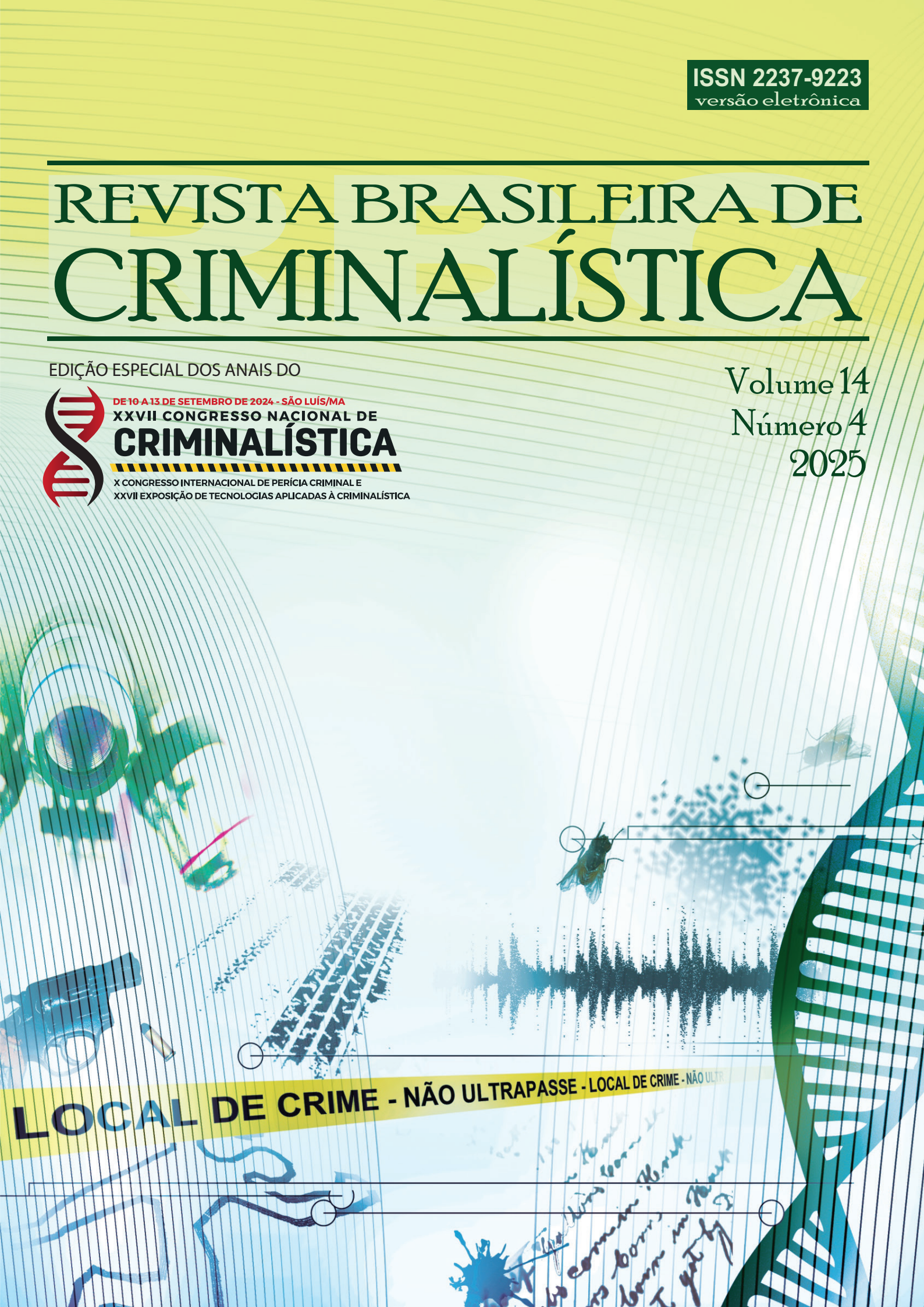
ISSN 2237-9223
versão eletrônica

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

EDIÇÃO ESPECIAL DOS ANAIS DO

DE 10 A 13 DE SETEMBRO DE 2024 - SÃO LUÍS/MA
XXVII CONGRESSO NACIONAL DE
CRIMINALÍSTICA
X CONGRESSO INTERNACIONAL DE PERÍCIA CRIMINAL E
XXVII EXPOSIÇÃO DE TECNOLOGIAS APLICADAS À CRIMINALÍSTICA

Volume 14
Número 4
2025



EDIÇÃO ESPECIAL
REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA
v. 14, n. 4
ISSN 2237-9223

Anais do

SETEMBRO/2024

Comissão Organizadora

Presidente do XXVII Congresso Nacional de Criminalística: Dra. Caroline Carvalho Noleto – PO/MA

Vice-presidente: Dr. Ladislau Brito Santos Júnior – DPTC/AM

Presidente de Honra: Dr. Marcos Antônio Secco Contel – POLITEC/MT

Coordenadora Geral: Dra. Alinne Carvalho Sampaio Silva – PO/MA

Secretário Geral e de Finanças: Dr. Emerson Carlos Gomes Pereira – PO/MA

Coordenador Científico: Dr. Claudemir Rodrigues Dias Filho – SPTC/SP

Coordenador Científico Adjunto: Dr. Cássio Thyone Almeida de Rosa – DPT/DF

Coordenador Científico Adjunto: Dra. Juliana Aires Paiva – PO/MA

Diretor de Negócios: Dr. Eduardo Becker Tagliarini – SPTC/SP

Diretor de Relações Institucionais: Dr. Cleber Muller – IGP/RS

Diretora Social e de Logística: Dra. Flávia Soares Barroso Maia Figueiredo – PO/MA

Diretora Social e de Logística Adjunta: Dra. Marize Cristina Oliveira Amaral – PO/MA

Diretora de Inovação e Estratégias Digitais: Dra. Mabel Proence Pereira Lopes – SPC/TO

Diretores Adjunto de Inovação e Estratégias Digitais: Dr. Daniel da Costa e Silva Coelho Soares – POLITEC/MT; Dra. Josinete Costa Mesquita Andrade – PO/MA e Dra. Laura Graciliana Bernardes – DPTC/AM

Subcomissões Científicas:

01 – Local de Crime

Coordenadora: Dra. Renata Cristina Grangeiro Ferreira – PC/DF

Membros:

Dra. Keila Aparecida de Almeida – SPTC/SP

Dr. André Godoy Campos – SPTC/MG

02 – Química e Toxicologia Forense

Coordenador: Dr. Gilberto Lucio Benedito de Aquino – PF

Membros:

Dr. Pablo Alves Marinho – SPTC/MG

Dr. Rony A. Costa – IPC/PB

03 – Genética e Biologia Forense

Coordenador: Dr. Geyson Souza Cunha – PO/MA

Membros:

Dra. Mabel Proence Pereira Lopes – SPC/TO

Dr. Giovanni Vitral Pinto – SPTC/MG

04 – Balística Forense

Coordenador: Dr. Lehi Sudy dos Santos – PF

Membros:

Dr. Lehi Sudy dos Santos – SENASP e PF

Dr. Ladislau Brito Santos Júnior – DPTC/AM e ABC

Dr. Joadson Lago Cutrim Barros – PO/MA

05 – Perícias Ambientais

Coordenadora: Dra. Laura Graciliana Bernardes – DPTC/AM

Membros:

Dra. Bruna Rafaela Martins Azevedo – PO/MA

Dr. Felipe Bandeira de Sá – PCI/PA

06 – Engenharia Forense

Coordenador: Dr. Sérgio Maia – IPC/PB

Membros:

Dr. José Alberto da Silva Sá – PCE/PA

Dr. AJosé Alysson Dehon Moraes Medeiros – PF

07 – Documentoscopia, Contabilidade e Merceologia

Coordenador: Dr. Erick Simões de Camera e Silva – PF

Membros:

Dr. Nilton Thaumaturgo Rocha Junior – IC/RJ
Dra. Maitê Cevallos Mijan Kessler – PC/DF

08 – Computação Forense e Imagem

Coordenador: Evandro Dalla Vecchia – IGP/RS

Membros:

Dr. Luiz Rodrigo Grochocki – PCP/PR
Dr. Fernando Henrique Lonzetti – PCI/SC
Dr. Daniel Mendes Caldas – PC/DF

09 – Gestão e Inovação

Coordenador: Dr. Charles Albert Andrade – PC/DF

Membros:

Dr. Juliano de Andrade Gomes – PC/DF
Dr. Fábio Braga – PC/DF
Dr. Rogério de Medeiros Tocantins – PCI/SC
Dr. Sérgio Louredo Maia Lacerda – IPC/PB

10 – Acidente de Trânsito e Identificação Veicular

Coordenador: Dr. Emerson Lopes dos Reis – CGP/MS

Membros:

Dr. Julio Cesar R. Rocha – PEFOCE/CE
Dr. Fábio Henrique de Azevedo – SPTC/MG

11 – Medicina Legal, Odontologia Legal e Antropologia Forense

Coordenadora: Dra. Salen Marchesi de Almeida – PO/MA

Membros:

Dra. Syomara Pereira da Costa Melo – PO/MA
Dr. George Castro Figueira de Mello – PO/MA
Dr. João Feitosa de Macêdo e Silva – PO/MA
Dra. Juliana Aguiar Costa Mesquita – PO/MA

12 – Feminicídio e grupos vulneráveis

Coordenadora: Dra. Beatriz Figueredo – PC/DF

Membros:

Dra. Monica Midori Marcon Uchida Sguazzardi – SPTC/SP
Dra. Gyzele Cristina Xavier Santos – SPTC/GO

13 – Psicologia e Psiquiatria Forense

Coordenador: Dr. Alexsandro Augusto Carvalho de Oliveira – PO/MA

14 – Incêndios e Explosivos

Coordenadora: Dra. Gerard de Oliveira Deokaran – POLC/AL

Membros:

Dr. Carlos Alberto Trindade – PF
Dr. Cláudio Bastos Heine – PF

Patrocinadores

DIAMANTE

DIAMANTE

TechBiz Forense Digital

1979 CONSELHO FEDERAL DE BIOMEDICINA

EQUIPATEC

IAFIS Biometrics & Forensics Brasil

Cellebrite

OURO

OURO

SC SANTIAGO E CINTRA GEOTECNOLOGIAS

VMI SECURITY

Trimble

PRATA

PRATA

Promega

Regula forensic science systems

FARO

Elvatech Advanced XRF equipment and solutions

Valid

MAGNET FORENSICS®

BRONZE

BRONZE

SAFELOCK
Empresa do Grupo
ELC Produtos de Segurança

teclab

mondragon
equipamentos

MediaClone

RECOVERYDADOS

UTI dos Dados

Forensics Brasil
SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS EM SEGURANÇA

ZEISS
Seeing beyond

APOIO

ThermoFisher
SCIENTIFIC

Millennium
EDITORA

SCCON
GEOSPATIAL

TRADSUL
SOLUÇÕES EM SINISTROS

Instituto Nacional de Perícias e Ciências Forenses
INFOR
Quiscunque Tactus Vestigia Legat

APCF
ASSOCIAÇÃO NACIONAL
DOS PERITOS CRIMINAIS FEDERAIS

POLÍCIA
FEDERAL

PERÍCIA OFICIAL
PERÍCIA OFICIAL DE NATUREZA CRIMINAL
MARANHÃO

Palavra do Presidente da Associação Brasileira de Criminalística (ABC)

Foi um prazer excepcional receber os participantes do Congresso Nacional de Criminalística (CNC) 2024. A Associação Brasileira de Criminalística (ABC) se orgulha de promover, em parceria com a APOTEC-MA, esse evento que reúne profissionais e especialistas da área para discutir os avanços e desafios das ciências forenses no Brasil.

A ABC tem como missão promover o desenvolvimento das ciências forenses no país, e eventos como o CNC são essenciais para alcançarmos esse objetivo. Durante o congresso, tivemos debates produtivos e uma experiência enriquecedora ímpar. A Ciência Forense é uma ferramenta crucial para a elucidação de crimes e a promoção da justiça.

Além disso, também tivemos a oportunidade de discutir temas relevantes relacionados à defesa dos direitos e prerrogativas dos peritos oficiais de natureza criminal brasileiros. É importante que os peritos tenham condições de trabalho adequadas e sejam valorizados pelo seu papel importante na administração da justiça.

Quero expressar minha gratidão aos pesquisadores que apresentaram seus trabalhos no evento. A qualidade e a diversidade das pesquisas apresentadas são um testemunho do comprometimento e da dedicação da comunidade científica em avançar o conhecimento na área.

Agora, teremos a honra de publicar os trabalhos premiados nos anais do CNC na Revista Brasileira de Criminalística (RBC), onde esses trabalhos serão compartilhados com uma audiência ainda mais ampla, contribuindo para o desenvolvimento da ciência forense no Brasil e no mundo.

A ABC também reafirma seu compromisso em defender os interesses dos peritos oficiais de natureza criminal brasileiros e em promover a valorização da carreira. É necessário que os peritos tenham acesso a treinamento e capacitação contínua, bem como condições de trabalho seguras e adequadas.

Agradeço a todos que contribuíram para a realização desse evento e reafirmo o compromisso da ABC em apoiar o desenvolvimento das Ciências Forenses no Brasil. Juntos, podemos construir um sistema de justiça mais eficiente e justo para todos.

Marcos Antonio Contel Secco
Presidente da Associação Brasileira de Criminalística

Palavra da Presidente do XXVII CNC

A sorte segue a coragem.
Mário Sérgio Cortella

Em 2022, durante a edição do Congresso Nacional de Criminalística realizada em São Paulo, surgiu o grande desafio: São Luís seria candidata a sediar a próxima edição. Para muitos, parecia uma ideia ousada, até mesmo impossível. As opiniões contrárias vinham de todos os lados: "Esse congresso é caro demais", "São Luís não tem estrutura", "A associação é pequena", "O evento gera prejuízos imensos" … Afinal, em 75 anos de história, nunca havia acontecido no Maranhão.

Mas como também nos lembra Mário Sérgio Cortella: "O impossível é só uma questão de opinião."

O orçamento inicial assustava: um valor na casa dos 7 dígitos enquanto tínhamos apenas 10% em caixa. Seria preciso coragem, energia e um empenho coletivo gigantesco para transformar esse sonho em realidade. E foi exatamente isso que aconteceu. Graças a Deus, fui cercada de pessoas que acreditaram junto comigo, que vestiram a camisa e se dedicaram com paixão. Minha gratidão eterna ao nosso núcleo duro, à equipe de coordenadores, aos monitores, aos prestadores de serviço, às instituições parceiras e, sobretudo, aos nossos patrocinadores. Vocês foram simplesmente incríveis!

E o resultado não poderia ser outro: o maior Congresso Nacional de Criminalística da história. Um evento que trouxe INOVAÇÃO e INTEGRAÇÃO para as ciências forenses, incorporando áreas inéditas como Feminicídio e Grupos Vulneráveis, além de Incêndios e Explosivos. Promovemos minicursos fora do espaço do CNC, como o pioneiro sobre IML Veterinário na Universidade Estadual do Maranhão. Idealizamos o projeto "Criminalística para Todos", abrindo portas para estudantes de escolas e universidades, realizamos podcasts ao vivo, encontros de ligas acadêmicas e, como grande encerramento, um Simulado de Desastre em Massa que ficará marcado na memória de todos.

O impossível aconteceu.

O que era dúvida, virou realidade.

O que era sonho, se transformou em história.

Este Congresso não apenas aconteceu – ele fez história.

Caroline Carvalho Noleto
Presidente do Congresso Nacional de Criminalística
(São Luís/MA)

Palavra da Coordenadora Geral do XXVII CNC

Uma Jornada de Compromisso e Orgulho: Coordenar o Congresso Nacional de Criminalística em São Luís/MA

Coordenar o Congresso Nacional de Criminalística realizado em São Luís do Maranhão foi, sem dúvida, uma das mais gratificantes e desafiadoras experiências da minha carreira. Estar à frente da organização de um evento dessa magnitude, reconhecido como o mais importante da criminalística brasileira, significou uma grande responsabilidade — mas também uma imensa honra.

O evento não apenas reuniu os mais renomados peritos criminais do país, mas também promoveu um espaço de diálogo, aprendizado e valorização da ciência forense em todas as suas vertentes. Cada detalhe — desde a seleção das palestras e oficinas até a estrutura que acolheu os participantes — foi pensado com dedicação e compromisso com a excelência técnica e institucional.

São Luís, com toda sua riqueza histórica e cultural, foi o cenário perfeito para acolher essa edição memorável do CNC. E ver a nossa capital maranhense receber profissionais de todas as regiões do Brasil, promovendo conhecimento, integração e inovação, foi motivo de profundo orgulho.

Agradeço imensamente a todos que tornaram esse evento possível: à equipe organizadora, aos colegas peritos, às instituições parceiras, à minha família, aos participantes que confiaram em nosso trabalho e principalmente à Deus. A publicação dos anais premiados nesta edição da Revista Brasileira de Criminalística é a coroação de um congresso que deixou marcas significativas para a perícia criminal no Brasil.

Que este registro sirva como inspiração e memória de um evento construído com seriedade, ciência e paixão pela criminalística.

Alinne Carvalho Sampaio Silva
Coordenadora Geral – Congresso Nacional de Criminalística
(São Luís/MA)

Programação do XXVII CNC

LEGENDAS DE ÁREAS TEMÁTICAS	
LC	ÁREA 1. Local de Crime
QIM	ÁREA 2. Química e Toxicologia Forense
GEN	ÁREA 3. Genética e Biologia Forense
BAL	ÁREA 4. Balística Forense
AMB	ÁREA 5. Perícias Ambientais
ENG	ÁREA 6. Engenharia Forense
DOC	ÁREA 7. Documentoscopia, Contabilidade e Merceologia
COM	ÁREA 8. Computação e Imagem Forenses
GES	ÁREA 9. Gestão e Inovação
ACI	ÁREA 10. Acidente de Trânsito e Identificação Veicular
MED	ÁREA 11. Medicina Legal, Odontologia Legal e Antropologia Forense
FEM	ÁREA 12. Feminicídio e Grupos Vulneráveis
PSI	ÁREA 13. Psicologia e Psiquiatria Forense
INC	ÁREA 14. Incêndios e Explosivos

Mini cursos

LC	1.1 – Manchas de Sangue como Evidência: Reportando Conclusões em Laudos de Perícia Criminal – Uma Abordagem Prática – Dr. Victor Hugo Costa Dias – PC/DF – 10/09/2024 – sala H – 14h00-18h00
LC	1.2 – Manchas de Sangue como Evidência: Reportando Conclusões em Laudos de Perícia Criminal – Uma Abordagem Prática – Dr. Guilherme Menegoi – PC/DF – 10/09/2024 – sala H – 14h00-18h00
LC	2.1 – Sistema de identificação de odores para treinamento de cães de detecção com aplicação na área forense – Dra. Keila Aparecida de Almeida – SPTC/SP – 10/09/2024 – sala Rio Anil – 08h00-12h00
LC	2.2 – Sistema de identificação de odores para treinamento de cães de detecção com aplicação na área forense – Dr. Daniel Luiz Rodrigues – IF/GO – 10/09/2024 – sala Rio Anil – 08h00-12h00
LC	3.1 – Perícia em Local de Desastres – Dr. Alexandre Deitos – PF – 10/09/2024 – Auditório Criativa Cowork – 14h00-18h00
LC	3.2 – Perícia em Local de Desastres – Dra. Renata Grangeiro – PONC/MA – 10/09/2024 – Auditório Criativa Cowork – 14h00-18h00
QIM	2 – Na trilha do envenenamento: A atuação da Perícia e das demais forças de Segurança na montagem dos quebra cabeças dos crimes de envenenamento – Dra. Ione Paiva – PONC/MA – 10/09/2024 – sala E – 14h00-18h00
QIM	1.1 – Triagem de analitos de interesse forense por voltametria: teoria e prática – Dr. Luciano Arantes – PC/DF – 12/09/2024 – ILAF-São Luís – 10:00-12:00 e 14:00-16:00
QIM	1.2 – Triagem de analitos de interesse forense por voltametria: teoria e prática – Dr. Wallans Torres Pio dos Santos – UFVJM – 12/09/2024 – ILAF-São Luís – 10:00-12:00 e 14:00-16:00
GEN	1 – Otimizando a Precisão: Técnicas de Programação para Reduzir Erros em Registros Laboratoriais na Genética Forense – Dr. Bruno Martinucci – SPTC/GO – 10/09/2024 – sala Navigare Pós Graduação – 14h00-18h00
BAL	1 – Aquisição de projéteis deformados e uso avançado do Match Point no Sinab – Dr. Lehi Sudy dos Santos – PF – 10/09/2024 – ICRIM - Instituto de Criminalística – 14h00-18h00
AMB	1 – Medicina Veterinária Legal: perícias de local, implantação e funcionamento de um IML veterinário – Dra. Deisiane Hellen Teixeira – Polícia Científica de Goiás – 11/09/2024 – 08h00-18h00
ENG	1 – Perícias em casos de Desabamentos e Soterramentos – Dr. Jorge Augusto Wissmann – PCP/PR – 10/09/2024 – sala C – 08h00-12h05
DOC	1.1 – Introdução às perícias em obras de arte através de técnicas físico-químicas – Prof. Dr. André Pimenta – IF/RJ – 10/09/2024 – sala F – 08h00-12h05
DOC	1.2 – Introdução às perícias em obras de arte através de técnicas físico-químicas – Prof. Dr. Renato de Freitas – IF/RJ – 10/09/2024 – sala F – 08h00-12h05
DOC	1.3 – Introdução às perícias em obras de arte através de técnicas físico-químicas – Prof. Dr. Valter Félix – IF/RJ – 10/09/2024 – sala F – 08h00-12h05
DOC	1.4 – Introdução às perícias em obras de arte através de técnicas físico-químicas – Dr. Nilton Thaumaturgo – ICCE/RJ – 10/09/2024 – sala F – 08h00-12h05
DOC	1.1 – Potenciais e Limitações de exames periciais em documentos digitais e digitalizados – Dr. Erick Simões – PF – 10/09/2024 – Auditório Baia de São Marcos – 08h00-18h00

DOC	1.2 – Potenciais e Limitações de exames periciais em documentos digitais e digitalizados – Dra. Maitê Kessler – PC/DF – 10/09/2024 – Auditório Baia de São Marcos – 08h00-18h00
DOC	1.3 – Potenciais e Limitações de exames periciais em documentos digitais e digitalizados – Dra. Priscila Dias Sily – PF – 10/09/2024 – Auditório Baia de São Marcos – 08h00-18h00
DOC	2 – Aplicações do Comparador Espectral Regula no Exame Forense de Documentos – Dr. Lenildo Correia da Silva Júnior – Perito Criminal Federal – 11/09/2024 – Auditório Criativa Cowork – 14h00-18h00
DOC	3 – Treinamento de "Reconhecimento de bebidas falsificadas, descaminhadas e fora da conformidade legal – Dr. Gabriel Leôncio Lima e Daniel Monferrari – Associação Brasileira de Bebidas - ABRABE – 10/09/2024 – sala C – 14h00-18h00
DOC	4 – Treinamento de "Reconhecimento de bebidas falsificadas, descaminhadas e fora da conformidade legal – Dr. Gabriel Leôncio Lima e Daniel Monferrari – Associação Brasileira de Bebidas - ABRABE – 12/09/2024 – Auditório Criativa Cowork – 14h00-18h00
COM	1 – Perícia em dispositivos de armazenamento de dados – Dr. Rames Lopes – Procuradoria Geral do MA – 10/09/2024 – sala SE – 08h00-12h05
COM	2 – Noções básicas de Perícia Digital – Dr. Evandro Dalla Vecchia – PF – 17/05/2022 – sala Rio Anil – 14h00-18h00
GES	1 – Planejamento de compras públicas: instrumentos de planejamento, artefatos de planejamento, gestão de compras – Dr. Charles Albert Andrade – PC/DF – 10/09/2024 – sala F – 14h00-18h00
ACI	1 – Cálculo de Velocidade com o Software Peritus – Dr. Daniel de Oliveira Cunha – PF – 10/09/2024 – sala I – 14h00-18h00
ACI	1 – Curso de Perito automotivo Forense – Dr. Valdecir Figueiredo – PCI/SC – 10/09/2024 – sala A – 08h00-18h00
MED	1 – O que os ossos falam? – Dr. Liz Brito – DPT/BA – 10/09/2024 – sala Vip – 08h00-12h00
FEM	1.1 – Perícia em Locais de Crime contra mulheres, vulneráveis e minorias – Dra. Beatriz Figueiredo – PC/DF – 10/09/2024 – sala D – 08h00-12h00
FEM	1.2 – Perícia em Locais de Crime contra mulheres, vulneráveis e minorias – Dra. Gyzele Cristina Xavier Santos – SPTC/GO – 10/09/2024 – sala D – 08h00-12h00
FEM	1.3 – Perícia em Locais de Crime contra mulheres, vulneráveis e minorias – Dra. Monica Midori Marcon Uchida Sguazzardi – SPTC/SP – 10/09/2024 – sala D – 08h00-12h00
PSI	Criminal Profiling & Psicologia Investigativa – Dra. Aline Lobato – UEPB – 10/09/2024 – sala Vip – 14h00-18h00
INC	1 – Perícias de explosões – Dr. Gerard de Oliveira Deokaran – POLC/AL – 10/09/2024 – BOPE – 08h00-12h00
INC	2 – Perícia de Incêndio em Edificações – Dr. Carlos Alberto Trindade – PF – 10/09/2024 – sala L – 14h00-18h00

Palestras e plenárias

Dia 11/09/2024 (Quarta-Feira)	
MED	Eficácia do FlatScan em Laudos Periciais – Dr. Peter Kühn – 11/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro - B – 10h05-11h00
PSI	Contribuições do IPCA na responsabilização de crimes contra crianças e adolescentes – Dra. Linnete Nascimento Pinto – PONC/MA e Dra. Simone de Miranda Rodrigues – PONC/MA – 11/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro A – 10h05-11h00
INC	Perícias de explosões e em artefatos explosivos no âmbito federal – Dr. Willy Hauffe Neto – PF – 11/09/2024 – sala C – 10h05-11h00
	Nanoforense: A nanotecnologia se integrando à área Forense – Dr. Henrique Eisi Toma – USP-SP – 11/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro C – 10h05-11h00
	La Base de datos de Personas desaparecidas y cadáveres sin identificar en España – Dr. José Carlos Beltran – Perícia Espanha – 11/09/2024 – sala A – 10h05-11h00
	Atuação no tribunal do juri em casos de feminicídio – Dr. Neto Evangelista – Assembléia Legislativa Maranhão – 11/09/2024 – Auditório Baia de São Marcos – 10h05-11h00
LC	Uso de detector de metais para discriminar vestígios balísticos em locais de crime – Dr. José Arthur de Vasconcelos Neto – PF – 11/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro B – 11h05-12h00
DOC	Why 2 signatures are never identical in practice: evidence and scientific explanation – Dr. Pavlos Kipouras – Grécia – 11/09/2024 – sala A – 11h05-12h00
MED	La excavación forense en vertederos – Dr. José Carlos Beltran – Chefe da Antropologia Forense da Polícia Científica da Espanha – 11/09/2024 – sala B – 11h05-12h00
PSI	Importância da PERÍCIA PSICOLÓGICA de crianças e adolescentes no contexto criminal – Dr. Alexsandro Augusto Carvalho de Oliveira – PO/MA – 11/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro A – 11h05-12h00
INC	Flashover e efeito sobre as marcas de queima – Dr. Carlos Alberto Trindade – PF – 11/09/2024 – sala C – 11h05-12h00
	O uso pela Polícia Científica de São Paulo de novas funcionalidades do laser scanner 3D e drone nas reconstituições de locais : Estudo de casos – Dra. Karin Kawakami – Superintendência de Polícia Técnico-Científica de São Paulo – 11/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro C – 11h05-12h00
	Desafios da Segurança Pública – Dr. Mário Luiz Sarrubbo – SENASP – 11/09/2024 – Auditório Terezinha – 11h05-12h00
QIM	Catinonas sintéticas apreendidas pela Polícia Federal: estatísticas de apreensão e metodologias analíticas aplicadas – Dr. Gilberto Lucio Benedito de Aquino – PF – 11/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro B – 14:00-14:55
GEN	Aplicação do NGS na rotina da genética forense – Dr. Giovanni Vitral Pinto – SPTC/MG – 11/09/2024 – Sala I – 14:00-14:55
ENG	Furto de Energia (Fraudes e Estelionato) – Dr. Sergio Loureiro Maia Lacerda – IPC/PB – 11/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro A – 14:00-14:55
COM	Uso de Sistemas de Reconhecimento Facial como Meio de Prova – Dr. Fernando Henrique Lonzetti – PCI/SC – 11/09/2024 – SALA VIP – 14:0014:55
GES	Pesquisa e Inovação na perícia: Horizontes e desafios – Dr. Evandro Mário Lorens – Polícia Federal – 11/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro C – 14:00-14:55
ACI	Fotogrametria Aplicada a Sinistros de Trânsito – Dr. Rafael Cunha – SPTC/SP – 11/09/2024 – SALA B – 14:00-14:55
MED	Como os dentes identificam corpos carbonizados? – Dr. Liz Brito – DPT/BA – 11/09/2024 – Sala K – 14:00-14:55
FEM	O uso do reconhecimento facial em tempo real para prevenção de feminicídio – Dr. Clenio Guimarães Belluco – PF – 11/09/2024 – SALA RIO ANIL – 14:00-14:55
PSI	Crimes cibernéticos nas redes sociais – Dra. Andreia Stanger – PF – Sala J – 11/09/2024 – 14:00-14:55
LC	Exame Pericial em Elevadores – Dr. Robson Felix Mamedes – IPC/PB – 11/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro A – 15:00-15:55
COM	Inteligência artificial: Descartabilidade do Perito Criminal ou Oportunidade de Melhoria? – Dr. Gustavo Pinto Vilar – Perito Criminal – sala Vip – 15:00-15:55

GES	Aplicação da Lei de Proteção de dados em orgãos públicos – Dr. Edmée Froz – OAB/MA – 11/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro C – 15:00-15:55
ACI	Procedimento Operacional Padrão de identificação veicular – Dr. George Nascimento dos Santos – Perícia Oficial do Maranhão – 11/09/2024 – sala B – 15:00-15:55
MED	Violência sexual e a importância da sexologia forense – Dra. Mariana da Silva Ferreira – Polícia Técnico-Científica de SP – 11/09/2024 – sala K – 15:00-15:55
FEM	Coleta de amostras biológicas para exames de DNA em crimes sexuais e feminicídio. Procedimentos, resultados e apresentação de casos. – Dr. Samuel T. G. Ferreira – IPDNA/PCDF – 11/09/2024 – sala Rio Anil – 15h00-15h55
PSI	A Perícia de Comportamento na Cena do Crime – Dra. Aline Lobato – UEPB – 11/09/2024 – sala J – 15:00-15:55
	Automated optical 3D body documentation in combination with CT imaging–Sören Kottner–Institute of Forensic Medicine at the University of Zurich (Switzerland) – 11/09/2024 – sala A – 15:00-15:55
LC	Sistema de identificação de odores para treinamento de cães de detecção com aplicação na área forense – Dra. Keila Almeida – SPTC/SP e Dr. Daniel Luiz Rodrigues – IF/GO – 11/09/2024 – Auditório Baia de São Marcos – 16:15-17:10
GEN	De Genes a Retratos: Desafios técnicos e legais para implementação da Fenotipagem Genética no Brasil – Dr. Ronaldo Carneiro – PF – 11/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro B – 16:15-17:10
AMB	Uso de isótopos forenses no combate aos crimes contra a fauna – Dr. Fábio Costa – PF – 11/09/2024 – sala H – 16:15-17:10
ENG	Inteligência Artificial na Engenharia Forense – Dr. José Alysson Dehon Moraes Medeiros – PF e Dr. Gilberto Farias de Sousa Filho – UFPB – 11/09/2024 – sala B – 16:15-17:10
GES	Planejamento estratégico inovador: muito além da perícia – Dr. Luiz Rodrigo Grochocki – PCP/PR e CONDPC – 11/09/2024 – sala VIP – 16:15-17:10
ACI	Estudo analítico de sinistro de trânsito: cálculo velocidade – Dr. Emerson Lopes dos Reis – PCMS – 11/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro C – 16:15-17:10
FEM	Constatação e análise de sinais indicativos de maus-tratos em crianças: da Perícia ao Laudo – Dr. Fábio Rodrigues – IC-PCDF – PCDF – 11/09/2024 – sala J – 16:15-17:10
INC	Análise de padrões de queima em esquadrias – Dr. Alcino de Sousa Marques – PC/PI – 11/09/2024 – sala C – 16:15-17:10
	Integração de áreas periciais e de tecnologias para elucidação de dinâmica em local de múltiplas mortes – Dr. Carlos Eduardo Palhares Machado – PF – 11/09/2024 – Auditório Terezinha – 16:15-17:10
	Preparação e resposta à eventos com vítimas em massa: ampliando o Papel da Polícia Científica – Dr. Thiago Braga da Silva – Comitê Internacional da Associação Americana de Operações Especiais - SOMA (Special Operations Medical Association) – 11/09/2024 – sala K – 16:15-17:10
LC	O uso do Laudo de Local de Crime de Morte Violenta no Tribunal do Júri – Dr. Flávio Cesar de Almeida Santos – MP/MG – 11/09/2024 – Auditório Baia de São Marcos – 17:15-18:10
GEN	Coleta de amostras biológicas em cadáveres para exames de DNA para identificação humana em casos de rotina e em vítimas de desastres (DVI): Integração entre a Medicina Legal, a Antropologia Forense e a Genética Forense – Dr. Samuel Teixeira Gomes Ferreira – IPDNA/PCDF – 11/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro B – 17:15-18:10
AMB	Uso de marcadores moleculares no combate ao tráfico de animais silvestres – Dr. Carlos Benigno – PF – 11/09/2024 –sala H – 17:15-18:10
ENG	Sinistros em Equipamentos de Engenharia - Parques de Diversão – Dr. Fernando Viana da Silva Queiroz – PEFOCE – 11/09/2024 – sala B – 17:15-18:10
DOC	Conclusões Grafoscópicas – Dra. Priscila Dias Sily – PF – 11/09/2024 – Auditório Terezinha – 17:15-18:10
COM	Perícia de Crimes Cibernéticos no Distrito Federal – Dr. Daniel Mendes Caldas – PCDF – 11/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro A – 17:15-18:10
GES	O Fator ESG na prevenção da criminalidade corporativa e a Responsabilidade Penal: Diretrizes sobre sustentabilidade e Governança Socioambiental – Dr. Sóstenes Carneiro Marchezine – Instituto Global ESG – 11/09/2024 – sala Vip – 17:15-18:10
ACI	Leitura Residual do velocímetro x Peritus – Dr. Julio Cesar Rodrigues Rocha – PEFOCE/CE – 11/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro C – 17:15-18:10

FEM	Caso Isadora Mourão: Quando a família é o algoz – Dra. Maria Rosimere Xavier Amaral – Polícia Científica PI – 11/09/2024 – sala J – 17:15-18:10
INC	International Association of Bomb Technicians and Investigators-IABTI Post Blast, K9, Hook and Line, Suits, and other training. (Treinamentos e certificações em investigações de pós-explosão, K9 e uso de equipamentos antibombas pela IABTI) – Dr. Andy Rendle – 11/09/2024 – sala A – 17:15-18:10

Dia 12/09/2024 (Quinta-Feira)	
QIM	Escopo analítico para laboratórios de toxicologia forense – Dr. Rony A. Costa – IPC/PB – 12/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro A – 10:05-11:00
AMB	Novas ferramentas do Brasil MAIS – Dr. Diogo Scalia – PF – 12/09/2024 – sala Rio Anil – 10:05-11:00
DOC	No Reino das Letras: o caso do menino Miguel Rodrigues e a análise grafoscópica da escrita em processo de alfabetização – Dr. Eduardo Lima Silva – IGP/RS – 12/09/2024 – sala I – 10:05-11:00
GES	A Importância da Perícia Oficial de Natureza Criminal nos Sistemas Estaduais de Inteligência de Segurança Pública – Dr. Renato Vianna Dias da Silva – Polícia Científica de Pernambuco – 12/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro B – 10:05-11:00
FEM	Perícia em Locais de Crime contra mulheres, vulneráveis e minorias – Dra. Beatriz Figueiredo – PCDF – 12/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro C – 10:05-11:00
PSI	Perfis Comportamentais dos Pedófilos – Dra. Aline Lobato – UEPB – 12/09/2024 – Auditório Terezinha – 10:05-11:00
	Red iberoamericana de laboratorios y los proyectos a nivel regional – Dr. Mauricio Chacón Hernández – Presidente AICEF Academia Ibero Americana de Criminalística – 12/09/2024 – sala B – 10:05-11:00
	Bases de datos de ADN y el intercambio de información a nivel internacional – Dr. Eusebio Lopez Reyes – Inspetor Chefe da Polícia Nacional, DNA e ABIS (Espanha) – 12/09/2024 – sala F – 10:05-11:00
QIM	Envenenamentos: Do local de Crime aos Tribunais da Justiça – Dra. Ione Paiva – PONC/MA – 12/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro A – 11:05-12:00
AMB	Valoração ambiental – Dr. David Domingues Pavanelli – PF – 12/09/2024 – sala Rio Anil – 11:05-12:00
DOC	Drogas, ouro e fraudes. A perícia contábil no caminho do dinheiro – Dr. Vitor Gomes Figueiredo – PF – 12/09/2024 – sala I – 11:05-12:00
COM	Collection, Preservation and Processing of Evidence and Chain of Custody (Coleta, preservação e Processamento de Evidências e Cadeia de Custódia) – Dr. Ezra Kohavi – Media Clone – 12/09/2024 – sala A – 11:05-12:00
PSI	PERÍCIA EM SERVIÇO SOCIAL na defesa dos direitos das crianças e adolescentes vítimas de violência – Dra. Conceição de Maria Carvalho Diniz – PONC/MA – 12/09/2024 – sala B – 11:05-12:00
	A identificação da NSP N-desetil-isotonitazeno – Dra. Maria João Caldeira – Perita Criminal e Chefe de Setor de Drogas e Toxicologia (Portugal) – 12/09/2024 – Auditório Terezinha – 11:05-12:00
	A Criminalística na Europa – estratégia 2030 para as ciências forenses – Dr. Carlos Farinha – Diretor Adjunto Polícia Judiciária (Portugal) – 12/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro B – 11:05-12:00
	A importância da cooperação entre a medicina legal e a perícia criminal – Dr. Carlos Durão – Instituto Nacional de Medicina Legal e Ciências Forenses (Portugal) – 12/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro C – 11:05-12:00
LC	Meninos emasculados de Altamira e Maranhão – Dr. Wilton Rêgo – PONC/MA – 12/09/2024 – Auditório Terezinha – 14:00-14:55
GEN	Como implantar um laboratório de entomologia forense – Toricelli de Souza Tché – Polícia Técnica da BA – 12/09/2024 – sala H – 14:00-14h55
BAL	Busca de objetividade na balística forense – Dr. Geoffrey Stewart Morrison – Aston University – 12/09/2024 – sala A – 14:00-14:55
ENG	Perícia em Acidentes Aeronáuticos – Dr. Celso Faria de Souza – SPTC/GO – 12/09/2024 – sala D – 14:00-14:55
DOC	O maior desafio da Merceologia Forense - as perícias em bens de luxo – Dr. Nilton Thaumaturgo – PCE/RJ – 12/09/2024 – sala G – 14:00-14:55
DOC	O advento da nova carteira de identidade nacional (CIN) no Estado do Maranhão e as nuances periciais pertinentes à emissão de RG – Dra. Ana Delcita Tavares Monteiro de Oliveira – PONC/MA e Dr. Joelkson Diniz Ribeiro – PONC/MA – 12/09/2024 – sala K – 14:00-14:55

COM	Perícia na Deepweb: hacking e extração de dados de site de venda de armas e drogas – Dr. Leandro de Souza Oliveira – PCDF – 12/09/2024 – sala Rio Anil – 14:00-14:55
ACI	Eletrônica embarcada e identificação veicular – Dr. Charles Cipriano de Souza – DPTC/AM – 12/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro C – 14:00-14:55
PSI	Psicolopatologia Forense: perícia psicológica em criminosos psicopatas – Dr. Matheus Oliveira Silva – TJ/SP – 12/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro A – 14:00-14:55
INC	Diagnose de incêndios não intencionais em ônibus – Dr. Rodrigo Kleinubing – IGP/RS – 12/09/2024 – sala B – 14:00-14:55
	O MP e Defesa em ação na oitiva de vítimas, testemunhas e no interrogatório – Dr. Diego Braga – Ministério Público GO – 12/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro B – 14:00-14:55
LC	Medicina Legal aplicada ao Local de Crime – Dra. Susyara Medeiros – Polícia Científica da Paraíba – 12/09/2024 – Auditório Terezinha – 15:00-15:55
BAL	A Comprehensive Approach to Firearm Crime: From the Crime Scene to Objective Identification – Dr. Paul Murphy (indicado pela Forensic Technology – 12/09/2024 – sala A – 15:00-15:55
GEN	Genealogia Genética Forense: Contexto atual no Brasil – Dr. Carlos Eduardo Martinez de Medeiros – PF – 12/09/2024 – sala K – 15:00-15:55
ENG	Incêndio em Edificações em Construção – Dr. Cláudio Bastos Heine – PF – 12/09/2024 – sala D – 15:00-15:55
DOC	A importância da integração entre Merceologia e Documentoscopia na elucidação de crimes – Dra. Claudia Souza – PCE/RJ – 12/09/2024 – sala G – 15:00-15:55
COM	Desafios da Cadeia de Custódia do Vestígio Cibernético – Formulário enviado – PCP/PR – 12/09/2024 – sala Rio Anil – 15:00-15:55
FEM	Violência contra mulheres indígenas e os desafios à segurança pública – Dra. Kari Guajajara – COIAB (Coord. Das Org. Indígenas da Amazônia Brasileira) – 12/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro B – 15:00-15:55
PSI	Perfil psicológico e comportamental de serial Killers – Dr. Matheus Oliveira Silva – TJ/SP – 12/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro A – 15:00-15:55
	Novas tecnologias de luzes forenses na perícia de São Paulo – Dra. Karin Kawakami – Superintendência de Polícia Técnico-Científica de São Paulo – 12/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro C – 15:00-15:55
	Pericia de dispositivos móveis usando ferramentas avançadas – Dr. Rildo de Oliveira – Cellebrite para a América Latina – 12/09/2024 – sala B – 15:00-15:55
BAL	Estratégias e desafios para implementação bem sucedida do Sinab no estado do Espírito Santo – Dra. Fernanda Scarpatti Pimentel – PCI/ES e Dra. Mirella Santos – PCI/ES – 12/09/2024 – sala Rio Anil – 16:15-17:10
AMB	Necrópsia Veterinária aplicada à realidade forense – Dra. Lidia Hildebrand Pulz – SPTC/MG e SINDIPECRI – 12/09/2024 – sala H – 16:15-17:10
ENG	Exames Periciais de Fraudes em Investimentos de RPPS/EFPC no Mercado Financeiro – Dr. João Cláudio Nabas – PF – 12/09/2024 – sala Vip – 16:15-17:10
DOC	Perícias em jóias, gemas e metais nobres – Dra. Fernanda Ronchi – PF – 12/09/2024 – sala A – 16:15-17:10
COM	Perícia em Criptomoeda – Dr. Pedro Monteiro da Silva Eleutério – PF – 12/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro A – 16:15-17:10
MED	Necropsia branca - aspectos práticos – Dr. Malthus Galvão – PCDF – 12/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro A – 16:15-17:10
FEM	Perícias em locais de crimes sexuais: elementos técnicos e atendimento humanizado – Dra. Gyzele Cristina Xavier Santos – SPTC/GO – 12/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro B – 16:15-17:10
QIM	Field- portable detection of fentanyl and its analogs – Dra. Luisa T. M. Profeta – Rigaku Corporation, Wilmington, Massachusetts, USA – 12/09/2024 – sala A – 17:15-18:10
BAL	Análise dos dados do Sinab – Dr. Rafael Friedrich Davet – PEFOCE e SENASP e Dr. Antônio Guaraná Mendes – PONC/MA – 12/09/2024 – sala Rio Anil – 17:15-18:10
AMB	A implantação do primeiro IML veterinário do país – Dra. Deisiane Hellen Teixeira – Polícia Científica de Goiás – 12/09/2024 –sala H – 17:15-18:10
ENG	Processamento de imagens SAR do Satélite Sentinel 1 mediante o software SNAP para aplicações forenses – Dr. José Alberto Silva de Sá – PCEPA – 12/09/2024 – sala Vip – 17:15-18:10

MED	Envenenamento coletivo por mono etilenoglicol: o caso da cervejaria de Belo Horizonte – Dra. Daniela Savi – IML/BH – 12/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro A – 17:15-18:10

Dia 13/09/2024 (Sexta-Feira)	
BAL	Ammunition Identification – Dr. Axel Manthei – Bavarian Crime laboratory in Munich – 13/09/2024 – sala A – 10:05-11:00
FEM	Violência política de gênero – Dra. Susan Lucena – ABMCJ (Associação Brasileira de Mulheres de Carreira Jurídica) – 13/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro A – 10:05-11:00
INC	Perícias de incêndios no âmbito de seguradoras – Dr. Rafael Cândido – TRADSUL – 13/09/2024 – sala K – 10:05-11:00
	Aplicação de novas tecnologias forenses no estudo de materiais antigos: Análise Forense de um Pergaminho do séc. XIV – Dra. Ana Assis – Perita Criminal e Chefe de setor de Físico Química (Portugal) – 13/09/2024 – sala F – 10:05-11:00
	Ciencia Forense Humanitaria: un reto para la identificación genética – Dr. José Antonio Lorente Acosta – Universidade Granada (Espanha) – 13/09/2024 – sala B – 10:05-11:00
GEN	A tecnologia de DNA rápido (Rapid DNA) aplicada às Investigações Criminais: Resultados de estudos com diferentes tipos de amostras no equipamento RapidHit ID – Dr. Samuel T. G. Ferreira – IPDNA/PCDF – 13/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro B – 11:05-12:00
BAL	Utilização do SINAB como ferramenta no combate a organizações criminosas - Domínio de Cidade – Dr. Lehi Sudy – PF e Dr. Ladislau Brito – DPTC/AM – 13/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro C – 11:05-12:00
INC	Ações conjuntas entre peritos da Polícia Científica do Pará e técnicos do Esquadrão Antibombas da Polícia Militar do Pará: um estudo de caso – Dr. José Alberto da Silva Sá – PCEPA – 13/09/2024 – sala K – 11:05-12:00
	Dispositivos de seguridad ciudadana en España: consultas pioneras de interoperabilidad a AFIS y bases de datos europeas – Dr. Eusebio Lopez Reyes – Inspetor Chefe da Polícia Nacional, DNA e ABIS (Espanha) – 13/09/2024 – sala A – 11:05-12:00
	Recuperação de Restos Mortais em Valas Clandestinas no Brasil e no Mundo – Dr. Frederico Mamede Santos Furtado – Cruz Vermelha – 13/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro A – 11:05-12:00
	Tribunal do Juri e Inteligência artificial – Dr. Diego Braga – Ministério Público GO – 13/09/2024 – Auditório Baia de São Marcos – 11:05-12:00
LC	Dinâmica de Fluidos Computacional como ferramenta assistente na Análise de padrões de Manchas de Sangue – Dr. Luiz Vasconcellos – POLITEC/MT – 13/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro C – 14:00-14:55
QIM	Análise de drogas em ocorrências de trânsito – Dr. Rony A. Costa – IPC/PB – 13/09/2024 – sala B – 14:00-14:55
GEN	Processamentos de Backlog de amostras sexuais - Prática e Resultados – Dr. Pablo Abdon – PCA/AP – 13/09/2024 – sala Rio Anil – 14:00-14:55
AMB	Poluição Sonora - aplicação forense da NBR 10.151/2019 – Dra. Elisandra Assunção – DPTC/AM – 13/09/2024 – sala Vip – 14:00-14:55
ENG	Fraudes envolvendo licitações e contratos de Engenharia: aspectos regionais – Dr. José de Carvalho Azevedo Filho – Polícia Federal - SETEC/SR/PF/MA e Dr. Antonio José Gurgel Lopes – Polícia Federal - SETEC/SR/PF/MA – 13/09/2024 – sala G – 14:00-14:55
DOC	Perícias em bens do patrimônio histórico, artístico e cultural – Dr. Nilton Thaumaturgo – ICCE/RJ – 13/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro B – 14:00-14:55
COM	Introdução à Fonética Forense – Dr. Araney Rabelo da Costa – PONC/MA – 13/09/2024 – Auditório Terezinha – 14:00-14:55
ACI	O Fator Causal Veicular dos Acidentes de Trânsito Associado ao Fenômeno da Fadiga – Dr. Rodrigo Kleinubing – IGP/RS – 13/09/2024 – sala J – 14:00-14:55
MED	Marcas de tortura em corpos de valas clandestinas – Dra. Karla Campos – SPTC/SP – 13/09/2024 – sala H – 14:00-14:55
INC	Bombas e explosivos: Métodos inovadores para superar os desafios da Segurança Pública – Dr. Gerard de Oliveira Deokaran – POLC/AL – 13/09/2024 – sala A – 14:00-14:55
	Projeto Mirante: Casos de morte em Intervenções Policiais em atuação com a Defensoria Pública – Dr. Cássio Thyone Almeida de Rosa – PCDF – 13/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro A – 14:00-14:55

LC	Doutrina criminalística aplicada a local de crime – Dr. Alberi Espindula – PCDF – 13/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro C – 15:00-15:55
QIM	A pesquisa científica como ferramenta de desenvolvimento nos exames periciais na química forense - um caso de sucesso – Dr. Pablo Alves Marinho – SPTC/MG – 13/09/2024 – sala B – 15:00-15:55
GEN	Paternidade Forense Cível a serviço da garantia de dignidade a famílias de baixa renda no Maranhão – Dra. Clarissa Frota Macatrão Costa – Corregedoria Geral da Justiça TJ/MA – 13/09/2024 – sala Rio Anil – 15:00-15:55
AMB	Batimetria com drone aquático e modelagem de cavas inundadas de mineração – Dr. Fernando Nascimento Santos – PF/MA – 13/09/2024 – sala Vip – 15:00-15:55
DOC	Inteligência Artificial com foco em Perícias Documentoscópicas – Dr. Leandro Dias Carneiro – PCDF – 13/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro B – 15:00-15:55
ENG	Desabamento de 13 sacadas de um edifício em Belém do Pará: Causas e Repercussões – Dr. Orley de Morais Cruz e José Alberto Silva de Sá –PCEPA – 13/09/2024 – sala G – 15:00-15:55
COM	Coleta de vestígios digitais voláteis de computadores em locais de crime contra a vida – Dr. Evandro Dalla Vecchia – PF – 13/09/2024 – Auditório Terezinha – 15:00-15:55
MED	Os desafios do exame necroscopico no suposto erro médico – Dr. Malthus Galvão – PCDF – 13/09/2024 – sala H – 15:00-15:55
INC	Perícia de Incêndio: O Impacto das Baterias como Fonte de Ignição – Dr. Daniel França de Oliveira Melo – PF – 13/09/2024 – sala A – 15:00-15:55
	O papel do Perito Assistente Tecnico na Investigação Defensiva – Dr. Rosandro Schauffler – APJESC – 13/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro A – 15:00-15:55
LC	A reconstrução virtual como ferramenta no plenário do júri – Dr. Roberto Carlos Meza Niella – Instituto de Ciências Criminalísticas (Argentina) – 13/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro A – 16:15-17:10
GEN	Barreras que Impactan las bases de datos de ADN en la Actualidad–Luz Adriana Londoño Vargas–Instituto Nacional de Medicina Legal e Ciências Forenses da Colômbia
AMB	Perícia em maus tratos animais – Dr. Thiago Hermida – PCE/RJ – 13/09/2024 – sala Vip – 16:15-17:10
DOC	Indicadores grafoscópicos para reconhecimento de assinaturas robóticas – Dr. Maitê Kessler – PCDF – 13/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro B – 16:15-17:10
DOC	Graphometric signatures in forensic investigation – Dr. Pavlos Kipouras – Grécia
GES	Um novo olhar para a gestão pericial: excelência na polícia científica – Dra. Aline Vasconcelos – TRF2 e Dra. Vivían Brito – TRF1 – 13/09/2024 – Auditório Darcy Ribeiro C – 16:15-17:10
ACI	Adulteração em Motocicletas: detecção e Identificação – Dr. Jairo da Mata Silva – PCE/RJ – 13/09/2024 – Auditório Terezinha – 16:15-17:10
MED	Exames periciais complementares elucidativos em medicina legal – Dr. Antônio Nunes Nunes Pereira – Polícia Científica PI – 13/09/2024 – sala G – 16:15-17:10
FEM	Desafio do Século XXI: Promoção da equidade de gênero – Dra. Regiane Sousa de Carvalho – Universidade Estadual do Maranhão – 13/09/2024 – sala C – 16:15-17:10
PSI	Especificidade da Perícia Médico-Legal na apuração de crimes contra crianças e adolescentes – Dra. Flavia Soares Barroso Maia Figueiredo – PONC/MA – 13/09/2024 – sala K – 16:15-17:10
INC	Viés cognitivo em perícia de incêndio – Dr. John Lentini – Presidente e investigador da Scientific Fire Analysis – 13/09/2024 – sala A – 16:15-17:10

Sumário

Comissão Organizadora II

Patrocinadores IV

Palavra da Presidente da Associação Brasileira de Criminalística (ABC) VI

Palavra da Coordenadora do XXVII CNC. VII

Programação do XXVII CNC VIII

Mini cursos. IX

Palestras e plenárias XI

Trabalhos Científicos Premiados no XXVII CNC. XXIV

Trabalhos apresentados

Perícias em Locais de Crime com auxílio de RPA (Remotely-Piloted Aircraft - Aeronaves Remotamente Pilotadas) 2
R. Guedes

Eficiência de trabalhos com o uso de cães farejadores: Avaliações com estudo de casos. 7
J.R. Franciosi

Emprego do cão de busca de pessoas e suspeitos no Local de Crime 12
J.R. Franciosi, J.D. De Paula, G.C. Dalledone, F.C. Passos

Cálculo de trajetória em casos de precipitação: um software para investigação em Física Forense 18
J.C.S. Ribeiro, P.R. Vale

Objetos cortantes e perfurocortantes e as lesões de auto eliminação. 23
T. Palha, E. Santos

Reconhecimento, fixação e processamento de vestígios psicológicos em locais de crime. . 28

Mineralogia como ferramenta para estabelecimento de ligação entre veículo suspeito e homicídio na Baixada Fluminense, RJ.. 33
C R.M. Silva, C.S. Silveira, J.A. Matos, W.C. da Cruz

Revelações de fragmentos papilares antigos, até 190 dias após contato do suspeito com o material, resultam em identificações positivas na Perícia Papiloscópica 37
Bruna Daniella de Souza Silva, Priscilla Alves Roriz Bueno, Wanderlin Oliveira da Mota, Rodrigo Oliveira Gonçalves, Bruno Rodrigues Costa, Lais Nogueira Magno, Raquel Vaz Resende

Tours Virtuais em Locais de Crime e Laudos Periciais Visualmente Interativos com o uso de câmeras 360º.. 42
M.T. Carvalho, D.S. Rabelo, P.H. Gonçalves, E.Luiz Neto, P.A.P. Amaral

Diagnóstico diferencial: morte acidental 47
E.R. Souza, B.L.Pedroso

Validação de protocolo de treinamento para cães de detecção forense para sangue humano . . . 51
K.A. Almeida, L.G. Peres, T.C. Rodrigues, A. Savino, J.C. Grigolon, E.Y. Bierwagen, N.A. Sandeovith, R.M. Tedeschi, A.N.A. Pratti, C.M. Schmidt

A cadeia de custódia e a prova pericial: garantindo a integridade e autenticidade dos vestígios no processo penal brasileiro 57
E.L. Chrominski, G.C. Barros

Cogumelos "Mágicos": Caracterização do local de cultivo ilegal do Psilocybe cubensis em uma operação integrada entre a Polícia Civil e a Perícia Criminal do Rio Grande do Norte. . . . 63

Identificação de Autoria de Crime Mediante Confronto Papiloscópico entre Fragmento Plantar Revelado/Realçado com Amido Black e Padrão Obtido por meio de Registro Fotográfico da Planta do Pé Entintada: Relato de Caso. 68
J.V.S. Nogueira, R.C.M. Araújo, R.M. Félix, S.R. Silva, D.R. Santos

Cadáver, pilha de roupas e insetos: relato de caso onde a data da morte foi estimada com base em quatro espécies de moscas 71
R.C.A.P. Farias

Apreensões de Drogas e Perfil Carcerário no Brasil: período pré e durante a pandemia da Covid-19 77
T.C.C. Leão, M.G. Bonfioli, W.F. Castro, J.C. Veloso, T.A. Amaral, M.C.C. Romano, L.T. P. Giarola, F.M.D. Chequer

Variáveis Significativas para compor um Banco Forense de Solos aplicado a Baixada Fluminense, RJ 83
J.A. Matos, C.S. Silveira, W.C. da Cruz, C.C. Canuto, C.S. Máues, M. Moreira

Aplicações da Entomotoxicologia na Investigação Forense: Perspectivas e Avanços no Estudo de Dípteros 87
C.C. Rivera-Puma, H.P. Kuribayashi, C.S. Fernandes, F.C.L. Ferreira, R.J.A. Nascimento

Comparação dos testes colorimétricos 4-aminofenol e Duquenois-Levine para constatação preliminar de Cannabis sp.. 93
L.L. Moraes, P.A. Marinho, C.C. Nascentes

Identificação e caracterização de uísques falsificados com uso de modelos supervisionados. . . 96
C.C. Trindade, A.C.C. Fulgêncio, F.C. Pinheiro, L.M. Costa, P.A. Marinho, R.A. Lordeiro, M.M. Sena, M.R. Almeida

Aplicação da tecnologia de impressão 3D em análises forenses: Fabricação de filamentos condutores melhorados para a detecção eletroquímica de cocaína e TNT 101
J.S. Stefano, M.V.C.O. Silva, M.S. Carvalho, L.R.G. Silva, R.G. Rocha, L.V. Cambraia, B.C. Janegitz, E. Nossol, R.A.A. Muñoz, E.M. Richter

Eficácia do Luminol: Revelação de Sangue Latente em Diferentes Materiais de Construção Submetidos à Lavagem Recente. 107
L.A.G. Neves, J.G. Ribeiro, M.E. Pinheiro, C.L. Muci

Toxicologia forense: uma correlação entre os principais métodos de detecção de substâncias tóxicas em cenas de crimes 112
M.M. Torres, A.B. Silva, A.J. Araújo, I.G. Silva, J.S. Costa, K.V. Martins, L.A. Freire, N.V. Paes, R.H. Martinez, R.S. Silva[j], R.N. Moraes

IDENTIFICATION OF iBHO (ISOBUTANE HASH OIL), AN UNCOMMON CANNABIS PRODUCT SEIZED FOR FIRST-TIME BY BRAZILIAN FEDERAL POLICE 116
Alcir Teixeira Gomes e Eduardo Eugenio do Prado Bruck

Atribuída à, mas será um Debret? Um estudo físico-químico de gravuras do artista Debret e atribuídas a ele do Museu Castro Maya 117
V.S. Felix, A.R. Pimenta, Y. da Rocha, R.P.R. Freitas

Usando *deep learning* e dados de MA-XRF para classificar pinturas de Tarsila do Amaral. 122
R.P. Freitas, V.S. Felix, A.R. Pimenta, N. Thaumaturgo, T.J.N.A. Fialho, C.R.F. Souza, M.I.S. Araujo

Revelação de Impregnação Hemática em Ossos Humanos com uso de BLUESTAR® 127

O que as larvas de dípteros podem contar sobre maus-tratos contra animais: o primeiro estudo entomológico de caso de miíase em Santa Catarina, Brasil 130
V.W. Botteon, I.S. Perecin, A. Gaedke, V.M. Alves

Eficiência na recuperação de perfis genéticos em crimes patrimoniais: análise por tipo de vestígio 133
C.S. Maciel, C. Trindade, B.R.

Requisito 8.9 Análises críticas pela gerência da ABNT NBR ISO/IEC 17025: aplicação no Laboratório de Biologia e DNA Forense (LBDF) da SPTC-GO. 140
L.S.A. Bezerra, A.C. de Souza-Neto, A.R. de Oliveira, B. Martinucci

Abordagens alternativas ao *DNA barcoding* em estudos forenses no Brasil. 145
R.A. Alves, A.T.A. Chagas

Atividade de coleópteros de interesse forense em carcaça de *Sus scrofa* no sul de Minas Gerais 150
T.G. Bibiano, L.C. Santos, F.L.T. Gomes, L.M. Vieira

A importância do exame de DNA em amostras de crimes sexuais com resultados positivos e negativos nos testes de pesquisa de PSA e de espermatozoides. 153
G.S. Cruza, I.A.Silva, M.E.S. Machado, R.C.B.S. Souza, V.R. Paixão-Cortes

Effects of an alcoholic beverage in the duration of immature stages of the blowfly *Chrysomya megacephala* 157
T.G. Bibiano, R.S. Lima, E.G. Souza, K. Haddi

Aplicação da tanatomicrobiologia na elucidação de crimes 160
R.H. Oliveira, F.S. Feitosa, J.R. Farias

Processamento de backlog de vestígios de crimes sexuais no Estado do Rio Grande do Norte . . 165
J.N.O. Filho, L.L.S. Rocha, J.S. Campos, E.M.S. Siqueira, F.F.S. Oliveira

Banco de Perfis Genéticos do Estado do Ceará: matches obtidos com vestígios de casos de crimes sexuais processados no Centro Multiusuário de Processamento Automatizado de Vestígios Biológicos. 169
V.R.S. Almeida, H.V.D. Lima, T.R.C.R. Cavalcante, T.O.V. Cunha, A.C.V, Arruda, T.C.L. Rocha, R.Y. Kimura, S.M.V.B. Rocha, N.F. Oliveira, M.G. Magalhaes, M.C.P. Serpa, B.S.C. Santos

Tanatomicrobioma como avanço na ciência forense 172
F.S. Feitosa, R.H. Oliveira, K.F.S. Silva , J.R. Farias

O papel da entomologia nas ciências forenses: Uma revisão de literatura 177
H.D.C. Santos, E.C. Silva, J.G.N. Aguiar, L.F. Gonzaga

Análise haplotípica de marcadores Y-STR em uma amostra populacional do Estado do Piauí . . 181
A.E.T. Silva, F.B. Britto , L.M.S.C. Silva , A.G. Soares-Reis

Frequências Alélicas de Marcadores STR Autossômicos em Amostra de Indivíduos do Estado do Piauí 187
L.M.S.C. Silva, F.B. Britto, A.E.T. Silva, R.R.S. Lima, A.G.S. Soares-Reis

O Poder da Genética Forense: Como os Bancos de Perfis Genéticos estão auxiliando na resolução de Crimes no Brasil 193
S.M. Peixoto, S.L.A. Maia, M.J.F. Primo, R.P. Giesta

Análise Preliminar de Locais de Morte no Rio de Janeiro em 2022: Impactos na Entomologia Forense. 197
A.B.B. Rego, J. Oliveira-Costa[7]

Influência do tempo de coleta nos casos de crimes sexuais com os achados clínicos e a obtenção do perfil genético do agressor. 202
B.S.C. Santos, V.R.S. Almeida, H.V. Dodou Lima, T.C.L. Rocha, T.O.V. Cunha, A.C.V. Arruda Filho, S.M.V.B. Rocha, T.R.C. Ribeiro, A.P. dos Santos, M.C.P. Serpa, J.O. Lopes, A.C.M. Sobreira, T.S.M. Novais, A.T. Ramos, K. Michelin

Tratamento de Não Conformidades em Laboratório de Genética Forense – Estudo de Caso . . . 206
L.A. Matos, A.J.A. Silva, L.M.R. Silva, J.S. Rodrigues, A.G. Soares-Reis

A importância da utilização de Y-STRs em um caso de crime sexual do Laboratório de Genética Forense do Amazonas -LGF 211
L.B. Muniz-Orlando

Identificação do inseticida fipronil em abelhas mortas no interior do Paraná 214
I.F. Melo, R.O. Vilhena, B.B. Mileki, A. Andreassa, F.L.D. Pontes, J.F. Santos Filho

Verificação da presença de material genético em veículos envolvidos em ocorrências criminais: percentual de sucesso das análises de DNA de contato do Rio Grande do Sul. 219
L.S. Beltrami, A. Danieli-Silva, C.X. Machado, E. Costa, G. Rotava, V. Altmann

Aplicações da Microbiologia Forense em Cenários Criminalistas: Avaliação da Utilidade e Valor Diagnóstico na Resolução de Crimes 223
E.S. Castro, I.T. Souza, J.C.C. Dias, A.C.N. Souza, V.G.N. Fernandes

Perfil quali-quantitativo dos exames periciais em armas de fogo apreendidas com adolescentes infratores no biênio 2022-2023 em Natal/RN 226
C. Marques

Avaliação da força de ciclagem da pistola Beretta APX 9mm 229
Paukner, R.L.; Santos, B. B. D.; Merino, E.; Lara, A.G.; A.R.C. Santos; J.T.S. Geruntho

Verificação de Métodos para o Ensaio de Força de Puxada do Gatilho. 233
Santos, B.B.D.; Paukner, R.L.; Merino, E.; Lara, A.G.; Szafirski, R.S.

Hit Interestadual no BNPB entre Goiás e Minas Gerais, um relato de caso: a importância da expansão e interiorização do SINAB 237
R.L. Moura, E.R. de Oliveira, S.F. de Lima, J.L.S. Moreira, L. Freitas, M.F. Batista

Projéteis polymatch: um desafio para o confronto balístico 240
E.J.J. Mallmann, T.C.N. Gama, B.Z.M. de Castro, R.M. da Silva, A.S. Gonçalves, A.C.B.L. de Mello

O SINAB como instrumento de inteligência pericial: estudo de caso com múltiplos vínculos sugestivos de ação de grupo(s) de extermínio no Estado do Pará. 244
T.A.A. Carvalho, I.F.T. Vilaça, D.S. Frade, B.V.D. Martins

Caracterização física e química de propelentes utilizados em cartuchos para armas de fogo 250
C.A. Andrade, J.A. Gomes, M.H. Sousa

Delimitação com feições SAD69: problemas e recomendações 256
L.R. Costa, H.S. Delabary, R.Z. Araujo

Desastres naturais e a Perícia Criminal Ambiental: estudo de caso do Rio Grande do Sul. . . . 262
R.C. Vieira

Fortalecendo a Perícia Criminal Ambiental no Rio Grande do Sul: Implantação do Laboratório de Análises Ambientais 266
R.C. Vieira, C.C. Bettoni, L.R.S. Gris

Avaliação do contexto geológico e geomorfológico para enquadramento de um empreendimento turístico em área de preservação permanente situado no município de Canela/RS 270
L.P. Smaniotto, R.D. Soares

Utilização de RPA para constatação de volume de disposição inadequada de resíduos sólidos em exame pericial ambiental 275
S.V.S. Rotta, L.H.S. Rotta, M.P.N. Silva

Achados médico-veterinários legais em caso de abandono de um cão (*Canis Lupus Familiaris*): protocolo pericial criminal a partir da experiência goiana 279
D.S. Araújo, B.E. Patini, C.K.S. Roque, T.H.C. Silva, L.B.M. Leite

Contribuição dos achados necroscópicos, análise toxicológica e anatomopatologia em um caso de intoxicação de animais domésticos ocorrido em Bela Vista de Goiás no ano de 2024: relato de caso. 284
D.S. Araújo, L.B.M. Leite

Aplicação de técnicas de sensoriamento remoto para materialização de crime ambiental de desmatamento em área de preservação permanente (APP) 289
S.R. Silva, M.Q. Moreira, C.S. Fernandes, J.A.S. Sá, F.C.L. Ferreira

Entre Feiras e Gaiolas: Levantamentos das Perícias em Aves Traficadas no Rio de Janeiro entre 2019 e 2023. 295
A.B.B. Rego, C.C.C. Alves, C.S. Maués, D.M. Sant'Anna

Apreensão de aves silvestres em Joinville-SC no período de 2022 - 2023: estudo descritivo da fauna e contribuições dos exames periciais 300
I.S. Shiraishi, L.V.L. Barros, R.A. Parizzi , L.T. Zarpelon

Acidente ambiental na Serra Dona Francisca: atuação intersetorial da Polícia Científica de Santa Catarina 305
I.S. Shiraishi, L.G.A. Deus, G.C. Parabocz, T.L. Silva, S.C. Lima, J.P.P. Vieira, R.A. Parizzi, C.S. Liberato, R.C.B. Oliveira, J.L.P. Barneche

Diagnóstico da perícia ambiental na Polícia Científica do Paraná 310
A.F.S. Brito, M.P.N. Silva, L. Ono, B.B. Mileki, A. Andreassa, D.M. Gineste, A. Pellin, I.O. Nascimento

Relato de caso: traumatologia veterinária forense na Polícia Científica do Paraná. 314
L. Ono, B.B. Mileki, A.F.S. Brito, A. Pellin, D.M. Gineste, A. Andreassa, I.O. Nascimento, R.A. Tostes

Análises morfológica, genética e isotópica para identificação de espécie de ave de rapina periciada pela Seção de Crimes Ambientais da Polícia Científica do Paraná 318
B.B. Mileki, L. Ono, A.F.S. Brito, A. Pellin, A. Andreassa, D.M. Gineste, M.P.N. Silva, D.M. Ferreira, H.T. Castro Junior, E.H.C. Oliveira, R.P.C. Sousa, L.F. Silveira, J.J. Costa, L.H. Mancini, A.M.B. Rumbelsperger, F.J.V. Costa

Evolução nas Perícias Ambientais: Como o Novo Laboratório Está Mudando o Jogo Contra a Poluição Hídrica em Goiás 323
G.N.M. Linhares, A.S.Vieira

Crimes contra a Flora: A realidade da perícia ambiental no Amazonas e o modelo de gestão de atendimento.. 327
L.G. Bernardes, F.R. de Albuquerque

Diagnóstico post mortem de erliquiose como ferramenta para descaracterização de crime de maus tratos – estudo de caso. 331
M.M. Oliveira, C.A.N. Ramos, H.P.K. Cleveland

Perícias Ambientais no Estado do Amazonas: Um estudo de 2022 a junho de 2024 334
R.B.S. Lima

Maus-tratos em Aves Silvestres: Um Estudo Pericial no Estado do Rio de Janeiro. 338
W.S. Vieira, V.A. Souza, C.C.C. Alves, A.B.B. Rego

Os Desafios na Valoração de Danos em Perícias Ambientais: Uma Revisão Sistemática. 343
V.S. Oliveira, H.J.S. Gomes, L.M. Oliveira, W.A. Soares, H.P. Kuribayashi, F.C.L. Ferreira, R.J.A. Nascimento

Novas tecnologias como ferramenta na rastreabilidade da madeira e prevenção ao desmatamento na Amazônia. 348
S.L.F. Ramos, L.G. Bernardes, M.T.G. Lopes

A importância da perícia *in loco* para elucidar as investigações no âmbito da medicina veterinária legal.. 354
F.N. Ribeiro, T.A. Penha-Silva

Determinação eletroquímica de furosemida por análise de injeção em batelada em amostras ambientais 358
R.B. Praseres, D.C.M. Ferreira, L.N. Castro, D.R.S. Neto, L.R.G. Silva, L.M.F. Dantas, I.S. Silva

Desenvolvimento de Aplicativo Baseado em Inteligência Artificial para Reconhecimento da Madeira de Espécies Florestais 362
R.S. Noleto, M.G. Silva, J.A.S. de Sá, Z.G. Luis

A Medicina Veterinária Forense no estabelecimento do diagnostico diferencial de morte por ataque de animais: estudo de caso. 366
R.M. Santos, M.R.X. Amaral, D.B. Santos, J.L.N. Rufino

Mortes decorrentes de ambiente confinado: uma abordagem baseada em estudo de caso 371
L.P. Rocha Jr.

Aprendizagem de Máquina Supervisionado aplicado à separação de Documentos Forenses 374
B.P. Pacheco, J.A.D.M. Medeiros, T.M.M. Albuquerque, T.H.M. Bezerra, L.F.A. Cabral, G.F. Sousa

ÁGORA®: Assistente Gráfico para Operações Relacionadas ou Ajustadas 379
S.P. Madruga, J.A.D.M. Medeiros, T.M.M. Albuquerque, R. Signor

A importância do trabalho pericial na determinação da causa de mortes decorrentes de falhas em sistemas de *airbags*. 382
F.V.S. Queiroz, J.C.R. Rocha

Aparato para o Estudo de Manchas de Padrões de Machas de Sangue e Impacto em Diferentes Superfícies 388
D.M. Silva, T.O. Lima, A.A. Costa

Tratamento de imagens em perícias documentoscópicas: uma abordagem para QR codes de CRLVs-e não reconhecidos pelo aplicativo Vio 391
L.A.C. Praça, C.N. Almeida Filho, A.P.T.B. Sobreira, C.D. Guedes

Crimes Financeiros e o aumento da demanda de Perícia Criminal Contábil. 396
B.R. Costa, J.B. Almeida

Influência do processo de digitalização no exame grafoscópico e na detecção de alterações documentais materiais 400
E.G. Lima Neto, B.R. Trindade

Análise de Metadados na Verificação de Documentos Digitais. 406
T. de S. Santana

Do encontro da Teoria da Complexidade de B. Found com a Ciência da Complexidade na escrita à mão. 408
T. Borduqui, P. Shimabuko, F. Braga, J. Permínio

Teste cego de abordagem matemática em rubricas de baixa complexidade capturadas digitalmente 414
J.B. Okado, E.C.G.B. Marotta, E.S.C. Silva, P.D. Sily

Eficácia de procedimento adotado para análise grafoscópica em demandas do MPSP com elevado número de amostras: um estudo de caso 419
L.A.F. Cazumbá, A.P. Sanches, S.G. Rosa

Análise em grafoscopia digital de uma assinatura em letra de imprensa 422
J.B. Okado

Assinaturas manuais e digitais: cenário atual 427
Ministério Público do Estado, São Paulo (SP), Brasil

Abordagem de Análise de Vínculos em um caso de Exame Pericial Contábil-Financeiro de Sonegação Fiscal. 430
R.M.D.S. Ribeiro, C.S. Passos, J.R.S. Filho

Análise da Eficiência e Segurança das Assinaturas Digitais nas Transações Eletrônicas: Um Estudo de Caso 434
C.V. Barbosa, D.M. Amaral, K.C. Cintra

O papel dos Laboratórios e dos Núcleos especializados em Contabilidade Forense e Perícia Criminal Contábil dentro dos Órgãos Oficiais de Perícia 440
B.R. Costa, J.B. Almeida

Análise Forense de Assinaturas Digitalizadas e Digitais. 446

Desenvolvimento de Sistema Óptico de Baixo Custo para Análise Espectral de Assinaturas e Documentos 451
M.E.M. Haertel, L S. Costa1

Gestão da cadeia de custódia de dispositivos e mídias digitais: estudo diagnóstico no âmbito da Polícia Federal 454
L.A.M. Silva, B.R. Trindade

A análise de medidas envolvendo pausas silenciosas em um caso de perícia de Comparação de Locutor 460
I.N. Lopes

Proposta de protocolo de admissibilidade de material de vídeo para Identificação Humana . . 464
A.P. Sanches, L.A.F. Cazumbá, S.G. Rosa

Sistema de Processamento Integrado de Evidências Digitais - SPRINT 467
G.B. Bedendo, H. Galperin, A. Vrubel, R.R.R. Duarte, M.A. Hempkemeyer

Análise da Influência de Diferentes Estilos de Elocução na Prosódia para Perícia de Voz: Uma Revisão Sistemática 473
P. Baron

Autorretrato dos peritos criminais brasileiros em comparação de locutores: atributos, metodologia e desafios 476
K.A. Oliveira, A.N. Pessoa-Almeida, R.A. Randow, A.L. Morisson

Revisão por pares como ferramenta para o controle de qualidade dos laudos periciais oficiais: importância da consolidação no Brasil e proposta de um procedimento 482
F.G. Teixeira, J.A. Matos

Diagnóstico nacional das Polícias Científicas em relação à temática de desastres em massa . . 488
D.C.S. C. Soares, A.R. Deitos

Assédio e relações socioprofissionais na Polícia Técnico-Científica de Goiás 494
J.P. Campos

A Gestão Na Seção de Computação Forense da Polícia Científica do Paraná 499
H. Galperin, M.L.V. Silva

Automatização de laudos: ferramenta de incremento para o potencial produtivo e introdução à Inteligência Artificial na Criminalística. 505
R.D.S. Monteiro

Descentralização da atividade pericial – estatística da regionalização da perícia criminal na Regional de Criminalística de Passo Fundo, do IGP-RS, de 2004 a 2023 509
R.T. Dürks, J.H. Suliman

A Perícia Criminal: Efetividade, Justiça e Imparcialidade no Sistema de Justiça Criminal . . . 513
J.L.M. Oliveira

A Prática da Ouvidoria da Polícia Técnicanos Grandes Eventos na Bahia 518
A.M.M. Simões, E.F. Santos, M.A. Ribeiro, W.M.S. Filho

Função Social da Perícia Criminal Oficial: Ferramenta Essencial à Justiça e Garantia dos Direitos Humanos 521
F.R. de Albuquerque, R.T. de Albuquerque, L.G. Bernardes

Panorama das Publicações Científicas sobre Padronização de Laudos Periciais: uma Revisão Bibliométrica. 525
Emiliano Luiz Neto, Anselmo Rafael Cukla

Uso da Inteligência Artificial em Criminalística 531
C.R.T. Muller

Rastreando a Verdade: Desafios e oportunidades na cadeia de custódia do Processo Administrativo Sancionador na PMMA. 537
F.S. Santana, L.M.P. Schalcher, A.F. Lopes

Pó papiloscópico: orientações para a escolha e a aplicação em perícia veicular sob a ótica da gestão de serviços 542
D.R. Santos, S.W. Lobo, J.V.S. Nogueira, R.C.M. Araújo

Impactos do Projeto CSI Mirim na formação de alunos do Ensino Fundamental. 548
I.B. Reis, L.F.M. Lima

Avaliação da Alteração do Feixe de Molas de Caminhões Envolvidos em Acidentes de Trânsito pelo Perito Criminal 553
J.C.S. Ribeiro

Método de determinação de velocidade a partir de videoanálise usando razão cruzada generalizada e metadados em reconstrução de acidente de trânsito 555
T. Maia, P. H. S. Maia

Acidente em Circo: um estudo da velocidade 560
T.T. Vieira, W.B. Silva, J.F.S. Junior

Estudo de caso: Óptica e Resistência dos Materiais como coadjuvantes periciais em acidentes de trânsito.. 564
M.L.B. Silva

Utilização de drone de baixo custo em local de acidente de trânsito: um estudo de caso 567
J.G. Silva Neto, T.L. Andrade, L.G.C. Silva

Identificação de tintas automotivas por espectroscopia Raman para perícia forense em acidentes de trânsito. 573
H.J.S. Graves, E.C. Moreira

Estudo de caso: Metodologia de retroação em semáforos para avaliar a causa determinante de sinistros ocorridos em locais semaforicamente sinalizados. 576
A.M.B. Fontoura

A importância da análise do disco diagrama do tacógrafo em acidentes de tráfego com veículos pesados. 581
Lima, Ataíde M.V.L

Identificação humana em putrefeito: relato de caso com atuação pericial multiprofissional. . . 586
B. Dutra, V. dos Reis, S. Melo, S. Marchesi, J. Aires

Estimativa de intervalo pós-morte (IPM): das alterações cadavéricas às técnicas modernas . . 591
J. Oliveira-Costa

O uso de novas tecnologias na tricologia forense: uma proposta de identificação por assinatura química e histológica 597
C.R.M. Malfatti, M.C. Giacomitti, C.D.R.M. D´Oca, A.G. De Lara

Desaparecidos e a questão da identificação humana no Brasil 602
M.A.M. Silva, H.P. Silva

Importância da tomografia computadorizada pós-morte em Odontologia Forense – revisão de literatura 606
R.F. Silva, A.B. Oliveira , S.D.S.C. Mendes, F.F. Picoli, F.T.X. Campos, A. Franco

Odontologia Legal e a Investigação de Violência Doméstica e Familiar contra a mulher: Uma Revisão Narrativa.. 610
B. Pires , C. Diniz, E. Ricarte, V. dos Reis, V. Bezerra, C. do Carmo

A Importância da Enfermagem Forense na Investigação de Crime: Uma Revisão de Literatura 615
K.F.F.G. de Almeida, L.M. Oliveira, V. Vescovi

A Ciência da Justiça: Aplicação de Técnicas Forenses na Elucidação de Crimes do Passado . . . 620
C.R. Plens, M.E.M. Haertel

Pedofilia não é crime 624
J.J.G. Anchieta, M.G.S. Anchieta

Técnicas utilizadas na Ciência Forense: uma revisão bibliográfica 627
J. Lima da Cruz, E.T. Sousa da Silva, D.O. Santos do Nascimento, L. Freitas Gonzaga, K.L. de Vasconcelos Silva

Reprodução Simulada Virtual de feminicídio e prevenção da vitimização secundária: estudo de caso da Polícia Científica de Goiás 630
E.F. Ribeiro, E. Luiz Neto, T.H.C. Silva

Além das vítimas: necessidade de inclusão das servidoras da Polícia Técnico-Científica nas políticas de gênero 636
J.P. Campos

A Importância da Rede de Proteção: Prevenção a Violência Sexual Infantil 642
M.F.G.M. Spinelli, A. Durello, K.T.M. Silva, M. Spinelli, G.K. Forte, C. Catanho

Perfil do encarceramento feminino no Brasil e sua distribuição criminal 646
M.G. Bonfioli, T.C.C. Leão, T.A. Amaral[b], L.T. P. Giarola, V.S. Belo, F.M.D. Chequer

A possibilidade de acesso direto pela Polícia Científica ao aparelho celular pertencente à vítima de feminicídio ainda no local do crime. 651
B.P. Bez Batti, B.C. Cimolin

Abuso Sexual de Vulnerável 657
R.F. Oliveira, R. Gomes, A.B.R.W.L.A. Albuquerque, J.R.R.M. Júnior

Mortes Violentas de Mulheres: um Olhar a Partir do Protocolo com Perspectiva de Gênero, em Locais de Crimes na Região Metropolitana de Belém - Pará. 660
Y.L.L. Jennings, E.L. Santos, T.J.B.F. Palha

Quebrando o Silêncio: A Importância da Perícia Criminal na Investigação em Casos de Femicídio no Brasil 665
V.G.N. Fernandes[a], J.C.C. Dias[a], S.S. Xavier[a], S.S. Xavier[a], E.S. Castro

Análise de sangue por teste Dímero D em caso de estupro: estudo de caso 668
M.R.X. Amaral, A.S.M. Neto, D.B. Santos, R.M. Santos, J.L.N. Rufino

Feminicídio e Grupos Vulneráveis: um estudo de Direito Comparado entre Brasil e México . 671
Francisco Alves da Silva

Quem atacou Escolas no Brasil? Estudo sobre "*School Shooters*" Nacionais 674
S. Falsetti-Xavier, Vera E. Cury , W. A. de Oliveira

Saúde mental feminina no sistema carcerário: uma revisão bibliográfica. 678
S I.F. Fonseca

Integração de Técnicas de *Criminal Profiling* e Entrevista Investigativa na Identificação de Estupradores em Série 683
B.D.S. Silva, G.K.A. de. Silva, B.R. Costa

Avaliação Psicológica e a Responsabilidade Criminal: O papel da perícia no fenômeno da inimputabilidade penal. 686
H.G. Falcão, L.M. Lopes, J.R.S. Santos

Perícia Psicológica em Casos de Violência Sexual Infantojuvenil: diálogos entre abordagens humanista e psicanalítica 690
A.S.S. Ferreira

Estudo de caso de incêndio em sistema fotovoltaico conectado à rede provocado por arco elétrico de corrente contínua (CC) 695
M.Q. Moreira, L.T.R. Mota, J.A.S. Sá, C.S. Fernandes

Explosão de poeira com vítimas fatais em unidade armazenadora de grãos. 701
L.B. Ruhnke, J.A. Wissmann, B. dos Santos, J. Leite, M. Scanagatta

Incêndios em Marabá: detecção, investigação e monitoramento com sensoriamento remoto passivo e ativo 706
E.S. Cordovil, L.K.S. de Jesus, W.S. Alencar, A.D.F. dos Santos, C.S. Fernandes, F.C.L. Ferreira, J.A.S. de Sá

A cadeia de custódia aplicada às perícias de explosão 711
L.H.S. Almeida, I.F.T. Vilaça

Trabalhos Científicos Premiados no XXVII CNC

Título	Área Temática	Classi-ficação	Autores	PÁG.
Fortalecendo a Perícia Criminal Ambiental no Rio Grande do Sul: Implantação do Laboratório de Análises Ambientais	**PREMIADO COMO O MELHOR TRABALHO**		Renata Cardoso Vieira, Clarissa Cassini Bettoni, Lara Regina Soccol Gris	266
Tour Virtuais em Locais de crime e Laudos Periciais Virtualmente Interativos com câmeras 360º	Local de Crime **LC**		Murilo Toscano de Carvalho	42
Mineralogia como ferramenta para estabelecimento de ligação entre veículo suspeito e homicídio na Baixada Fluminense, RJ.	Local de Crime **LC**		Caio R. de Moura Silva, Carla Semiramis Silveira, Janaina de Assis Matos, Welington Caetano da Cruz	33
Reconhecimento, fixação e processamento de vestígios psicológicos em locais de crime	Local de Crime **LC**		Bruno Henz Mossmann,Mably Rosalina Fernandes	25
Variáveis Significativas para compor um Banco Forense de Solos aplicado a Baixada Fluminense, RJ	Química e Toxicologia Forense **QIM**		Janaina de Assis Matos, Carla Semiramis Silveira, Welington Caetano da Cruz, Claudiane Costa Canuto, Carolina de Souza Maués, Manuel Antonio Moreira Ramírez	83
Usando deep learning e dados de MA-XRF para classificar pinturas de Tarsila do Amaral	Química e Toxicologia Forense **QIM**		Renato Freitas, Valter de Souza Felix, André Rocha Pimenta, Nilton Thaumaturgo Rocha Júnior, Tito José Nogueira de Abreu Fialho, Claudia Regina Ferreira de Souza, Maria Isabel Soares de Araújo	122
Aplicações da Entomotoxicologia na Investigação Forense: Perspectivas e Avanços no Estudo de Dípteros	Química e Toxicologia Forense **QIM**		Celia Cruzcaya Rivera Puma, Prof. Dr. Hugo Pereira Kuribayashi, Profa. Dra. Cindy Stella Fernandes, Profa. Dra. Fernanda Carla Lima Ferreira, Ruthinéia Jéssica Alves do Nascimento	87
Verificação da presença de material genético em veículos envolvidos em ocorrências criminais: percentual de sucesso das análises de DNA de contato do Rio Grande do Sul.	Genética e Biologia Forense **GEN**		Laiana Beltrami, Aline Danieli Silva, Cláudio Xavier Machado, Ellen Costa, Gianinna Rotava, Vivian Altmann	219
O que as larvas de dípteros podem contar sobre maus-tratos contra animais: o primeiro estudo entomológico de caso de miíase em Santa Catarina, Brasil	Genética e Biologia Forense **GEN**		Victor Wilson Botteon, Igor Salles Perecin, Anderson gaedke, Victor Michelon Alves	130
A importância do exame de DNA em amostras de crimes sexuais com resultados positivos e negativos nos testes de pesquisa de PSA e de espermatozoides	Genética e Biologia Forense **GEN**		Gabriela da Silva Cruz, Iandria Amorim da Silva, Maria Emília dos S. Machado, Rita de Cassia Braga Santos de Souza, Vanessa Rodrigues Paixao Cortes	153
Caracterização Física e Química de Propelentes Utilizados em Cartuchos para Armas de Fogo	Balística Forense **BAL**		Charles Albert Andrade, Juliano de Andrade Gomes	250
Hit Interestadual no BNPB entre Goiás e Minas Gerais, um relato de caso: a importância da expansão e interiorização do SINAB	Balística Forense **BAL**		Rodrigo Londe Moura, Edevaldo Rosa de Oliveira, Sebastião Ferreira de Lima, João Luiz Silva Moreira, Lucio Freitas, Milene Freire Batista	273

Título	Área Temática	Classi-ficação	Autores	PÁG.
Projéteis Polymatch: um desafio para o confronto balístico	Balística Forense BAL		Eduardo Jose Juca Mallmann, Tatiana da Costa Nunes Gama, Bruno Zschaber Mavignier de Castro, André de Sales Gonçalves, Renner Miranda da Silva, Ana Carolina Bertollo Lima de Mello	240
Fortalecendo a Perícia Criminal Ambiental no Rio Grande do Sul: Implantação do Laboratório de Análises Ambientais	Perícias Ambientais AMB		Renata Cardoso Vieira, Clarissa Cassini Bettoni, Lara Regina Soccol Gris	266
Apreensão de aves silvestres em Joinville-SC no período de 2022 - 2023: estudo descritivo da fauna e contribuições dos exames periciais	Perícias Ambientais AMB		Igor Shoiti Shiraishi, Lucas Vincent Lopes de Barros, Rafael Antonio Parizzi, Larissa Thiesen Zarpelon	300
Delimitação com feições SAD69: problemas e recomendações	Perícias Ambientais AMB		Luciano Ribeiro da Costa, Henrique dos Santos Delabary, Renato Zetehaku Araujo	256
A importância do trabalho pericial na determinação da causa de mortes decorrentes de falhas em sistemas de airbags	Engenharia Forense ENG		Fernando Viana da Silva Queiroz, Júlio César Rodrigues Rocha	382
Aprendizagem de Máquina Supervisionado aplicado à separação de Documentos Forenses	Engenharia Forense ENG		Bruno Pacheco Leitão, José Alysson Dehon Moraes Medeiros, Thiago Albuquerque, Thiago H. M. Bezerra, Lucídio dos Anjos Formiga Cabral, Gilberto Farias de Sousa Filho	374
Mortes decorrentes de ambiente confinado: uma abordagem baseada em estudo de caso	Engenharia Forense ENG		Lauro Ferreira Rocha Junior	371
Análise em grafoscopia digital de uma assinatura em letra de imprensa	Documentoscopia, Contabilidade e Merceologia DOC		Jessica Baleiro Okado	422
Do encontro da Teoria da Complexidade de B. Found com a Ciência da Complexidade na escrita à mão	Documentoscopia, Contabilidade e Merceologia DOC		Thiago Borduqui, Paula Shimabuko, Fábio Braga, Joaquim Permínio	408
Desenvolvimento de Sistema Óptico de Baixo Custo para Análise Espectral de Assinaturas e Documentos	Documentoscopia, Contabilidade e Merceologia DOC		Maryah Elisa Morastoni Haertel, Lucas Silva da Costa	451
Sistema de Processamento Integrado de Evidências Digitais - SPRINT	Computação e Imagem Forenses COM		Gustavo Borelli Bedendo, Henrique Galperin, Alexandre Vrubel, Roger Roberto Rocha Duarte, Michael Andre Hempkemeyer	467
A análise de medidas envolvendo pausas silenciosas em um caso de perícia de Comparação de Locutor	Computação e Imagem Forenses COM		Iury Nunes Lopes	460
Gestão da cadeia de custódia de dispositivos e mídias digitais: estudo diagnóstico no âmbito da Polícia Federal	Computação e Imagem Forenses COM		Luiz Augusto Matos da Silva, Bruno Rodrigues Trindade	454

Título	Área Temática	Classi-ficação	Autores	PÁG.
Automatização de laudos: ferramenta de incremento para o potencial produtivo e introdução à Inteligência Artificial na Criminalística	Gestão e Inovação GES		Rodrigo Monteiro	505
A Gestão na Seção de Computação Forense da Polícia Científica do Paraná	Gestão e Inovação GES		Henrique Galperin, Márcio Lopes Vilanova e Silva	499
Panorama das Publicações Científicas sobre Padronização de Laudos Periciais: uma Revisão Bibliométrica	Gestão e Inovação GES		Emiliano Luiz Neto, Anselmo Rafael Cukla	525
Óptica e Resistência dos Materiais como coadjuvantes periciais em acidentes de trânsito.	Acidente de Trânsito e Identificação Veicular ACI		Marcos Lourenço Bezerra da Silva	564
Metodologia de retroação em semáforos para avaliar a causa determinante de sinistros ocorridos em locais semaforicamente sinalizados	Acidente de Trânsito e Identificação Veicular ACI		Alexandre Magno Bernardo Fontoura	576
Método de determinação de velocidade a partir de videoanálise usando razão cruzada generalizada e metadados em reconstrução de acidente de trânsito	Acidente de Trânsito e Identificação Veicular ACI		Alberto Tirello, Pedro Henrique Soncin Maia	555
Importância da tomografia computadorizada pós-morte em Odontologia Forense – revisão de literatura	Medicina Legal, Odontologia Legal e Antropologia Forense MED		Rhonan Ferreira da Silva, Ana Bheatriz Souza Oliveira, Solon Diego Santos Carvalho Mendes, Fernando Fortes Picoli, Fillipe Thiago Xavier de Campos, Ademir Franco	606
O uso de novas tecnologias na tricologia forense: uma proposta de identificação por assinatura química e histológica	Medicina Legal, Odontologia Legal e Antropologia Forense MED		Carlos Ricardo Maneck Malfatti, Matheus Giacomitti, Caroline Doca, Alexandre Guilherme de Lara	597
Desaparecidos e a questão da identificação humana no Brasil	Medicina Legal, Odontologia Legal e Antropologia Forense MED		Mariluzio Araujo Moreira da Silva, Hilton Pereira da Silva	602
A Importância da Rede de Proteção: Prevenção a Violência Sexual Infantil	Feminicídio e grupos vulneráveis FEM		Maria Flávia Gondim de Morais Spinelli Alves, Andreia Durello, Katyane Tabosa Mendes da Silva, Melissa Spinelli, Gisele Karina Forte, Carina da Silva Catanho	642
Mortes Violentas de Mulheres: Um olhar a partir do Protocolo com Perspectiva de Gênero, em locais de crimes na Região Metropolitana de Belém-Pará.	Feminicídio e grupos vulneráveis FEM		Yara Lúcia Lins Jennings, Érica Emmanuelle Lima Santos, Teresinha de Jesus Brabo Ferreira Palha	660
A possibilidade de acesso direto pela Polícia Científica ao aparelho celular pertencente à vítima de feminicídio ainda no local do crime.	Feminicídio e grupos vulneráveis FEM		Beatriz Pavei Bez Batti, Bruno Carminati Cimolin	651
Quem atacou Escolas no Brasil? Estudo sobre “School Shooters” Nacionais	Psicologia e Psiquiatria Forense PSI		Sofia Falsetti, Vera E. Cury, Wanderlei Abadio de Oliveira	674

Título	Área Temática	Classi-ficação	Autores	PÁG.
Integração de técnicas de criminal profiling e entrevista investigativa na identificação de estupradores em série	Psicologia e Psiquiatria Forense PSI		Bruna Daniella de Souza Silva, Gerlaine Karina A. Silva, Bruno Rodrigues Costa	683
Perícia psicológica em casos de violência sexual juvenil : diálogos entre abordagens humanista e psicanalistas.	Psicologia e Psiquiatria Forense PSI		Aurianni Silva Sousa Ferreira Ferreira	690
Estudo de caso de incêndio em sistema fotovoltaico conectado à rede provocado por arco elétrico de corrente contínua (CC)	Incêndios e Explosivos INC		Murillo Queiroz Moreira, Luiza Taina dos Reis Mota, José Alberto Silva de Sá, Profa. Dra. Cindy Stella Fernandes	695
A cadeia de custódia aplicada às perícias de explosão	Incêndios e Explosivos INC		Lucila Helena Santiago de Almeida, Isabella Fonseca Torres Vilaça	711
Incêndios em Marabá: detecção, investigação e monitoramento com sensoriamento remoto passivo e ativo	Incêndios e Explosivos INC		Estefany Santos Cordovil, Lucas Keley Sousa de Jesus, Wagner Soares de Alencar, Profa. Dra. Cindy Stella Fernandes, José Alberto Silva de Sá, Profa. Dra. Fernanda Carla Lima Ferreira	706

EDIÇÃO ESPECIAL
REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA
v. 14, n. 4
ISSN 2237-9223

Trabalhos apresentados

DE 10 A 13 DE SETEMBRO DE 2024 - SÃO LUÍS/MA
XXVII CONGRESSO NACIONAL DE
CRIMINALÍSTICA
X CONGRESSO INTERNACIONAL DE PERÍCIA CRIMINAL E
XXVII EXPOSIÇÃO DE TECNOLOGIAS APLICADAS À CRIMINALÍSTICA

SETEMBRO/2024

v. 14, n. 4, p. 2-6, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Perícias em Locais de Crime com auxílio de RPA (Remotely-Piloted Aircraft - Aeronaves Remotamente Pilotadas)

R. Guedes[a,*]

[a] *Coordenadoria de Perícia Criminal, Perícia Forense do Ceará, Fortaleza (CE), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: rodrigo.guedes@pefoce.ce.gov.br. Tel.: +55-85-99692-1060.*

Keywords: Aeronaves Não Tripuladas; RPA; Drone; Perícia em Local de Crime.

1. INTRODUÇÃO

Perícias em locais de crime podem se tornar desafiadores para a equipe pericial quando há um cenário complexo. Vestígios de relevante interesse pericial podem ser (não intencionalmente) ignorados pela equipe pericial através da não observância completa do local periciado. Fotografias terrestres podem não ser suficientes para ter uma noção exata do local de crime em estudo.

É consenso que todo o exame do local de crime se transforme no ponto de partida da investigação criminal, não se concebendo qualquer procedimento de análise investigatória de fatos delituosos sem ter havido prévio comparecimento aos locais. [1].

Segundo Eraldo Rabello "Denomina-se levantamento de local de crime o conjunto dos exames que se realizam diretamente no local da constatação do fato, visando à caracterização deste e à verificação, à interpretação, à perpetuação e à legalização, bem como à coleta, no mesmo, dos vestígios existentes da ocorrência, no que tiverem de útil para a elucidação e a prova dela e de sua autoria material." [2].

O objetivo do estudo é demonstrar através de casos práticos como perícias em locais de crimes variados utilizando-se o RPA (Remotely-Piloted Aircraft - Aeronave Remotamente Pilotada) foram bastante úteis para elaboração dos laudos, sendo um valioso auxílio para o levantamento dos locais de crimes tais como locais de difícil acesso (achado de cadáver em terreno pantanoso e incêndio não intencional em residência), locais não liberados para acesso terrestre (como em ambientes de eletroplessão não seguros) e acidentes de trânsito com vítimas fatais, para citar alguns exemplos.

2. LEGISLAÇÕES E ÓRGÃOS FISCALIZADORES APLICADOS AO CONTEXTO DO RPA

Para se realizar voos com RPA, é necessário seguir algumas legislações determinados pelos órgãos responsáveis em cada área de atuação, a serem resumidas a seguir.

2.1. Legislações

- As principais legislações a serem seguidas, são listadas abaixo:
- CP (Código Penal – Decreto-Lei 2.848 de 7 de dezembro de 1940 e suas alterações) [3];
- CPP (Código de Processo Penal – Decreto Lei 3.689 de 3 de outubro de 1941 e suas alterações) [4];
- ICA (Instrução de Comando Aeronáutico – 100-40) [5];
- RBAC-E (Regulamentos Brasileiros de Aviação Civil – Especial – RBAC-E 94/2017) [6];

2.2. Órgãos Fiscalizadores

Os principais órgãos que fiscalizarão as legislações a serem seguidas serão listados abaixo:

- ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) [7];
- ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) [8];
- DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo) [9];

R. Guedes, Rev. Bras. Crim. 14(4), 2-6, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

2.3. Principais Sistemas utilizados pelas Aeronaves Não Tripuladas

Os principais sistemas pertinentes aos RPA's serão listados abaixo:

- SISANT (Sistema de Aeronaves Não Tripuladas), controlado pela ANAC [10];
- SARPAS (Sistema para solicitação de acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro por Aeronaves Não Tripuladas), controlado pelo DECEA. [11];
- Mosaico – Sistema controlado pela ANATEL para homologações de equipamentos não tripulados [12];

3. OPERAÇÃO BÁSICA DAS AERONAVES NÃO TRIPULADAS

Esse tópico visa resumir os principais aspectos básicos das operações e legislações vigentes.

3.1. Aeronave utilizada para a realização das Perícias em Locais de Crime

O modelo de aeronave utilizado para realização de perícias em locais de crime que serão objetos do estudo é o modelo DJI Mini 2 SE [13].

3.2. Aspectos de Operações Básicas das Aeronaves Não Tripuladas

Para pilotar as Aeronaves Não Tripuladas, alguns conceitos são importantes, como os tipos de operação. São as principais listadas nos subitens a seguir.

3.2.1. VLOS (Visual Line of Sight Operation – Linha de Visada Visual)

É a situação mais comum e a forma básica de operação em condições meteorológicas visuais. Não utiliza auxílio de Observadores de RPA com o Operador mantendo contato visual direto com a Aeronave.

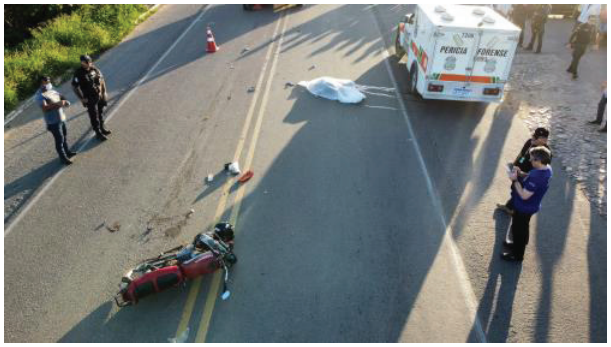


Figura 1. Modo de Operação VLOS – Linha de Visada Direta. Fotografia: Fotografia: Rodrigo Guedes - Perito Criminal da PEFOCE.

3.2.2. EVLOS (Extended Visual Line of Sight Operation – Linha de Visada Visual Estendida)

É a situação em condições meteorológicas visuais que se utiliza o auxílio de Observadores de RPA. Auxiliam o Operador mantendo contato visual direto com a Aeronave para evitar colisões com outras Aeronaves Não Tripuladas, com obstáculos naturais tais como morros, montanhas e aves em geral, além de obstáculos físicos como postes e redes elétricas.

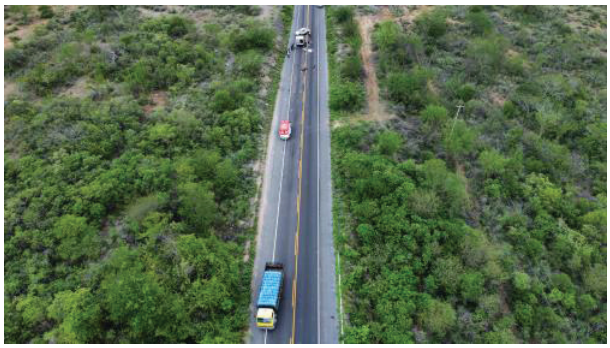


Figura 2. Modo de Operação EVLOS – Linha de Visada Visual Estendida. Fotografia: Rodrigo Guedes - Perito Criminal da PEFOCE.

3.2.2. BVLOS (Beyond Visual Line of Sight Operation – Além da Linha de Visada Visual)

É a situação em que não atendem ao mesmo tempo os modos VLOS e EVLOS. Bastante comum em perícias de crimes ambientais onde são necessários tomados aéreas com fotografias e filmagens em áreas vastas. Nesse modo, os recursos disponíveis nas Aeronaves são essenciais para evitar a perda de contato e consequente perda do equipamento.

Figura 3. Modo de Operação BVLOS – Além da Linha de Visada Visual. Fotografia: Rodrigo Guedes - Perito Criminal da PEFOCE.

3.3. Aspectos principais dos Sistemas

3.3.1. ANAC

O SISANT (Sistema de Aeronaves Não Tripuladas), controlado pela ANAC, cita que toda aeronave acima de 250g é obrigatório o cadastro [10].

R. Guedes, Rev. Bras. Crim. 14(4), 2-6, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

3.3.2. DECEA

O SARPAS (Sistema para solicitação de acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro por Aeronaves Não Tripuladas) possui regras específicas para ambientes controlados, tais como Aeroportos e Aeródromos em geral.

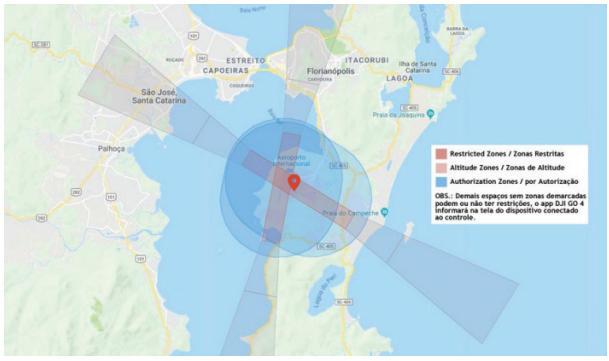


Figura 4. Mapa SARPAS com NFZ (No Flight Zone). Fonte: https://www.pilotopolicial.com.br/o-que-e-e-como-funciona-o-novo-sistema-nfz-da-dji/

Para voos de até 30 metros de altitude, é mandatório que a Operação deva ocorrer a mais de 5,4 km (Cinco quilômetros e quatrocentos metros) de distância das Zonas de Aproximação e Decolagem.

Para voos entre 30 e 120 metros de altitude, a Operação de voo deve ocorrer a mais de 9 km (nove quilômetros) de distância das Zonas de Aproximação e Decolagem.

4. ASPECTOS PRÁTICOS DE UTILIZAÇÃO DAS AERONAVES NÃO TRIPULADAS EM LOCAIS DE CRIME

Neste tópico, será demonstrada a parte prática de perícias em Local de Crimes variados com a utilização da Aeronave não Tripulada.

4.1. Perícia em Local de Crime contra a vida - Eletrocussão

No dia 01/05/2024, a equipe pericial da PEFOCE fora acionada pelas autoridades responsáveis com o objetivo de periciar um local de crime na zona rural da cidade de Mombaça/CE onde havia um cadáver do sexo masculino sem sinais vitais e vítima de uma eletroplessão. Ao chegar ao local, o cadáver permanecia no mesmo local de origem no topo de uma árvore. Como o ambiente ainda não estava seguro para acesso local, enquanto aguardávamos a Concessionária fornecedora do serviço de energia elétrica realizar a desativação da eletricidade do ambiente, conseguimos realizar os levantamentos preliminares através do RPA, alçando voo a partir de um terreno vizinho com a devida autorização do proprietário do imóvel.

Figura 5. Levantamento preliminar em Local de Crime. Fotografia: Rodrigo Guedes - Perito Criminal da PEFOCE.

Após aproximação máxima segura, foi possível realizar as fotografias do exato local do cadáver com auxílio do RPA, mesmo o ambiente ainda não liberado pela Concessionária de energia elétrica. A vítima realizava o serviço de poda da árvore sem observar as normas de segurança e após uma manobra de corte com motosserra, o galho atingiu o fio de alta tensão ao qual acabou o atingindo, ocasionando a eletroplessão e consequente morte por eletrocussão.

Figura 6. Exame perinecroscópico preliminar realizado em Local de Crime Imediato. Fotografia: Rodrigo Guedes - Perito Criminal da PEFOCE.

Foi igualmente utilizado o RPA para constar o trajeto que o fio de alta tensão percorria, indo de um poste de fornecimento de eletricidade localizado na área externa do imóvel, passando próxima a árvore do incidente em tela e continuando até imóveis localizados no entorno.

Figura 7. Panorama dos locais mediatos realizado em Local de Crime. Fotografia: Rodrigo Guedes - Perito Cri-

R. Guedes, Rev. Bras. Crim. 14(4), 2-6, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

minal da PEFOCE.

4.2. Perícia em Local de Crime contra a vida – Afogamento em local ermo

No dia 05/05/2024, a equipe pericial da PEFOCE fora acionada pelas autoridades responsáveis com o objetivo de periciar um local de crime na zona rural da cidade de Pedra Branca/CE onde havia um cadáver do sexo masculino sem sinais vitais e vítima de afogamento. Ao chegar ao local, o cadáver havia sido transferido pela equipe do Corpo de Bombeiros responsável pelo resgate para um local acessível.

A vítima era um jovem de 18 anos que junto a um grupo de amigos foi até a cachoeira para recreação na manhã do dia 05/05/2024.

Figura 8. Panorama aéreo do local onde o cadáver foi estacionado em Local de Crime. Fotografia: Rodrigo Guedes - Perito Criminal da PEFOCE.

O cadáver possuía cogumelo de espuma acentuado na face, cobrindo desde as narinas até o queixo. Por se tratar de local imediato ermo (cachoeira localizada após uma trilha densa), foi utilizado o RPA no modo E-VLOS para realizar as tomadas fotográficas periciais necessárias.

Figura 9. Panorama dos locais imediatos em Local de Crime. Fotografia: Rodrigo Guedes - Perito Criminal da PEFOCE.

4.3. Perícia em Local de Crime contra a vida – Achado de Cadáver em local de difícil acesso

No dia 03/04/2023, a equipe pericial da PEFOCE fora acionada pelas autoridades responsáveis com o objetivo de periciar um local de crime na cidade de Pedra Branca/CE onde havia um cadáver do sexo masculino sem sinais vitais e em local de difícil acesso, em área pantanosa localizada à beira de uma rodovia.

Figura 10. Panorama aéreo do local onde o cadáver foi encontrado. Terreno pantanoso e de difícil acesso. Fotografia: Rodrigo Guedes - Perito Criminal da PEFOCE.

Enquanto aguardávamos as autoridades competentes para o auxílio de remoção do cadáver, levantamentos aéreos foram bastante úteis para realizar o Exame perinecroscópico preliminar, registrando o exato estado ao qual o cadáver foi encontrado.

Como a vítima não portava documentos e havia aves de rapina próximo ao cadáver, a face já estava bastante deteriorada o que impediu o reconhecimento da identidade da vítima no momento da ocorrência. O que facilitou a identificação a posteriori pela família foram as tatuagens que possuía, bem como a comprovação através de exame de DNA.

Figura 11. Panorama aéreo do cadáver encontrado em terreno pantanoso e de difícil acesso. Fotografia: Rodrigo Guedes - Perito Criminal da PEFOCE.

4.3. Perícia em Local de Crime de incêndio acidental em residência.

No dia 08/12/2022, a equipe pericial da PEFOCE fora acionada pelas autoridades responsáveis com o objetivo de periciar um local de crime na zona rural da cidade de Parambu/CE para averiguar um incêndio em uma residência.

R. Guedes, Rev. Bras. Crim. 14(4), 2-6, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Figura 12. Panorama aéreo do local onde o ocorreu o incêndio. Fotografia: Rodrigo Guedes - Perito Criminal da PEFOCE.

A partir das tomadas aéreas, puderam-se identificar vestígios de relevante interesse pericial que facilitou às analises pericias dos vestígios e a preparação do laudo. Não havia indícios que o início do fogo ocorreu do lado externo para o interno e através das tomadas aéreas, pode-se inferior o local do início do ponto de ignição.

Figura 13. Panorama aéreo do local onde se iniciou o incêndio. Fotografia: Rodrigo Guedes - Perito Criminal da PEFOCE.

5. CONCLUSÕES

Esse trabalho visou demonstrar a versatilidade, aplicabilidade e facilidade em utilizar Aeronaves Remotamente Pilotadas em locais de crime, onde a partir das tomadas fotográficas aéreas é possível visualizar locais mediatos e imediatos, sanar dúvidas de localização de vestígios, ter uma visão mais ampla do ambiente e possuir diversos pontos de vistas para facilitar a realização de perícias em locais de crimes variados.

Este trabalho pretende também incentivar os colegas peritos que se utilizem do maior número de recursos tecnológicos possíveis à disposição dos órgãos periciais, com a finalidade de facilitar, melhorar e desenvolver o campo da perícia criminal.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Criador de todas as coisas. Em seguida a minha família, em especial minha companheira Danielle Barbosa que esteve comigo durante as adversidades, a PEFOCE (Perícia Forense do Ceará) órgão ao qual exerço meu papel como Perito Criminal, ao Sindiperitos/CE que além de nos apoiar na nossa profissão, igualmente nos incentiva a realizar trabalhos científicos, aos organizadores do Congresso de Criminalística pela oportunidade que colegas demonstrem os respectivos trabalhos e por último, mas não menos importante, aos meus amigos que nos divertem nos momentos de folga do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Stumvoll. V.P. Criminalística. 7ª Edição. Campinas: *Ed. Millennium.* (2019).

[2] Rabello. E. Curso de Criminalística. Campinas: *Ed. Millennium.* (2024).

[3] https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm - Acesso em 21/05/2024;

[4] https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3689.htm - Acesso em 21/05/2024;

[5] https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/ica-100-40 – Acesso em 21/05/2024;

[6] https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac - Acesso em 21/05/2024;

[7] https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/drones - Acesso em 21/05/2024;

[8] https://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?numeroPublicacao=346061&pub=original&filtro=1&documentoPath=346061.pdf – Acesso em 21/05/2024;

[9] https://www.decea.mil.br/drone/ - Acesso em 21/05/2024;

[10] https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/drones/novo-sisant - Acesso em 21/05/2024;

[11] https://servicos.decea.mil.br/sarpas/ - Acesso em 21/05/2024;

[12] https://sistemas.anatel.gov.br/mosaico/login/login?service=http%3A%2F%2Fsistemas.anatel.gov.br%2Fmosaico%2Fportal%2FportalInternet – Acesso em 21/05/2024;

[13] https://www.lojadji.com.br/dji-mini-2-se-fly-combo-more?utm_source=google-dji&utm_medium=ECM-cpc&utm_campaign=DJI_M2C_[F]_Search_Produto_ES_DJI_Geral_none_final&cd=&mig=ok&z=&utm_term=&utm_content=&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwjLGyBhCYARIsAPqTz1-R4qneqeu0cBbHjy579zQeuhNc1nPxnVZjxLJwUAj6VdROH8QhXBoaAq1MEALw_wcB – Acesso em 21/05/2024.

J.R. Franciosi, Rev. Bras. Crim. 14(4), 7-11, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 7-11, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Eficiência de trabalhos com o uso de cães farejadores: Avaliações com estudo de casos.

J.R. Franciosi

Perita Judicial, Curitiba (PR), Brasil
**Endereço de e-mail para correspondência: jackufpr@gmail.com Tel.: +55-41-996610641.*

Keywords: *Cão, Busca, Farejadores, Genética, Odor*

1. INTRODUÇÃO

O cão tem compartilhado a vida junto do ser humano há mais tempo que qualquer outro animal doméstico, compreendendo a ligação entre homem e animal há pelo menos 14.000 anos. Durante esse período, os cães desempenharam muitos papéis, desde companhia, alimento e nos dias atuais com trabalho policial e parte integral de muitas equipes de busca e resgate.

Os cães farejadores são treinados para detectar diferentes odores associados a drogas, suspeitos e vítimas, explosivos, cadáveres, armas de fogo, produtos químicos e outros materiais relevantes em uma investigação. Eles podem atuar em diversas situações, tanto na cena do crime quanto em locais onde se suspeita que provas ou vestígios sejam latentes ou estejam ocultos.

A fase de coleta de provas e vestígios em uma investigação criminal é de extrema importância para a obtenção de elementos que possam elucidar um crime. Com a técnica da Odorologia Forense, a coleta, (amostras) dos odores são extraídas com compressas de gaze hidrófila estéril, dimensão (aberta) 15cm x 30cm. Nesse contexto, os cães farejadores desempenham um papel fundamental, pois possuem um olfato altamente desenvolvido e são capazes de identificar e localizar odores específicos, incluindo substâncias químicas presentes em evidências criminais.

Por meio de lambedura, ingestão oral ou inalação direta, pode detectar substâncias transportadas pelo ar, componentes líquidos e aerossóis em concentrações incrivelmente baixas [1]. Esta capacidade é reconhecida pelo homem, quando são utilizados cães para "rastrear", seguir um odor na busca de pessoas perdidas ou detectar drogas e explosivos [2].

A característica do odor corporal humano é conhecida como "assinatura de odor corporal", e é de suma importância no fornecimento de informações sobre o produtor de odor [3], pois viabiliza a utilização no processo de investigação de processos criminais [4]. O odor do corpo humano é diferente entre pessoas e tem uma característica genética única, pode ser usado para determinar a individualidade, sexo, estado reprodutivo, idade, saúde, dieta, tabagismo, higiene, presença de substâncias anormais, atividades de micro-organismos e outros [5 - 6 – 7 - 8].

Os cães são capazes de "farejar" este odor, sem ser necessário que o indivíduo toque em algum objeto. Apenas ao caminhar ou mover-se, é deixado um "rastro" de células de identificação genética.

A cadeia de custódia desempenha um papel fundamental na coleta de provas e vestígios em investigações criminais. Ela se refere ao registro e documentação detalhados de todas as etapas pelas quais uma evidência passa, desde sua descoberta até seu uso em um processo judicial. Por exemplo, vestígios de materiais biológicos contêm perfis voláteis (odor de mãos, cabelos, unhas, saliva e a própria respiração), os quais são liberados em diferentes cenários. Esses odores corporais manifestam-se através das proteínas (transcritas pelos genes do MHC) eliminadas no suor/e outros líquidos corporais, conferindo ao indivíduo um "odortipo" [9]. É uma mistura de compostos orgânicos voláteis (VOCs) que são produzidos pela pele humana [10]. Este tipo de odor é muito útil na

J.R. Franciosi, Rev. Bras. Crim. 14(4), 7-11, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

identificação ou singularidade dos indivíduos devido à condição genética que permanece inalterada por toda a vida [11]. Nesse contexto, esses odores atuam como biomarcadores na identificação pessoal e inclusive para caracterização de algumas doenças [12], podendo ser utilizados como evidências em investigações criminais.

Geneticamente envolto em todo o tecido, o odor corporal é uma particularidade que não pode ser refugado. Este posicionamento é sustentado por pesquisadores com diferentes formações (biólogos, médicos, criminólogos) que atestam que cada indivíduo deixa o seu odor onde quer que ande e em qualquer objeto que toque [13]. O odor pode, então, ser definido como um conjunto de moléculas olfativas que foram desprendidas, fixadas e seguras como evidência numa cena de crime.

Em resumo, a cadeia de custódia na coleta de provas e vestígios em investigações criminais é indispensável para preservar a integridade da evidência, assegurar a sua rastreabilidade, permitir a responsabilização, elevar a confiabilidade da evidência e manter a imparcialidade no processo judicial. É uma prática fundamental que contribui para a busca da verdade no sistema de justiça criminal. Uma cadeia de custódia acertadamente realizada, é um requisito para que as provas sejam consideradas legalmente admissíveis em um processo judicial. A falta de qualquer um dos quesitos mencionados, pode resultar na exclusão da evidência, uma vez que sua integridade pode ser questionada, comprometendo sua credibilidade e valor probatório. A garantia da integridade das provas é contemplada em diversos dispositivos legais [14] que tratam da produção e apresentação de provas no processo penal, com os artigos relacionados à busca e apreensão, testemunhas, exame de corpo de delito, entre outros. A interpretação desses dispositivos em conjunto é fundamental para entender como a cadeia de custódia é considerada no contexto legal brasileiro.

Utilização dos cães farejadores em investigações criminais

Importante salientar, que o binômio (homem-cão) tenha um currículo, sempre atualizado, com cerificações dos cães, atualizações do condutor, com as datas e números do boletim de ocorrência. Importante destacar o resultado obtido.

Para que tenhamos um padrão de excelência, seguindo protocolos rígidos de capacitação, é importante que os cães sejam certificados e tenham treinamento constante. Vale ressaltar que os cães passam por uma prova de proficiência atestando sua capacidade de detecção, obediência e destreza. Apresentar documentação que comprove o treinamento profissional dos cães e de seus condutores. Certificados reconhecidos por instituições especializadas podem fortalecer a credibilidade.

O treinamento constante e, com metodologias e protocolos eficazes, desenvolve uma compreensão dos sinais do cão, interpretação do seu comportamento durante a busca e assim mantendo uma comunicação clara entre o cão e o condutor. Consistência e prática regular são fundamentais para o sucesso no treinamento de cães farejadores.

ESTUDOS DE CASOS

Na sequência seguem episódios com cães na localização de drogas, explosivos, armas e outros materiais ilícitos.

Drogas e Explosivos

Caso – 1. Em operações policiais em aeroportos, cães farejadores foram cruciais na detecção de drogas ilícitas e substâncias explosivas, contribuindo para a segurança e prevenção de crimes.

Um caso de relevância envolvendo cães farejadores na cadeia de custódia ocorreu em 2010, quando um cão chamado Buster, treinado para detectar explosivos, desempenhou um papel crucial na descoberta de dinheiro escondido no Afeganistão [15]. O dinheiro era parte de uma operação de tráfico de drogas e financiamento do terrorismo. Buster foi fundamental na localização dos esconderijos, destacando o papel crucial dos cães farejadores na aplicação da lei e na coleta de evidências.

Caso -2. Em inúmeras operações ao longo da carreira, a cadela Fiona, da raça, Pastor Holandês, com seis anos de trabalho na Polícia Rodoviária Federal, atuou na apreensão de cinco toneladas de maconha, 500 kg de cocaína e 30 armas de fogo [16].

Busca e Resgate e Busca e Resgate em Desastres Naturais

Nos desastres naturais, como terremotos, enchentes, deslizamentos de terras, soterramentos, rompimento de barragens, cães treinados para resgates, têm desempenhado papéis fundamentais na localização de sobreviventes sob os escombros, áreas colapsadas, lama, acelerando as operações de resgate.

Caso – 3. No Nepal em 2015, cidade de Katmandu, dois tremores em menos de 20 dias, devastaram a cidade. Equipes internacionais, incluindo unidades

J.R. Franciosi, Rev. Bras. Crim. 14(4), 7-11, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

com cães farejadores treinados, foram mobilizadas para localizar sobreviventes sob os escombros [17]. Os cães, devido ao seu aguçado olfato, desempenharam um papel vital na detecção de pessoas soterradas, ajudando as equipes de resgate a alcançarem locais de difícil acesso e salvando vidas.

Caso – 4. No Brasil, estado de Minas Gerais, na cidade de Mariana, rompimento da barragem de Mariana em 05 de novembro de 2015. Tragédia com 18 mortos. O trabalho dos binômios foi essencial na busca pelos corpos [18].

Caso – 5. Também no estado de Minas Gerais, na cidade de Brumadinho, o rompimento da barragem de Brumadinho em 25 de janeiro de 2019, foi o maior acidente de trabalho no Brasil em perda de vidas humanas e o segundo maior desastre industrial do século, um dos maiores desastres ambientais da mineração do país, depois do rompimento de barragem em Mariana tragédia que deixou 270 mortos e causou a contaminação de mais de 300 quilômetros do Rio Paraopeba. Várias equipes do grupamento de bombeiros com cães de busca se revezaram por meses, nas buscas dos corpos [19].

Caso – 6. Uma equipe formada por quatro cães de restos mortais do Institute for Canine Forensics, se juntaram ao grupo de arqueólogos da National Geographic, pela busca da ossada de Amélia Earhart, primeira mulher a pilotar uma aeronave e voar através do Atlântico. Em 1937, numa tentativa de voar ao redor do mundo, seu avião desapareceu. Os cães sinalizaram um local, onde possivelmente alguém havia morrido ali. O solo do local está atualmente sendo submetido a análise de DNA [20].

Indicações, reconhecimento dos locais com vítimas em ambientes urbanos, como nas situações dos colapsos estruturais de edificações, em ambientes rurais, em mata fechada, campos ou montanhas, não são simples, e nem sempre os cenários são os mesmos. Esses locais dependem de variáveis como, tipo e posição dos escombros, viabilidade de acesso, temperatura ambiental, presença ou ausência de correntes de vento, entre outras especificidades. Apesar de toda avançada tecnologia, os cães ainda trazem um benefício significativo nas buscas, por sua rapidez e eficácia. Isso se dá ao lado dos seus condutores, em uma parceria que envolve conexão emocional, confiança, respeito, cumplicidade e muito conhecimento. Este é o caso (6).

Combate ao Tráfico de Animais e Produtos Ilegais

Em aeroportos e portos, em muitas cidades em vários países, cães farejadores são empregados para identificar o contrabando de animais selvagens, partes de animais ameaçados de extinção e produtos ilegais, auxiliando na aplicação de leis de proteção à vida selvagem.

Caso – 7. Na Tailândia em 2019, os cães de buscas especializados em tráfico de animais e mercadorias provenientes do tráfico de animais, confiscaram marfim ilegal [21]. Os cães treinados foram essenciais na identificação desses itens ilícitos em contêineres. A documentação cuidadosa da cadeia de custódia dessas evidências, incluindo o papel crucial dos cães na descoberta, fortaleceu os casos legais contra os traficantes envolvidos.

Investigações Criminais e Cadeia de Custódia

Em investigações criminais, cães farejadores especialmente treinados, têm sido fundamentais na localização de vestígios em cenas de crimes, como armas de fogo, sangue, odores, roupas, ou objetos relacionados a casos específicos.

Caso – 8. Um caso de muita representatividade envolvendo cães farejadores e cadeia de custódia ocorreu na investigação do Unabomber nos Estados Unidos [22]. Theodore Kaczynski, o Unabomber, enviou diversas cartas bomba durante décadas. O FBI utilizou um cão farejador chamado Ernie para detectar o odor específico dos materiais explosivos usados por Kaczynski. As habilidades e treinamento rigoroso de Ernie em farejar os vestígios, foram determinantes para a investigação, uma cadeia de custódia rigorosa dos elementos coletados foi indeclinável para garantir a validade das provas apresentadas durante o julgamento de Kaczynski.

Caso – 9. No Brasil, em 24/01/2020 no estado da Bahia, na cidade de Taperoá, a atuação do Grupamento de Operações com cães 33ª CIPM [23], com a técnica da Odorologia Forense na coleta de odor e o "Mantrailing" na captura, em um caso de latrocínio, onde a coleta foi realizada em uma faca (arma do crime), para identificação e captura do autor.

Caso – 10. Nos EUA, no ano de 1986, um cão farejador foi primordial na coleta dos odores, para elucidar o assassinato de Helle Crafts [24]. O marido de Helle, Richard Crafts, era o principal suspeito. Em uma investigação que envolveu a busca por vestígios no local do crime, um cão de odor específico chamado Solo, foi usado para detectar vestígios de sangue humano em uma serra elétrica e outros itens. Essas descobertas foram fundamentais para a acusação contra Richard Crafts, destacando a importância dos cães forenses na busca e identificação de vestígios latentes em casos de homicídios.

Combate ao Contrabando em Prisões

Em ambientes prisionais, cães farejadores são utilizados para detectar a presença de drogas, telefones celulares ou outros itens proibidos, auxiliando na manutenção da segurança dentro das instalações.

CONCLUSÃO

Esses casos destacam a versatilidade dos cães farejadores em diversas situações, demonstrando sua eficácia na detecção de substâncias, na busca e resgate, na aplicação da lei e na coleta de provas forenses. Esses casos avaliados, todos eles demonstram a eficiência de diferentes cães, na solução de casos complexos de detecção de ilícitos, resgates de pessoas com suas características biológicas e treinamento apropriado. Isso demonstra que o investimento em equipes de trabalho formadas pelo binômio cães e homens, é de fundamental importância para fortalecer ações de combate a delitos e de resgate em tragédias.

É importante ressaltar que o uso de cães farejadores na coleta de provas não é uma técnica isolada. É essencial que eles trabalhem em conjunto com a equipe de investigação, que deve utilizar dos procedimentos adequados para garantir a preservação e o registro adequado de cada item coletado. Isso inclui embalagem adequada, etiquetagem, documentação e registro da cadeia de custódia para garantir a admissibilidade da evidência em um tribunal.

Assim, os cães farejadores desempenham um papel valioso na fase pós coleta de provas e vestígios em uma investigação criminal. Sua capacidade olfativa excepcional permite a localização de evidências e vestígios que poderiam passar despercebidos pelos seres humanos. No entanto, é importante que sua atuação seja integrada com os procedimentos adequados de preservação e registro, a fim de garantir a admissibilidade e integridade das provas coletadas.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer ao Prof. Dr. Emygdio Leite de Araújo Monteiro Filho pela confiança, pelo respeito, pelo conhecimento e sábios conselhos. Você é um verdadeiro Mestre.

Agradecer a grande amiga Dra. Patrícia Bandini, pelas “dicas”.

E a Dra. Ana Carolina S. Surgik pelas palavras de incentivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HORST, E. K. Anatomia dos Animais Domésticos. 4ª Edição. Editora Artmed, 2011.

[2] DYCE, K.M. Tratado de Anatomia Veterinária, 4ª Edição. Elsevier 2010.

[3] BROWN, J. S.; PRADA, P. A.; CURRAN, A. M.; FURTON, K. G. Applicability of emanating volatile organic compounds from various forensic specimens for individual differentiation. For Sc Int 226:173–182. 2013

[4] CAPEZ, Fernando. Curso de processo penal. – 25. ed. – São Paulo: Saraiva Educação. 1. Processo penal 2. Jurisprudência. Brasil. 2018.

[5] JACOB, S.; MCCLINTOCK, M. K.; ZELANO, B.; OBER, C. Paternally inherited HLA alleles are associated with women’s choice of male odor. Nat Gen 30:175–179. 2002.

[6] SOROKOWSKA, A.; BUTOVSKAYA, M.; VESELOVSKAYA, E. Partner’s body odor vs. relatives’ body odor: a comparison of female associations. Polish Psychological Bulletin 46:209–213. 2015.

[7] HAVLICEK, J.; LENOCHOVA, P. Environmental effects on human body odour, in Hurst JL, Beynon, RJ, Roberts SC, Wyatt TD (Eds.), Chemical Signals in Vertebrates 11. Springer New York, pp. 199–210. 2008.

[8] MARSHALL J, HOLLAND KT, GRIBBON E. M. A comparative study of the cutaneous microflora of normal feet with low and high levels of odour. J Appl. Bacteriol 65:61–68. 1988.

[9] PENN, D., P. How Do Major Histocompatibility Complex Genes Infuence Odor and Mating Preferences? Advances in Immunology. Pág, 145-164. 1998.

[10] RAJAN, R.; NIK HASSAN, N. F.; ISLAM, M. N. Chemical fingerprinting of human body odor: an overview of previous studies. Malaysian J For Sc 4:33–38. 2013.

[11] LI, S. Recent developments in human odor detection technologies. J For Sci & Crim 1:1–12. 2014.

[12] CURRAN, A. M.; FURTON, K. G. Analysis of the uniqueness and persistence of human scent. FBI 7. 2005.

[13] GROSS, H. Handbook for Examining Magistrates as a System of Criminology (2 vols). Memphis: General Books LLC. 1983.

[14] Pacote Anticrime (Lei13.964). 2019. https://www.stj.jus.br/sites/portalp/Paginas/Comunicacao/Noticias/2023/23042023-A-cadeia-de-custodia-no-processo-penal-do-Pacote-Anticrime-a-jurisprudencia-do-STJ.aspx

[15] https://nmwdm.org.uk/dogs/buster-raf-police-mascot/

[16] https://busca.estadao.com.br/?q=Cadela%20fiona%20prf

[17] https://www.cbsnews.com/pictures/hero-dogs-saving-lives-after-nepal-earthquake/

[18] https://g1.globo.com/espirito-santo/noticia/2015/11/bombeiros-do-es-ajudam-na-busca-por-desaparecidos-em-mariana-mg.html

[19] https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/01/28/interna_gerais,1025386/caes-que-atuaram-em-mariana-ajudam-no-resgate-de-corpos-em-brumadinho.shtml

[20] https://www.nationalgeographicbrasil.com/animais/2018/11/caes-farejadores-estao-sendo-treinados-para-encontrar-cinzas-de-corpos-cremados

[21] https://extra.globo.com/noticias/mundo/para-salvar-elefantes-mali-contrata-caes-holandeses-21575111.html

[22] https://pt.wikipedia.org/wiki/Ted_Kaczynski

[23] Polícia Militar da Bahia. Comando de Operações Especiais Militares. Comando de Policiamento Regional Sul 33ª Companhia Independente da PMBA. Relatório de ocorrência GOC 33ª CIPM, BO registro 20-00340.

[24] https://www.latimes.com/archives/la-xpm-1992-03-29-mn-305-story.html

v. 14, n. 4, p. 12-17, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Emprego do cão de busca de pessoas e suspeitos no Local de Crime

J.R. Franciosi[a*], J.D. De Paula[b], G.C. Dalledone[c], F.C. Passos[d]

[a] *Perita Judicial Curitiba (PR), Brasil*
[b] *Sargento da Polícia Militar do Estado do Paraná (PR), Brasil*
[c] *Capitão da Polícia Militar do Estado do Paraná (PR), Brasil*
[d] *Prof. Dr. Universidade Federal do Paraná (PR), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: jackufpr@gmail.com Tel.: +55-41-996610641.*

Keywords: Cão de busca; Bloodhound; Cena de Crime; Isolamento da Área de Crime; Odortipo.

1. INTRODUÇÃO

A Polícia Militar do Paraná e as forças policiais do Brasil e do mundo, atuam no controle e combate ao crime de várias formas, utilizando-se de meios e ferramentas legais para elucidar as ocorrências policiais. O uso de cães farejadores pelas polícias é utilizado mundialmente, tendo um grande respaldo pela eficiência do seu uso as mais diversas [1]. As Unidades K9, como são conhecidas as unidades que utilizam os cães, tem resultados muito bem sucedidos, dentre as mais variadas atividades em que são submetidos. A preservação e levantamento das evidências do local de crime, é um procedimento que dispõe apontamentos daquela cena conforme aconteceu o fato [2]. Para tanto, destaca-se a relevância da preservação, pela chegada da primeira equipe policial na cena do crime, que possa servir de subsídio na localização do suspeito. O agente público deve estar apto para desenvolver esse processo [3] e o cão bem treinado e preparado.

O objetivo deste artigo é analisar os meios de preservação (ou a falta de preservação) adequadas dos locais de morte e suas consequências, destacando algumas técnicas empregadas para o uso do cão de busca e localização de pessoas em locais de crime. Apresentando um quadro geral de como o correto procedimento de isolamento (preservação), pode auxiliar no aprimoramento das investigações policiais e resoluções dos casos penais. Assim é salientada a necessidade do isolamento do local pelo policial militar, para preservação da área, com o fim de conservar os vestígios, tal como sua manipulação, para uma correta e confiável apresentação ao cão, no que concerne à investigação criminal e busca, em decorrência do potencial canino, apresentando a materialidade do delito e localizar os suspeitos evidenciando-os ou não ao fato.

Serão apresentados os procedimentos adotados e exigidos para a preservação adequada na cena de crime e a postura utilizada pelas Unidades *K9*, resultando no sucesso e localização do ofensor. Será traçada uma soma de esforços paralelos, em conformidade com a atuação da Polícia Cientifica, com a proposta de métodos padronizados e coleta de material biológico deixados por suspeitos em cenas de crimes. Assim, o artigo propõe a necessidade da criação de um protocolo de atuação com cães, para que possa apresentar resultados melhores e mais rápidos na elucidação dos crimes.

2. PRESERVAÇÃO DO LOCAL DO CRIME

A força policial na atuação de patrulhamento ostensivo no exercício do dever legal, se depara diuturnamente com inúmeras ocorrências. Para a aplicabilidade do cão no local de crime, é necessário cumprir as normas e regulamento da diretriz do Comando Geral da PMPR (CG PMPR) nº 003/2014 [4], que

normatiza o adequado procedimento da preservação do local de morte.

Quando da tentativa de abordagem, e não havendo o acato da ordem legal, os suspeitos para fugir do flagrante embrenham-se em áreas rurais de mata ou adentram em terrenos e ambientes urbanos, não ficando ao alcance da visão da equipe policial. Sendo assim, os policiais necessitam de um apoio especializado para captura de suspeitos foragidos. Para que a equipe de apoio possa desenvolver seu trabalho e executar o uso do cão na busca dos suspeitos, se faz necessário que os vestígios permaneçam intactos. Objetos, veículo utilizado, peças de roupas, e o local onde o suspeito permaneceu, para que a coleta de material biológico do suspeito ou da vítima, seja realizada e apresentada ao cão, dando sequência ao trabalho de busca.

Para isso, na área preservada, a equipe *K9* adotará os procedimentos de coleta destas informações, utilizando as técnicas da Odorologia Forense, (Identificação Molecular de Odor Humano com Cães). Estudo científico amplo de identificação humana, através do material biológico COVs (compostos voláteis, células epiteliais de descamação), fazem uso desse material de odor típico único em cada indivíduo caracterizando um "odortipo", cuja identificação se dá, através do olfato canino, (protocolo de treinamento e identificação de odor específico). Dessa forma, o uso de protocolos pré-estabelecidos, podem enriquecer e melhorar o sucesso das Unidades K9, assim como a Perícia Científica, e valorizar o produto de seus esforços nas áreas jurídicas relacionadas.

De acordo com o artigo 6° Código de Processo Penal, assim que a autoridade policial tenha conhecimento da prática de delito criminal, deve providenciar a correta preservação do local (para que não se altere o estado e a conservação de possíveis vestígios).

Os policiais que trabalham como condutores de cães farejadores, devem ter o preparo e conhecimento técnico de coleta de materiais no local do crime, de forma que quando manuseiem este material, mantenham a integridade das amostras de odores preservadas. Com a preservação do local do crime e através dos vestígios coletados, odor específico (células e fluídos corporais), com a acurácia do cão, localiza-se o suspeito [5].

Mesmo assim os cães farejadores não são comumente utilizados em cenas de crimes violentos no Brasil, e tão somente em crimes contra o patrimônio e busca de pessoas desaparecidas. Apesar do êxito das ações de equipes policiais com cães farejadores, os produtos e benefícios de seu trabalho não são utilizados como prova judicial, infelizmente.

Em países como Portugal, Rússia, França, Itália e Holanda já se utilizam o protocolo do reconhecimento odorífero como prova em processos, com embasamento científico [6].

Portanto, o cão no Brasil pode e deveria ser empregado como um auxiliar sendo eficaz na elucidação de processos criminais. Apesar disso, ainda há necessidade de aperfeiçoamento das técnicas e principalmente uma mudança na forma de pensar de todos os atores envolvidos nas atividades policiais e periciais. Isso permitiria depositar maior credibilidade a este peculiar trabalho, que pode trazer um conjunto de benefícios pelo uso das características morfofuncionais de um animal com um olfato de extrema eficiência. Citando esse análogo, a polícia alemã em 1903 elucidou o primeiro crime com a utilização de cães farejadores, o cão identificou o suspeito a partir do odor deixado por ele na arma usada no crime [7].

Para corroborar, nos tribunais de justiça, é regularmente admissível, a identificação do possível opressor fundamentada na memória da vítima sendo relacionada ao reconhecimento visual ou auditivo, o que pode ser muitas vezes questionada ou até mesmo gerar uma identificação errônea. A argumentação é de que em 70% dos casos, a identificação por este método está errada, pois a vítima estaria sob influência de condições emocionais fortíssimas, as condições do local (visibilidade, temperatura, odores e som), e por consequência, ocasionando imprecisão, falta de detalhes e uma formação adulterada dos fatos, interferindo na identificação do opressor [8, 6].

Com esse intuito, destacamos a experiência em Portugal com relação ao reconhecimento pelas testemunhas oculares e/ou pela própria vítima, através do alinhamento dos suspeitos, porém, com resultados considerados insatisfatórios [6]. Nas investigações com a metodologia de alinhamento dos suspeitos, tal condição propicia um julgamento alusivo por parte da testemunha, contrapondo cada suspeito e, concomitante com os odores que sentiu do opressor [9].

3. ODOR ESPECÍFICO (HUMANO)

Nos vertebrados, em especial nos mamíferos, os organismos possuem uma região genômica referida como Complexo Principal de Histocompatibilidade (do inglês, *MHC Major Histocompability Complex*). Genes polimórficos compõe esse complexo e caracterizam-se pela diversidade alélica não observada em outros grupos gênicos, conferindo, portanto, a cada indivíduo uma identidade única. As proteínas codificadas pelos genes *MHC*, em especial pelos genes

de Classe I, estão presentes na membrana das células somáticas e desempenham importante papel na implementação da resposta imune, quando se trata do reconhecimento do próprio/não próprio. Além disso, são crescentes as evidências de que essas moléculas são eliminadas no suor e outros líquidos corporais, conferindo a cada indivíduo um odor tipo também *MHC* específico [10]. Desempenha um importante papel no reconhecimento do odor individual, tais como, reconhecimento da prole e comportamento reprodutivo.

Sobre estes estudos, Lewis Thomas, em meados da década de 1960, foi o primeiro investigador a dar ênfase à experiência de uma relação entre odores corporais e o Complexo Principal de Histocompatibilidade (*MHC*) [11]. Alegou ainda que a distinção entre organismos estranhos e pertencentes ao nosso corpo tem relação com o *MHC*. Por meio dos odores corporais, obtemos informações acerca do estado de saúde, hormonal, emocional [10]. Posteriormente [12, 10, 13], relata que em camundongos, a preferência por parceiros para reprodução depende de haplótipos *MHC*, que aparentemente seria mediada pelo olfato. Cada indivíduo é portador de um conjunto singular de alelos Antígeno Leucocitário Humano (do inglês, *HLA, Human Leucocyte Antigen*), ou haplótipos *HLA*, que é herdado de uma maneira Mendeliana, sendo uma mistura de compostos orgânicos voláteis (*VOCs*) produzido pela pele humana através de secreções de suor e outros líquidos [14]. Esses perfis de odor do corpo humano, podem ser utilizados como biométricos na identificação pessoal e tornam-se uma aplicação muito procurada para investigação criminal e na determinação de doenças [15].

Dessa forma, a diversidade das combinações possíveis presentes em cada indivíduo em uma dada população é imensa. O estudo da variabilidade genética do Sistema *HLA* também é útil na pesquisa imunológica para transplantes, a fim de minimizar a rejeição e órgãos, fornecendo informações sobre susceptibilidade ou resistência genética a doenças, nos estudos antropológicos e na medicina forense [16]. Assim, se o odor é indubitavelmente influenciado por genes responsáveis pelo sistema imunológico, podemos assumir que a probabilidade de encontrar duas pessoas com odores corporais idênticos é comparável à probabilidade de encontrar duas pessoas com *DNA* (Ácido Desoxirribonucléico) idênticos [17].

Outra característica dos odores corporais é a constância. Isto significa que o odor mantém as suas peculiaridades estáveis ao longo do tempo. Para corroborar esta ideia, foi conduzido um experimento, conjunto de testes, onde os odores foram recolhidos das mesmas pessoas, 15 anos antes. Os cães inequivocamente associaram ambas as amostras [18], demonstrando a incrível capacidade do uso do olfato canino para uso em diversas situações.

4. OLFATO DO CÃO DE BUSCA DE PESSOAS E DE SUSPEITOS DE COMETIMENTO DE CRIME

No cão a percepção do cheiro por meio do olfato ou sistema olfativo, é extremamente sensível e eficiente. Possivelmente 30% de seu cérebro é dedicado a analisar o odor. Estima-se que a percentagem do cérebro de um cão dedicada à análise de odores é quarenta vezes maior do que a de um ser humano [19]. Um cão pode, por exemplo, detectar uma colher de chá de açúcar em um milhão de litros d'água: duas piscinas olímpicas cheias [20].

O ato de farejar é utilizado para maximizar a detecção de odores, uma vez que força o ar a entrar na cavidade nasal (devido às sucessivas inspirações e expirações), entrando em contato com o epitélio especializado, o ar expirado sopra para fora as fendas laterais, de forma a aumentar a amostragem de novos odores [21]. Além disso, os cães têm uma segunda capacidade olfatória, o órgão vomeronasal, também conhecido como órgão de Jacobson. Localizado na parte inferior da passagem nasal de um cão, o órgão de Jacobson impregna-se com os feromônios, os produtos químicos únicos (odores) para cada espécie animal que também, anunciam a prontidão de acasalamento e outros detalhes relacionados ao sexo [22].

Exemplificativamente, o cão da raça Santo Humberto ou Bloodhound, com mais de 450 milhões de células olfativas [23], possui uma quantidade maior de tecido olfativo, comparando com outras raças. Sendo assim ele é considerado um dos melhores farejadores, justamente por este motivo destaca-se na busca do odor específico, e devido sua alta capacidade olfativa para seguir um rastro. Muitas características do seu corpo conspiram para capacitá-lo a cheirar com mais intensidade, as grandes orelhas compridas, não para possibilitar uma melhor audição (pois ficam caídas ao longo da cabeça), mas, ajudam a aproximação e permanência dos odores, evitando assim que o vento as dissipe, enquanto o nariz do cão está no chão. Sua constante "baba", é projetada para manter úmida toda a cavidade nasal, facilitando assim, o "trânsito" das moléculas a serem codificadas. A pele franzida do pescoço serve para capturar partículas de odor dispersas no ar ou em objetos, enquanto o cão está farejando, reforçando o odor na memória curta e longa [24].

Devido a sensibilidade olfativa dos cães, e o treinamento de excelência, sua indicação é imediata, sendo superior a qualquer aparelho que o ser humano, já tenha inventado. Além disso, o cão consegue trabalhar em terrenos inóspitos, e muitas vezes inviáveis para os seres humanos.

A inamovibilidade está diretamente relacionada com a constância. A presença do odor, que permanece estável na mesma fonte/objeto potencializa o seu uso posterior. Testes, feitos com cães tem demonstrado que o dor humano permanece no cabelo humano até vinte e três anos. Também tem sido experimentalmente provado que o odor humano permanece em traços dissecados de sangue durante quinze anos [25].

Mas para que seja possível fazer análises deste gênero, o odor necessita de ser corretamente colhido, fixado, seguro e armazenado. Os melhores (portadores de odor) e fontes de amostras são traços biológicos: sangue, suor, células que descamam (coleta com gaze) e fragmentos de tecidos. Estes componentes preservam as suas qualidades únicas por longos períodos, meses, e até anos. Como exemplo os pertences pessoais que estiveram em contato com o corpo humano por períodos prolongados, como a roupa íntima, outras peças de vestuário, especialmente aqueles que estão em contato com o corpo (meias, sapatos, luvas e chapéu), podem preservar o odor perceptível para um cão até vinte meses [25].

Se o contato durou mais de 30minutos, o odor, em condições favoráveis, pode ser preservado até 24h. Em objetos cujo contato tenha sido inferior a 30m, pode ser preservado até 20h [25].

5. DA PROVA

A prova no âmbito criminal é primordial para que se elucidem os fatos, na investigação policial apura-se a autoria delitiva, com o fito de instruir os autos de inquérito e de ação penal.

Para dirimir os erros na identificação do agressor, vem-se desenvolvendo metodologias adicionais que visam maior confiabilidade às estratégias de identificação individual, coadjuvando para que as provas apresentadas no tribunal sejam mais assertivas.

O "odortipo", seu reconhecimento individual, é um método confiável de identificação, uma vez que se fundamenta de forma inerente aos indivíduos [26].

Os cães são amplamente requisitados para áreas agropecuárias, ambientais, médicas para diagnósticos de doenças complexas [27] e por sua natureza são caçadores muito habilidosos, com grande facilidade de encontrar o rastro de sua presa, na área de segurança pública, seu auxílio é imprescindível, conseguem, mesmo na presença de outros odores, em diferentes condições ambientais e longe dos seus alvos [28, 29], com essa informação os treinadores preparam seus cães para encontrar odores específicos. As moléculas de odores que são coletadas na área isolada pertencem a um suspeito, e esse material fará com que o cão guie a equipe policial até o indivíduo ao qual o material coletado pertence, podendo se tornar uma evidência.

A técnica de preservar a área evitará que a contaminação por outros odores humanos se instale sobre o que já está preservado na cena do crime, que podem se tornar prova substancial na captura do suspeito.

O artigo 158 do Código Processo Penal Brasileiro, trata dos exames nos vestígios deixados pelos suspeitos: "Art. 158 - Quando a infração deixar vestígios será indispensável o exame de corpo de delito, direto ou indireto, não podendo supri-lo a confissão do acusado". Sendo à perícia criminal uma atividade técnico científica indispensável para elucidação de crimes quando houver vestígios.

A polícia dos EUA, em especial o Departamento de Investigação Federal (do inglês *FBI Federal Bureau off Investigation*), utiliza os cães e aplica técnicas avançadas de coleta de odor [30], e fundamentam como prova forense em tribunais. Os cães forenses distinguem odores corporais humanos, não obstante, de qualquer parte do corpo onde foram coletados, mesmo que os odores estejam misturados a outros.

Diante do presente, pode-se perceber o potencial dos cães de busca como ferramenta peculiar, frente às ações policiais diversas, com observância no que deve ser preservado no local dos fatos.

CONCLUSÃO

Diante do estudo realizado, foi possível descrever métodos utilizados em vários países com eficácia, destinados ao emprego do cão de busca de pessoas através do odor específico, em especial o cão da raça Bloodhound, devido a sua alta capacidade olfativa, que possui mais de 450 milhões de células olfativas e, por este motivo, se destaca na busca de pessoas e principalmente dos suspeitos do cometimento de crimes.

Por efeito, isso indica a inevitabilidade de mais estudos, entrelaçando a multidisciplinaridade deste contexto. Sem embargo, no Brasil, ainda existe impedimentos devido à ausência de normas jurídicas que regulamentem essa atuação como meio de prova científica no processo penal brasileiro, bem como pela inexistência de protocolos específicos, os quais não incluem o cão de buscas de pessoas e suspeitos como

meio legal a ser utilizado nas investigações em geral. Ainda foi possível demonstrar que a utilização do cão de busca é eficaz na indicação do eventual suspeito através da utilização do material biológico deixado por este no local do crime, técnica, esta, aceita por diversos tribunais da Europa, bem como utilizada por outras instituições policiais como a realizada pela Polícia Federal dos Estados Unidos da América (FBI), ou ainda pelo Tribunal Francês, onde aceitam o cão farejador como meio de prova.

Dessa forma, mostrou-se que o correto isolamento do local de crime, o procedimento correto em coletar material biológico, bem como a necessidade de que os agentes públicos ou terceiros não circulem na área isolada, tendo em vista que esta conduta acabará contribuindo para que se mantenham os odores deixados pelos criminosos no local, o que se faz necessário para que o trabalho do binômio seja eficaz.

Com base nesta pesquisa, foi possível demonstrar ao leitor a abordagem de vários conceitos, como o conhecimento do odor específico, os quais, se comparados com a digital humana, ou a identificação do DNA, resta cientificamente comprovado que cada indivíduo é ímpar, pois não possuem o mesmo odor. Dessa forma acabará comprovando que o referido método pode ser utilizado como meio de prova, onde através da capacidade olfativa do cão, possibilitará ligar o autor do fato a aquela cena ou capturando suspeito em fuga, contribuindo para identificação do suspeito.

Assim, foi demonstrada com clareza a importância de criar protocolo, que coloca o cão de busca de pessoas no local de crime, propondo a criação de ferramentas legais de atuação na área isolada e regulamento de ações e operações da equipe k9. Tal protocolo seria então de fundamental contribuição par que o uso de cães farejadores possa vir a ser certificado, utilizado e reconhecido como meio de obtenção de provas aceitas em tribunais, assim como já o são em vários países no mundo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] JEZIERSKI, T.; ADAMKIEWICZ, E. WALCZAK, M.; SOBCYNSKA, A.; BRUZDA, G.; ENSMINGER, J.; PAPET, E. Efficacy of drug detection by fully trained police dogs varies by breed, training level, type of drug and search environment. (2014).

[2] UNODC, United Nations Office on Drugs and Crime**.** Laboratório e Seção Científica. Vienna. Nações Unidas. EUA. (2010).

[3] BUSEY, T. A.; LOFTUS, G. R. Cognitive science and the law. Trends Cogn Sci, v.11, p. 111–117. (2007).

[4] Procedimentos em locais de crime e preservação de locais de crime que demandam realizações de exames periciais. Polícia Militar do estado do Paraná Estado Maior 3ª seção. diretriz n0 003/2014. Disponível em: https://docplayer.com.br/25237006-Pmpr-curitiba-pr-28-de-outubro-de-em-3a-secao-diretriz-no-003-2014.html

[5]SKALLEBERG, A. G; BOUZGA, M. M. **Detecting and collecting traces of semen and blood from outdoor crime scenes using crime scene dogs and presumptive tests.** Department of Forensic Biology, Norway, 2016.

[6] ALHO, L; SOARES, S. C; SILVA, C. F. Olfato e Crime: Os odores corporais como ferramenta da investigação criminal e da psicologia forense. Portugal. (2014).

[7] KALDENBACK, J. K9 scent detection: My favorite judge lives in a kennel. Calgary, AB: Detselig Enterprises Ltd. (1998).

[8] KASSIN, S. M.; GUJONSSON, G. H. The psychology of confession evidence: A review of the literature and issues. Psychological Science in the Public Interest, v. 5, p. 35–69. (2004).

[9] MCQUISTON-SURRET, D.; MALPASS, R.S.; TREDOUX, C. G. Sequential vs. Simultaneous Lineups: A Review of Methods, Data, and Theory. APA PsycNet. (2006).

[10] PENN, D. J.; POTTS, W. K. How do major histocompatibility complex genes influence odor and mating preference? Advances in Immunology, v. 69, p. 411-436, 1998.

[11] THOMAS, L. The lives of a cell: notes of a biology watcher. Viking Press, 2. ed. New York. (1995).

[12] YAMAZAKI, K. *et al*. Maiting preferences of F2 segregants of crosses between MHCcongenic mouse strains. Immunogenetic. v. 6, p.253-259. (1978).

[13] ZIEGLER, A.; KENTENICH, H.; UCHANSKA-ZIEGLER, B. Female choice and the *MHC*. TRENDS in Immunology. v. 26, n. 9, p. 496-502. (2005).

[14] JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, L. Histologie: Zytologie, Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen. Unter Berücksichtigung der Histophysiologie. Springer-Verlag. (2013).

[15] CURRAN, M. A.; RABIN, I. S.; FURTON, G. K. Analysis of the Uniqueness and Persistence of Human Scent. (2005).

[16] ERLICH, H. A.; BUGAWAN, T. L. HLA class II gene polymorphism: DNA typing, evolution and relations to disease susceptibility. In: ERLICH, H. A. (Ed.). Technology - principle and application. New York: W.H. Freeman and Company, p. 193-208. (1991).

[17] FISHER, R. P; GEISELMAN, R. E. The Majos Histocompatibility Complex and the Chemosensory Signalling of Individuality in Humans. Genética. (1992).

[18] SCHOON, G. A. A. The effect of the ageing of crime scene objects on the results of scent identification line-ups using trained dogs. Forensic Science International, v. 147, p. 43-47, (2005).

[19] HILL, R. W.; WYSE, G. A.; ANDERSON, M. Animal Physiology. Sinauer Associates, Inc. Publishers, 3. ed., Massachusetts. (2012).

[20] HOROWITZ, A. A Cabeça do Cachorro. (2010).

[21] CRAVEN, B. A. The Fluid Dynamics of Canine Olfaction: Unique Nasal Airflow Patterns as na Macrosmia. Journal of the Royal Society Interface. (2010).

[22] EVANS, H. E; LAHUNTA, A. Miller's Anatomy of the Dog. Saunders Elsevier. 4. Ed., p. 340; 681-682; 708-709, St. Louis, Missouri. (2013).

[23] COREN, S. How To Speak Dog: Mastering the Art of Dog-Human Comunication. Simon e Schuster. New York. (2000).

[24] WHITNEY, L. F. **Bloodhounds e como treiná-los**. (1947).

[25] ROMANOWSKA, J. Issues in Forensic Voice. (2010).

[26] SCHOON, G. A. A. Scent Identification Lineups by Dogs (Canis familiares): Experimental Design and Forensic Application. Applied Animal Behavior Science, 49, 257-267. (1996).

[27] GAZIT, I.; TERKEL, J. Explosives detection by sniffer dogs following strenuous physical activity. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 81, p. 149-161. (2003).

[28] HALE, E. Canine human-scent-matching: The limitations of systematic pseudo matching-to-sample procedures. Forensic Science International, v. 279, p. 177–186. (2017).

[29] ROMANES, G. J. Experiments on the sense of smell in dogs. Nature, p. 273-274. (1987).

[30] STOCKHAM, R. A.; SLAVIN, D. L.; KIFT, W. Specialized use of human scent in criminal investigations. Forensic Science Communications. (2004).

v. 14, n. 4, p. 18-22, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Cálculo de trajetória em casos de precipitação: um software para investigação em Física Forense

J.C.S. Ribeiro[a,*], P.R. Vale[b]

[a] *Setor de Engenharia Legal e Meio Ambiente, Núcleo de Criminalística, Instituto Técnico-Científico de Perícia do Rio Grande do Norte (RN), Brasil*

[b] *Setor de Gabinete da Direção Geral, Núcleo de Criminalística, Instituto Técnico-Científico de Perícia do Rio Grande do Norte (RN), Brasil*

**Endereço de e-mail para correspondência: jc-fisica@hotmail.com.: Tel.: +55-21-99495-2852.*

Keywords: Precipitação, Física, Mecânica Clássica, Local de Crime, PREFOR.

1. INTRODUÇÃO

A perícia forense tem papel central no sistema judiciário brasileiro, viabilizando provas materiais essenciais à elucidação de crimes contra a vida e o patrimônio. A perícia criminal de precipitação é um claro exemplo. A cada ano, cresce consideravelmente o número de mortes por precipitação, o que implica no aumento de levantamentos periciais. Os casos de precipitação intencional representam a maioria das mortes, seguido dos casos acidentais e por fim das precipitações homicidas.

Assim, o problema central na perícia forense de precipitação consiste em determinar as condições físicas iniciais do movimento de queda. Nesse âmbito, conceitos de física básica e a análise dos elementos encontrados no local da ocorrência são indispensáveis ao perito criminal. Contudo, a falta de formação específica do perito criminal é outro complicador. No estado do Rio Grande do Norte, por exemplo, o quadro de formação dos peritos criminais é muito diversificado. Existem em torno de 162 peritos criminais em atividade no estado rio-norte-grandense (Secretaria de Segurança Pública do Estado do Rio Grande do Norte. Instituto Técnico-Científico de Perícia - ITEP). Desses, apenas 2 possuem formação específica na área de física, o que corresponde apenas a cerca de 1 % do quadro de profissionais. O ITEP atendeu 6 casos de precipitação suicida em 2023, representando 5% das ocorrências de suicídio.

A importância da perícia criminal, bem como as dificuldades encontradas pelo perito justificam o desenvolvimento e a busca por mecanismos que viabilizem a perícia forense em diferentes áreas. Nesse sentido, tem-se aplicado conceitos de Mecânica Clássica a certas situações de ocorrência de precipitação, obtendo-se soluções para o cálculo da velocidade de lançamento, alcance e altura da queda. Neste trabalho, se apresenta situações de precipitação em que é possível obter uma solução para parâmetros de alcance e altura.

O método exposto estima o alcance e a altura em função das características da precipitação e das evidências materiais observadas e medidas no local do acidente. Essa metodologia convalida medidas efetuadas no levantamento do local do acidente, sem que demande domínio avançado de princípios básicos de Mecânica Clássica, sendo uma ferramenta para peritos sem formação sólida em física.

Neste trabalho é apresentado o software PREFOR (PREcipitação FORense) que permite estimar a distância ou altura que envolva precipitações, partindo de elementos coletados no local do sinistro e de estimativas baseadas na literatura. O PREFOR foi construído utilizando o programa Visual Studio da Microsoft, que é um ambiente de desenvolvimento integrado, produzido para linguagens do tipo C. A linguagem utilizada foi a C+ +.

J.C.S. Ribeiro, P.R. Vale, Rev. Bras. Crim. 14(4), 18-22, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

O PREFOR é compatível com diversas arquiteturas e sistemas operacionais e tem como plano futuro acrescentar mais situações e parâmetros de precipitação. Como implementar fatores rotacionais do corpo em queda, apresentar graficamente as possíveis trajetórias, bem como alimentar um banco de dados para consulta nacional.

2. ANÁLISE FÍSICA DA QUEDA DO CORPO HUMANO

A queda do corpo humano de uma altura baseia-se principalmente na natureza física da trajetória do centro de massa do corpo. A trajetória trata-se de um movimento composto, consistindo de movimento na direção horizontal (na direção do eixo x) e movimento na direção vertical (na direção do eixo y). O centro de massa do corpo a que atribuímos a velocidade inicial e ângulo de lançamento segue trajetórias de movimento parabólicos. O alcance do corpo depende da velocidade inicial, ângulo de lançamento e altura da precipitação.

O PREFOR faz avaliações de quedas de altura estritamente ligadas às leis da física. Para uma avaliação objetiva dos fatores que afetam o curso da queda do corpo e a posição de impacto, é necessário levar em consideração as condições sob as quais o contato corporal foi perdido no ponto de partida.

Para soluções forenses, é necessário definir os fundamentos e a classificação de quedas, bem como alguns problemas terminológicos de lesão e traumas decorrentes das quedas de altura. Dependendo da altura das quedas, elas podem ser essencialmente divididas em três grupos: queda de uma própria altura, queda de lançamento e queda livre. Para o PREFOR, as aplicações são as quedas de lançamento.

De acordo com a Eq. (1), expressa abaixo, o alcance do corpo depende de três variáveis e uma constante, que, nesse caso, é a aceleração gravitacional. No momento da realização do levantamento pericial, o perito deve realizar apenas a medida da altura da precipitação. Para as outras duas variáveis, serão utilizadas tabelas que podem ser consultadas diretamente no software. Para o cálculo da altura de precipitação a eq. (2) é utilizada dependendo das mesmas variáveis.

Equação 1. Equação do alcance de um corpo em queda.

$$D = \frac{v_0^2\,(2\theta_0)}{2g}\left[1+\left(1+\frac{2gH}{v_0^2\,sen^2\theta_0}\right)^{\frac{1}{2}}\right] \quad Eq.1$$

Equação 2. Equação da altura de um corpo em queda.

$$H = \frac{v_0^2\,sen^2\theta_0}{2g}\left[\left(\frac{2gD}{v_0^2\,(2\theta_0)}-1\right)^2-1\right] \quad Eq.2$$

O PREFOR é apresentado em uma tela inicial para que o usuário possa escolher a análise da precipitação pelo alcance ou pela altura (Fig. 1).

Figura 1. Tela inicial do PREFOR.

O cálculo do alcance é apresentado em uma tela do software, conforme Fig. 2 exposta abaixo. Os valores sugeridos de velocidade inicial e ângulo de lançamento podem ser consultados ao pressionar com o mouse na opção consultar tabela, localizada ao lado do espaço que devemos entrar com o valor numérico. Ao selecionarmos essa opção, abre-se uma janela em que é possível consultar tabelas da literatura de casos de precipitação.

Figura 2. Cálculo de alcance da queda no PREFOR.

No cálculo de altura, o usuário permanece com os parâmetros de velocidade inicial e ângulo de projeção para serem preenchidos conforme orientação da tabela; tem-se como campo de alcance a função para se obter a altura da precipitação (Fig.3).

J.C.S. Ribeiro, P.R. Vale, Rev. Bras. Crim. 14(4), 18-22, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

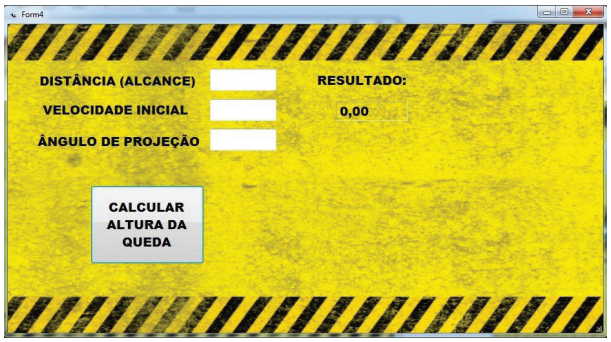


Figura 3. Cálculo de altura da queda no PREFOR.

3. MODELAGEM DE QUEDAS: ANÁLISE FÍSICA E O USO DO SOFTWARE

Neste capítulo será discutida a solução física das quedas, tanto para lançamentos horizontais quanto para os lançamentos oblíquos. O objetivo do estudo é analisar a coerência dos resultados que o software apresenta. Para resolver essa questão é necessário definir a classificação das quedas de altura e descrever o mecanismo que possa influenciar no resultado. Do ponto de vista da mecânica, é possível classificar a queda de uma pessoa em três categorias. Distinguiremos em queda de lançamento, queda livre e queda da própria altura.

Durante a queda, o movimento do corpo é uniformemente acelerado, dependendo da constante da gravidade, enquanto que a resistência do ar pode ser desprezada. A queda do corpo corresponde a um determinado ponto do modelo de movimento igualmente acelerado, então sua velocidade está aumentando constantemente até atingir seu máximo. Para casos em que a altura é superior a 152 m, temos a resistência do ar estabilizando a velocidade vertical e a velocidade do corpo se torna constante. Sendo assim, casos como estes não são aplicados no PREFOR.

De acordo com a altura, as quedas podem ser divididas em três grupos:

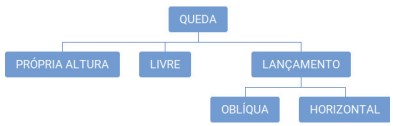


Figura 4. Classificação das quedas.

Para melhor exemplificação, as quedas acima mencionadas estão expostas abaixo a partir de ilustrações. No que se refere à queda de própria altura, essa se caracteriza como queda de ação contundente de baixa energia, começando a partir de uma altura que é em função da estatura do indivíduo. Em outras palavras, o corpo tem sua queda e plano de chegada no próprio nível/pavimento do qual se encontrava quando estava em pé. Por exemplo, se alguém se desequilibra, segue uma trajetória em direção ao chão, conforme ilustra a imagem:

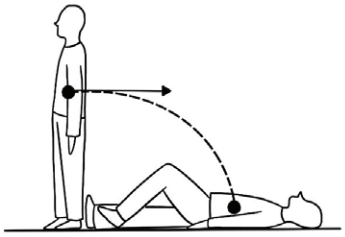


Figura 5. Queda da própria altura.

A queda livre, por sua vez, é um conceito físico que descreve o movimento de um objeto sob a única influência da gravidade, sem outras forças externas significativas. Um exemplo comum é se soltar de um local alto e cair diretamente para baixo, sem forças adicionais atuando nele, conforme explicitado:

Figura 6. Queda livre

A queda de lançamento horizontal ocorre quando um objeto é lançado horizontalmente com uma velocidade inicial. Durante o movimento, o objeto é afetado apenas pela gravidade na direção vertical, enquanto na direção horizontal ele mantém uma velocidade constante, a menos que outra força atue sobre ele. Um exemplo clássico é o que ilustra a figura 7. A trajetória resultante será uma semi-parabólica.

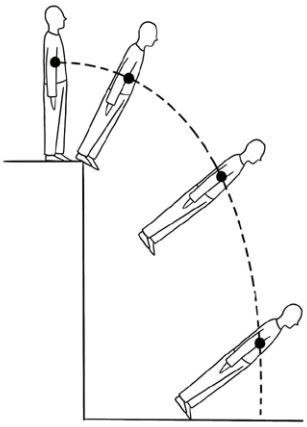


Figura 7. Queda de lançamento horizontal.

J.C.S. Ribeiro, P.R. Vale, Rev. Bras. Crim. 14(4), 18-22, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

A queda de lançamento oblíqua ocorre quando um objeto é lançado com uma velocidade inicial que tem componentes tanto horizontais quanto verticais. Isso significa que o objeto não é lançado puramente na horizontal, mas em um ângulo em relação ao plano horizontal. Durante o movimento, a gravidade atua na direção vertical, mudando a velocidade do objeto nessa direção. Um exemplo está expresso abaixo na figura 8:

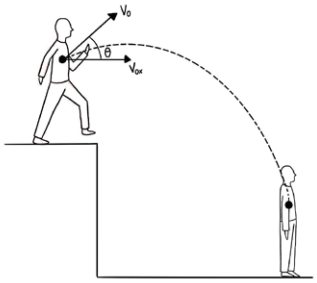


Figura 8. Queda de lançamento oblíqua.

O software será validado, estimando a distância de um corpo considerando altura, velocidade de lançamento e ângulo de lançamento.

- Em queda livre - quando o corpo cai de forma vertical não havendo projeção no eixo horizontal. Casos como quedas de andaime ou queda de corpo pendurado são exemplos.
- Em queda de lançamento - quando há o lançamento em torno da borda. Ao cair, o centro de gravidade do corpo se move ao longo de uma parábola ou semi-parábola.
- Em queda da própria altura - quando o corpo de uma pessoa cai de sua própria altura, geralmente causadas por algum desequilíbrio ou mal-súbito.
- Além disso, se o corpo antes de sua queda está em repouso ou em movimento, nós distinguimos:
- quedas passivas - antes da queda real o corpo estava em repouso.
- quedas ativas - no momento da queda o corpo está em movimento e é acelerado pelas forças aplicadas.
- Ademais, se o corpo gira durante uma queda, distinguimos entre quedas:
- com rotação
- sem rotação

4. CONCLUSÕES

Neste trabalho mostramos como a física é importante para a compreensão da dinâmica das precipitações, e apresentamos o software PREFOR, o qual permite calcular parâmetros envolvidos em precipitações. A vantagem da utilização desse software é que os cálculos são realizados na rotina do próprio programa, não sendo necessário que o usuário possua conhecimentos aprofundados de cinemática, cabendo ao perito apenas entrar com os dados referentes às medidas efetuadas durante a realização da perícia. Neste trabalho foi apresentado apenas o potencial de uso do software, no entanto, o futuro pretendido para o PREFOR é acrescentar outras condições de cálculo, implementando situações diversas. Embora trate de um aplicativo desenvolvido para investigações em ciência forense, tendo como tema gerador a cinemática das precipitações, o PREFOR pode ser utilizado como ferramenta auxiliar no ensino de física. O software PREFOR ainda está em processo de registro. Os leitores interessados no aplicativo podem entrar em contato com os autores a partir do e-mail jc-fisica@hotmail.com.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Instituto Técnico-Científico de Perícia do Rio Grande do Norte (ITEP-RN) e ao Setor de Formação e Capacitação (SeFoC) pela infraestrutura, suporte e permissão para o uso dos dados e para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Agalar, F., Cakmakci, M., and I.Sayek. 1999. “Factors affecting mortality in urban vertical free falls.” Int-Surg. 3: 271-274.

[2] Coman, M., Meyer, A.D., and P.A.Cameron. 2000. Jumping from the Westgate Bridge Melbourne.” Med. J. Aust. 2: 67-69

[3] Goodacre, S., Than, M., Goyder, E.C., and A.P. Joseph. 1999. “Can the distance fallen predict serious injury after a fall from a height?” Journal of Trauma Injury, Infection and Critical Care, no. 6:1055-1058.

[4] Goonetilleke,U.K. 1980. “Injures caused by falls from height.” Med. Sci. Law, 20, no.4: 262-275.

[5] Hahn, M.P., Richter, D., Ostermann, P.A.W., and G. Muhr. 1995. “Falls from a height. Injury patterns in 101 cases. ”Unfallchirurg, 12: 609-613.

[6] Halliday, D., and R.Resnick. 1986. “Fundamentals of physics.” New York: Wiley.

[7] Chiu, J., and S.N. Robinovitch. 1998. “Prediction of upper extremity impact forces during falls on the outstretched hand.” Journal of Biomechanics, 12:1169-1176.

[8] Kiran Kumar, J. V., and A.K. Srivastava. 2013. "Pattern of Injuries in Fall from Height." J Indian Acad. Forensic Med. 35 (Jan-March), no. 1:47- 50.

[9] Lau, G., Ooi, P.L., and B. Phoon. 1998. "Fatal falls from a height: the use of mathematical models to estimate the height of fall from the injuries sustained." Forensic Sci. Int.,1:33-44.

[10] Manning, D. P. 1983. "Deaths and injuries caused by slipping, tripping and falling." Ergonomics, 26, no.1:3–9.

[11] Nagata, H., and H. Ohno. 2007. "Analysis of backward falls caused by accelerated floor movements using a dummy." Industrial Health, 45:462–466.

[12] Richter, D. et al. 1996. "Vertical deceleration injuries: A comparative study of the injury patterns of 101 patients after accidental and intentional high falls." Injury, 9: 655-659.

[13] Risser, D., Bonsch, A., Schneider, B., and G. Bauer. 1996. "Risk of dying after a free fall from height." Forensic Science International, 3:187-191.

[14] Sacher, A. 1996. "The application of forensic biomechanics to the resolution of unwitnessed falling accidents (Abstract)." Journal of forensic sciences, 41, no. 5 (September).

[15] Shaw, K.P., and S.Y. Hsu. 1998. "Horizontal Distance and Height Determining Falling Pattern." Journal of Forensic Sciences, 4: 765-771.

[16] TURECKI, G.; BRENT, D.A. Suicide and suicidal behaviour. Lancet 2016; 387: 1227–39;

[17] SABRINSKAS, R.; HAMILTON, B.; DANIEL, C.; OLIFFE, J. Suicide by hanging: A scoping review. International Journal of Mental Health Nursing (2022) 31, 278–294;

[18] CARVALHO, T.S.; HORN, V.H. Caracterização dos suicídios atendidos por um Posto de Criminalística do Sul do Brasil. Rev. Bras. Crimin. 11(1), 15-19, 2022;

[19] Straus, J. 1998. "Forensic Application of Biomechanics." ZávČreþná výzkumná zpráva grantu MV, RN 19971998004, Praha: PanýR.

[20] Straus, J. 1999. "Forenzní biomechanika." Praha: PA yR.

[21] Straus, J., and V. Porada.1999. "Concise Biomechanics of Extreme Dynamic Loading on Organism." Workshop 99 Biomechanical Modeling and Numerical Simulation. Ústav termomechaniky AV ýR Praha: 51-56.

T. Palha, E. Santos, Rev. Bras. Crim. 14(4), 23-27, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 23-27, 2025
ISSN 2237-9223

Objetos cortantes e perfurocortantes e as lesões de auto eliminação

T. Palha[a*], E. Santos[a]

[a] *Instituto de Criminalística Iran Bezerra, Núcleo de Crimes Contra a Vida, Polícia Científica do Pará, Belém (PA), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: teca.palha@gmail.com. Tel.: +55-91-98111-2904*

Keywords: Auto eliminação; Cortantes; Perfurocortantes; Lesões; Automutilação.

1, INTRODUÇÃO

O suicídio é uma ocorrência complexa, influenciada por fatores psicológicos, biológicos, sociais e culturais. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde, mais de 700 mil pessoas morrem por ano devido ao suicídio, o que representa uma a cada 100 mortes registradas [1].

O suicídio, sob a perspectiva formal, constitui um indiferente penal. Isto denota que a legislação não compreende o acontecimento como infração. Porém, sendo uma ocorrência de morte violenta, precisa ser investigado a fim de apurar o fato e a perícia de local de crime é uma peça muito importante nesse processo.

Na cena do crime, o perito criminal deve ter a destreza de constatar os vestígios verdadeiros e relacioná-los ao caso investigado. Porém, o sucesso no trabalho pericial exige não somente o conhecimento adquirido ao longo do tempo, mas também comprometimento, habilidade, concentração e organização no trabalho de campo, seguindo uma metodologia padronizada para diferentes meios de atentar contra a vida, bem como conseguir definir se o evento examinado foi realmente consequência de uma ação de auto eliminação, descartando a hipótese de homicídio [2]. Nos casos em que a ação de auto eliminação é perpetrada por instrumento perfurocortante, a necessidade do exame pericial é ainda mais evidente.

A possibilidade de indicar um diagnóstico diferencial entre suicídio e homicídio nos casos de morte violenta por ação de instrumento perfurocortante (faca, tesoura, vidro, lâmina gilete, navalha, etc.), depende de uma interpretação, à luz da Criminalística, das evidências encontradas no local do fato, principalmente das lesões presentes na vítima e do padrão das manchas de sangue, que geralmente são extensas e variadas.

O diagnóstico diferencial médico-legal numa lesão por objeto perfurocortante assenta numa conjugação de fatos e circunstâncias que a envolveram, entre as quais: particularidades imprimidas pela arma na pele, o tipo de arma, o número e ordem das lesões, localização corporal, a posição provável da vítima no local, a distância e direção da lesão, a influência de substâncias psicotrópicas. Assim como, a aparência de uma lesão originada por instrumento perfurocortante depende da forma e força aplicada, e da parte do instrumento que é penetrada e/ou que entra em contacto com a pele. Para uma boa análise diferencial, é preciso considerar: se a lesão é única ou múltipla, o tipo de lesão (cortante, perfurocortante, mista), o sítio anatômico preferencial (cervical, peitoral, abdominal, antebraços); no caso de esgorjamento a posição da ferida no pescoço, se as lesões são agrupadas e paralelas, definir o sentido da lesão (pela cauda de escoriação) e se há lesões superficiais e suas localizações [3].

Nota-se que uma característica marcante em algumas vítimas jovens é a presença de lesões causadas por automutilação, que denota um comportamento autodestrutivo oriundo de um desejo de se punir. Apesar de não corresponder a um único diagnóstico, ela é um inegável indício de sofrimento psíquico. Alguns transtornos associados a automutilação e ao risco aumentado de suicídio são o transtorno depressivo,

T. Palha, E. Santos, Rev. Bras. Crim. 14(4), 23-27, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

o transtorno bipolar e o transtorno de personalidade borderline [4].

Os atendimentos de locais de crime de auto eliminação no Núcleo de Crimes Contra a Vida (NCCV) da Polícia Científica do Pará (PCEPA), tem aumentado consideravelmente ano após ano. Apesar da predileção pelo uso do enforcamento, precipitação e baleamento, outros meios também são empregados para causar a própria morte, inclusive meios associados, como por exemplo esfaqueamento e enforcamento ou envenenamento e enforcamento, demonstrando a intenção de realizar, ainda que com hesitação no meio escolhido, a ação de tirar a própria vida.

O presente trabalho busca demonstrar as características das lesões causadas por objetos perfurocortantes e cortantes nos cadáveres vítimas de auto eliminação, não só as lesões fatais, mas as diferentes lesões que apontam para uma diagnose diferencial mais segura, além da análise de outros elementos na cena do crime, seguindo uma abordagem específica, para melhor aplicação na prática forense em locais de suicídios por esse meio.

2. METODOLOGIA

Foi feito um levantamento no registro interno do NCCV/IC/PCEPA, por simples contagem, de atendimentos de locais de suicídios no período de 2021 ao primeiro semestre de 2024, a princípio para comparar os meios que tem sido mais empregados nessa prática e quantificar somente os casos cujo meio foi por objeto perfurocortante. Análises mais específicas foram realizadas nos casos de auto eliminação por objetos perfurocortantes e no emprego de objetos cortantes associados a outros meios de auto eliminação, partindo do histórico do fato, buscando a presença de vestígios psicológicos relatados por familiares (ansiedade, depressão, presença de distúrbio psiquiátrico, alcoolismo, uso de drogas de abuso, história social com estressores, tais como, bullying e isolamento social), bem como as análises dos elementos mais importantes presentes na cena do crime e no cadáver, definidos na literatura especializada [2, 5, 6], que auxiliam na diagnose diferencial entre suicídio e homicídio: o número de lesões, agrupamento das lesões, localização das lesões, tipos de lesões, análise do padrão de manchas de sangue no local, análise das vestes, presença da arma no local, presença de expressão deixada pela vítima, presença de lesões de hesitação, presença de esgorjamento e a característica dessa lesão, paralelismo das lesões, presença de cicatrizes de automutilação e a ausência de lesões de defesa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados quantitativos obtidos por meio dos registros internos do NCCV/PCEPA estão apresentados na Tabela 1.

No período analisado, foi constatado que os atendimentos de casos de suicídios por objetos perfurocortantes e o uso de objetos cortantes associados a outros meios de cometer a auto eliminação tem sido raros na região metropolitana de Belém, já o suicídio por enforcamento é mais frequente, seguido pelos casos de precipitação e baleamento.

A faca, como instrumento lesivo, foi preferencial nos cinco casos examinados, sendo que em quatro a vítima era do sexo masculino e uma do sexo feminino, não houve uma faixa etária definida, tendo as vítimas entre 21 e 65 anos. Considerando os vestígios psicológicos relatados nos arquivos dos casos, foi constatado que, em quatro casos, a vítima sofria de algum distúrbio psicológico, de diferentes graus, desde ansiedade até esquizofrenia. Em um caso, a vítima era do sexo masculino, 21 anos de idade e de acordo com a família, não apresentava nenhum motivo perceptível para tirar a própria vida.

No exame de local de crime, foi constatado que esses casos possuíam vários elementos, que caracterizavam uma ação de auto eliminação, permitindo seguir uma abordagem mais específica nessa diagnose, a saber:

a) Quanto à localização das feridas nas vítimas, em todos os casos estava concentrada na região anterior do corpo, em áreas em que a própria vítima seria capaz de alcançar (região cervical anterior, tórax, abdome), indicando controle visual da manobra, e mostravam-se agrupadas. No geral, as lesões eram profundas, superpostas e horizontalizadas, sem retomadas. Além das lesões perfurocortantes, havia presença de lesões superficiais, consideradas lesões de hesitação, junto ou paralela a principal, e em duas das vítimas também nos punhos. As lesões de hesitação são comuns em caso de suicídio com objetos perfurocortantes, elas demonstram dúvida e indecisão da vítima em querer produzi-las e são elementos que quando encontrados reforçam a diagnose suicida.
b) Outro elemento que caracteriza hipótese suicida é o encontro da arma no local. Nesses casos a arma que estava no local do crime, foi coletada e encaminhada para exame genético, com recuperação de perfil genético único e compatível com a vítima.

T. Palha, E. Santos, Rev. Bras. Crim. 14(4), 23-27, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

c) Quanto a análise do padrão de manchas de sangue no local, quatro locais foram considerados inidôneos do ponto de vista pericial, por não terem garantido o isolamento da cena do crime, entretanto ainda houve possibilidade de analisar que as manchas, apesar de alteradas, principalmente por contato (pegadas) de familiares, não indicavam um padrão de luta corporal. Além disso, pela análise das manchas presentes no cadáver, associadas com a posição do cadáver e da arma no local, foi possível estabelecer um diagnóstico diferencial mais sugestivo de auto eliminação.

Tabela 1. Quantitativo de levantamentos de locais de crime de auto eliminação e o meio utilizado, no período de 2021 ao primeiro semestre de 2024 na região metropolitana de Belém-PA.

LOCAL DE SUICÍDIO: MEIO UTILIZADO	2021	2022	2023	2024 **Jan - Jun**
ENFORCAMENTO	52	75	66	40
PRECIPITAÇÃO	06	08	07	04
BALEAMENTO	04	03	05	02
OBJETO PERFUROCORTANTE - FACA	**02**	**-**	**-**	**03**
ASFIXIA POR AFOGAMENTO	-	-	01	-
OVERDOSE	01	01	02	-
PRAGUICIDA + OBJETO PERFUROCORTANTE (FACA)	-	-	01	-
ENFORCAMENTO + OBJETO PERFUROCORTANTE (FACA)	-	01	01	-
ENFORCAMENTO + OBJETO CORTANTE (LÂMINA GILETE)	-	-	01	-
TOTAL	**65**	**88**	**84**	**49**

Fonte: Registro interno do NCCV/IC/PCEPA.

De forma interessante, em um caso idôneo, a análise do padrão de manchas de sangue no local e presentes no corpo da vítima, indicava que não houve participação de outra pessoa no ato violento, permitindo a elaboração de uma hipótese mais segura para o evento. Pela preservação da cena do crime, as análises de todos os elementos favoreceram as conclusões do trabalho pericial, evidenciando padrões característicos de auto eliminação. A idoneidade do local é o elemento primordial para construir uma provável dinâmica para a ação que culminou no evento morte.

d) Outros elementos investigados na cena, que auxiliaram a descartar uma hipótese homicida, foram: a ausência de vestígios de arrombamento, não havia desalinho nos cômodos que indicasse luta no interior do imóvel, a presença de medicamentos para distúrbios psicológicos e receituários médicos.

As Figuras de 01 a 04 mostram as feridas observadas em algumas dessas vítimas de suicídio por esfaqueamento, destacando as características próprias, já mencionadas, que apontam para a hipótese do evento suicida.

Figura 01- Feridas perfurocortantes agrupadas nas laterais do pescoço e nos punhos, presença de lesões de hesitação próximas as feridas principais, arma do crime ao lado do cadáver.

Diferentes objetos perfurocortantes, além da faca, podem ser utilizados na prática suicida, como tesoura, navalha, vidro, etc. Houve um caso interessante atendido por uma equipe do NCCV/PCEPA, ocorrido em ano anterior ao período aqui investigado, que foi o uso de caco de vidro para cometer a auto eliminação, sendo esse meio extremamente raro entre os casos de suicídios citados na literatura especializada. A vítima do sexo masculino causou esgorjamento na lateral esquerda do pescoço, também com presença de ferida de hesitação abaixo da ferida principal e ferida

T. Palha, E. Santos, Rev. Bras. Crim. 14(4), 23-27, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

incisa entre os dedos da mão, causada pela força com que segurou o objeto para conseguir realizar a violência. A Figura 05 mostra as feridas no cadáver e o objeto usado para infligi-las.

Em alguns casos de enforcamento, foram constatadas no corpo da vítima cicatrizes antigas, lineares e paralelas, bem como feridas cortantes recentes causadas pelo uso de lâmina gilete, ambas sugestivas de automutilação, indicando que essas vítimas já mentalizavam um ato suicida. A análise dessas lesões é elemento importante que assinala uma diagnose diferencial mais segura. As Figuras 06 e 07 mostram essas lesões em vítimas de enforcamento.

Figura 02- Feridas perfurocortantes agrupadas na lateral direita do pescoço, duas no tórax e uma no punho, presença de lesões de hesitação próximas as feridas principais, arma do crime próxima ao cadáver.

Figura 03- Feridas perfurocortantes agrupadas no tórax, cadáver em decomposição e arma do crime ao lado do cadáver.

Figura 04 – Feridas perfurocortantes agrupadas no tórax direito e esquerdo e arma do crime ao lado do cadáver.

Figura 05 – Esgorjamento suicida, objeto perfurocortante (caco de vidro), lesão cortante entre os dedos da mão esquerda da vítima, posição do cadáver e manchas hematoides na cena do crime.

Figura 06- Auto eliminação por enforcamento com presença de feridas cortantes recentes causadas pelo uso de lâmina gilete na região cervical direita, abaixo da lesão em sulco do enforcamento.

Figura 07- Auto eliminação por enforcamento com presença de cicatrizes de auto mutilação.

No exame do local, para descartar a hipótese de um suicídio forjado, a perícia se torna complexa, em geral não sendo possível realizar o diagnóstico com

base somente nas lesões fatais observadas no corpo da vítima. Nos casos aqui investigados, foi observado que houve habilidade do perito em analisar conjuntamente os elementos característicos desses crimes, para concluir acerca do fato violento: ausência de luta ou movimentação violenta no local por parte de terceiros, o posicionamento do cadáver e da arma do crime, o padrão das manchas de sangue no local e no cadáver, ausência de lesão de defesa, a identificação e análise de lesões de hesitação e de cicatrizes de automutilação.

O fato do número de atendimentos desses casos ser mínimo, quando comparado a grande demanda de homicídios por meios diversos, também torna a perícia mais complexa, exigindo que se siga essa abordagem diferenciada na busca de vestígios, considerando os elementos característicos presentes em locais de auto eliminação, cuja presença ou ausência poderá definir a diagnose e contribuir com a justiça na elucidação do fato.

4. CONCLUSÕES

A ocorrência de eventos de auto eliminação por meio de instrumentos cortantes ou perfurocortantes apresenta pouca prevalência na região metropolitana de Belém, em relação aos outros meios utilizados para o mesmo fim, entretanto no exame pericial deste tipo de evento a busca e análise de outros elementos, além das lesões, torna-se ainda mais importante.

Identificar e analisar lesões de hesitação, bem como cicatrizes de automutilação são importantes, pois sugerem tendência à punição, doença psíquica e risco aumentado de suicídio. A análise dos perfis de mancha de sangue na vítima e no entorno, principalmente em locais idôneos, contribui para a verificação de padrões compatíveis com a ação analisada, além disso a presença e análise do instrumento da ação violenta possibilita maior segurança na análise diferencial do evento morte.

Deste modo, o presente trabalho buscou demonstrar a importância de uma análise diferenciada em local de auto eliminação por objeto perfurocortante, seguindo uma abordagem que relaciona os diferentes elementos ligados ao fato, a fim de assegurar/ descartar a conclusão de auto eliminação.

Além disso, constatou-se que a preservação e idoneidade da cena examinada são fundamentais para a análise deste tipo de ocorrência, uma vez que é a análise conjunta dos elementos encontrados na cena que garante a conclusão do diagnóstico diferencial, assim as entidades de segurança pública devem envidar esforços para garantir a preservação da cena, antes da chegada da equipe pericial, o que infelizmente não tem sido feito com a eficiência necessária, dificultando o trabalho e as conclusões do exame de local de morte violenta.

AGRADECIMENTOS

À Polícia Científica do Pará, particularmente aos Peritos Criminais do Núcleo de Crimes Contra a Vida/ IC – Elizângela Araújo, Gilberto Almeida, Jânio Ferreira, José Cordeiro, Josivan Beltrão e Yara Jennings, que forneceram material de pesquisa e autorização para o uso, a ASPOP (Associação de Peritos Oficiais do Pará) e a ABC (Associação Brasileira de Criminalística), por todo apoio concedido na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] O Suicídio e os desafios para a psicologia / Conselho Federal de Psicologia. Brasília: CFP. 1ª ed. 152p. ISBN: 978-85-89208-70-3 (2013).

[2] Manual de procedimento operacional padrão (POP) do Núcleo de Crime Contra a Vida (NCCV) -1ª edição – Versão 1.0 - 183p.: il.-ISBN: 978-65-00-36096-7 (2021).

[3] G. Calabuig. Medicina Legal e Toxicologia. Barcelona, 6ª Edição: Masson. (2005).

[4] M.G. Vieira, M.H.R. Pires, O.C. Pires. Automutilação: intensidade dolorosa, fatores desencadeantes e gratificantes. Rev. dor 17 (4) • Oct-Dec (2016). https://doi.org/10.5935/1806-0013.20160084. Retirado em 08/07/2024

[5] D. Tochetto, A. Espindula. Criminalística – Procedimentos e Metodologias; Millennium Editora; 3ª Edição; Campinas/SP (2016).

[6] G. V. França. Medicina Legal, 11ª edição. Ed. Rio de Janeiro – Forense. Grupo GEN, 684 p. ISBN 978-85-277-3227-7. (2017).

Rev. Bras. Crim. 14(4), 28-32, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 28-32, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA
Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Reconhecimento, fixação e processamento de vestígios psicológicos em locais de crime

Palavras-chave: Criminalística; Local de crime; Psicologia Forense; Vestígios Psicológicos; Cadeia de Custódia.

1. INTRODUÇÃO

A atuação do perito em locais de crime exige familiaridade com diversas áreas do conhecimento para reconhecer e tratar adequadamente os vestígios encontrados. Esses vestígios ordinariamente são vestígios materiais que possuem natureza biológica, física ou química e desempenham papel primordial na perícia, fornecendo informações valiosas sobre a dinâmica do crime e a interação entre o criminoso, a vítima e o ambiente.

Além dos vestígios habituais, a equipe pericial deve estar preparada para lidar com vestígios menos usuais, garantindo a manutenção da cadeia de custódia destes elementos de interesse criminalístico. Áreas como a entomologia forense e a análise de microvestígios têm mostrado avanços significativos e estão cada vez mais presentes nos cursos de formação e na literatura criminalística [1] [2].

Uma categoria de vestígios ainda pouco abordada, tanto na formação quanto na literatura voltada ao atendimento de locais de crime no Brasil, é a dos vestígios psicológicos ou comportamentais [3]. A perícia criminal brasileira é geralmente associada de forma restrita aos vestígios materiais. A análise de vestígios psicológicos ou comportamentais é frequentemente relacionada à aplicação da psicologia ou psiquiatria forense na análise de perfil de um criminoso (*criminal profiling*) em casos de assassinos em série (*serial killers*), por exemplo [4] [5]. No entanto, considerando a natureza multidisciplinar da perícia em locais de crime, é essencial reconhecer o potencial do conhecimento sobre vestígios psicológicos na elaboração de diagnósticos diferenciais, que pode contribuir significativamente com a investigação e fornecer uma compreensão mais profunda sobre a dinâmica do crime [6].

Este trabalho busca investigar a importância do reconhecimento e fixação de vestígios psicológicos em locais de crime, apresentando casos concretos onde estes vestígios são encontrados, e destacando como a integração de diferentes tipos de vestígios pode aprimorar a análise pericial.

2. A CADEIA DE CUSTÓDIA E OS VESTÍGIOS PSICOLÓGICOS

O processo penal orientado pela busca da verdade impõe a adoção de uma atividade probatória que permita a máxima correspondência entre o fato ocorrido no mundo real e sua reconstrução no processo. Neste contexto, para garantir a fidelidade entre a prova e o fato reconstruído, é indispensável a manutenção da cadeia de custódia. Sem a observância da cadeia de custódia, é quase impossível demonstrar em juízo a certeza sobre a origem da prova, sua manipulação, o procedimento utilizado e seu descarte [7].

Durante muitos anos, o ordenamento processual penal brasileiro careceu de um sistema específico para a manutenção da cadeia de custódia. Embora fosse possível inferir a disciplina de alguns procedimentos a serem seguidos na obtenção, guarda e produção de elementos e fontes de prova a partir de artigos esparsos do Código de Processo Penal, não havia uma regulamentação clara e unificada [8]. Isso mudou com a promulgação da Lei nº 13.964 de 2019, conhecida como "Pacote Anticrime", que acrescentou os artigos 158-A a 158-F ao Código de Processo Penal, estabelecendo procedimentos específicos, o conceito e a proteção do instituto.

A partir desta alteração, o § 3º do artigo 158-A define o conceito de vestígio, deixando clara a sua definição legal: "Vestígio é qualquer objeto ou material bruto, visível ou latente, constatado ou reco-

Rev. Bras. Crim. 14(4), 28-32, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

lhido, que esteja relacionado à infração penal". Essa inovação legal introduziu ainda as etapas da cadeia de custódia, cuja primeira etapa é o reconhecimento de elementos como de potencial interesse para a produção da prova pericial [9]. Durante o exame do local de crime, que representa a porta de entrada dos vestígios na cadeia de custódia do órgão pericial, é essencial que a equipe saiba reconhecer todos os elementos, ainda que ocultos ou latentes, considerando que apenas a falha humana em encontrar, estudar e entender as evidências físicas do local de crime pode diminuir o seu valor [10].

A aplicação do conhecimento científico da psicologia e da psiquiatria no entendimento dos vestígios psicológicos que podem estar latentes nestes objetos ou materiais brutos, associados, portanto, aos vestígios materiais, é essencial para o exame adequado do corpo de delito e o cumprimento integral da cadeia de custódia.

Por conseguinte, as normas para a preservação da cadeia de custódia são de extrema importância no processo penal, pois estão diretamente ligadas à busca pela verdade judicial. Elas são essenciais para assegurar um julgamento justo, minimizando os riscos de erros judiciais [11]. O entendimento dos vestígios psicológicos como elementos de potencial interesse para a produção da prova pericial introduz uma nova natureza de vestígios a ser reconhecida, fixada e documentada no exame de local de crime.

3. ASPECTOS IMATERIAIS OU SUBJETIVOS ASSOCIADOS AOS VESTÍGIOS MATERIAIS

O exame pericial de local de crime é a fonte primária de diversos vestígios e uma etapa fundamental na investigação criminal. Ele envolve a aplicação de técnicas científicas e conhecimentos interdisciplinares para reconhecer, documentar, coletar e transformar em provas robustas os vestígios encontrados. Seu principal objetivo é reconstruir a dinâmica dos eventos, identificar os envolvidos e fornecer informações técnicas que podem auxiliar na resolução do caso [1] [5].

Uma das ferramentas utilizadas para sistematizar o trabalho pericial é o heptâmetro de Quintiliano [12], também conhecido como as sete circunstâncias nos textos da retórica clássica [13]. Este conjunto de sete perguntas essenciais guia a investigação e a interpretação dos fatos: quem, o quê, onde, com que meios, por quê, como, quando.

Ao responder a estas perguntas, os exames periciais buscam constatar a materialidade, a autoria, a antijuridicidade, a tipicidade, a punibilidade e a culpabilidade do fato. Cada pergunta direciona a análise para aspectos específicos do crime, garantindo que nenhuma informação relevante seja negligenciada [14]. Os resultados dos exames periciais fornecem evidências objetivas e as suas fundamentações científicas, que podem corroborar testemunhos, refutar alegações e esclarecer dúvidas sobre o crime [5].

Enquanto a maioria dessas perguntas possui caráter objetivo, a que se refere à motivação do crime ("por quê") tem natureza predominantemente subjetiva [14]. Entender a motivação auxilia na contextualização dos eventos e pode fornecer informações valiosas sobre a autoria e contribuir significativamente para o diagnóstico diferencial do fato. A motivação pode ser determinada através de evidências circunstanciais, análises comportamentais e a reconstrução de eventos prévios ao crime, o que envolve a análise de todos os vestígios disponíveis, desde manchas de sangue, sinais de luta, escritos, disposição de objetos, até o próprio local específico do fato.

Os vestígios materiais encontrados no local de crime podem preservar vestígios psicológicos associados que permitem inferir os elementos subjetivos do fato e levar à compreensão da sua motivação. A seguir, alguns vestígios deste tipo encontrados em exames periciais de locais de crime são apresentados e discutidos.

4. ESTUDOS DE CASOS

Ao abordar vestígios psicológicos, um dos exemplos mais evidentes é a carta de despedida encontrada em locais de suicídio. No entanto, a casuística demonstra que esse vestígio está ausente na maioria dos casos [15]. Ao realizar o diagnóstico diferencial, o perito criminal deve avaliar a compatibilidade dos fatores encontrados no local do crime com a hipótese inicial [16]. Algumas propostas na literatura sugerem sistematizar o diagnóstico diferencial através da atribuição de pontuações para determinadas características do local de crime [17]. Contudo, são os vestígios reconhecidos e interpretados corretamente no local que aproximam ou afastam o perito da realidade dos fatos [6].

Outros vestígios psicológicos podem ser reconhecidos como associados aos vestígios materiais presentes em locais de crime. As fotografias nesta seção ilustram vestígios psicológicos encontrados pelo autor na sua atuação em locais de crime entre os anos de 2020 a 2024.

Rev. Bras. Crim. 14(4), 28-32, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

A Figura 1 apresenta um caso de sinistro de trânsito onde um automóvel teria se chocado com uma árvore às margens de uma rodovia, em um trecho de reta e sem a participação de outros veículos. As vestimentas e proteções trajadas pelo condutor, que usava um capacete, possibilitam inferir que a vítima esperava um impacto e buscava evitar as lesões decorrentes, fortalecendo a hipótese de um choque proposital sem a intenção de autoeliminação.

Figura 1. Sinistro de trânsito; o condutor usa capacete e outras proteções. O rosto foi descaracterizado pelo autor para preservação da identidade. Fotografia registrada pelo autor.

Em um caso de tentativa de homicídio no interior de uma residência, foram observadas as alianças apresentadas na Fig. 2 localizadas sobre o pavimento do banheiro do imóvel, entre outros desalinhos compatíveis com uma briga. Estes elementos consolidam o prognóstico de um conflito doméstico ou conjugal.

Figura 2. Alianças encontradas sobre o pavimento. Fotografia registrada pelo autor.

Nos casos de suicídio, apesar da carta de despedida não ser um elemento presente na maioria dos casos, outras formas de escritos podem contribuir para o diagnóstico diferencial e o entendimento da dinâmica e da motivação do evento. No caso da Fig. 3, anotações em inglês com tom melancólico foram encontradas em um dos cadernos da vítima, com palavras que expressam sentimentos de cansaço, medo, raiva, tristeza, fome e agitação.

A Figura 4 apresenta anotações afixadas na porta do refrigerador de uma residência, local de suicídio. Nas anotações consta uma frase bíblica de uma passagem do Antigo Testamento no Livro de Esdras, com tom encorajador. A anotação indica ainda outra passagem bíblica do Livro de Salmos, esta com tom de remorso.

Em mais um caso de suicídio, uma nota foi encontrada durante o exame pericial conforme apresenta a Fig. 5. A nota expõe a senha do celular que está ao lado, indicando preparativos para a autoeliminação da vítima. Neste local havia ainda uma carta de despedida.

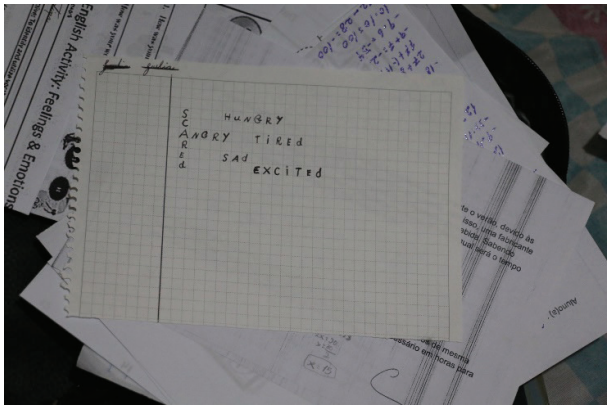


Figura 3. Anotações em inglês com tom melancólico encontradas no caderno da vítima. Fotografia registrada pelo autor.

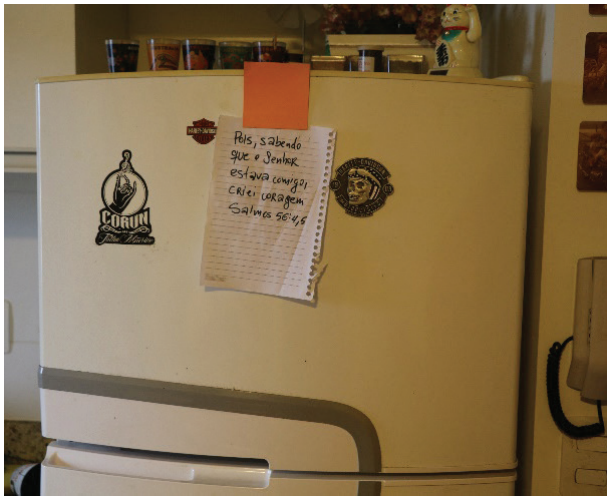


Figura 4. Anotações de passagens bíblicas afixadas na porta do refrigerador. Fotografia registrada pelo autor.

Rev. Bras. Crim. 14(4), 28-32, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Figura 5. Nota contendo a senha do aparelho celular adjacente. Fotografia registrada pelo autor.

Em algumas ocasiões as anotações realizadas pela vítima no local de suicídio utiliza suportes diversos das folhas de papel. Durante a perinecroscopia de uma vítima de suicídio por precipitação, o perito constatou uma inscrição em tinta vermelha na mão esquerda do cadáver, conforme apresenta a Fig. 6. A escrita da palavra "cansei" indica um tom melancólico comum em casos de autoeliminação. Em outro evento de suicídio, traços de tinta vermelha foram observados no estojo da munição utilizada pela vítima. Ao analisar atentamente o elemento de munição, mostrado na Fig. 7, foi possível constatar a palavra "GAY" inscrita na lateral do seu corpo cilíndrico. Esta anotação pode indicar conflitos de sexualidade que culminaram naquele evento.

Figura 6. Inscrição observada na mão esquerda da vítima de suicídio por precipitação. Fotografia cedida pelo Perito Criminal INL.

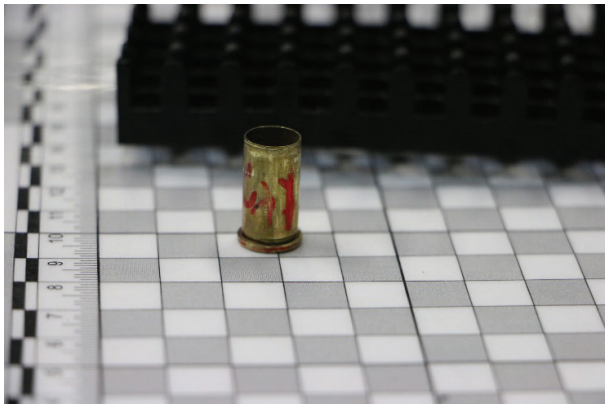


Figura 7. Inscrição constatada na lateral do corpo cilíndrico do estojo de munição. Fotografia registrada pelo autor.

Figura 8. Fotografias encontradas sobre o pavimento ao lado do cadáver. Os rostos foram descaracterizados pelo autor para preservação das identidades. Fotografia registrada pelo autor.

Quando as anotações são ausentes, os vestígios psicológicos podem estar associados a outros elementos. A Figura 8 apresenta um caso de suicídio onde foram encontradas fotografias de casal sobre o pavimento, próximo ao cadáver. Em outro caso, é possível constatar o veículo da vítima adjacente à árvore onde consumou seu suicídio por enforcamento (Fig. 9), em frente à residência onde a sua ex-companheira teria buscado abrigo com parentes após a sua separação. As fotos sobre o pavimento e a escolha do local específico para a autoeliminação indicam que a separação do casal seria um dos fatores que culminaram nestes eventos.

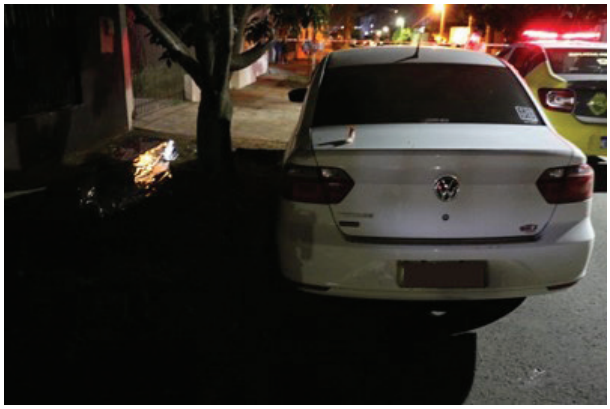


Figura 9. Vítima e seu veículo adjacentes ao local onde se encontrava a sua ex-companheira. A placa de licenciamento foi descaracterizada pelo autor para preservação da identidade. Fotografia registrada pelo autor.

5. CONCLUSÕES

A investigação sobre a importância do reconhecimento fixação e processamento de vestígios psicológicos em locais de crime revela o potencial frequentemente subestimado desses elementos intangíveis. Casos concretos demonstram que esses vestígios podem fornecer informações valiosas sobre a motiva-

Rev. Bras. Crim. 14(4), 28-32, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

ção, o perfil do autor e a dinâmica do crime. Integrar a análise de vestígios materiais com os seus vestígios psicológicos associados não apenas enriquece o exame pericial, mas também fortalece a interpretação dos fatos, oferecendo uma compreensão mais robusta do evento criminoso.

A adoção de uma abordagem multidisciplinar, que reconheça tanto os vestígios materiais quanto os vestígios psicológicos associados é fundamental para o diagnóstico diferencial, que busca distinguir entre as diversas possíveis explicações para os vestígios e elementos observados no local do crime. Portanto, é essencial que a formação e a prática pericial evoluam para incorporar sistematicamente a análise de vestígios psicológicos, complementando os vestígios materiais usualmente encontrados. Isso potencializa os resultados dos exames periciais e aprimora a qualidade das análises forenses, proporcionando um diagnóstico diferencial mais robusto e preciso.

Em trabalhos futuros, a análise e interpretação dos vestígios psicológicos associados aos vestígios materiais de local de crime por profissionais com formação nas áreas de psicologia e psiquiatria pode ser investigada, assim como a existência de setores especializados e a atuação de profissionais destas áreas nos órgãos oficiais de perícia criminal no Brasil. Outros casos onde a análise dos vestígios psicológicos foram determinantes na reconstrução da realidade dos fatos podem ser estudados e categorizados.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Polícia Científica de Santa Catarina. Os autores gostariam de agradecer ao Perito Criminal INL pela contribuição com a fotografia apresentada na Fig. 6.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] J.A. Velho; K.A. Costa; C.T. Mota Damasceno. Locais De Crime Dos Vestígios À Dinâmica Criminosa, 2ª ed. (2023).

[2] E. Cunico. Perícias em Locais de Morte Violenta: Criminalística e Medicina Legal, 1ª ed. (2015).

[3] C.T.A. Rosa. Vestígios Psicológicos ou Comportamentais na Cena de Crime: uma Evidência Subutilizada no Arcabouço Pericial Brasileiro. *Revista Brasileira de Criminalística* (2015).

[4] J.H.E. Santana; C.T.A. Rosa; M.C.C.C. Krause. "Psicologia Forense e sua relevância na Perícia Criminal," *Revista Brasileira de Criminalística* (2022).

[5] J.A. Velho; G.Caminoto Geiser; A. Espindula. *Ciências Forenses - Uma Introdução às Principais Áreas da Criminalística*, 4ª ed. (2021).

[6] R.H. de Roo; M. de Gruijter; C.J. de Poot; J.C. Limborgh; P. van den Hoven. The added value of behavioural information in crime scene investigations. *Forensic Science International: Synergy* (2022).

[7] J.D. Hidalgo Murillo. *Cadena de custodia. Una respuesta a la investigacion que debe realizar la policia preventiva tecnica y cientifica* (2015).

[8] G. Madeira Dezem. *Curso de processo penal* (2022).

[9] Brasil. Lei nº 13.964, de 24 de Dezembro de 2019 (2019).

[10] P.L. Kirk. *Crime Investigation; Physical Evidence and the Police Laboratory* (1953).

[11] G.H.R.I. Badaró. A cadeia de custódia e sua relevância para a prova penal. *Temas atuais da investigação preliminar no processo penal* (2017).

[12] B. Warmling Barros. Sete perguntas que ajudam a entender as mortes violentas intencionais no Brasil. *Anuário Brasileiro de Segurança Pública* (2021).

[13] C. Hald. Philosophical Basis of the Forensic Process. *Encyclopedia of Criminology and Criminal Justice* (2014).

[14] Conselho Nacional de Justiça. *Perícia Criminal para Magistrados* (2022).

[15] T.P. Ho; P.S.F. Yip; C.W.F. Chiu; P. Halliday. Suicide notes: what do they tell us?. *Acta Psychiatrica Scandinavica* (1998).

[16] J.E. Douglas; C. Munn. Violent Crime Scene Analysis: Modus Operandi, Signature, and Staging. *FBI Law Enforcement Bulletin* (1992).

[17] S. Visentin; L. Massaro; G. Viel; G. Cecchetto; M. Montisci. Suicide identification during on-site inspection. Proposal and application of an interpretative method for death scene investigation. *Forensic Science International* (2019).

v. 14, n. 4, p. 33-36, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Mineralogia como ferramenta para estabelecimento de ligação entre veículo suspeito e homicídio na Baixada Fluminense, RJ

C.R.M. Silva[a,*], C.S. Silveira[a], J.A. Matos[a,b], W C. da Cruz[a,b]

[a] *Programa de Pós Graduação em Geoquímica, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói (RJ), Brasil*
[b] *Delegacia de Homicídios da Baixada Fluminense, Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: caiorocha@id.uff.br. Tel.: +55-21-986568782.*

Keywords: Solo; Mineralogia; DRX; Investigação Forense.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Os solos embora subestimados na investigação forense devido à sua natureza complexa e heterogênea, ainda assim podem fornecer informações cruciais para a resolução de crimes [1]. Pelo fato de muitos delitos ocorrerem em condições onde vestígios de solo são transferidos da sua origem para itens como ferramentas, armas, pneus, solas de sapatos e roupas, eles podem fornecer indícios espaciais [2].

Devido à composição do solo ser derivada de vários fatores como a geologia, condições climáticas, relevo, processos de intemperismo e bioquímicos, além de atividades antrópicas, pode-se encontrar diversas características mensuráveis especificas, que podem ligar um indivíduo, animal ou objeto a uma cena do crime [1 - 5]. As frações mais finas do solo são especialmente promissoras para fins forenses, pois os processos pedogenéticos resultam em minerais e compostos químicos com estruturas físicas e composições químicas distintas que podem atuar como assinaturas duradouras no solo, atendendo aos critérios desejados para evidências forenses de singularidade e estabilidade [2, 3, 6].

A aplicação de técnicas de análises de solo com finalidade forense, no entanto, esbarra em 2 principais desafios: poder de discriminação dos parâmetros analisados e a determinação de diferentes variáveis em uma quantidade de amostra normalmente muito pequena [2, 5, 7]. Os métodos que envolvem a difração de raios X (DRX) são indiscutivelmente os mais indicados pois, com uma pequena quantidade de amostra, permite a obtenção de diversas variáveis como análises qualitativas e quantitativas [8].

A funcionalidade da técnica para finalidades forenses é retratada em trabalhos como [5 - 7], [9 - 12] que provam que diferenças mineralógicas são suficientes para a comparação forense de solos, mesmo com uma quantidade reduzida de amostra.

2. PROBLEMÁTICA

O presente trabalho foi executado como o intuito de se investigar a possível autoria de um sequestro seguido de morte. A dinâmica do caso foi o desaparecimento de uma pessoa, com posterior apreensão do carro da vítima na posse de dois suspeitos. Com o encontro do cadáver da vítima, os dois suspeitos negaram terem estado no local do crime.

Assim o objetivo do trabalho é tentar estabelecer se existe conexão entre o carro encontrado na posse dos suspeitos com o local de encontro do cadáver. Isso foi feito pela comparação de amostras de solo coletadas na região do homicídio com vestígios de solo coletadas no veículo. Foram utilizados dados de mineralogia e composição elementar do solo como variáveis forenses discriminantes.

2.1. Amostragem

No local de encontro do cadáver foram coletadas 4 amostras de topo do solo (0-15cm), nomeadas como:

61-001, 61-002, 61-003 e 61-004, seguindo procedimento operacional padrão elaborado pela Polícia Federal em parceria com a Universidade Federal do Paraná. As amostras de solo foram coletadas ao redor da área do homicídio de acordo com a Figura 1. Somente a amostra 61-002 foi coletada em um ponto fora da estrada.

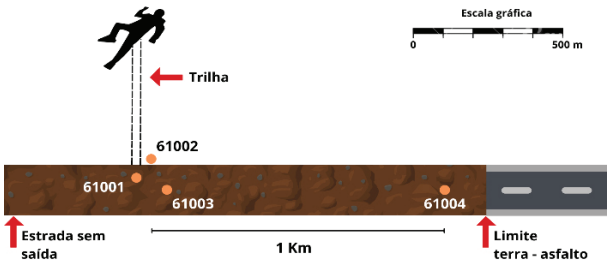


Figura 1. Croqui com a disposição das amostras de solo coletadas.

No veículo apreendido foram coletadas outras 4 amostras (figura 2), 2 no setor lateral direito do veículo (61-PBDD e 61-LDD) e 2 no setor lateral esquerdo (61-PBDE e 61-LDE). Totalizando 8 amostras de solo.

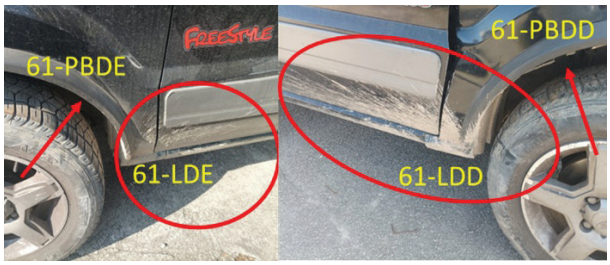


Figura 2. Disposição das amostras coletadas no veículo.

2.2. Análises

As amostras de solo coletadas foram secas ao ar e tamisadas em peneira de malha de 2 mm de malha para obtenção da terra fina ao ar (TFSA). Posteriormente foram tratadas com peróxido de hidrogênio 30% para remoção da matéria orgânica. Após esta etapa, elas foram lavadas com água deionizada através de uma peneira de 0,063 mm para obtenção da fração fina do solo (silte e argila) que foi analisada para composição mineralógica e elementar.

A fração fina das amostras foi analisada por Difração de Raios X (DRX) utilizando o equipamento de Bruker D2 Phaser com análise qualitativa (DIFFRACT.EVA®) e quantitativa através do método de Rietveld [13 - 15], (TOPAS® 4.2). A análise elementar (Si, Al, K, Fe, Mg, Ca, Ti e P) foi feita por Fluorescência de Raio X (FRX) (PANalytical Epsilon 1).

Os resultados foram submetidos à análise estatística de correlação; calculando a similaridade euclidiana entre as amostras, análise de componentes principais (ACP) e análise hierárquica de clusters (AHC) – método "average", utilizando o programa Rstudio.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. Mineralogia e geoquímica total

A mineralogia da fração fina obtida das amostras foi dominada pelos minerais: caulinita (5-77 %), feldspato (0-31 %), plagioclásio (3-18 %) e quartzo (3-20 %) (figura 3). Os box plot com os conjuntos de dados mostram que os dados das amostras coletados no carro são bastante uniformes e similares aos da estrada, com exceção da amostra 61-002, que é um outlier para a maioria das variáveis e o feldspato na amostra 61-003.

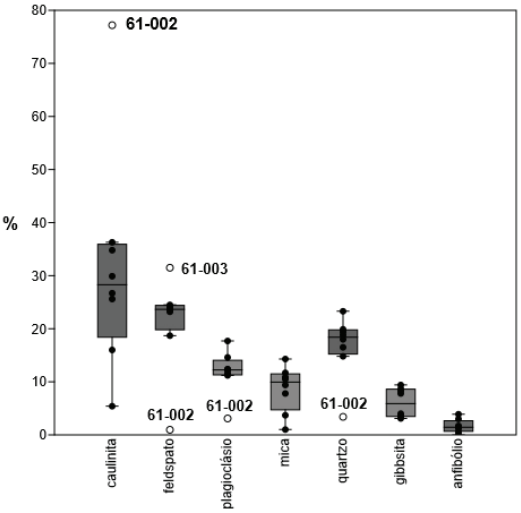


Figura 3. Box plot para os dados de mineralogia

Os dados de geoquímica total (figura 4) foram dominados pelos elementos Si (48-60%), Al (22-41%), Fe (6-8%) e K (0-5%). Da mesma forma como nos dados de mineralogia a amostra 61-002 mostrou-se destoante do conjunto de dados representando um outlier para a metade das variáveis.

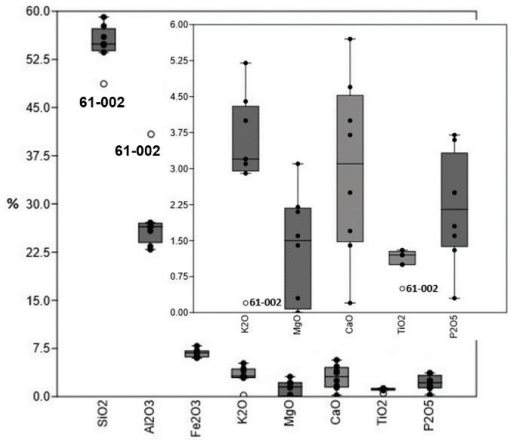


Figura 4. Box plot para os dados de geoquímica total.

3.8. Análise estatística

Inicialmente, com a finalidade de se avaliar a similaridade estatística entre as amostras coletados no veículo, foi realizado um teste de similaridade Euclidiana (tabela 1). Os resultados indicam grande similaridade entre as amostras coletadas no carro (96 - 98 %), indicando que possuem a mesma origem geográfica. A similaridade entre as amostras de solo foi de 88 a 95 %, sendo os menores valores relacionados a amostra 61-002.

Tabela 1. Similaridade Euclidiana (>95% em vermelho). As amostras retiradas do carro estão em azul.

%	61-001	61-002	61-003	61-004	61-PBDD	61-PBDE	61-LDD	61-LDE
61-001	90							
61-002	95							
61-003	93	90						
61-004	94	88	95					
61-PBDD	94	91	96	95				
61-PBDE	94	89	95	94	96			
61-LDD	94	90	96	95	97	97		
61-LDE	94	91	96	95	97	96	96	

A amostra 61-002 se distância não só estatisticamente mais na posição com as outras amostras, pois foi coletada em um ponto fora da estrada (figura 1). Para as amostras 61-003 e 61-001 a similaridade era esperada devido a pouca distância entre os pontos de coleta, assim como entre as amostras 61-003 e 61-004 (95 %), na continuidade da estrada. Por fim destaca-se também a grande similaridade entre a amostra 61-003 e as coletadas no carro (95-96 %).

Ao aplicar a AHC (figura 5), os resultaram agruparam as amostras coletadas no carro, o que reforça a origem única e similar. Além disso, este agrupamento engloba também a amostra 61-003. Este resultado indica fortemente que o veículo questionado esteve na área de coleta das amostras.

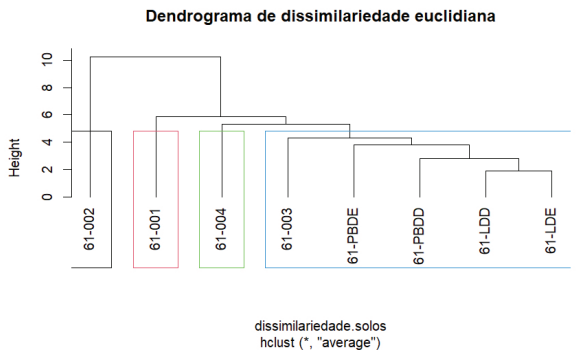


Figura 5. Análise hierárquica de clusters (AHC).

Ao aplicar a ACP (figura 6), observou-se que os dois primeiros componentes principais explicam 75% do modelo, indicando ser um modelo explicativo significativo. Como na AHC ambas as análises reforçam a similaridade entre as amostras coletas no carro, relacionando-as a amostra 61-003. As principais variáveis responsáveis pela discriminação entre as amostras (obtidas pelos loadings da PC1) foram: feldspato, plagioclásio, caulinita, quartzo, Fe e Ti. Em trabalhos como [9-12] em outras áreas geográficas, foram encontradas variáveis semelhantes, destacando-se caulinita, feldspato e Fe comuns com o presente trabalho.

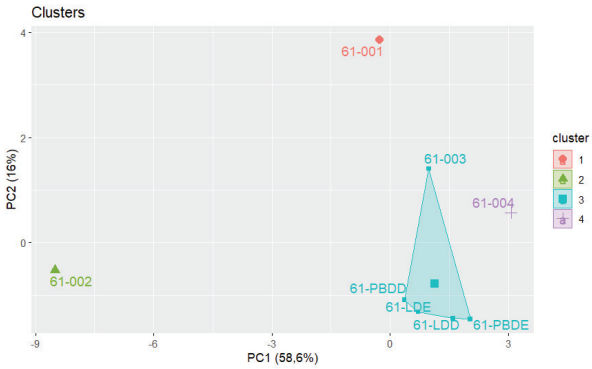


Figura 6. Análise de componentes principais (ACP).

4. CONCLUSÕES

Ante ao exposto e de acordo com as análises químicas, físicas, mineralógicas e estatísticas realizadas, chega-se à conclusão que o resultado da análise comparativa entre os solos indica uma forte evidência de que o veículo apreendido trafegou pela estrada no ponto onde foram coletadas as amostras, nas proximidades do local de encontro de cadáver. Com as variáveis feldspato, plagioclásio, caulinita, quartzo, Fe e Ti sendo as significativas para a diferenciação dos solos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Y. Marumo. Forensic Examination of Soil Evidence. Japanese Journal of Forensic Science and Technology, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 95–111, 2003.

[2] R. Fitzpatrick. Nature, Distribution, and Origin of Soil Materials in the Forensic Comparison of Soils. Em: Soil Analysis in Forensic Taphonomy. [s.l.]: CRC Press, 2008. p. 1–28.

[3] B. L. Allen; B. F. Hajek. Mineral Occurrence in Soil Environments. Em: DIXON, J. B.; WEED, S. B. (Eds.). *Minerals in soil environments*. 2. ed. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America Book Series, (1989). v. 1p. 199–278.

[4] P. A. Sanchez. *Properties and Management of Soils in the Tropics*. 2. ed. [s.l.]: Cambridge University Press, (2019).

[5] R. S. Corrêa; V. F. Melo; G. G. F. Abreu; M. H. Sousa; J. A. Chaker; J. A. Gomes. Soil forensics: How

far can soil clay analysis distinguish between soil vestiges? Science and Justice, [s. l.], v. 58, n. 2, p. 138–144, 2018.

[6] L. V. Prandel; V. F. Melo; A. M. Brinatti; S. C. Saab; F. A. S. Salvador. X-ray Diffraction and Rietveld Refinement in Deferrified Clays for Forensic Science. Journal of Forensic Sciences, [s. l.], v. 63, n. 1, p. 251–257, 2018.

[7] V. F. Melo; L. C. Barbar; P. G. P. Zamora; C. E. Schaefer; G. A. Cordeiro. Chemical, physical and mineralogical characterization of soils from the Curitiba Metropolitan Region for forensic purpose. Forensic Science International, [s. l.], v. 179, n. 2–3, p. 123–134, 2008.

[8] V. K. Pecharsky; P. Y. Zavalij. *Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials*. Boston, MA: Springer US, (2009).

[9] S. A. Testoni; V. F. Melo; L. A. Dawson; J. Malakoski; E. Cunico; J. A. Junqueira Neto. The Use of a Sequential Extraction Technique to Characterize Soil Trace Evidence Recovered from a Spade in a Murder Case in Brazil*. Journal of Forensic Sciences, [s. l.], v. 65, n. 6, p. 1921–1934, 2020.

[10] R. W., Fitzpatrick; M. D, Raven. How Pedology and mineralogy helped solve a double murder case: using forensics to inspire future generations of soil scientists. Soil Horizons, v. 53, n. 5, 2012.

[11] V. F. Melo; S. A. Testoni; L. A. Dawson; A. G. de Lara; F. A. S. Salvador. Can analysis of a small clod of soil help to solve a murder case? Science & Justice, v. 59, n. 6, p. 667-677, 2019.

[12] S. A. Testoni; V. F. Melo; L. A. Dawson; F. A. S. Salvador; L. V. Prandel. Evaluation of forensic soil traces from a crime scene: robbery of a safety deposit box in Brazil. Geological Society, London, Special Publications, v. 492, n. 1, p. 181-196, 2021.

[13] L. B. Mccusker; R. B. Von Dreele; D. E. Cox; D. Louër; P. Scardi. Rietveld refinement guidelines. Journal of Applied Crystallography, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 36–50, 1999.

[14] H. M. Rietveld. Line profiles of neutron powder-diffraction peaks for structure refinement. Acta Crystallographica, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 151–152, 1967.

[15] B. H. R. Toby. factors in Rietveld analysis: How good is good enough? Powder Diffraction, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 67–70, 2006.

v. 14, n. 4, p. 37-41, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Revelações de fragmentos papilares antigos, até 190 dias após contato do suspeito com o material, resultam em identificações positivas na Perícia Papiloscópica

Bruna Daniella de Souza Silva[a], Priscilla Alves Roriz Bueno[a], Wanderlin Oliveira da Mota[a], Rodrigo Oliveira Gonçalves[b], Bruno Rodrigues Costa[b], Lais Nogueira Magno[a], Raquel Vaz Resende[a]

[a] *Superintendência de Identificação Humana da Polícia Civil do Estado de Goiás, Goiânia (GO), Brasil*
[b] *Escola Superior da Polícia Civil do Estado de Goiás, Goiânia (GO). Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: bdssditec@gmail.com. Tel.: +55-62-98111-6140*

Keywords:Impressões digitais; perícia papiloscópica; suporte primário; lapso temporal.

1. INTRODUÇÃO

A perícia papiloscópica, se destaca com uma das disciplinas mais antigas e consolidadas dentro das ciências forenses, e tem como objetivo primordial a identificação de indivíduos por meio das impressões digitais [1]. Esse método, baseado no Princípio da Troca de Locard, que afirma que "todo contato deixa uma marca", tem sido fundamental na resolução de inúmeros casos criminais ao longo dos anos [2, 3]. A confiabilidade e precisão da Papiloscopia se alicerçam nos princípios da unicidade, perenidade e imutabilidade das impressões digitais, características que tornam essa ciência uma ferramenta indispensável para a justiça [2].

As impressões digitais têm um papel fundamental na materialidade de delitos e na detecção de crimes. Impressões coletadas na cena do crime podem ser confrontadas com registros mantidos em um banco de dados, consistindo em uma ferramenta poderosa na individualização de suspeitos. Uma ampla gama de técnicas químicas, físicas e ópticas é usada na tentativa de revelar fragmentos papilares de difícil visualização nos locais de crimes, incluindo ninidrina, vaporização com cianoacrilato [4]. Historicamente, a detecção e análise de impressões digitais em cenas de crime evoluiu significativamente, acompanhando os avanços tecnológicos e científicos. Desde as primeiras técnicas rudimentares até os métodos sofisticados de hoje, a capacidade de revelar e preservar fragmentos papilares tem sido aprimorada continuamente [5, 6, 7]. No entanto, um desafio persistente tem sido a detecção de impressões digitais em materiais que foram tocados há muito tempo, especialmente em condições ambientais adversas.

Este trabalho objetivou explorar e validar a eficácia das técnicas de revelação de fragmentos papilares antigos, avaliando a qualidade e a viabilidade das identificações positivas realizadas até 190 dias após o contato do suspeito com o material. Para isso, foram utilizados diversos métodos de revelação e análise, incluindo técnicas físicas e químicas, em uma variedade de superfícies expostas às diversas condições ambientais.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: inicialmente, apresenta-se a introdução para situar o leitor no contexto do tema abordado. Em seguida,

detalha-se a metodologia empregada na pesquisa, incluindo os materiais e métodos utilizados. Na sequência, são discutidos os resultados obtidos e suas implicações para a prática forense. Por fim,o trabalho é concluído com uma reflexão sobre as limitações do estudo e sugestões para futuras pesquisas na área.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Visando determinar o lapso temporal de possibilidade de revelação de fragmentos papilares em materiais coletados em cenas de crime, foram analisados os casos periciados pelo Laboratório de Pesquisa, Desenvolvimento e Levantamento Papiloscópico da Superintendência de Identificação Humana da Polícia Civil do Estado de Goiás (LPDLP/SIH/PCGO) dos últimos cinco anos (01/2019 a 06/2024). Os casos selecionados foram aqueles periciados a partir de 11 (onze) dias após o contato do indivíduo com o material na cena do crime e positivados, em que foi identificado pelo menos um indivíduo através dos fragmentos papilares coletados no material periciado em laboratório, proveniente de local de crime. Todos os procedimentos de perícia papiloscópica seguiram o Protocolo Operacional Padrão (POP) da Secretaria Nacional de Segurança Pública (SENASP) e as Diretrizes da Lei 13.964/2019 e da Portaria nº 0325/2022 que regulariza os exames periciais e a cadeia de custódia de vestígios no Estado de Goiás [8, 9]. As técnicas utilizadas na revelação dos fragmentos papilares em laboratório foram as mesmas para todos os casos e seguiram as diretrizes do Manual Técnico de Processamento de Impressões Digitais do *Federal Bureau of Investigation* (FBI) e do POP da SIH/PCGO [10]. Os reagentes utilizados nas técnicas aqui descritas foram: Cianoacrilato® e Pó pericial preto regular® (ambos da Sirchie), Amarelo Básico® e Ninidrina® (ambos da Tritechs Forensics). Todos os fragmentos levantados nos materiais periciados foram pesquisados e confrontados com o banco de dados do Sistema Automatizado de Identificação de Impressões Digitais (AFIS) da PCGO. Em cada caso foi constatada a data da perícia no local de crime e a data em que o material coletado foi periciado no laboratório. Além disso, foram analisadas as técnicas utilizadas na perícia papiloscópica e a natureza do suporte primário onde os fragmentos foram obtidos assim como o tipo de objeto analisado. Caracterizou-se também, a forma que os materiais ficaram armazenados desde a coleta no local de crime até a realização dos exames periciais papiloscópicos laboratoriais.

3. RESULTADOS

Após a análise de todos os casos periciados no laboratório e positivados no sistema AFIS da PCGO no período analisado foram evidenciados 29 casos em que o lapso temporal entre a coleta e a perícia foi igual ou superior a 11 (onze) dias, chegando até 190 (cento e noventa) dias após o contato do suspeito com o material na cena do crime (Tabela 1). Todos os materiais foram devidamente coletados e acondicionados em sacos plásticos no momento da coleta no local de crime, lacrados e transportados à Central de Custódia de cada Unidade Avançada de Serviços Papilos**cópicos** (UASP) da PCGO, onde ficaram armazenados até o transporte à sede do LPDLP/SIH/PCGO em Goiânia/GO para que fosse realizada a perícia papiloscópica. Os materiais eram provenientes de várias tipificações penais, as quais incluíram furto simples e qualificado, homicídio, latrocínio, estupro, roubo e sequestro.

Tabela 1. Lapso temporal entre a data dos crimes e a data das perícias realizadas nos objetos coletados nos locais de crime. É evidenciado também quais técnicas de revelação de fragmentos papilares foram utilizadas em cada caso, assim como a natureza do material periciado.

Data da perícia no local do crime	Data da perícia no material coletado no local do crime	Lapso temporal (em dias)	Técnica utilizada para realizar o levantamento dos fragmentos papilares	Natureza do material	Material analisado
20/12/2018	25/01/2019	36	Ciano	Plástico	Garrafa pet 2L
22/01/2019	14/02/2019	23	Ciano + Pó preto	Vidro	Garrafa de vodka
16/05/2019	26/06/2019	41	Ciano + Pó	Plástico	Fita adesiva (lado não colante)
21/08/2019	04/10/2019	44	Ninidrina	Papel	Termo de abertura PM
08/09/2019	04/10/2019	26	Ciano + AB	Plástico	Saco plástico
09/07/2019	04/10/2019	87	Ninidrina	Papel	Atestado médico
04/11/2019	20/11/2019	16	Ciano	Vidro	Garrafa de cerveja
08/10/2019	05/11/2019	28	Ciano + Pó preto	Papel	Caixa de celular

Data da perícia no local do crime	Data da perícia no material coletado no local do crime	Lapso temporal (em dias)	Técnica utilizada para realizar o levantamento dos fragmentos papilares	Natureza do material	Material analisado
27/10/2019	20/11/2019	24	Ciano	Plástico	Pote de cosmético
26/12/2019	27/01/2020	32	Ciano + AB	Papel	Papel carbono
18/02/2020	18/03/2020	29	Ciano + Pó preto	Plástico	Caixa acrílica
14/08/2020	25/09/2020	42	Ciano + AB	Plástico	Saco plástico
07/10/2020	22/10/2020	15	Ciano + Pó preto	Papel	Caixa de aparelho karaoquê
17/02/2021	02/03/2021	14	Ciano + Pó preto	Papel	Caixa de perfume
14/03/2021	07/05/2021	54	Ciano + Pó preto	Papel	Caixa Iphone
25/04/2021	17/05/2021	22	Ninidrina	Papel	Folha de papel
08/11/2021	19/11/2021	11	Ciano + Pó preto	Vidro	Garrafa de whisky
09/11/2021	23/11/2021	14	Ninidrina	Papel	Folha de papel A4
16/03/2022	28/04/2022	43	Ciano + AB	Plástico	Sacola plástica
31/03/2022	11/04/2022	11	Ciano + AB	Plástico	Copo descartável
20/08/2022	16/09/2022	27	Ciano	Papel	Caixa de whisky
12/04/2023	09/05/2023	27	Ninidrina	Papel	Folha de papel A4
12/04/2023	12/05/2023	30	Ninidrina	Papel	Folha de papel A4
19/04/2023	26/10/2023	190	Ninidrina	Papel	Folha de papel A4
14/09/2023	28/09/2023	14	Ciano	Vidro	Garrafa de aguardente
12/01/2024	09/04/2024	88	Ciano + Pó preto	Alumínio	Lata de perfume
25/02/2024	07/03/2024	11	Ciano + AB	Plástico	Sacola plástica
19/04/2024	03/06/2024	45	Ciano + AB	Plástico	Sacola plástica
07/04/2024	08/05/2024	31	Ciano + AB	Plástico	Sacola plástica

Ciano: Cianoacrilato; AB: Amarelo Básico; Pó preto: Pó pericial na cor preta.

O hiato temporal observado entre a coleta do material e a perícia foi variável devido à logística de cada unidade regional, que encaminha os materiais por malote em períodos distintos mensalmente, de acordo com a demanda e com a disponibilidade de recursos para tal feito. Observou-se que a maioria dos casos positivados (n=22) consistiu no uso da técnica do cianoacrilato sozinho (n=5) ou combinado com outras técnicas (Pó=9; AB=8) conforme se pode observar no gráfico 1. Em 39,1% dos casos foram usadas a fumigação com cianoacrilato seguida do empoamento com pó pericial regular de cor preta. A fumigação com cianoacrilato seguida de tratamento com o corante fluorescente amarelo básico e revelação com luz ultravioleta foi a técnica utilizada em 34,7% dos casos. Apesar disso, o caso que apresentou o maior interstício entre a coleta e a perícia, totalizando 190 dias, foi periciado utilizando a técnica da ninidrina.

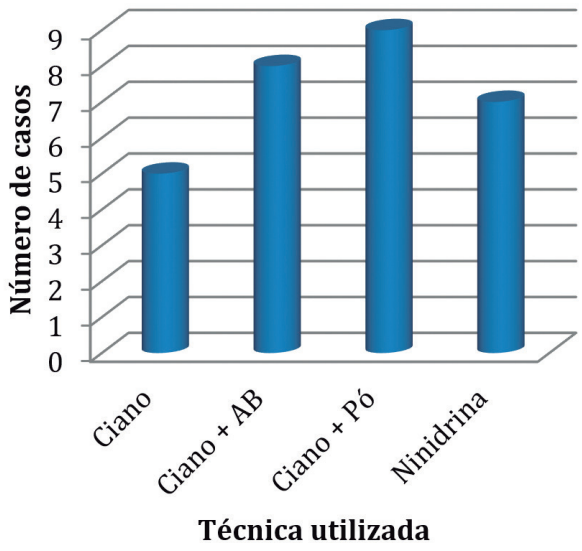


Gráfico 1. Quantitativo de casos positivados de acordo com a técnica de revelação de fragmentos papilares utilizada na perícia laboratorial. Ciano: Cianoacrilato; AB: Amarelo Básico; Pó: Pó pericial preto regular

Na análise da natureza dos suportes onde os fragmentos positivados foram revelados (Gráfico 2), observou-se superfícies constituídas de papel, na maior parte dos casos (n=13), revestido ou não, plástico (n=11), vidro (n=4) e alumínio (n = 1). A quantidade de fragmentos revelados e indivíduos identificados foram desconsiderados, tendo em vista que são fatores não controlados dentre os casos.

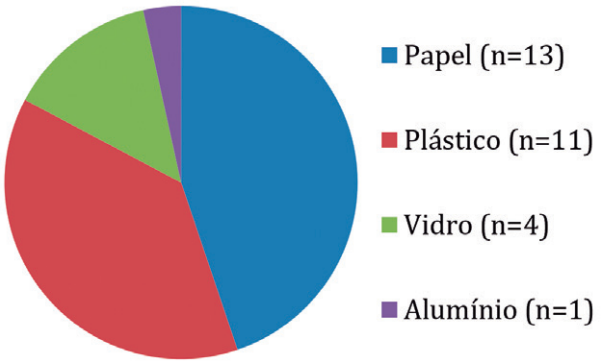


Gráfico 2. Quantitativo de casos positivados de acordo com a natureza do material em que foram observados fragmentos revelados e positivados pela perícia laboratorial.

4. DISCUSSÃO

Ao avaliarmos o lapso temporal foi observado que o tempo entre a coleta do material e a perícia variou significativamente devido à logística das unidades regionais. Isso ocorre porque os materiais são encaminhados por malote em diferentes períodos mensais, conforme a demanda e recursos (materiais e humanos) disponíveis. O caso com o maior lapso temporal foi de 190 dias, utilizado na técnica da ninidrina. Este é o primeiro trabalho que realiza uma análise do tempo de revelação das impressões digitais em materiais coletados em locais de crime. Há poucos achados na literatura científica que avaliem a datação das impressões digitais e nenhum que conceitue o que seria uma impressão digital recente ou antiga, dificultando as discussões acerca destes achados [11].

Sabe-se que a natureza do suporte primário pode influenciar e determinar a técnica utilizada na revelação de fragmentos papilares. A característica formada pelas moléculas de celulose faz do papel (e seus derivados) um dos melhores suportes para armazenar a matéria orgânica decorrente do contato com o material, o que corrobora com os achados deste trabalho, em que o maior lapso temporal foi observado no papel revelado com ninidrina, regente específico utilizado para periciar superfícies porosas [12, 13]. Materiais lisos tais como plástico, alumínio e vidro também têm se mostrado excelentes suportes na perícia papiloscópica, entretanto em revelações de impressões digitais em casos de crimes mais recentes [12].

A investigação identificou que a técnica mais utilizada para a revelação de fragmentos papilares positivos foi o cianoacrilato, sozinho ou combinado com outras técnicas como o pó pericial regular (Pó) e o amarelo básico (AB). A fumigação com cianoacrilato seguida de empoamento com pó pericial de cor preta foi destacada como a mais comum, representando 39,1% dos casos positivados. Outra técnica significativa foi a fumigação com cianoacrilato seguida de tratamento com corante fluorescente amarelo básico e revelação com luz ultravioleta, utilizada em 34,7% dos casos. O cianoacrilato promove a polimerização da matéria orgânica e conseqüente fixação dos fragmentos revelados no suporte, o que pode contribuir com o sucesso na revelaçao destes fragmentos por estas técnicas.

É sabido que a composição das impressões digitais de cada pessoa é variável de acordo com muitas características tais como genética, nutrição, hidratação, idade, sexo, tempo e pressão exercida sobre o suporte. E que a decomposição da mesma até sua completa degradação, depende da quantidade de matéria orgânica deixada em cada contato com a superfície além de fatores externos tais como intempéries climáticas, microorganismos ambientais, fricção com outros materiais, entre muitos outros [4, 11, 12]. Tudo isso pode influenciar diretamente a perícia papiloscópica na revelação destes fragmentos.

Em relação aos suportes onde os fragmentos papilares foram revelados, os mais comuns foram papel (revestido ou não), seguido por plástico, vidro e alumínio. Essa análise da natureza dos suportes ajuda a entender os desafios e especificidades envolvidos na perícia de diferentes materiais, uma vez que a ligação dos constituintes da impressão digital com os agentes reveladores utilizados na perícia papiloscópica baseia-se na interação entre os componentes da matéria orgânica e a interação física ou química da substância com o reagente [14, 15].

Estudos demonstrando que é possível revelar fragmentos papilares em materiais tocados por suspeitos mesmo após longos períodos de tempo **são cruciais para o aprimoramento da perícia papiloscópica. A capacidade de identificar suspeitos com base em impressões digitais antigas pode ser crucial em investigações onde o tempo é um fator crítico, evidenciando a materialidade delituosa.**

Por fim, fatores como a quantidade de fragmentos revelados e o número de indivíduos identificados não foram controlados na análise. Isso indica uma área

para possível melhoria na padronização e na coleta de dados futuros.

5. CONCLUSÕES

É possível revelar e levantar fragmentos papilares com condições de pesquisa e confronto positivo no sistema AFIS em um lapso temporal de até 190 dias após o contato do indivíduo com o material na cena do crime.

Cabe destacar que os achados deste trabalho são casos reais, periciados no LPDLP/SIH/PCGO e apresentaram resultados positivos na identificação de suspeitos.

A fim de aprimorar os resultados demonstrados por este trabalho, é necessário realizar estudos que acompanhem a degradação e a persistência das impressões digitais ao longo de períodos mais longos, utilizando diferentes condições ambientais, materiais diversos e ambientes controlados. Além disso, promover colaborações entre pesquisadores de diversas áreas, como biologia forense, química e engenharia, podem permitir abordar de maneira abrangente os desafios relacionados à detecção de impressões digitais em materiais tocados há muito tempo e contribuir significativamente com a Ciência Forense e o avanço da Criminalística.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Superintendência de Identificação Humana e à Escola Superior da Polícia Civil de Goiás pelo apoio concedido no desenvolvimento de pesquisas científicas na área da perícia papiloscópica. Além disso, agradecemos àqueles que contribuíram direta ou indiretamente no desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ESPINDULA, A. Ciências Forenses: Uma Introdução às principais áreas da Criminalística Moderna. São Paulo: Editora Millennium, 2ª Edição, p.127 – 146, 2013.

[2] E.H. Holder-Junior; L.O. Robinson; J.H. Laub. The fingerprint sourcebook. Washington: Editora NIJ Press. 1ª edição, 2004.

[3] H.C. Lee; R.E. Gaensslen. Advances in fingerprint technology. Washington: Editora CRC Press. 2ª edição, 2001.

[4] R.S. Croxton, et al. Variation in amino acid and lipid composition of latent fingerprints. Forensic Science International, v. 199, n. 1-3, p. 93-102, 2010.

[5] Harris, H. A ., Latent Fingerprint Development On Porous Surfaces, US 2018/0039813 A1, 2018.

[6] BARROS, RODRIGO M.; OLIVEIRA NETO, OSMAR S. ; BARBOSA, RAISSA R. M. ; TONIETTO, ANGELA ; JACINTHO, CECÍLIA V. M. ; DEL SARTO, RAFAEL P. ; PAULINO, MARCO A. . Using a large-scale cyanoacrylate fuming chamber for latent fingermark detection in vehicles. Australian Journal of Forensic Sciences, v. 54, p. 1-11, 2022.

[7] M. Abel. Estudo da perícia em petrografia sedimentar e sua importância para a engenharia de conhecimento. *Tese de Doutorado*, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2001).

[8] Pacote anticrime: Lei 13.964/2019 - comentários às alterações no CP, CPP e LEP / Rogério Sanches Cunha. Imprenta: Salvador, JusPODIVM, 2021. Descrição Física: 415 p. Referência: 2021.

[9] Goiás. Secretaria de Segurança Pública do Estado de Goiás. Portaria nº 0325, de 12 de abril de 2022. Goiânia, 2022.

[10] Processing Guide For Development Latent Prints. U.S. Department of Justice. Federal Bureau of Investigation. Laboratory Division. USA, 2000.

[11] BARROS, RODRIGO M.; FARIA, BRUNA E.F. ; KUCKELHAUS, SELMA A.S. . Morphometry of latent palmprints as a function of time. Science & Justice, v. 53, p. 402-408, 2013.

[12] Silva, B.D.S. Importância da Perícia Papiloscópica em Laboratório para a Investigação Policial em casos do Estado de Goiás, no Brasil. Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics 10(2) 130 – 146 (2021).

[13] Resende, R.V *et al*. Extração de DNA de Impressões Digitais Latentes Depositadas em Diferentes Suportes e Reveladas com Spray de Ninidrina e Pó Preto Volcano “HI-FI”. Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics 5(4): 410-430(2016).

[14] SILVA, D.M. & SILVA, B.D.S. Aplicabilidade Da Química Forense Na Perícia Papiloscópica. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização, Faculdades LS, Brasília – DF, 2019.

[15] BARROS, RODRIGO M.; BONATTO, CÍNTHIA C. ; RAMADA, MARCELO H. S. ; SILVA, LUCIANO P. . Surface-Assisted Laser Desorption/Ionization Mass Spectrometry Analysis of Latent Fingermarks Using Greenly Synthesized Silver Nanoparticles. Surfaces, v. 6, p. 341-350, 2023.

v. 14, n. 4, p. 42-46, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Tours Virtuais em Locais de Crime e Laudos Periciais Visualmente Interativos com o uso de câmeras 360º

M.T. Carvalho[a,*], D.S. Rabelo[b], P.H. Gonçalves[c], E. Luiz Neto[d], P.A.P. Amaral[e]

[a] *1ª Coordenação Regional de Polícia Técnico-Científica de Aparecida de Goiânia, Superintendência de Polícia Técnico-Científica (GO), Brasil*
[b] *Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de Goiás (GO), Brasil*
[c] *Faculdade de Artes Visuais, Universidade Federal de Goiás (GO), Brasil*
[d] *Coordenadoria de Comunicação e Cerimonial, Superintendência da Polícia Técnico Científica, Goiás (GO), Brasil*
[e] *1ª Coordenação Regional de Polícia Técnico-Científica de Aparecida de Goiânia, Superintendência de Polícia Técnico-Científica (GO), Brasil*

**Endereço de e-mail para correspondência: murilo.toscano@policiacientifica.go.gov.br. Tel.: +55-61-99805-0050.*

Keywords: Fotografias panorâmicas; câmera 360º; *Tours* Virtuais; realidade interativa; laudo pericial.

1. INTRODUÇÃO

O Laudo Pericial – LP é o produto final que materializa as informações técnicas e descritivas de um local de crime, com inferências e conclusões científicas, obedecendo determinadas estruturas de redação, consagradas na Seara Forense, com a presença majoritariamente de textos e imagens bidimensionais com legendas e utilização de escalas métricas.

A diretriz nacional [1], estabelecida por Grupo de Trabalho destinado à produção de Procedimento Operacional Padrão – POP, estabelece elementos mínimos para a estrutura básica do laudo: a) cabeçalho; b) preâmbulo; c) histórico; objetivo; d) do local; e) isolamento e preservação; e) exames – do local, do cadáver (identificação, vestes e assessórios, posição, perinecroscopia, necroscopia), f) dos vestígios; g) considerações técnico-científicas; h) discussão. Registra-se que este documento foi elaborado há mais de uma década.

O formato atual dos laudos de perícia criminal – texto e imagens bidimensionais, seguem formatos de apresentação similares há pelo menos duas décadas, não acompanhando as mudanças de apresentações diversificadas de conteúdo bem como a cultura visual atual. Adicionalmente, não é incomum a presença significativa de jargões técnicos e excessos descritivos, os quais são encaminhados aos destinatários finais, quase sempre de formação jurídica, dentro das fases da persecução criminal, podendo torná-los de difícil assimilação e abstração.

O presente artigo propõe apresentar dois modelos de representação virtual interativa: o primeiro de Laudo Pericial Visualmente Interativo – LPVI [2] e de *Tours* Virtuais de Locais de crime – TVLC [3], a partir de duas ocorrências atendidas pela 1ª Coordenação Regional de Polícia Técnico-Científica de Aparecida de Goiânia – 1ª CRPTC, com o fito na aplicação prática para locais de crime, tanto em captação quanto na produção posteriormente. É importante registrar que o TVLC, embora contenha a palavra crime, é também destinado a mortes violentas em geral, como as mortes acidentais ou suicídios.

A metodologia adotada baseou-se na utilização de câmeras 360º para a produção de *Tours* Virtuais, por meio de *software* especializado. Este método foi escolhido pela sua em economicidade, considerando a realidade dos orçamentos públicos, e praticidade aos peritos criminais, uma vez que as condições de atendimento e visibilidade dos locais são imprevisíveis.

O produto final mostrou-se de grande potencial visual e de alta inteligibilidade, com fácil captação em local – tanto em ambientes internos quanto externos – e baixo custo, podendo-se substituir (LPVI) ou coexistir com os modelos de laudos tradicionais (TVLC), neste último caso diminuindo-os substancialmente, sobretudo em conteúdos descritivos, no excesso de fotografias em

M.T. Carvalho *et al.*, Rev. Bras. Crim. 14(4), 42-46, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

anexos fotográficos ou de repetições informativas contidas em outros documentos de exames diversos.

2. IMAGENS PANORÂMICAS

Panorama ou imagens panorâmicas são imagens únicas registradas por lente grande angular que envolvem o ambiente entorno da câmera. Normalmente, elas abrangem completamente a câmera no plano horizontal e podem variar em aproximadamente 120º, no campo de visão vertical, ou 180º, criando-se uma esfera completa [4].

Figura 1. panorama esférico completo de 360º por 180º, formato JPEG

Os sistemas de captura de imagens panorâmicas podem envolver: a) câmeras únicas (fig.2), as quais são rotacionadas em um tripé (um nodal ninja, por exemplo), com captação de várias imagens e posterior processamento por *software* específico unindo-as (costura ou *stitching*). b) câmeras múltiplas, capturando diferentes áreas simultaneamente (fig.3). c) câmeras omnidirecionais: usam lentes olho de peixe (*eye-fish lens*) ou sistemas de espelhos para capturar toda a cena em uma única imagem [4]. As câmeras 360º são classificadas como omidirecionais.

As câmeras ominidirecionais, diferentemente das câmeras habituais que possuem campo de visão no máximo 180º, capturam a luz em diversas direções que incidem no ponto focal, abrangendo uma esfera completa. As diversas imagens registradas são unidas em uma única pelo *software* da câmera.

Figura 2. Câmera DSLR para registro de diversas fotografias e posterior costura.

Figura 3. Câmeras múltiplas semelhantes aos modelos freedom360 e 360 heros ou outros modelos disponíveis no mercado.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para as captações, foram utilizadas as câmeras 360º GoPro Max, para os registros panorâmicos, com o auxílio de tripé telescópico de 3 metros, além de câmeras de *smartphones* comerciais, para os registros das fotografias bidimensionais. Contudo, para os registros fotográficos poderiam ser utilizadas câmeras comumente disponíveis aos Órgãos Pericias, como são as DSLR *Canon* e *Nikon* (Digital Single Lens Reflex). Para a confecção dos LPVI e TVLC foram utilizados o *software* 3D vista®.

Figuras 4. Câmera GoPro Max e bastão telescópico

Para os registros de fotografias panorâmicas foram utilizadas a técnica "*one shoot",* a qual consiste em apenas um registro fotográfico em cada transição de cena.

4. RESULTADOS

Os registros realizados em um caso de suicídio, em 2023, serão destinados a demonstrar graficamente os TVLC, após a montagem no *software* 3d vista. O *layout* à esquerda possui ícones de localização, laudo do local, fotos, vídeo e vestígios, todos interativos.

Figura 5. Layout de TVLC em caso de suicídio. Setas quando acionadas pelo clique realizam a progressão no local.

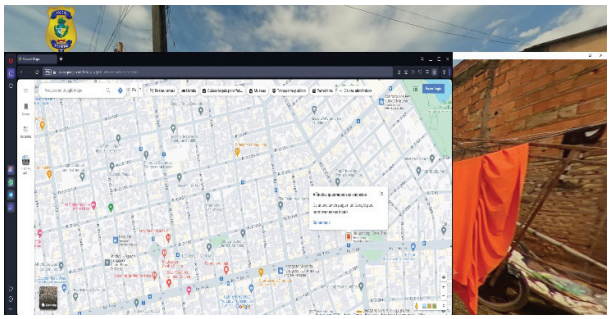


Figura 6. Clique na opção localização, a qual abre *popup* no *google maps* da localização do evento.

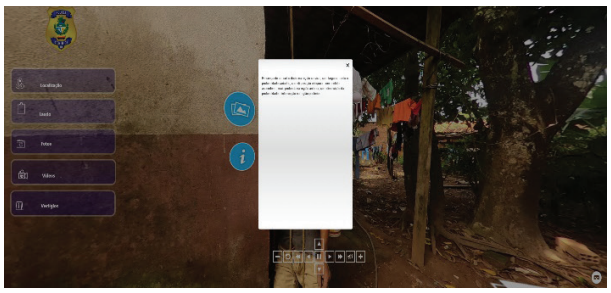


Figura 7. Inserção de pontos de Interesse ou *hotspot* que, quando acionados ao clique poderão abrir fotos em aproximação ou elementos textuais, por exemplo.

Figura 8. Interação ao clique com o Ponto de Interesse de fotos, gerando aproximação de fotografias bidimensionais do local em alta resolução.

Ao se criar modelos de LPVI, criado a partir de um exame de local de crime de trânsito, diversos elementos são semelhantes aos TVLC, dado que é a mesma técnica de produção de *Tours* virtuais, em sua essência, entretanto seguem a composição clássica dos laudos periciais, além de elementos adicionais, os quais podem figurar no LPVI. Sugere-se um *layout* menos poluído, com maior gama de informações.

Figura 9. barra superior azul com abas “Preâmbulo”, “Histórico”, “Objetivos”, “Do Local”, “Isolamento e Preservação”, “Exames”, “dos Vestígios”, Considerações Técnico-Científicas” e “Discussão”.

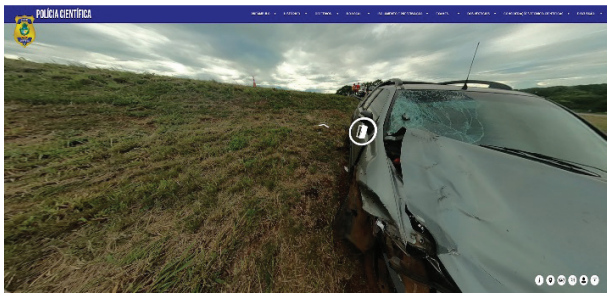


Figura 10. Ponto de Interesse interativo para entrada no veículo.

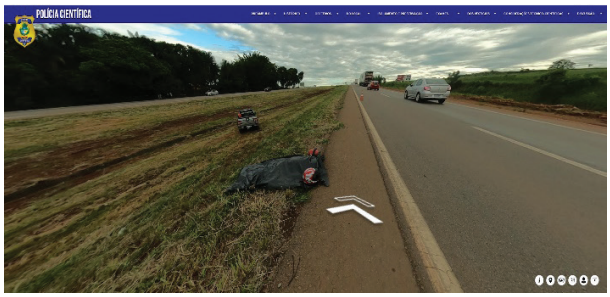


Figura 11. Vítima e veículo às margens da rodovia e no canteiro central, respectivamente.

5. DISCUSSÃO

Ambos produtos virtuais, TVLC e LPVI, são em essência *tours* virtuais, diferenciando-se aos fins que se propõe. O primeiro é uma ferramenta complementar e de redução à extensão de laudos de perícia criminal, atuando em complementariedade, enquanto o segundo seguiria a mesma composição dos laudos periciais, inclusive quanto a tópicos obrigatórios em sua estrutura.

Contudo, as duas abordagens oferecem ganhos inovadores, quando comparados aos modelos de laudos tradicionais: a) os elementos de interação ativa criam uma sensação de controle e influência positiva sobre a experiência do usuário; b) existe a telepresença – sensação de estar imerso em ambiente virtual ou semi-imersivo, resultante da interatividade; c) a menor carga cognitiva resultante de um menor esforço mental necessário para processar informações durante a interação com o *tour* virtual, mediados pelos fatores de telepresença, interatividade e atitudes do usuário [5].

Além das possibilidades de inovação frente ao modelo tradicional – texto e imagens bidimensionais – é importante destacar que a criação de *Tours* virtuais, a partir de imagens panorâmicas, é uma ferramenta integrativa, podendo-se agregar diferentes documentos, quer sejam em formato PDF, quer sejam vídeos ou outros formatos, como, por exemplo, plantas tridimensionais do local, além da criação de Pontos de Interesse ou *hotspot*, os quais realçam detalhes do

M.T. Carvalho *et al.*, Rev. Bras. Crim. 14(4), 42-46, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

exame pericial sobre determinado evento, tornando-se a compreensão menos referenciada em legendas e anexos fotográficos, cujo leitor deve aliar a descrição e análise de determinado vestígio à fotografia e legenda pertinente.

É igualmente relevante pontuar que existe a possibilidade de representação de trajetórias balísticas em determinado ambiente virtual, a qual pode ser realizada por meio de animações gráficas ou croquis 3D que contenham a representação de traçados em corpos de vítimas.

Além de percepções positivas aos destinatários finais dos laudos, aumentando a percepção de valor do trabalho final dos peritos criminais, os registros 360º permitem uma melhor documentação do local, sendo um ambiente íntegro de revisitação do profissional forense e de documentação do local.

O custo de aquisição de câmeras 360º é outro fator de especial atenção, visto que, quando comparadas com as câmeras DSLR comumente utilizadas, são menos onerosas, além de alguns modelos serem classificadas como câmeras de ação, implicando em maior robustez em ambientes com chuva, umidade e calor, além de serem extremamente compactas, não ocupando volumes consideráveis quando em ambientes de condições naturais imprevisíveis.

O tempo de registro adicional a ser realizado não é significativo, quando mensurado aos benefícios de redução de produções textuais e de organização de imagens que esta ferramenta pode agregar na produção do laudo pericial.

Fatores limitadores das fotografias panorâmicas devem ser pontuados. O primeiro deve-se aos limitadores comumente conhecidos das fotografias em geral: a iluminação. Contudo, devido às câmeras omnidirecionais possuírem recursos significativamente menores de ajuste de ISO e controles de diafragma e obturador, o uso de refletores é primordial e, a depender das condições do local, poderá ser um limitador de qualidade e, consequentemente, de inteligibilidade.

O segundo limitador deve-se às distorções produzidas pelas fotos, principalmente quando observadas as extremidades de *tours* virtuais. Os métodos de capturas descritos utilizando-se costuras de fotos, quer sejam com câmeras únicas ou múltiplas, reduzem significativamente estas distorções. A distorção é fruto do processamento das imagens e renderização, etapa final após a captura de imagens, conforme fig. 12.

Figura 12. distorções produzidas em visualização de imagens panorâmicas.

Por oportuno, frisa-se que esse método se refere a uma virtualização do ambiente, e não representa uma técnica de precisão, como a fotogrametria e o uso de scanners, existindo, nesses casos, a tridimensionalização do ambiente, com registro íntegro das medidas de vestígios e posicionamentos de pessoas e objetos.

Para a visualização completa do *layout* do TVLC e LPVI aponte a câmera para os *qrcode* abaixo (fig. 13 e fig.14).

Figura 13. TVLC em alta resolução.

Figura 14. LPVI em alta resolução.

6. CONCLUSÃO E FUTUROS TRABALHOS

A utilização de câmeras 360º possui grande potencial para documentação do local, visualização e inteligibilidade. A medida em que existem tecnologias cada vez mais acessíveis e com maior qualidade de captura de imagens, parece inevitável a introdução destas ferramentas no cotidiano tanto da criminalística quanto da medicina legal, dado que os laudos atuais, embora repletos de informações técnicas e análises assertivas, carecem de complementação inovadora ou redesenho de apresentação, podendo se tornar obsoletos, quanto a forma de

consumo de informações, em um mundo que se caminha para a virtualização de operações e conteúdo.

Ao se comparar o tempo adicional gasto para os registros panorâmicos, sobretudo na técnica selecionada, com os ganhos de integração de informações de documentos, fotos, vídeos e associação de informações, além da potencial inovação que a técnica representa, pode-se inferir que esta ferramenta se torna potencializadora do modo de trabalho dos peritos criminais e na apresentação dos achados criminalísticos.

Trabalhos futuros podem explorar outras funcionalidades das câmeras 360º, sobretudo ao que se refere aos vídeos 360º e à criação de ambientes 3D, a partir da fotogrametria, ou renderização de vídeos 360º.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Ministério da Justiça, Secretaria Nacional de Segurança Pública. Procedimento Operacional Padrão (POP) - POP Nº 4.1 - Local de Crime. 2013.

[2] PENNA, O.E.M.V.; PENNA, R. A realidade interativa no laudo pericial: a imersão do observador em locais a partir de fotos comuns. *Revista Brasileira de Criminalística*, v. 12, n. 3, p. 28-33, 2023. Edição Especial dos Anais do XXVI Congresso Nacional de Criminalística.

[3] LIAO, Guangjun; ZHENG, Yali; ZHAO, Lixuan; WU, Xuedong. *A Novel Plan for Crime Scene Reconstruction*. CENet2015, 12-13 de setembro de 2015, Shanghai, China.

[4] GLEDHILL, Duke; TIAN, Gui Yun; TAYLOR, Dave; CLARKE, David. Panoramic imaging — a review. *Computers & Graphics*, v. 27, n. 3, p. 435-445, 2003.

[5] Spielmann, Nathalie; Mantonakis, Antonia. In virtuo: How user-driven interactivity in virtual tours leads to attitude change. *Journal of Business Research*, v. 88, p. 255-264, 2018.

v. 14, n. 4, p. 47-50, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Diagnóstico diferencial: morte acidental

E.R. Souza[a,*], B.L. Pedroso[a]

[a] *Instituto de Criminalística, Departamento de Polícia Técnico Científica, Manaus (AM), Brasil*
[*] *Endereço de e-mail para correspondência: eduufmg@yahoo.com.br Tel.: +55-92-98244-0947.*

Keywords: Morte Acidental; Causa Morte; Arma de Fogo; Local de Morte Violenta; Vestígios.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O A morte é um processo irreversível de cessamento das atividades biológicas necessárias à caracterização e manutenção da vida em um sistema orgânico. De acordo com a código de Classificação Internacional de Doenças (CID ou ICD - International Classification of Diseases), as causas de morte são divididas entre naturais e não naturais [1]. As mortes por suicídio, homicídio e acidentes são consideradas causas externas de morte ou não naturais, sendo que dentre as mortes violentas, a acidental baseia-se na não intencionalidade da morte. No campo jurídico, a determinação da causa mortis representa um requisito fundamental e indispensável no conjunto fático probatório que subsidiará a ação penal [2, 3]. Assim, o estabelecimento da natureza jurídica da morte, através da diagnose diferencial entre homicídio, suicídio ou acidente, demandará do Perito Criminal a análise e a interpretação dos elementos materiais para a resolução do ocorrido. Esses elementos materiais não se restringirá ao exame do cadáver, mas abrangerá também os vestígios encontrados no local do fato, permitindo esclarecer as circunstâncias em que o mesmo ocorreu. A dinâmica do evento será reconstruída a partir da expertise do Perito Criminal que direcionará as atenções para as lesões presentes no corpo da vítima, análise do padrão de mancha de sangue, caracterização e posicionamento do instrumento utilizado para produzir o(s) ferimento(s) e da disposição dos elementos presentes no local de crime. Ressalta-se que no local de crime serão pesquisados elementos físicos que configurarão as provas materiais para a tipificação do delito e a busca de sua autoria, de acordo com os vestígios que determinada ação criminosa ou acidental deixa. Assim, é imprescindível que o local de crime seja preservado mediante seu isolamento e demais cuidados sejam tomados, visando garantir a análise segura de todos os vestígios [4].

Nessa perspectiva, o presente trabalho relata um estudo de caso envolvendo a morte de um caçador, ocasionada por arma de fogo, em local situado em meio região de floresta Amazônica, área rural do município de Manaus/AM em março de 2024. A princípio a morte foi caracterizada como violenta, contudo, havia dúvidas quanto à determinação da *causa morti*, a qual foi definida após interpretação dos elementos materiais encontrados no local de morte, permitindo concluir a circunstância do evento a partir do método dedutivo.

2. PROBLEMÁTICA

Às 02h25min do dia 29 de março de 2024, a equipe pericial foi designada para atender um local de morte violenta, no ramal da Cooperativa, zona rural do município de Manaus. Esse local se posicionava em área de floresta Amazônica, sob coordenadas geográficas 2°47›15.6»S/60°10›00.2»W, distante a aproximadamente 53 quilômetros em relação ao Instituto de Criminalística e 330 metros de percurso em floresta fechada seguindo por trilhas Fig 1. Preliminarmente, as informações repassadas à equipe pericial relatava que um homem de 41 anos foi encontrado morto em um local de caça, sendo que não havia testemunhas do fato, apenas um amigo que escutou um tiro de longe, mas que interpretou o ocorrido como a captura de uma caça. Devido a distância entre o local da morte e a residência mais próxima, o local continuou preservado e a posição dos vestígios resguardadas, contribuído para

a interpretação fidedigna das circunstâncias do evento. O local era bastante ermo e as pessoas presentes no local eram do núcleo familiar e não sabiam o que havia ocorrido, apenas que após as 18 horas, após atraso da chegada da vítima foram ao encontro dela, a qual se encontrava morta no local de caça.

3. DESENVOLVIMENTO

Os vestígios encontrados no local, durante os exames periciais, foram caracterizados e interpretados de modo a determinar a diagnose diferencial entre morte acidental e suicídio. Para tanto, os elementos materiais analisados foram: caracterização e identificação da vítima; local de encontro de cadáver; exame perincroscópico, determinação dos padrões de machas de sangue; posição e caracterização do instrumento utilizado.

3.1. Local do encontro do cadáver

A base de caça encontrava-se a 330 metros em relação ao imóvel residencial, a qual se localizava na região posterior do imóvel e o acesso dava-se apenas por trilha. A base de caça era destinada à espera de caça e confeccionada em madeira, em que duas hastes verticais eram implantadas no solo e duas hastas horizontais trançadas às hastes verticais Fig 1. Deste modo, a vítima subia nessa estrutura e esperava a caça aproximar para efetuar o tiro. O corpo da vítima foi encontrado lateral esquerda da estrutura de espera de caça Fig 1.

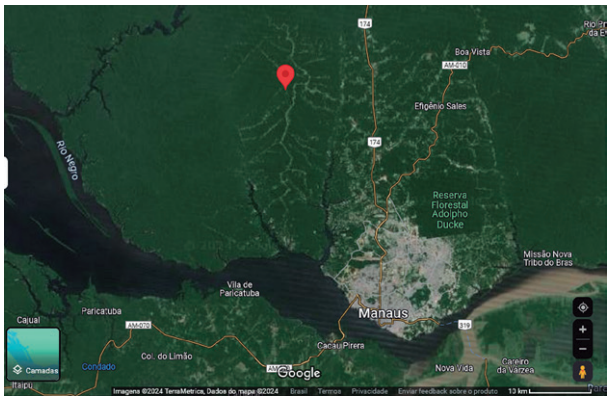


Figura 1. Local de morte violenta à 53 quilômetros de Manaus (detalhe vermelho).

3.2. Caracterização e identificação da vítima

Homem adulto de 41 anos, acostumado a realizar atividade de caça, posicionado em decúbito dorsal, membros superiores flectidos e próximos à região torácica e membros inferiores distendidos e entreabertos, usava apenas uma bermuda preta em fibra sintética. A vítima encontrava-se próxima a estrutura confeccionada em madeira (troncos de árvores de baixo diâmetro) e denominado de espera para caça Fig 2.

Figura 2. Cadáver no solo e estrutura de espera caça (seta).

3.3. Exame perinecroscópico

O cadáver encontrava-se em flacidez e com lesões perfurocontundentes agrupadas na região torácica esquerda e típicas das produzidas por balins que compõem munição de arma de fogo de cano longo Fig. 3. O cone de dispersão dos balins restringiu à região torácica. No cadáver não foi encontrado lesões de defesa ou sinais que induzisse a participação em luta.

Figura 3. Concentração do cone de dispersão dos balins na região torácica (detalhes).

E.R. Souza, B.L. Pedroso, Rev. Bras. Crim. 14(4), 47-50, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

3.4. Padrões de mancha de sangue

Após a verificação dos vestígios observou-se mancha de sangue produzida por gotejamento e localizadas no pé direito da vítima; nas hastes que compõe a estrutura de espera caça e manchas por gotejamento no cano e no guarda-mato da arma de fogo de cano longo.

As mãos da vítima apresentavam mancha de sangue por contato, sendo que a mão direita apresentava maior quantidade em relação à esquerda Fig. 4. As machas de sangue coletadas foram encaminhadas ao laboratório de Genética Forense do Departamento de Polícia Técnico Científica.

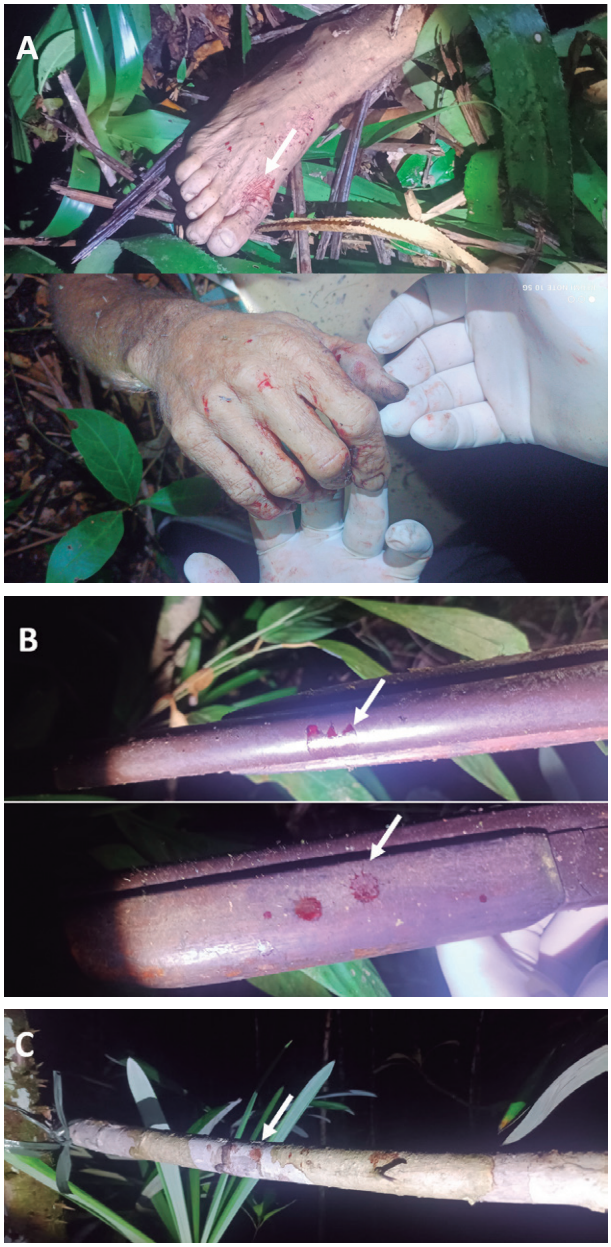


Figura 4. Padrões de mancha de sangue. A) Mancha de sangue por gotejamento no pé direito e mancha de sangue por transferência na mão direita da vítima (seta); B) Padrão de gotejamento de sangue no cano e no guarda-mato (setas); C) Padrão de gotejamento de sangue na haste vertical da estrutura de espera caça (sete).

3.5. Caracterização do instrumento utilizado

No local foi encontrado uma arma de fogo de cano longo calibre 20 posicionada à direita da estrutura de espera de caça Fig 2. Essa arma de fogo não apresentava sistema de guarda-mato que envolve o gatilho, bem como na câmara dessa arma de fogo havia um cartucho de calibre 20 deflagrado e percutido Fig 5.

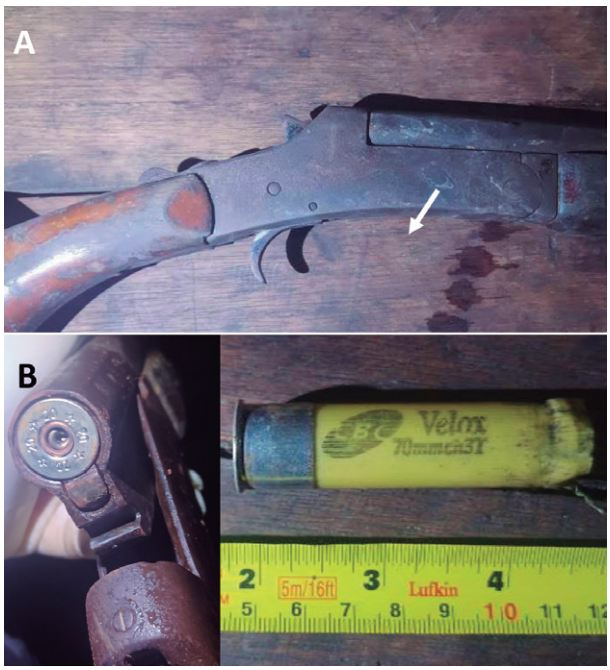


Figura 5. Arma de fogo de cano longo e calibre 20. A) Ausência do guarda-mato, expondo o sistema do gatilho (seta). B) Cartucho deflagrado e percutido.

3.6. Dinâmica do evento

Ao final da análise dos vestígios, caracterizou-se que a vítima, possivelmente, tentava subir na estrutura de espera de caça, quando portava a arma de fogo de cano longo. No momento da escalada segurava a arma de fogo, a qual estava alimentada e teve o gatilho acionado acidentalmente, quando esse foi pressionado contra a estrutura de espera de caça ou contra o próprio corpo da vítima, tendo em vista a ausência do guarda-mato de proteção do gatilho. A arma de fogo foi encontrada à direita da estrutura de espera caça, lado oposta ao cadáver da vítima, que se posicionava a esquerda dessa estrutura. Ademais, nas hastes e arma de fogo havia manchas de sangue produzidas por gotejamento, indicando que a vítima estava sobre a estrutura de espera caça em posição vertical quando foi atingida pelo tiro. Após o disparo, a vítima ficou nessa estrutura por breve tempo, o qual foi suficiente para produzir as manchas de sangue por gotejamento no pé direito, hasta de apoio da estrutura de espera caça e na arma de fogo já disposta no chão. Possivelmente, após o disparo, a vítima levou a mão direita à região da ferida, evidencia-

do a quantidade de sangue nessa mão em relação à esquerda que provavelmente era usada para segurar-se a estrutura de espera caça. Posteriormente, a vítima caiu em posição dorsal sobre o chão. As lesões produzidas pelos balins concentraram na região torácica esquerda da vítima, indicando que o tiro foi a curta distância e excluído a possibilidade do tiro ter sido acionado por terceiros posicionados sobre o chão.

4. CONCLUSÕES

No contexto do caso relatado, fica evidenciado a importância da preservação e isolamento do local de morte, simultaneamente aos demais cuidados com os vestígios, no intuito de assegurar a precisão do diagnostico diferencial. Portanto, observa-se que o estudo e a interpretação minuciosa dos vestígios presentes no local foram determinantes e imprescindíveis para diferenciar e excluir as hipóteses de suicídio e homicido, indicando uma morte violenta acidental.

conclui-se então que no caso apresentado a morte foi acidental e ocasionada pela própria pessoa e não por terceiros.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] World Health Organization. ICD-11 for mortality and morbidity statistics. Version: 2019 April. Geneva: WHO; 2019. Retirado em: https://icd.who.int/browse11/l-m/en

[2] L.E. Dorea; V. P. Stulmvoll. V. Quintela. Criminalística. 4ª edição, Campinas: Editora Millenium, 2010.

[3] D. Tochetto; H.G. Filho; J.L. Zarzuela; L. B. Mendes; R. F. Aragão; V. M. Quintela; V. P. Stumvoll. Tratado de Perícias Criminalísticas. 1ª edição, Porto Alegre: Editora Sagra Luzzatto, 1995.

[4] J.A. Velho; K.A. Cotta; C.T.M. Damasceno. Locais de Crime: dos vestígios à dinâmica criminosa. 2ª edição, Campinas: Editora Millennium, 2013.

v. 14, n. 4, p. 51-56, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Validação de protocolo de treinamento para cães de detecção forense para sangue humano

K.A. Almeida[a], L.G. Peres[a], T.C. Rodrigues[a], A. Savino[a], J.C. Grigolon[b], E.Y. Bierwagen[c], N.A. Sandeovith[c], R.M. Tedeschi[d], A.N.A. Pratti [b], C.M. Schmidt[c]

[a] *Centro de Treinamento de Profissionais K9 – Projeto K9 – Franco da Rocha (SP), Brasil*
[b] *Universidade Metodista de Piracicaba – Curso de Medicina Veterinária, Piracicaba (SP), Brasil*
[c] *Universidade Metodista de Piracicaba – Curso de Direito, Piracicaba (SP), Brasil*
[d] *Pós-graduando do Depto. de Estomatologia Faculdade de Odontologia de Piracicaba (SP)/ Universidade Estadual de Campinas (SP), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: perito011@outlook.com.*

Keywords: Protocol, detection dog, human blood, validation, chain of custody.

1. INTRODUÇÃO

Um dos vestígios mais recorrentes e importantes em locais de crime contra a vida é o sangue humano [1] Trata-se de uma substância fluida que circula em um sistema formado por vasos sanguíneos, atuando nas funções de transporte de nutrientes, metabólitos, hormônios, enzimas, gases e células e outras substâncias vitais à manutenção de tecidos e órgãos. É composto por uma porção líquida, correspondente ao plasma sanguíneo e uma porção celular na qual se encontram plaquetas, células anucleadas e nucleadas, sendo estas últimas de especial interesse forense, dado a presença de DNA em seu interior [1].

A busca e constatação de manchas de sangue em cena de crime pode ser especialmente desafiadora em situações cujos locais apresentem quantidade ínfima do vestígio decorrente de ação intencional de remoção resultando em limpeza e/ou sobreposição, ou ainda, pela ausência de contraste com a superfície suporte [1]. Além disso, por tratar-se de um material biológico, o sangue está sujeito a transformações físico-químicas, sofrendo alterações em suas características quando exposto às intempéries ambientais, tais quais, modificações no volume, coloração e textura, sendo este um fator de grande relevância na investigação criminal dado o lapso temporal dos acontecimentos e a localização do vestígio [2].

Essas alterações físico-químicas, originam subprodutos resultantes da decomposição dos lipídios, proteínas, carboidratos e ácidos nucleicos de sua composição, entre os quais se destacam compostos orgânicos com baixo peso molecular, alta pressão de vapor e baixo ponto de ebulição, apresentando alta volatilidade, sendo denominados compostos orgânicos voláteis (COVs) [2, 3].

Rendine *et al* [2] demonstraram que a decomposição do sangue humano é uma boa fonte de COVs para estimular a resposta olfativa canina em cães treinados com a finalidade de reconhecer o odor.

O olfato dos cães tem um papel fundamental na busca de informações relacionada à sua sobrevivência, tendo ocorrido o desenvolvimento deste aparato sofisticado ao longo dos anos de evolução e domesticação [5]. É através dele que o cão é capaz de localizar o seu alimento, parceiros para acasalamento, a identificação de sua ninhada, a busca por presas e identificação de agentes nocivos, entre outros aspectos vitais [4, 5].

Por conta desse enorme potencial de faro que os cães possuem, a humanidade vem se utilizando desta habilidade e desenvolvendo treinamentos específicos para diversas tarefas, inclusive tarefas relacionadas à segurança pública, como por exemplo, farejar substância ilícitas, artefatos explosivos, pessoas desaparecidas, ou ainda, com aplicações na área da saúde, como identificar pessoas com determinados tipos de cânceres ou até mesmo para a identificação de doenças virais entre outros [5].

Estudos demonstram que os cães possuem alta sensibilidade para identificar materiais biológicos através do faro, como por exemplo, células provenientes de descamação, suor, sêmen, sangue, tecidos em decomposição [6].

Rendine *et al* [2] analisaram a produção de compostos orgânicos voláteis, por meio de HS-SPME-GC-MS, durante a decomposição de sangue de amostras extraídas de cadáveres humanos, em ensaios realizados no dia da coleta do material e subsequentemente nos dias 3, 7, 14 e 21. As duplicatas destas amostras foram utilizadas em testes de *line-up* (em linha), como odor alvo a ser identificado por cães previamente treinados à detecção de sangue humano. Neste estudo, demonstrou-se a confiabilidade de cães bem treinados como dispositivos biológicos especializados em identificar a presença de sangue humano nas condições descritas. Dessa forma, este comportamento levou os pesquisadores a gerarem hipóteses de que a padronização de um protocolo tornaria possível a estes cães localizarem especificamente vestígios de sangue humano e não outro material biológico, possibilitando a busca em grandes áreas e por longas distâncias em períodos menores [2].

Outras pesquisas confirmam a confiabilidade de cães na busca e detecção de vestígios biológicos, incluindo sangue humano, desde que sejam adequadamente treinados, com a utilização de protocolos específicos. [7]

Ademais, no contexto forense para a garantia da cadeia de custódia, protocolos são imprescindíveis para assegurar a confiabilidade dos resultados e integridade dos vestígios, neste sentido, o desenvolvimento e validação de protocolos para o treinamento de cães de detecção garantem não só a padronização do treinamento dos cães, asseguradas as particularidades de cada grupo e raça canina, como também, a confiabilidade e consistência dos resultados. [7]

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia do Protocolo de Treinamento de Cães de Detecção Forense para sangue humano, desenvolvido pelo Projeto K9 do Centro de Estudos e Treinamento de Profissionais K9, em ensaio de decaimento de sangue em intervalo de 90 dias.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho consistiu na avaliação de desempenho de três cães de diferentes raças e estágios de treinamento selecionados para cães de trabalho de detecção em amostras de sangue humano impregnadas em superfícies absorvente e não absorvente em um intervalo de 90 dias, com o intuito de analisar a eficiência de indicação do odor pelos cães em diferentes momentos relacionados à degradação da amostra.

2.1. Seleção e preparo das amostras

Para este estudo foram coletadas amostras de sangue humano a partir de doadores voluntários, declaradamente saudáveis e mediante assinatura de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos mesmos, em clínica médica particular da cidade de Piracicaba, sendo as amostras processadas na Clínica de Ensino do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Metodista de Piracicaba UNIMEP, conforme autorização do Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 69863723.0.0000.5507) e aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA: 07/2023).

As amostras coletadas foram acondicionadas em tubos de coleta de sangue à vácuo, contendo EDTA e transportadas para o laboratório em caixa térmica. No mesmo dia, foram realizadas as alíquotas nas superfícies absorventes e não-absorventes. As superfícies selecionadas consistiram em ladrilho preto com dimensões 2cm x 2cm e recorte de tecido de algodão preto com dimensões 4cm x 4cm.

As alíquotas foram realizadas em sala climatizada com controle de temperatura à 22ºC e controle de umidade e as amostras de sangue foram transferidas para as superfícies com o uso de micropipeta de 10µl.

Foram preparadas oito alíquotas de amostras em tecido e oito alíquotas de amostras no ladrilho para cada cão e mais oito alíquotas de cada para serem utilizadas nos testes forenses quimioluminescente e imunocromatográfico, totalizando 64 alíquotas.

As alíquotas transferidas para o ladrilho foram mantidas em caixa de isopor, devidamente fechadas e em temperatura ambiente. Já as alíquotas do tecido, após a secagem, foram mantidas em envelopes de papel, também em temperatura ambiente.

2.2 Treinamento dos cães

Para este estudo, os cães foram submetidos ao protocolo de treinamento de cães de detecção forense para sangue humano desenvolvido pelo Projeto K9, sendo utilizados três cães de diferentes raças, idades e fases de treinamento com os seus respectivos treinadores, sendo: cão 1: K9 Buck, Yorkshire Biewer Terrier, macho, 1 ano e quatro meses em fase inicial de treinamento; cão 2: K9 Dexter, Beagle, macho, 3 anos, com experiência em detecção de odores cadavéricos em cenários reais e; cão 3: K9 Rambo, Pastor Belga Malinois, macho, 4 anos, com experiência em detecção de sangue humano, odores cadavéricos, já tendo sido utilizado em ocorrên-

cias reais como cão de trabalho profissional pelo Grupo de Operações Especiais de Franco da Rocha (GOE), da Polícia Civil de São Paulo.

Para padronizar as condições de estudo, optou-se por utilizar ambientes de treinamento conhecidos para os respectivos cães, devendo ser um local livre de distrações.

Houve sete sessões de apresentações das amostras, utilizando a técnica de *line up*, sendo estas realizadas nos dias 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90 após a coleta das amostras de sangue. Para cada sessão, as amostras eram acondicionadas em potes de inox não transparentes previamente higienizados com álcool 70% e vedados por tampas de inox com múltiplos orifícios impedindo o acesso visual das amostras no interior do pote, tanto para o cão quanto para o seu condutor.

Para cada sessão, foram realizadas dez passagens com cada cão, sendo cinco passagens com amostras de sangue impregnadas no tecido e 5 passagens com amostras impregnadas no ladrilho. Além disso, cada passagem era composta por 12 potes idênticos, sendo 11 potes contendo recorte de tecido e ladrilho sem amostra e somente um pote com a amostra alvo. Para cada rodada, os potes eram posicionados de forma aleatória por uma pessoa assistente e cuja posição do pote com o odor alvo era desconhecida pelo condutor, o qual deveria observar o comportamento de identificação realizado pelo cão e somente após isso, recompensá-lo em teste cego, apenas pela observação do comportamento do cão e sem a confirmação do assistente. Somente ao final das dez passagens em cada sessão é que o condutor tinha acesso ao gabarito.

Cada cão realizou o alerta positivo de acordo com o comportamento ensinado, sendo: cão 1: latido e busca visual do condutor; cão 2: imobilização em frente a amostra com apontamento do focinho em direção ao odor alvo e cão 3: paralisação em frente a amostra até a liberação pelo condutor. Os diferentes alertas positivos realizados pelos cães se dão devido as necessidades de comunicação e segurança para cada raça.

Cada acerto era adicionado na planilha como *acerto*. Caso o cão e o condutor tivessem confirmado um pote no qual não havia o odor alvo, seria adicionado como *erro* e, *em branco*, para o dia que a passagem não foi executada pelo cão, fosse por motivos de saúde de outros que tenha ocasionado a não entrada do cão na pista do *line up*, todavia que ele tenha realizado outras passagens na mesma sessão.

2.3 Exames forenses

Oito alíquotas do ladrilho (superfície não absorvente) e oito de tecido (superfície absorvente) foram submetidas à análise quimioluminescente (teste de orientação) realizada com o reagente Luminol®, Sirchie, sendo considerado *positivo* caso houvesse a emissão de fluorescência de coloração azul e *negativo* caso a fluorescência não fosse observada. Além disso, as amostras também foram submetidas ao teste rápido imunocromatográfico (teste de certeza), da INLAB FecaCult One Step, no mesmo ponto cronológico de decaimento das amostras apresentadas aos cães no *line up*.

3. RESULTADOS

Cada sessão foi composta por 10 passagens com 12 potes, sendo um pote contendo o odor alvo e 11 potes em branco, somente com as superfícies e foi dividida em duas partes, sendo a primeira parte realizada com cinco passagens utilizando ladrilho e a segunda parte composta de outras cinco passagens utilizando o tecido, havendo somente uma possibilidade de acerto. Sendo assim, a probabilidade de acerto de cada cão, considerando que este se dava ao acaso, ou seja, desconsiderando a habilidade do cão em detectar o odor alvo e considerando a hipótese nula de que o acerto se dava ao caso, seria de 8,3%. Contudo, observou-se, após análise por teste Binomial, que a taxa de acerto dos cães 1 e 2 variou de 99,49% a 100%, não sendo observadas variações para o cão 3. Os valores-p $< 0,05$ obtidos demonstram que os dados observados refutam a hipótese nula, ou seja, os cães submetidos ao treinamento, conforme protocolo para detecção de sangue humano, são capazes de reconhecer odor oriundo das amostras de sangue no intervalo proposto no presente estudo, o qual variou de cinco a 90 dias.

O cão 1 apresentou P.A de 99,49% na passagem 1 da sessão 1 e o cão 2 apresentou P.A de 99,49% na passagem 1 sessão 1 e 99,97% na passagem 2, sessão 2 conforme Tabela1, sendo assim, foi realizado o teste de Friedman com o objetivo de avaliar se havia diferença na habilidade entre os três cães, sendo obtido o valor-p de 0,1738.

As alíquotas submetidas aos exames forenses, que foram analisadas no mesmo dia em que as respectivas amostras foram apresentadas aos cães, tiveram resultados positivos. sendo possível visualizar a luminescência em todas as alíquotas submetidas ao exame de Luminol® e resultado positivo para a presença de imunoglobulina humana nos testes imunocromatográficos.

4. DISCUSSÃO

Os três cães foram submetidos às mesmas etapas de treinamento iniciais descritas no *Protocolo De*

Treinamento de Cães de Detecção Forense Projeto K9 e o melhor desempenho dos cães 1 e 2 a partir do D15 coincidem com a hipótese de Rendine el *al*. [2], os quais observaram que a partir do 14º dia os compostos orgânicos voláteis se apresentavam constantes sendo caracterizados principalmente pela presença de compostos sulfúricos deixando o odor mais forte à percepção do cão e permitindo que este realize a detecção do sangue em diferentes estágios de decomposição mais facilmente. Além disso, os três cães permaneceram em treinamento constante em período anterior e durante todo o experimento, observando-se consistência e precisão em todos eles ao longo do período.

Tabela 1. Dados coletados durante o experimento com os três cães em um intervalo de 90 dias divididos em 7 sessões: D5, D10, D15, D30, D45, D60 e D90; a/p corresponde a proporção de acertos em relação ao número de passagens para cada superfície; P.A corresponde à proporção de acerto observada, valor-*p* corresponde à significância do teste Binomial.

		D5			**D10**			**D15**		
		a/p	P.A	valor-*p*	a/p	P.A	valor-*p*	a/p	P.A	valor-*p*
Cão 1										
	L:	3/5	0,9949	0,005088	0/0	-	-	5/5	0,9999	0,000004
	T:	5/5	0,9999	0,000004	0/0	-	-	5/5	0,9999	0,000004
Cão 2										
	L:	5/5	0,9999	0,000004	3/5	0,9949	0,005088	5/5	0,9999	0,000004
	T:	5/5	0,9999	0,000004	4/5	0,9997	0,000022	5/5	0,9999	0,000004
Cão 3										
	L:	5/5	0,9999	0,000004	5/5	0,9999	0,000004	5/5	0,9999	0,000004
	T:	5/5	0,9999	0,000004	5/5	0,9999	0,000004	5/5	0,9999	0,000004
		D30			**D45**			**D60**		
Cão 1										
	L:	5/5	0,9999	0,000004	5/5	0,9999	0,000004	5/5	0,9999	0,000004
	T:	4/5	0,9997	0,000022	5/5	0,9999	0,000004	5/5	0,9999	0,000004
Cão 2										
	L:	5/5	0,9999	0,000004	5/5	0,9999	0,000004	5/5	0,9999	0,000004
	T:	4/5	0,9997	0,000022	5/5	0,9999	0,000004	5/5	0,9999	0,000004
Cão 3										
	L:	5/5	0,9999	0,000004	5/5	0,9999	0,000004	5/5	0,9999	0,000004
	T:	5/5	0,9999	0,000004	5/5	0,9999	0,000004	5/5	0,9999	0,000004
		D90								
Cão 1										
	L:	5/5	0,9999	0,000004						
	T:	5/5	0,9999	0,000004						
Cão 2										
	L:	5/5	0,9999	0,000004						
	T:	5/5	0,9999	0,000004						
Cão 3										
	L:	5/5	0,9999	0,000004						
	T:	5/5	0,9999	0,000004						

Tabela 2. Teste de Friedman realizado para os valores-*p* obtidos pelo teste Binomial. df=valores de liberdade e valor-*p* significativa se <0,05.

$X^2_{F_0}$	df	valor-*p*
3,5	2	0,1738

O constante desempenho do cão 3, principalmente entre D5 e D30, pode estar associado a experiência do cão e do condutor, tanto em idade quanto em experiência de campo, vez que este cão recebe treinamento contínuo e atua em rotinas reais de trabalho policial na busca de vestígios humanos em locais de crime e está treinado para condições adversas.

O valor-*p* obtido (> 0,05) para o teste de Friedman indica que apesar da diferença observada entre D5 e D30, para os cães 1 e 2, os cães três possuem a mesma habilidade na detecção do odor alvo. Dessa forma, as incongruências iniciais entre os cães 1 e 2 em relação ao 3 decorrem de outros fatores que não o reconhecimento do odor pelos cães, podendo considerar por exemplo, a habilidade do condutor, ou ainda circunstâncias ambientais e o impacto relacionado à resposta da raça do cão.

4. CONCLUSÃO

Para garantir que os cães treinados em detecção de sangue em cena de crime estejam realmente aptos a desempenhar suas funções com precisão é essencial realizar testes que comprovem sua eficiência, Tais testes validam a habilidade dos cães, bem como, proporcionam confiabilidade à cadeia de custódia pois garantem que os vestígios detectados por cães de detecção sejam devidamente levantados e analisados, inclusive por métodos de certeza quando houver necessidade e, dessa forma, fornecem uma base robusta para o uso de cães de detecção em contextos críticos para a localização do vestígio, onde a precisão e a confiabilidade são de extrema importância.

Neste contexto, o presente estudo demonstrou a eficiência do Protocolo de Treinamento de Cães de Detecção Forense desenvolvido pelo Projeto K9, aplicado em representantes caninos dos grupos dos *terrieres*, *hounds* e pastores para a detecção de sangue humano relacionado ao exame pericial na busca de vestígio de sangue humano em decomposição.

Embora tenha sido observado resultado positivo para os testes de orientação e para o teste de confirmação, cabe ressaltar que o volume de sangue humano aplicado às superfícies era ínfimo e seriam de difícil visualização em condições normais de busca em um local de crime. Dessa forma, a utilização de um cão devidamente treinado, agilizaria sobremaneira a busca de uma mancha patente, podendo, a amostra, ser coletada sem a necessidade de aplicação do reagente quimioluminescente, ou ainda, o cão ser utilizado como uma ferramenta de varredura em locais cujo exame quimioluminescente se faça necessário.

Sugere-se, contudo, o desenvolvimento de outros estudos, principalmente os que envolvem análise cromatográfica de COVs, em diferentes fases de decaimento, com o intuito de avaliar se os cães apresentam um período ideal de trabalho, otimizando a utilização dos mesmos para detecção de vestígios de sangue em cenas de crime, bem como, a realização de estudos de avaliação de desempenho dos cães quando submetidos à odores não alvo com o objetivo de desenvolver melhores práticas em situações variadas e complexas e que se aproximem dos cenários reais.

Não obstante, os dados obtidos evidenciam a necessidade de manter o cão em treinamento constante utilizando protocolos fidedignos, bem como, a importância de submetê-lo a diferentes cenários, inclusive reais durante os treinamentos. E, ao submeter um cão jovem em um cenário real, seja utilizado também um cão com mais experiência como forma de redundância e confirmação da localização do vestígio a fim de promover maior confiabilidade quanto a natureza dos vestígios localizados.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de iniciação científica (Programa PIBIC) e ao perito criminal Claude Thiago Arrabal pelas correções e sugestões nas análises estatísticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] D'Àvila, A. V. P.;Dias-Filho, C. R.; Oliveira, W. D.T de. Capítulo 3: O sangue. In: Dias-Filho, C. R.; D'Àvila (Orgs.). *Hematologia Forense: Da identificação a análises de manchas de sangue*. Campinas: Milennium Editora, p. 81-102, 2022.

[2] Rendine, M.; Fiore, D. B. A.; Bertozzi, M. D. G.; De Carlo, D. M.D.; Filetti, M. D. V.; Fortalezza, M. L.T.P.; Riezzo, M. D. I. Decomposing Human Blood: Canine Detection Odor Signature and Volatile Organic Compounds. *J Forensic Sci* 64, 587-592, 2019.

[3] Paczkowski S, Sch€utz S. Post-mortem volatiles of vertebrate tissue. *Appl. Microbiol Biotechnol*. 91(4):917–35, 2011.

[4] Marchal, S., Bregeras, O., Puaux, D., Gervais, R. & Ferry, B. Rigorous Training of Dogs Leads to High Accuracy in Human Scent Matching-To-Sample Performance. *PLoS One* 11, 2016.

[5] Polgar, Z., Kinnunen, M., Ujvary, D., Miklosi, A. & Gacsi, M. A Test of Canine Olfactory Capacity: Comparing Various Dog Breeds and Wolves in a Natural Detection Task. *PLoS One* 11, e0154087, 2016.

[6] Jezierski, T. et al. Operant conditioning of dogs (Canis familiaris) for identification of humans using scent lineup. *Animal Science Papers and Reports* 28, 81-93, 2010.

[7] Riezzo, I., Neri, M., Rendine, M., Bellifemina, A., Cantatore, S., Fiore, C., Turillazzi, E. Cadaver dogs: Unscientific myth or reliable biological devices? *Forensic Science International*. 244, 213-221, 2014.

v. 14, n. 4, p. 57-62, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

A cadeia de custódia e a prova pericial: garantindo a integridade e autenticidade dos vestígios no processo penal brasileiro

E.L. Chrominski[a,*], G.C. Barros[b]

[a] *Unidade de Execução Técnico-Científica, Polícia Científica do Estado do Paraná, Apucarana (PR), Brasil*
[b] *Unidade de Execução Técnico-Científica, Polícia Científica do Estado do Paraná, Ponta Grossa (PR), Brasil*
[*] *Endereço de e-mail para correspondência: erika.chrominski@policiacientifica.pr.gov.br. Tel.: +55-42-99966-1157.*

Keywords: Prova pericial; Cadeia de custódia; Vestígios; Quebra da cadeia de custódia.

1. INTRODUÇÃO

A prova é um elemento de extrema importância no processo penal, por meio das provas, busca-se reconstruir um fato histórico, qualificado como crime, a fim de instruir a decisão do julgador. O Código de Processo Penal dispõe sobre os diversos meios de prova existentes, sendo um deles a prova pericial, que fornece ao juiz o conhecimento técnico e especializado, a fim de auxiliar na compreensão da dinâmica criminosa.

Dada a importância da prova no contexto processual penal, faz-se necessária a adoção de mecanismos que garantam sua proteção. Um desses mecanismos é a cadeia de custódia da prova, que compreende um conjunto de procedimentos rigorosos para assegurar a integridade e autenticidade dos vestígios desde a coleta até a apresentação em juízo.

O presente artigo explora a importância da prova pericial e da cadeia de custódia na investigação criminal, destacando as normativas que regulamentam esse procedimento no Brasil, especialmente após a introdução da Lei nº 13.964/2019. Além disso, discorre sobre as consequências de eventual quebra da cadeia de custódia, incluindo uma análise de decisões dos tribunais em que falhas nos procedimentos ocasionaram a invalidação da prova.

2. A PROVA PERICIAL

A prova refere-se a um recurso utilizado para a apuração da verdade e convencimento do juiz, possui um objetivo bem definido: reconstruir os fatos investigados no processo, buscando a maior correspondência possível com a realidade histórica, ou seja, com a verdade dos fatos, conforme ocorreram no tempo e no espaço, a fim de instruir a decisão do julgador. Assim, para realizar essa árdua tarefa de reconstrução da verdade, são disponibilizados diversos meios e métodos de prova, com os quais se espera chegar o mais próximo possível da realidade dos fatos investigados. No entanto, esses métodos estão sujeitos a um limite previamente definido na Constituição Federal: o respeito aos direitos e garantias individuais do acusado e de terceiros, protegidos pelo princípio da inadmissibilidade das provas obtidas por meios ilícitos [1].

O Código de Processo Penal (CPP) apresenta em seu Título VII, por meio dos artigos 155 a 250 [2], um rol não taxativo dos meios de prova existentes, dentre os quais encontra-se a prova pericial, a qual é capaz de fornecer o conhecimento especializado ao juiz e auxiliar na compreensão da dinâmica criminosa. Ademais, tal prova contribui para a imparcialidade do processo, visto que se baseia em métodos científicos e objetivos, reduzindo a margem para interpretações subjetivas acerca do fato delituoso.

O exame pericial consiste em um conjunto de procedimentos técnicos executados por especialistas (peritos) que fornece um respaldo dotado de grande credibilidade à formação da decisão judicial. Conforme se extrai das palavras de Jesus Antonio Velho, “ter uma perícia eficaz e eficiente é, portanto, uma garantia ao indivíduo de que os processos penais serão condu-

E.L. Chrominski, G.C. Barros, Rev. Bras. Crim. 14(4), 57-62, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

zidos com base num suporte fático, rígido e científico que conduza a alegações verdadeiras e ao esclarecimento da verdade" [3].

É por meio de uma análise minuciosa do local de crime que podem ser obtidas informações valiosas acerca dos fatos e da autoria da conduta delituosa. Na maioria das vezes, os operadores do direito vinculados à ação penal, não tiveram acesso à cena do crime, assim, suas convicções serão elaboradas a partir dos elementos fornecidos pela investigação e pela perícia. Em razão disso, é imprescindível que se busque a maior quantidade possível de vestígios e informações, durante a análise do local, pois são esses elementos que lastrearão o conhecimento dos fatos ocorridos, sua dinâmica e configuração [3].

Devido à importância atribuída à prova pericial e sua contribuição na reconstrução do fato criminoso, observa-se que tem crescido a preocupação quanto à qualidade, autenticidade e fidedignidade desta prova. Um exemplo claro disso foi a normatização e inclusão do instituto da cadeia de custódia no Código de Processo Penal, tratando-se de grande evolução para a qualidade epistêmica e de credibilidade da prova.

3. CADEIA DE CUSTÓDIA DA PROVA

3.1. Cadeia de custódia e sua previsão normativa no ordenamento jurídico brasileiro

Antes de adentrar ao tema do conceito e etapas da cadeia de custódia da prova, é importante destacar que, embora a sua regulamentação no ordenamento jurídico-penal tenha ocorrido apenas em 2019, com o advento da Lei nº 13.964 [4], com a inserção dos artigos 158-A a 158-F no Código de Processo Penal, o tema não é novidade no direito brasileiro. Tanto a legislação complementar quanto o próprio CPP já contavam com dispositivos que regulamentavam a manutenção e a documentação da cronologia das provas.

A preocupação do legislador quanto à preservação das fases que compõem a cadeia probatória pode ser exemplificada através do previsto no Art. 6º do Código de Processo Penal [2], nos incisos I e II, em que a autoridade policial deve preservar (isolar) o local até a chegada dos peritos criminais e realizar eventuais apreensões, apenas após liberação destes.

O Superior Tribunal de Justiça [5] também já vinha abordando o tema relacionado à cadeia de custódia, conforme se observa no seguinte julgado:

> *O instituto da cadeia de custódia diz respeito à idoneidade do caminho que deve ser percorrido pela prova até sua análise pelo magistrado, sendo certo que qualquer interferência durante o trâmite processual pode resultar na sua imprestabilidade. Tem como objetivo garantir a todos os acusados o devido processo legal e os recursos a ele inerentes, como a ampla defesa, o contraditório e principalmente o direito à prova lícita. (HC nº 462.087/RJ).*

A Secretaria Nacional de Segurança Pública, em 16 de julho de 2014, publicou a Portaria nº 82, com intuito de estabelecer as diretrizes acerca dos procedimentos a serem observados no tocante à cadeia de custódia de vestígios. Hoje, pode-se notar que a redação dos artigos 158-A a 158-F, do Código de Processo Penal, é a reprodução grosseira dos dispositivos atinentes ao título da cadeia de custódia da citada portaria.

Assim, observa-se que o regramento incluído pela Lei nº 13.964/2019 veio para regularizar e consolidar, de modo específico, procedimentos que antes eram previstos de forma desconexa e esparsa na legislação, abordados em jurisprudências, quando da análise do caso concreto, ou mesmo objeto de estudo de pesquisadores do direito, a fim de reforçar a idoneidade e credibilidade da prova [6].

Como já mencionado, a regulamentação da cadeia de custódia da prova se deu por meio da publicação da Lei nº 13.964/2019 [4], a qual trouxe o seguinte conceito: "considera-se cadeia de custódia o conjunto de todos os procedimentos utilizados para manter e documentar a história cronológica do vestígio coletado em locais ou em vítimas de crimes, para rastrear sua posse e manuseio a partir de seu reconhecimento até o descarte".

Antes mesmo da inclusão desta matéria no CPP, Claudemir Rodrigues Dias Filho [7] conceituou a cadeia de custódia de forma abrangente e completa:

> *Uma sucessão de eventos concatenados, em que cada um proporciona a viabilidade ao desenvolvimento do seguinte, de forma a proteger a integridade de um vestígio do local de crime ao seu reconhecimento como prova material até o trânsito em julgado do mérito processual; eventos estes descritos em um registro documental pormenorizado, validando a evidência e permitindo sua rastreabilidade, sendo seu objetivo-fim garantir que a evidência apresentada na corte se revista das mesmas propriedades probatórias que o vestígio coletado no local de crime.*

Uma cadeia de custódia fidedigna aos ditames legais diminui a probabilidade de violação ou de

contaminação, seja acidental ou dolosa, do vestígio, assegurando a autenticidade do elemento de prova. Entende-se por autenticidade a certeza de que o objeto em análise não foi alvo de alterações ao longo de um processo, garantindo-se a identificação e a segurança da origem da informação [8].

3.2. Vestígio, etapas da cadeia de custódia da prova e o papel do perito criminal

A lei nº 13.964/2019 [4] também trouxe ao CPP uma definição legal para "vestígio" como sendo "todo objeto ou material bruto, visível ou latente, constatado ou recolhido, que se relaciona à infração penal". No entanto, quanto a esse conceito, cumpre destacar que o legislador deixou de mencionar, por exemplo, os vestígios digitais, que são elementos probatórios fundamentais nos dias de hoje. Por isso, se faz necessário aproximar o texto da lei à realidade prática, realizando uma interpretação extensiva e não taxativa, pois o caráter imaterial do vestígio não pode ter a capacidade afastar a submissão do elemento às normas da cadeia de custódia. Logo, o conceito de vestígio não pode ser delimitado pela interpretação literal do §3º, do art. 158-A, do CPP, devendo abarcar também os elementos de prova imateriais [3]. No entanto, o presente estudo se restringe aos apontamentos e discussões dos vestígios materiais encontrados em locais de crime.

Dificilmente um crime será consumado sem deixar vestígios, pois o autor do fato acaba deixando algo seu no local, ou leva algo do local consigo, trata-se do princípio de transferência (ou princípio de Locard). Esses vestígios materiais podem ser considerados fontes objetivas de informações, pois sua análise é mais precisa e segura, baseando-se em princípios técnico-científicos consagrados e não em interpretações subjetivas. O principal papel do perito criminal é encontrar tais elementos, documentá-los, coletá-los e transformá-los em provas, a fim de reconstruir a sequência de eventos que levou à sua criação [9].

Diante dos inúmeros vestígios que podem ser observados em uma cena de crime, os quais podem posteriormente estabelecer uma conexão com o autor do fato, torna-se imperativo adotar medidas que visem à sua preservação. Assim, conforme preceitua os parágrafos 1º e 3º, do artigo 158-A, do CPP, o início da cadeia de custódia se dá com a preservação do local ou com procedimentos policiais ou periciais, instituindo que aquele agente público que reconhecer um elemento como potencial fonte de prova ficará responsável por sua preservação.

Na maioria dos casos, os peritos criminais são os últimos a chegar em um local de crime, sendo assim o isolamento da área fica a cargo de outros agentes públicos (policiais militares, civis ou rodoviários, bombeiros, agentes de trânsito, entre outros). Após garantir a segurança do local e eventual socorro às vítimas, esse agende público deve providenciar o correto isolamento, a fim de garantir que não se altere o estado das coisas até a chegada dos peritos, bem como minimizar a perda, degradação ou contaminação dos vestígios ali presentes. Um local mal isolado e não preservado traz inúmeros prejuízos à qualidade da prova coletada e à análise da dinâmica do fato criminoso. Se ali já houver uma contaminação, o restante da cadeia estará comprometido, sendo um dever do Perito Criminal consignar no seu laudo as consequências dessas alterações. Diante de tamanha importância conferida ao isolamento e preservação de um local de crime, revela-se fundamental que haja uma integração entre os agentes públicos responsáveis por essa tarefa, notadamente quanto à realização de cursos, instruções e treinamentos visando às boas práticas relacionadas ao tema.

O artigo 158-B, do CPP, apresentou as dez etapas necessárias para que a cadeia de custódia possa ser garantida: o inciso I refere-se ao ato de distinguir e reconhecer um elemento como de potencial interesse para a produção da prova pericial, ao passo que o inciso II trata do isolamento, já mencionado e discutido neste estudo.

A etapa de fixação (inciso III) da cena de crime refere-se ao registro detalhado e permanente das condições do local e de todos os vestígios materiais presentes, é a etapa que mais demanda tempo da atividade pericial. A fixação inclui a captura de fotografias, vídeos e a elaboração de croquis, bem como a documentação precisa da posição e estado de cada vestígio encontrado. Além disso, requer que o perito proceda a uma análise precisa e com atenção aos detalhes, a fim de garantir que todas as informações sejam registradas de maneira completa, fornecendo uma base sólida para as fases subsequentes da investigação.

Os incisos de IV a VII tratam do manuseio dos vestígios, englobando as etapas de coleta, acondicionamento, transporte e recebimento, os quais podem variar de acordo com a natureza do material em análise. Essas etapas devem seguir todos os requisitos legais a fim de evitar inconsistências na documentação e contaminação dos vestígios, garantindo que não haja prejuízos à etapa de processamento (inciso VIII) [3]. Os artigos 158-C e 158-D [2] trazem mais algumas normativas acerca dessas etapas, notadamente quanto à necessidade de individualizar e lacrar as embalagens, de forma a garantir a inviolabilidade e a

idoneidade do vestígio durante o transporte. Por fim, os incisos IX e X dispõem sobre o armazenamento e descarte dos vestígios coletados.

As etapas apresentadas por meio do artigo 158-B demonstram o rigor científico da nova normatização, em que se observa o encadeamento das etapas, sugerindo uma noção de continuidade, um processo de rastreamento ininterrupto cronologicamente [8].

Assim, é papel do perito criminal seguir rigorosamente todas essas etapas, pois de nada adianta possuir a melhor estrutura para análise e processamento do vestígio, se ele apresentar pontos questionáveis (técnicos e jurídicos), em sua origem e manuseio. Se não houver uma documentação precisa de todas as etapas de custódia do vestígio, o processo como um todo poderá ser comprometido, tornando-se ineficaz na aplicação da justiça, ocasionando a chamada quebra da cadeia de custódia.

4. CONSEQUÊNCIAS DA QUEBRA DA CADEIA DE CUSTÓDIA

A inserção da cadeia de custódia da prova no Código de Processo Penal é, sem dúvida, uma grande evolução para a qualidade e credibilidade da instrução probatória. No entanto, o legislador ainda deixou lacunas sobre o tema, notadamente acerca das consequências processuais no caso de eventual descumprimento ou quebra da cadeia de custódia.

Ao proceder uma análise na doutrina brasileira, observa-se que os autores possuem opiniões divergentes quanto às consequências de eventual quebra da cadeia de custódia da prova. Alguns autores sustentam ser um problema de autenticidade da prova, que será solucionado na valoração pelo julgador de acordo com o caso concreto; outros entendem ser caso de nulidade da prova; e há também quem defenda ser caso de ilicitude da prova, levando ao desentranhamento dos autos.

Em novembro do ano de 2021 a Sexta Turma do Superior Tribuna de Justiça definiu, por meio de decisão proferida no Habeas Corpus nº 653.515/RJ, que:

> *A violação da cadeia de custódia – disciplinada pelos artigos 158-A a 158-F do Código de Processo Penal (CPP) – não implica, de maneira obrigatória, a inadmissibilidade ou a nulidade da prova colhida. Nessas hipóteses, eventuais irregularidades devem ser observadas pelo juízo ao lado dos demais elementos produzidos na instrução criminal, a fim de decidir se a prova questionada ainda pode ser considerada confiável. Só após essa confrontação é que o magistrado, caso não encontre sustentação na prova cuja cadeia de custódia foi violada, pode retirá-la dos autos ou declará-la nula [10].*

Assim, verifica-se que a orientação jurisprudencial quanto eventual desconformidade com as regras previstas no CPP acerca da cadeia de custódia dependerá do cotejo com os demais elementos de provas constantes nos autos.

4.1. Casos concretos envolvendo a quebra da cadeia de custódia da prova

Neste tópico far-se-á uma análise de situações concretas em que falhas em procedimentos policiais e periciais, bem como a consequente quebra da cadeia de custódia, ocasionaram a invalidação da prova.

Em acórdão proferido pela 5ª Câmara Criminal do Tribunal de Justiça do Paraná, nos autos nº 0001139-71.2020.8.16.0096 [11], julgado em 17 de junho de 2021, da Comarca de Iretama, houve o acatamento da tese alegada pela defesa quanto à quebra da cadeia de custódia da prova.

A defesa do acusado sustentou que houve a quebra da cadeia de custódia da droga apreendida, pois o "perito anexou a informação de que os objetos periciados continham os lacres n° 002629 e 002628, porém, no inquérito policial foram enviados através do lacre n° 4238 e 4203, conforme o evento 49.1". Alegou ainda que "em nenhum momento ficou evidente nos autos que houve alteração dos lacres, portanto, fica latente a quebra da cadeia de custódia que leva a nulidade do laudo".

A tese alegada pela defesa foi acolhida pelos desembargadores, sendo que após análise dos autos e em razão da divergência dos números dos lacres, julgaram ser impossível traçar todo o caminho percorrido pelo entorpecente apreendido, sem que se tenha dúvida sobre eventual adulteração. Confira-se trecho do aludido acórdão:

> *Inegavelmente, no presente caso, não houve a devida preservação das provas, de forma que a história cronológica da evidência restou comprometida. Ou seja, houve a quebra da cadeia de custódia, a qual ocorre quando a falta de preservação integral das provas ou do detalhamento adequado do seu modo de produção afeta a sua própria credibilidade, podendo acarretar a nulidade do processo por cerceamento ao direito de defesa e o reconhecimento da ilicitude do acervo probatório produzido.*

Em outro julgado, mais recente, publicado em 28 de agosto de 2023, a 5ª Turma do Superior Tribunal de Justiça reconheceu a quebra da cadeia de custódia da prova em decisão no Agravo Regimental no Recurso Especial nº 2073619/RS [12]. No presente caso, a defesa alegou que o material pericial foi encaminhado ao Instituto Geral de Perícias apenas acondicionado em saco plástico, desprovido de lacre. Confira-se trecho da ementa da decisão:

> *AGRAVO REGIMENTAL NO RECURSO ESPECIAL. TRÁFICO DE DROGAS. QUEBRA DA CADEIA DE CUSTÓDIA DA PROVA. MATERIAL PERICIADO. ACONDICIONAMENTO EM INVÓLUCRO PLÁSTICO. AUSÊNCIA DE LACRE. VIOLAÇÃO DO ART. 158-D DO CPP.*
>
> *(...)*
>
> *1. "(...)* **A integralidade do lacre não é uma medida meramente protocolar; é, antes, a segurança de que o material não foi manipulado, adulterado ou substituído, tanto que somente o perito poderá realizar seu rompimento para análise, ou outra pessoa autorizada, quando houver motivos (art. 158-D, § 3º, do CPP)***" (grifo nosso) (HC n. 653.515/RJ, relator Ministro Rogerio Schietti Cruz, Sexta Turma, julgado em 23/11/2021, DJe de 1/2/2022).*
>
> *2. Na hipótese, como registrado no acórdão, "o material remetido para análise pericial no Instituto Geral de Perícias estava apenas acondicionado em saco plástico, sem lacre", de modo que "A inobservância do disposto no art. 158-D do CPP produz como resultado a impossibilidade de demonstração inequívoca, pelo órgão acusador, de que o material periciado, isto é, a evidência material do crime é a mesma que foi apreendida no dia dos fatos, o que era possível de ser feito já que bastaria observar-se a regra de acondicionamento adequado da prova colhida, com lacre e identificação da droga".*
>
> *(...)*
>
> *(AgRg no REsp n. 2.073.619/RS, relator Ministro Reynaldo Soares da Fonseca, Quinta Turma, julgado em 22/8/2023, DJe de 28/8/2023.)*

Diante do exposto, observa-se que os tribunais têm aplicado rigorosamente as normativas de cadeia de custódia, cuja não observância minuciosa pode resultar na invalidação das provas coletadas. Dessa forma, é imperativo que o perito criminal, em conjunto com os demais agentes de segurança pública que realizam o atendimento em locais de crime, atuem de maneira coordenada e atenta a todas as etapas do processo. A preservação da integridade e autenticidade das provas é crucial para evitar sua exclusão do processo judicial, o que pode levar tanto à condenação de inocentes por crimes que não cometeram quanto à impunidade dos verdadeiros culpados. A colaboração e o rigor técnico em cada fase da cadeia de custódia são, portanto, essenciais para a efetiva aplicação da justiça.

5. CONCLUSÕES

A cadeia de custódia é um componente vital para garantir a integridade e a autenticidade das provas no processo penal. A regulamentação detalhada trazida pela Lei nº 13.964/2019 representa um avanço significativo no ordenamento jurídico brasileiro, promovendo uma maior credibilidade e segurança na apuração dos fatos criminais.

O rigor científico e a metodologia empregada nas etapas de reconhecimento, isolamento, fixação, coleta, acondicionamento, transporte, recebimento, processamento, armazenamento e descarte são cruciais para a proteção dos vestígios e, consequentemente, para a busca da verdade processual.

A atuação dos peritos criminais, fundamentada em métodos técnicos e científicos, assegura que as provas coletadas sejam confiáveis e possam ser utilizadas eficazmente na formação do convencimento do julgador. A formação e o treinamento contínuo desses profissionais são indispensáveis para garantir que estejam atualizados com as melhores práticas e tecnologias disponíveis.

A efetividade da cadeia de custódia depende não apenas do cumprimento estrito dos procedimentos por parte dos peritos, mas também da colaboração entre todos os agentes envolvidos na cena do crime. O correto isolamento e preservação do local são essenciais para evitar a contaminação dos vestígios, garantindo que todo o processo probatório se mantenha íntegro e idôneo. Dessa forma, a cadeia de custódia não é apenas um procedimento técnico, mas um sistema integral de proteção à prova, refletindo o compromisso do sistema judiciário com a verdade, a justiça e os direitos individuais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] E. Pacelli. *Curso de Processo Penal,* Brasil, Editora Atlas (2020) 415-421, 1346-1350.

[2] BRASIL. *Decreto-Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941. Código de Processo Penal*. Retirado em: 20/06/2024, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_ 03/ decreto-lei/del3689compilado.htm.

[3] J.A. Velho; K.A. Costa; C.T.M. Damasceno. Locais de crime: dos vestígios à dinâmica criminosa, Brasil, Editora Millenium (2023) 3-20.

[4] BRASIL. *Lei nº 13.964, de 24 de dezembro de 2019. Aperfeiçoa a Legislação Pena e processual penal*. Retirado em: 20/06/2024, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/ 2019/ lei/ l13964.htm.

[5] BRASIL. *Superior Tribunal de Justiça. Habeas Corpus nº 462.087-SP* (2018/0192763-0). Retirado em: 20/06/2024, de https://www.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/stj/859929670/inteiro-teor-859929679?ref=serp.

[6] N. Avena. *Processo Penal,* Brasil, Editora Forense (2020) 1044-1053.

[7] C.R. Dias. Cadeia de Custódia: do local do crime ao trânsito em julgado; do vestígio à evidência. *Revista dos Tribunais,* ***vol. 98***: 436-451 (2009).

[8] R.S. Cunha. *Pacote Anticrime – Lei 13.964/2019: Comentários às alterações no CP, CPP e LEP,* Brasil, Editora Juspodvm (2020) 174-199.

[9] J.A. Velho; G.C. Geiser; A. Espindula. Ciências forenses: uma introdução às principais áreas da criminalística moderna, Brasil, Editora Millenium (2021) 1-40.

[10] BRASIL. *Superior Tribunal de Justiça. Quebra da cadeia de custódia não gera nulidade obrigatória da prova, define Sexta Turma*. Retirado em: 02/07/2024, de https://www.stj.jus.br/sites/portalp/Paginas/Comunicacao/Noticias/09122021-Quebra-da-cadeia-de-custodia-nao-gera-nulidade-obrigatoria-da-prova—define-Sexta-Turma.aspx.

[11] BRASIL. *Tribunal de Justiça do Estado do Paraná. Apelação Criminal nº 0001139-71.2020.8.16.0096*. Retirado em: 02/07/2024, de https://portal.tjpr.jus.br/jurisprudencia/j/4100000017153081/Acórdão-0001139-71.2020.8.16.0096.

[12] BRASIL. *Superior Tribunal de Justiça. AgRg no Recurso Especial nº 2073619-RS* (2023/0171991-0). Retirado em: 02//2024, de https://scon.stj.jus.br/SCON/GetInteiroTeorDoAcordao?num_registro=202301719910&dt_publicacao=28/08/2023.

Rev. Bras. Crim. 14(4), 63-67, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 63-67, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Cogumelos "Mágicos": Caracterização do local de cultivo ilegal do Psilocybe cubensis em uma operação integrada entre a Polícia Civil e a Perícia Criminal do Rio Grande do Norte.

[a] *Instituto de Criminalística, Instituto Técnico e Científico de Perícia (ITEP), Mossoró (RN), Brasil*
[b] *Núcleo do Laboratório Forense – Química Forese – ITEP Natal (RN)*
[c] *Delegacia Especializada em Narcóticos (DENARC), Polícia Civil-RN, Mossoró (RN), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência:*

Keywords: Psilocybe cubensis; Psilocina; Psilocina; Cogumelos alucinógenos.

CONTEXTUALIZAÇÃO

O cogumelo **Psilocybe cubensis** é amplamente conhecido por suas propriedades psicoativas, sendo um dos membros mais estudados do gênero **Psilocybe**. Este gênero inclui várias espécies que contêm compostos alucinógenos, notavelmente a psilocibina e a psilocina [1].

Figura 1. Cogumelos alucinógenos In Natura.

Esse cogumelo é de particular interesse tanto para a comunidade científica quanto para a cultura popular devido aos seus efeitos psicodélicos e seu papel histórico e contemporâneo em práticas espirituais e recreativas [1].

Ele é um fungo saprófito que geralmente cresce em esterco bovino e outras matérias orgânicas ricas em nutrientes. São comercializados como 'novas substâncias psicoativas', notavelmente os esporos e micélios de Psilocybe cubensis e Psilocybe semilanceata, que são vendidos com areia como 'exemplares para microscopia'.

Os efeitos psicotrópicos são atribuídos aos princípios ativos mais importantes, a psilocibina (O-fosforil-4-hidroxi-N, N-dimetiltriptamina) e a psilocina (4-hidroxi-N, N-dimetiltriptamina) [2].

Figura 2. Cogumelos Apreendidos na operação policial da Polícia Civil -RN, Delegacia Especializada em Narcóticos de Mossoró (DENARC) em Parceria com o Instituto Técnico Científico de Perícia do RN (ITEP).

Os efeitos são caracterizados como semelhantes aos do dietilamido do ácido lisérgico (LSD); no entanto, a psilocibina é 200 vezes menos potente e tem uma duração mais curta, que varia de 2 a 6 horas. Intoxicações fatais devido à exposição aos cogumelos são raras e, muitas vezes, são resultado da combinação com outras drogas de abuso, principalmente álcool [3].

Rev. Bras. Crim. 14(4), 63-67, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

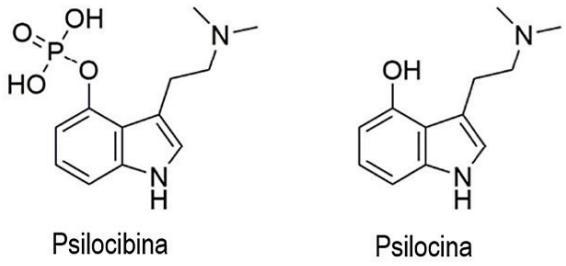


Figura 3. Estrutura química da Psilocibina e da Psilocina

A psilocibina provoca mudanças complexas em diversos níveis do cérebro, resultando em estados alterados de consciência, como alterações na percepção, pensamento e emoções, além de mudanças no processamento da informação e no metabolismo e/ou atividade cerebral. Devido a esses efeitos, ela é utilizada como um dos principais modelos serotoninérgicos agudos para estudar psicose e esquizofrenia [4].

O principal mecanismo de ação da psilocina envolve a modulação dos receptores de serotonina (5-HT), especialmente os receptores 5-HT2A. A psilocina atua como um agonista parcial nesses receptores, induzindo uma cascata de eventos intracelulares que resultam em alterações na atividade neuronal e na neurotransmissão. A ativação dos receptores 5-HT2A é crucial para os efeitos alucinógenos, sendo responsável pelas mudanças na percepção sensorial, cognição e emoções [5].

Estudos de neuroimagem têm demonstrado que a psilocibina e a psilocina induzem alterações significativas no fluxo sanguíneo cerebral e no metabolismo energético do cérebro. Regiões como o córtex pré-frontal, o córtex cingulado anterior e a ínsula mostram mudanças na perfusão e na atividade metabólica, correlacionando-se com os efeitos subjetivos relatados pelos usuários. Essas alterações refletem a complexa interação entre os sistemas serotoninérgicos e outros sistemas neurotransmissores, como o glutamatérgico e o dopaminérgico [6].

Devido à sua capacidade de induzir estados psicodélicos que mimetizam alguns aspectos da psicose e da esquizofrenia, a psilocibina é frequentemente utilizada em modelos experimentais para estudar essas condições. A ativação excessiva dos receptores 5-HT2A e a subsequente desregulação neuronal oferecem um modelo útil para investigar os mecanismos subjacentes a transtornos psicóticos e testar novas abordagens terapêuticas [7].

2. PROBLEMÁTICA

2.1. Configura crime ou não a venda de "cogumelos mágicos"?

No Brasil, a venda de substâncias psicoativas é regulada pela Lei nº 11.343, de 23 de agosto de 2006, conhecida como Lei de Drogas. Essa lei estabelece penas para o tráfico de drogas, incluindo a produção, venda e distribuição de substâncias que causem dependência física ou psíquica sem autorização ou em desacordo com determinação legal ou regulamentar [8].

2.2 *Portaria nº 344 de 1998 da ANVISA*

A Portaria nº 344 de 12 de maio de 1998 da ANVISA aprova o regulamento técnico sobre substâncias e medicamentos sujeitos a controle especial. Essa portaria inclui a psilocibina e a psilocina na lista de substâncias controladas (Lista F2 - Substâncias Psicotrópicas) [9]. Como os cogumelos mágicos, como o Psilocybe cubensis, contêm psilocibina e psilocina, eles são enquadrados como substâncias psicotrópicas de uso proscrito.

2.3 *Configuração de Crime*

De acordo com a Lei de Drogas e a Portaria nº 344, a venda de cogumelos mágicos, que contêm substâncias controladas sem a devida autorização, configura crime de tráfico de drogas. As penas para tráfico de drogas incluem reclusão e multa, e a severidade da pena pode variar conforme as circunstâncias do caso, como a quantidade de substância envolvida e a existência de organização criminosa. Portanto, a venda de cogumelos mágicos no Brasil é considerada ilegal e constitui um crime de acordo com a legislação vigente.

3. DESENVOLVIMENTO

Para avaliarmos e nortearmos o que deve ser procurado pela equipe de policiais e peritos criminais em um local de crime relacionado à produção ilegal de cogumelos alucinógenos, precisamos entender como se dá essa produção, desde seu cultivo até sua preparação para venda. A partir dessas informações, podemos buscar elementos e vestígios que fortaleçam a convicção do fato criminal buscado no local de apreensão.

3.1 Etapas comuns da produção dos cogumelos Psilocybe cubensis

Na Fig. 4, podemos observar as principais etapas que os produtores de Psilocybe costumam seguir para garantir a produção e a qualidade final do produto comercializável, que pode ser o cogumelo seco inteiro ou triturado e acondicionado em cápsulas ou sacos plásticos. Principalmente nas etapas iniciais, é necessário o uso de uma estrutura adequada. Essa estrutura está bem detalhada na Tabela 1.

Rev. Bras. Crim. 14(4), 63-67, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

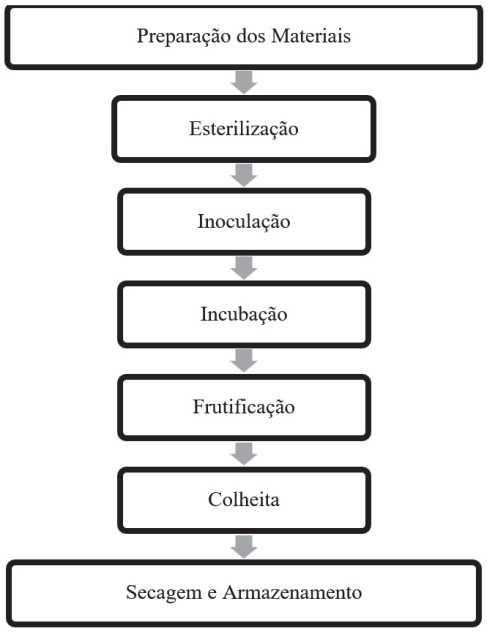


Figura 4. Fases comuns da produção do Psilocybe cubensis.

3.2. Materiais que podem ser identificados e apreendidos pela equipe policial no local de cultivo ilegal do Psilocybe cubensis.

O local de cultivo pode ser identificado pelos peritos e policiais pela presença de grande quantidade de elementos e vestígios que o destacam como uma espécie de laboratório improvisado para uma produção de média a larga escala de cogumelos alucinógenos. O principal indicativo é a presença de uma estufa e de materiais como os descritos em insumos na tabela 1.

Figura 5. Materiais apreendidos na operação policial integrada entre a Polícia Civil e a Perícia Criminal contra um produtor ilegal de cogumelos alucinógenos da espécie Psilocybe cubensis.

É importante destacar que grãos como milho, centeio e arroz integral são cruciais para o cultivo do Psilocybe cubensis devido à sua capacidade de fornecer os nutrientes necessários (amido), manter a umidade, oferecer uma estrutura física adequada para a colonização do micélio e serem facilmente esterilizáveis. Portanto, é comum encontrar nesses locais de cultivo grande quantidade de grãos acondicionados em sacos fechados, como visualizado nas figuras 6 e 7.

Figura 6. Sacos apreendidos na operação. Dentro deles foram encontrados milhos que fornecem os nutrientes necessários para o crescimento do Psilocybe cubensis. Na imagem, os sacos foram organizados em ordem cronológica da produção, sendo o saco mais à esquerda o recém-semeado e o mais à direita e acima o saco já pós-coletado.

Figura 7. Interior da estufa especialmente produzida com controle de luz, temperatura e umidade. Na prateleira, vários sacos de milho recém-semeados com os esporos do fungo.

Um item relevante a ser buscado e apreendido pela equipe policial, para fortalecer a convicção da manipulação mais elaborada para possível exposição à venda, são as cápsulas cheias do fungo seco e triturado como apresentadas na figura 8. A partir do momento em que o produtor acondiciona o fungo dessa forma, somente com a identificação química é possível afirmar que se trata do Psilocybe cubensis.

Rev. Bras. Crim. 14(4), 63-67, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Tabela1. Itens característicos de um local de produção de Cogumelos "Mágicos" da espécie Psilocybe cubensis.

Principais Itens Encontrados no Laboratório Clandestino de Produção de Cogumelos Alucinógenos			
Vidrarias, Plásticos e Metais	**Insumos**	**Estrutura**	**Produtos**
Potes de vidro com tampa	Milho, Centeio, Arroz	Balança de Precisão	Cogumelos secos
Placas de petri	Serragem	Luz ultravioleta	Cogumelos in natura
Béqueres e Tubos de Ensaio	Papelão	Estufa com estantes	Cápsulas preenchidas
Erlenmeyer	Papel Higiênico	Humidificador	-
Seringas e Pinças	Meio de cultura líquido	Termo-higrômetro	-
Borrifadores	Meio de cultura sólido	-	-
Balões Volumétricos	Cápsulas vazias	-	-
Potes e Vasilhas	-	-	-

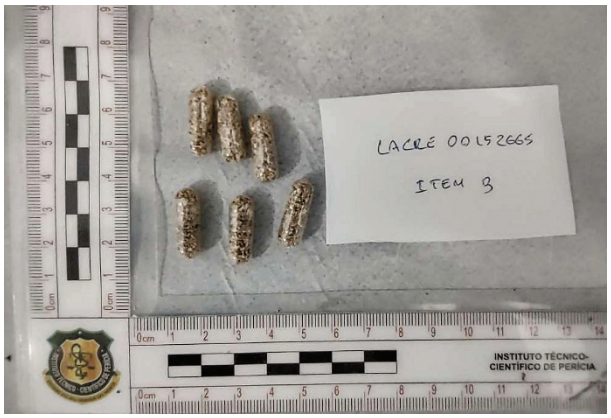


Figura 8. Cápsulas contendo o fungo Psilocybe cubensis seco e triturado. As cápsulas foram enviadas ao Laboratório Forense do ITEP-RN para identificação química por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-MS) sendo identificada a presença da Psilocina.

Figura 9. Materiais apreendidos e analisados no laboratório de química forense quanto a presença da Psilocina e Psilocibina. ***A***- Vasilha azul contendo cogumelos secos, sacos tipo zip-lock e fracos coletor contendo o cogumelo triturado. ***B e C***- Sacos tipo zip-lock contendo cogumelos. ***D***- Borrifador usado para inoculação dos esporos do Psilocybe cubensis. ***E e F***- Frascos com meio de cultura e nutricional. ***G***- Insumos como serragem. ***H***- Sacos com milho para a frutificação. ***I***- Exemplar de um Cogumelo da espécie Psilocybe cubensis seco.

A identificação química forense do fungo Psilocybe cubensis por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS) é um método robusto e preciso para detectar e identificar os compostos psicoativos presentes no fungo, principalmente a psilocibina e a psilocina, que são as substâncias proscritas pela Portaria nº 344 de 12 de maio de 1998 da ANVISA – Lista F2.

Em um artigo científico específico, atualmente em fase de produção, sobre a identificação do Psilocybe cubensis por GC-MS, será descrito em mais detalhes o protocolo e procedimento utilizados para a identificação desse cogumelo alucinógeno pelo Núcleo do Laboratório de Perícia Forenses (NLPF-ITEP/RN) setor de química forense. As etapas da identificação química utilizadas estão esquematicamente representadas na Figura 10.

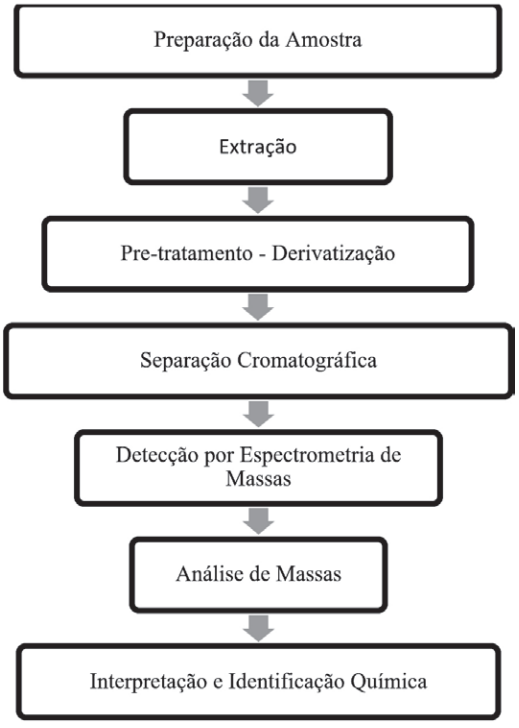


Figura 10. Etapas do procedimento analítico para identificação química forense do cogumelo alucinógeno Psilocybe cubensis.

Rev. Bras. Crim. 14(4), 63-67, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

4. CONCLUSÕES

Com base nos vestígios, instrumentos e estrutura do local de cultivo ilegal analisado, é possível concluir que se trata de um laboratório ilegal de produção em massa de cogumelos alucinógenos da espécie Psilocybe cubensis.

Também é possível concluir que os espectros de massas obtidos ao final da análise foram comparados com bibliotecas de espectros de referência para identificar os compostos presentes na amostra, sendo compatíveis com os espectros da psilocina e da psilocibina, confirmando que, de fato, os cogumelos apreendidos se tratam do Psilocybe cubensis.

AGRADECIMENTOS

A equipe de Perícia Criminal do Instituto Técnico de Perícia do RN (ITEP-RN) gostaria de agradecer à então Delegada da Delegacia Especializada em Narcóticos de Mossoró-RN, ******, e aos colegas Policiais Civis da Polícia Civil do Rio Grande do Norte pelo convite e integração nessa operação policial de grande relevância no combate ao tráfico ilícito de entorpecentes, no caso aqui relatado de cogumelos alucinógenos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Amsterdam, J. G. C., Opperhuizen, A. & van den Brink, W. Harm potential of magic mushroom: a review. *Regul. Toxicol. Pharmacol.***59**, 423–429 (2011).

[2] Guzman, G., Allen, J. W. & Gartz, J. A worldwide geographical distribution of the neurotropica fungi, an analysis and discussion. *Ann. Mus. Civ. Rovereto* **14**, 189–280 (1998).

[3] Hasler, F., Grimberg, U., Benz, M. A., Huber, T. & Vollenweider, F. X. Acute psychological and physiological effects of psilocybin in healthy humans: a double-blind, placebo-controlled dose-effect study. *Psychopharmacology* **172**, 145–156 (2004).

[4] Passie T, Seifert J, Schneider U, Emrich HM. The pharmacology of psilocybin. Addiction Biology. 2002;7(4):357-364.

[5] M. et al. Activation of Serotonin 2A Receptors Underlies the Psilocybin-Induced Effects on α Oscillations, N170 Visual-Evoked Potentials, and Visual Hallucinations. *Journal of Neuroscience*, **v. 33**, n. 25, 10544–10551, 19 jun. 2013.

[6] Carhart-Harris, R. L. *et al.* Psilocybin with psychological support for treatment-resistant depression: an open-label feasibility study. *Lancet Psychiatry* **3**, 619–627 (2016).

[7] Davis, A. K. et al. Effects of Psilocybin-Assisted Therapy on Major Depressive Disorder. *JAMA Psychiatry*, **v. 78**, n. 5, p. 481, 1 maio de 2021.

[8] Brasil. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 11.343, de 23 de agosto de 2006. Institui o Sistema Nacional de Políticas Públicas sobre Drogas. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, p. 2, 24 ago. 2006.

[9] Brasil. Portaria Nº 344, de 12 de maio de 1998. Aprova o Regulamento técnico sobre substâncias e medicamentos sujeitos a controle especial. *Diário Oficial da União*, **n.91**, 15 maio. 1998.

APÊNDICES OU ANEXOS

Não foram produzidos apêndices ou anexos.

v. 14, n. 4, p. 68-70, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Identificação de Autoria de Crime Mediante Confronto Papiloscópico entre Fragmento Plantar Revelado/Realçado com Amido Black e Padrão Obtido por meio de Registro Fotográfico da Planta do Pé Entintada: Relato de Caso

J.V.S. Nogueira[a,*], R.C.M. Araújo[a], R.M. Félix[a], S.R. Silva[a], D.R. Santos[a]

a Instituto de Criminalística Leonardo Rodrigues, Superintendência de Polícia Técnico Científica, Goiânia (GO), Brasil
**Endereço de e-mail para correspondência: joao.victor.23@hotmail.com. Tel.: +55-62-98109-3785.*

Keywords: *Amido Black*; Autoria de Crime; Efetividade; Impressões Plantares; Perícia Criminal.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A apuração de fatos delituosos, por meio da investigação criminal, tem como um de seus maiores desafios indicar a autoria delitiva. Para auxiliar na inclusão, ou até mesmo exclusão, de uma determinada pessoa em um cenário de crime algumas técnicas de identificação humana podem ser utilizadas.

Dentre estas técnicas temos a Papiloscopia, ciência que estuda a identificação humana por meio de desenhos papilares, que podem ser reproduzidos em uma superfície ao ser tocada por um indivíduo, possibilitando identificar sua presença em um cenário de crime [1].

Estes desenhos, sejam eles produzidos pelas pontas dos dedos (digitais), pelas palmas das mãos (palmares) ou pelas plantas dos pés (plantares), exibem certas particularidades como unicidade, variabilidade, imutabilidade e perenidade [2], possibilitando sua utilização como padrão biométrico para individualização de pessoas.

O sangue presente em determinados locais de crimes pode atuar como facilitador da visualização de impressões papilares e, ainda, os fragmentos de impressões papilares, quando transferidos em sangue, fornecem uma importante ligação entre o local do crime e seu autor [3]. Para aumentar o contraste das linhas papilares transferidas em sangue pode ser necessária a aplicação de um revelador/realçador papilar, como o Amido Black.

A fim de se identificar a quem pertencem os fragmentos de impressões papilares realçados/revelados, é realizado o exame de confronto papiloscópico, que consiste na comparação dos fragmentos verificados no local com os padrões papilares obtidos dos suspeitos, a fim de inserir tal pessoa no cenário do crime [4].

2. PROBLEMÁTICA

Durante Exame de Confronto de Impressões Plantares, transferidas em sangue e reveladas/realçadas pelo Amido Black, realizado por Peritos Criminais do Laboratório de Papiloscopia Forense (LAPAP), do Instituto de Criminalística Leonardo Rodrigues (ICLR), da Superintendência de Polícia Técnico-Científica de Goiás (SPTC/GO), 07 (sete) fragmentos plantares positivaram com o suspeito/confesso, restando 01 (um) fragmento que, apesar de apresentar alguns pontos coincidentes com a região plantar direita dele, não eram suficientes para possibilitar um confronto positivo. Esta informação abria a possibilidade de inclusão de um segundo autor na cena de crime de duplo homicídio, o que levaria a uma alteração na dinâmica das investigações.

3. DESENVOLVIMENTO

Ao realizar o Exame de Pesquisa de Impressões Papilares transferidas em sangue, em local de du-

J.V.S. Nogueira *et al.*, Rev. Bras. Crim. 14(4), 68-70, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

plo homicídio, a equipe de Peritos Criminais do LAPAP/ICLR verificou 08 (oito) fragmentos de impressões plantares em substância hematoide, com qualidade para exame comparativo, revelados/realçados através da aplicação do corante Amido Black (Fig. 1).

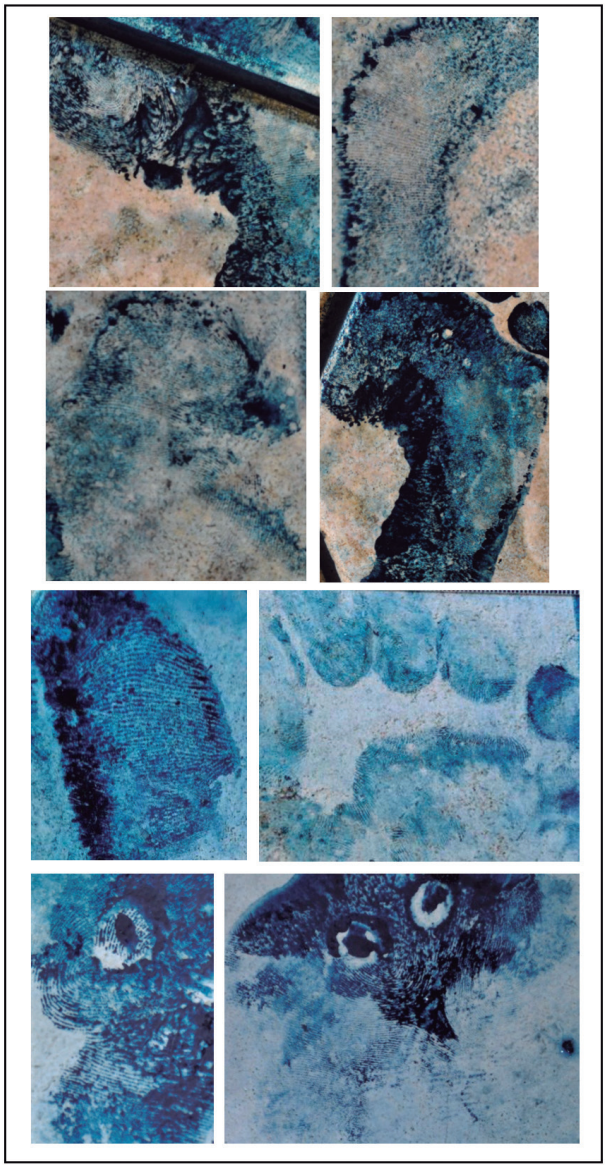


Figura 1. Fragmentos de impressões plantares, com qualidade para exame comparativo, revelados/realçados com Amido Black.

Tais fragmentos foram confrontados utilizando-se o método ACE-V (*Analysis, Comparison, Evaluation and Verification*) [2], possibilitando obter informações suficientes para permitir a individualização com as impressões plantares coletadas de J.P.S.S., que se encontrava recolhido em Unidade Prisional do Estado de Goiás.

Dos oito fragmentos plantares, com qualidade para exame comparativo (Fig. 1), apenas 07 (sete) positivaram com os padrões do suspeito, abrindo a possibilidade de se incluir um segundo autor na cena do crime. Todavia, J.P.S.S. acabou confessando ser o autor do crime e alegava ter agido sozinho.

Uma nova coleta dos padrões plantares do suspeito, obtida de maneira, até então, não usual para o LAPAP, foi realizada por meio de registro fotográfico das plantas dos pés entintados. Posteriormente, a fotografia obtida foi espelhada, ou seja, girada em torno do seu eixo horizontal (Fig. 2), possibilitando que as curvaturas dos pés, não contempladas pela coleta tradicional, pudessem ser abarcadas nestes padrões.

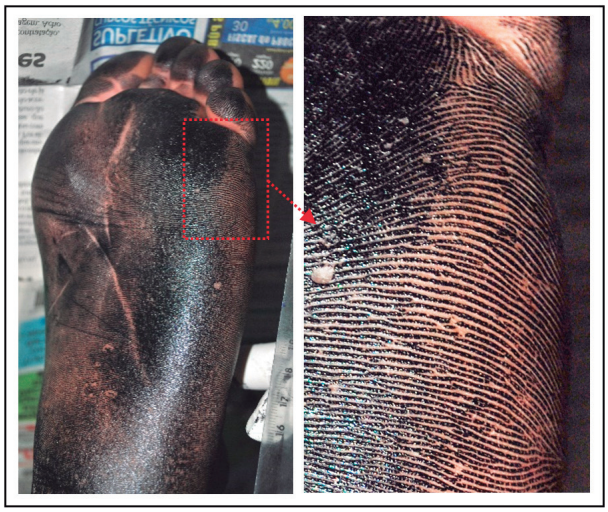


Figura 2. Padrão plantar obtido pelo registro fotográfico do pé direito entintado, e posterior giro no eixo horizontal, com destaque para a área a ser confrontada.

A visualização de uma região curva do pé direito entintado (Fig. 2) do confesso possibilitou a identificação positiva com o fragmento restante (Fig. 3), resultando em um confronto positivo entre os padrões plantares de J.P.S.S e os 08 (oito) fragmentos plantares com qualidade para exame comparativo verificados no local.

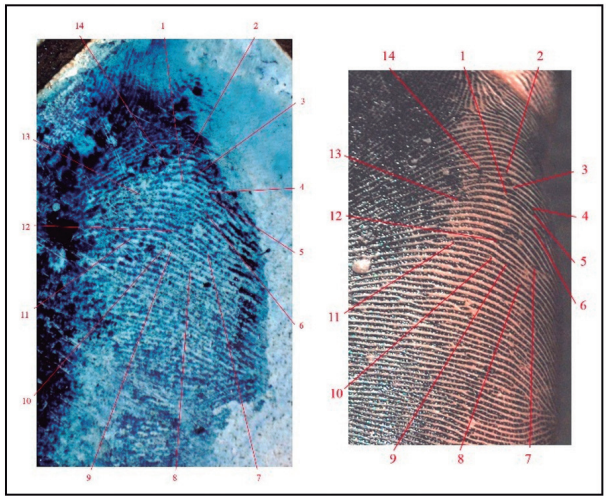


Figura 3. Confronto positivo entre fragmento revelado com amidoblack e padrão obtido por registro fotográfico em região curva da planta do pé entintado.

Logo, este resultado permitiu a não inclusão de um segundo autor no local de duplo homicídio.

4. CONCLUSÕES

A utilização de Amido Black para realce/revelação de fragmentos papilares em sangue, principalmente plantares, é comum na rotina dos Peritos Criminais do LAPAP. Todavia, foi a primeira ocorrência em que houve a obtenção de padrão papilar por meio de registro fotográfico, o que garantiu contemplar uma região de curvatura da planta do pé de difícil obtenção na coleta de padrão convencional com aposição em folha de papel.

O confronto positivo entre os sete fragmentos plantares iniciais já incluía o confesso J.P.S.S no cenário do crime, dando o direcionamento à autoria. Entretanto, a sua confissão não excluía a possibilidade da existência de outro(s) autor(es) e isto, associado à existência de um fragmento plantar não positivado, abria um novo caminho para a investigação, na medida em que possibilitava a inclusão de um segundo autor no local do crime. Desta forma, todos os esforços foram envidados no sentido de exaurir as possibilidades do fragmento remanescente não ser de J.P.S.S. E a positivação de todos os fragmentos com uma única pessoa possibilitou simplificar a elucidação da dinâmica do caso, dando celeridade ao processo investigativo e gerando economicidade de tempo e recursos financeiros ao Estado, auxiliando sobremaneira na resolução do crime em questão.

AGRADECIMENTOS

Os autores do presente relato gostariam de homenagear e agradecer as Peritas Criminais Andréa Brandão Martins França Montanini e Nilza Lylian Belo Castilho que abrilhantaram o Laboratório de Papiloscopia Forense do Instituto de Criminalística Leonardo Rodrigues, no Estado de Goiás, dedicando as suas carreiras à disseminação e ao aprimoramento de técnicas de revelação de impressões papilares em superfícies relacionadas a locais de crime, provando que a Papiloscopia Forense e a Perícia Oficial são indissociáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] J.A. Velho; K.A. Costa; C.T.M. Damasceno. *Locais de Crime*. 1. ed. Campinas: Millennium, 2015.

[2] A.R.L Figini; J.R.L. Silva. *In*: D. Tocchetto (org.). *Datiloscopia e Revelação de Impressões Digitais*. Millennium, Brasil (2012) 37-50.

[3] Bodziak, William J. Footwear impression evidence.detection, recovery, and examination. 2. ed. [S.l.]: CRC Press, 2000.

[4] Figini, Adriano Roberto da Luz et al. A identificação humana através das impressões digitais e o confronto papiloscópico. In: Tocchetto, Domingos (org.). Datiloscopia e revelação de impressões digitais. Campinas: Millennium Editora, 2012. cap. 5. p. 67-97.

v. 14, n. 4, p. 71-76, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Cadáver, pilha de roupas e insetos: relato de caso onde a data da morte foi estimada com base em quatro espécies de moscas

R.C.A.P. Farias[a,*]

[a] *Núcleo de Criminalística, Instituto de Polícia Científica da Paraíba, João Pessoa (PB), Brasil*
** Endereço de e-mail para correspondência: rodrigoento@gmail.com. Tel.: +55-83-99816-3816.*

Keywords: *Musca domestica; Lucilia cuprina; Megaselia scalaris; Peckia chrysostoma*; estimativa de data da morte.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Quando uma pessoa morre, de forma violenta ou natural, e seu corpo é encontrado em processo de decomposição em determinado ambiente, conhecer a data morte é ponto de partida para se esclarecerem as circunstâncias daquele fato.

Os insetos necrófagos, ou seja, aqueles que necessitam de tecido animal em decomposição para se desenvolverem da fase de larva até a adulta, são os elementos mais importantes presentes em um cadáver para auxiliar na estimativa da data de morte [1,2].

Dentre os insetos comumente encontrados em um cadáver, alimentando-se dos seus tecidos, ou no seu entorno, após deixarem esse recurso para finalizarem seu desenvolvimento, aqueles popularmente chamados de "moscas" são os mais utilizados para se conhecer a data da morte, a qual é inferida a partir da estimativa obtida de quando as fêmeas daquelas espécies localizaram o cadáver e realizaram a postura de ovos ou larvas [3].

Para que a estimativa da data da morte a partir de vestígios entomológicos seja a mais precisa possível, é fundamental que se coletem os exemplares mais antigos [1]. Isso só é possível através de uma busca acurada, independentemente da aparência do cadáver, pois a decomposição varia significativamente de acordo com as condições ambientais, de modo que um cadáver pode aparentar ser mais recente ou mais antigo do que de fato é [4]. Assim, havendo insetos alimentando-se no cadáver ou no seu entorno em dispersão para empuparem, eles serão o parâmetro seguro para saber há quanto tempo aquele cadáver está no ambiente.

Apesar da importância de se conhecer a data da morte de uma pessoa cujo corpo tenha sido encontrado em decomposição, na perícia criminal do Brasil a entomologia forense ainda é uma ferramenta da criminalística subutilizada. Mesmo sendo o segundo país do mundo que mais possui publicações na área [5], os relatos da utilização da presença de insetos em cadáveres em decomposição examinados por órgãos de perícia criminal para a estimativa da data da morte resumem-se a 16 publicações [6-21].

Neste relato de caso, foi possível estimar a data da morte a partir da presença de quatro espécies de moscas que colonizaram o cadáver. Com isso, ressalta-se a importância da busca correta por vestígios entomológicos em locais de morte para uma acurada estimativa da data da morte.

2. PROBLEMÁTICA

2.1. Histórico do caso

No dia 18 de agosto de 2017, o corpo de um homem foi encontrado em decomposição no interior de sua residência, situada em bairro da zona sul da cidade de João Pessoa, Paraíba.

Segundo informações obtidas pela autoridade policial no local, os vizinhos ligaram para o 190 após sentirem forte odor de decomposição vindo da casa daquele homem. Ainda foi informado que os vizinhos o haviam visto pela última vez na noite de 12 de agosto e que não estranharam o fato de não o terem visto nos dias anteriores porque, como morava só, era costume ele ir passar dias na casa da irmã.

R.C.A.P. Farias, Rev. Bras. Crim. 14(4), 71-76, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Os policiais militares relataram que, ao chegarem ao local, precisaram forçar a entrada pela porta da frente e, ao adentrarem, encontraram um corpo em decomposição caído no piso de um dos quartos do imóvel.

Como é de praxe em casos como esse, de morte violenta ou suspeita, a equipe de perícia de local de morte do Núcleo de Criminalística do Instituto de Polícia Científica da Paraíba foi acionada e, por se tratar de um corpo em decomposição, também foi acionado o setor de Entomologia Forense e o perito criminal do setor dirigiu-se ao local, junto com a equipe de perícia de local de morte.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. Procedimentos no local

Após a análise do local para verificar se havia sinais de violência, a equipe pericial dirigiu-se ao quarto onde estava o cadáver. Chegando lá, verificou-se que o corpo estava caído sobre o piso em um espaço entre uma cama de casal e uma parede, em decúbito dorsal, com braços e pernas estendidos paralelamente ao corpo e face voltada para frente (Fig. 1).

Figura 1. A e **B.** Cadáver na posição em que fora encontrado pela equipe pericial. Em **A**, é possível ver a pilha de roupas na qual foram coletados os exemplares.

Havia massas de larvas na região abdominal do cadáver, bem como no dorso. Todavia, à esquerda do corpo, havia uma pilha de roupas, onde, após removida a peça mais superficial, foram encontrados e coletados pupários, pré-pupas e larvas em dispersão (Fig. 2).

Figura 3. A, **B** e **C.** Coleta dos estágios imaturos mais antigos em uma pilha de roupas presente à esquerda do cadáver

3.2 Procedimentos no laboratório

No laboratório em que os insetos foram mantidos até completarem o desenvolvimento, sob condições

ambientais, havia um datalogger de temperatura que fazia os registros a cada hora (Fig. 3).

Figura 3. Recipiente plástico com os imaturos coletados no cadáver. No lado direito da imagem, vê-se, encostado ao recipiente, o datalogger que registrou os valores de temperatura hora a hora durante o período em que os insetos estavam em desenvolvimento no laboratório.

Para os dias anteriores à coleta dos insetos no cadáver, foram coletados valores de temperatura para a cidade de João Pessoa no site do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, também registrados a cada hora.

Na data em que os adultos emergiram, foram eutanasiados por meio de refrigeração e preservados em freezer. As espécies foram determinadas por meio das chaves de [22], [23], [24], [25], [26] e [27].

3.3. Insetos coletados

Todos os insetos coletados pertencem à ordem Diptera, porém de famílias e espécies diferentes. No dia 23-08-2017, foram coletados quatro exemplares adultos da família Muscidae pertencentes à espécie *Musca domestica* Linnaeus, 1758. No dia 26-08-2017, quatro exemplares da família Calliphoridae, da espécie *Lucilia cuprina* (Wiedemann, 1830), e quatro da família Phoridae pertencentes à espécie *Megaselia scalaris* (Loew, 1866). No dia 30-08-2017, um exemplar da família Sarcophagidae da espécie *Peckia chrysostoma* (Wiedemann, 1830).

3.4. Cálculo da estimativa da data da morte

Com base no tempo de desenvolvimento total dos insetos (de ovo/larva até adulto), foi calculado o grau-dia acumulado (GDA) para se estabelecer a data de início da colonização do cadáver e, com isso, estimar a data da morte. Os dados sobre o desenvolvimento das espécies foram obtidos dos estudos de [28], [29], [30] e [31].

A fórmula e procedimentos utilizados para o cálculo do GDA foram aqueles providos por [1]:

$GDA = t \cdot (T_M - T_L)$, onde:

t = tempo analisado, em dia(s)

T_M = temperatura média do período, em °C

T_L = temperatura limiar mínima para o desenvolvimento da espécie, em °C

Para cada dia de desenvolvimento, o GDA calculado foi chamado de GDA obtido. O GDA para o desenvolvimento total foi extraído dos estudos já citados e, desse valor, foi subtraído o GDA obtido para cada dia, de forma retroativa até a data em que o GDA esperado fosse igual ou menor ao GDA obtido, obtendo-se, assim, a data estimada de quando os insetos iniciaram a colonização do cadáver.

A Tab. 1, Tab. 2, Tab. 3 e a Tab. 4 contêm os valores do grau-dia acumulado obtido e grau-dia acumulado esperado calculados para as espécies de Diptera *Musca domestica*, *Lucilia cuprina*, *Megaselia scalaris* e *Peckia chrysostoma*, respectivamente, coletadas em formas imaturas no cadáver examinado no dia 18-08-2017.

Em todas as tabelas, os números exponenciais 1, 2 e 3 representam as mesmas informações: 1 - Data em que os exemplares adultos emergiram; 2 - Data em que o cadáver foi encontrado; 3 - Data estimada de início da colonização por aquela espécie a partir dos exemplares coletados.

Tabela 1. Valores do grau-dia acumulado calculados com temperatura limiar mínima de 10°C para o desenvolvimento de *Musca domestica* até a fase adulta.

Data	T (°C)	GD (B10) obtido	GD (B10) esperado
23/08/2017[1]	26,2	16,2	165[4]
22/08/2017	28,1	18,1	148,8
21/08/2017	28,2	18,2	130,7
20/08/2017	27,6	17,6	112,5
19/08/2017	27,6	17,6	94,9
18/08/2017[2]	24,6	14,6	77,3
17/08/2017	23,9	13,9	62,7
16/08/2017	24,7	14,7	48,8
15/08/2017	24,2	14,2	34,1
14/08/2017	24,5	14,5	19,9
13/08/2017[3]	24,9	14,9	5,4

4 GDA conforme estudo de [28], com criação a 25°C.

Tabela 2. Valores do grau-dia acumulado calculados com temperatura limiar mínima de 10ºC para o desenvolvimento de *Lucilia cuprina* até a fase adulta.

Data	T (°C)	GD (B10) obtido	GD (B10) esperado
26/08/2017[1]	26,9	16,9	220[4]
25/08/2017	27,1	17,1	203,1
24/08/2017	27,1	17,1	186
23/08/2017	26,2	16,2	168,9
22/08/2017	28,1	18,1	152,7
21/08/2017	28,2	18,2	134,6
20/08/2017	27,6	17,6	116,4
19/08/2017	27,6	17,6	98,8
18/08/2017[2]	24,6	14,6	81,2
17/08/2017	23,9	13,9	66,6
16/08/2017	24,7	14,7	52,7
15/08/2017	24,2	14,2	38
14/08/2017	24,5	14,5	23,8
13/08/2017[3]	24,9	14,9	9,3

4 GDA conforme estudo de [29], com criação a 30°C.

Tabela 3. Valores do grau-dia acumulado calculados com temperatura limiar mínima de 10ºC para o desenvolvimento de *Megaselia scalaris* até a fase adulta.

Data	**T (°C)**	**GD (B10) obtido**	**GD (B10) esperado**
26/08/2017[1]	26,9	16,9	218,6[4]
25/08/2017	27,1	17,1	201,7
24/08/2017	27,1	17,1	184,6
23/08/2017	26,2	16,2	167,5
22/08/2017	28,1	18,1	151,3
21/08/2017	28,2	18,2	133,2
20/08/2017	27,6	17,6	115,0
19/08/2017	27,6	17,6	97,4
18/08/2017[2]	24,6	14,6	79,8
17/08/2017	23,9	13,9	65,2
16/08/2017	24,7	14,7	51,3
15/08/2017	24,2	14,2	36,6
14/08/2017	24,5	14,5	22,4
13/08/2017[3]	24,9	14,9	7,9

4 GDA conforme estudo de [30], com criação a 27°C.

Tabela 4. Valores do grau-dia acumulado calculados com temperatura limiar mínima de 10ºC para o desenvolvimento de *Peckia chrysostoma* até a fase adulta.

Data	**T (°C)**	**GD (B10) obtido**	**GD (B10) esperado**
30/08/2017[1]	27,7	17,7	289[4]
29/08/2017	27,4	17,4	271,3
28/08/2017	26,9	16,9	253,9
27/08/2017	26,4	16,4	237
26/08/2017	26,9	16,9	220,6
25/08/2017	27,1	17,1	203,7
24/08/2017	27,1	17,1	186,6
23/08/2017	26,2	16,2	169,5
22/08/2017	28,1	18,1	153,3
21/08/2017	28,2	18,2	135,2
20/08/2017	27,6	17,6	117
19/08/2017	27,6	17,6	99,4
18/08/2017[2]	24,6	14,6	81,8
17/08/2017	23,9	13,9	67,2
16/08/2017	24,7	14,7	53,3
15/08/2017	24,2	14,2	38,6
14/08/2017	24,5	14,5	24,4
13/08/2017[3]	24,9	14,9	9,9

4 GDA conforme estudo de [31], com criação a 27°C.

O ambiente examinado, apesar de se tratar do interior de uma residência, não apresentava nenhum impedimento à localização do cadáver pelos insetos necrófagos quando. Havia vários acessos aos insetos na residência.

Dessa forma, com base nos valores de grau-dia acumulado calculados para o desenvolvimento dos exemplares de Diptera das espécies *Musca domestica*, *Lucilia cuprina*, *Megaselia scalaris* e *Peckia chrysostoma* pôde-se estimar 13-08-2017 como sendo a data mais provável em que as quatro espécies iniciaram a colonização do cadáver, visto que o mesmo estava exposto às condições ambientais e acessível aos insetos necrófagos, corroborando a data em que o homem havia sido visto pela última vez com vida pelos vizinhos.

4. CONCLUSÕES

A estimativa de uma provável data da morte com base na presença de quatro espécies reforça o quanto a evidência entomológica é relevante para casos de morte suspeita ou violenta. Além disso, o caso em tela chama atenção para a necessidade de a coleta ser

feita de forma minuciosa, a fim de que os exemplares mais antigos sejam coletados. Se não tivessem sido procurados imaturos na pilha de roupas, certamente teriam sido coletados exemplares das massas de larvas alimentando-se do cadáver e a data estimada não teria sido tão precisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] J. Oliveira-Costa. *Entomologia forense: quando os insetos são vestígios.* Millennium, Brasil (2011).

[2] J.H. Byrd; J. L. Castner. *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations*. CCR Press, Estados Unidos (2020).

[3] M.L. Goff. *A fly for the prosecution – How insect evidence helps solve crimes*, Harvard University Press, Estados Unidos (2000).

[4] O. Freire. Algumas notas para o estudo da fauna cadavérica da Bahia. *Gaz. Méd. Bahia* ***46*** (4): 149-162 (1914).

[5] G. Lei; F. Liu; P. Liu; Y. Zhou; T. Jiao; Yong-Hui Dang. A bibliometric analysis of forensic entomology trends and perspectives worldwide over the last two decades (1998-2017). *Forensic Sci. Int.* ***295***: 72-82 (2019).

[6] J. Oliveira-Costa; C.A. Mello-Patiu. Application of forensic entomology to estimate of the postmortem interval (PMI) in homicide investigations by the Rio de Janeiro Police Department in Brazil. *Anil Aggrawal's Internet J. Forensic Med. Toxicol.* ***5*** (1): 40-44 (2004).

[7] J.R. Pujol-Luz; P.A.C. Francez; A. Ururahy-Rodrigues; R. Constantino. The black soldier-fly, *Hermetia illucens* (Diptera, Stratiomyidae), used to estimate the postmortem interval in a case in Amapá State, Brazil. *J Forensic Sci.* ***53*** (2): 476-478 (2008).

[8] J.R. Pujol-Luz; H. Marques; A. Ururahy-Rodrigues; J.A. Rafael; F.H.A. Santana. A forensic entomology case from the Amazon rain forest of Brazil. *J. Forensic Sci.* ***51*** (5): 1151-1156 (2006).

[9] C. Kosmann; M.P. Macedo; T.A.F. Barbosa; J.R. Pujol-Luz. *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) and *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius) (Diptera, Calliphoridae) used to estimate the postmortem interval in a forensic case in Minas Gerais, Brazil. *Rev. Bras. Entomol.* ***55*** (4): 621-623 (2011).

[10] K.P. Vairo; R.C. Corrêa; M.C. Lecheta; M.F.C. Caneparo; K.M. Mise; D. Preti; C.J.B. Carvalho; L.M. Almeida; M.O. Moura. Forensic use of a subtropical blowfly: the first case indicating minimum postmortem interval (mPMI) in Southern Brazil and first record of *Sarconesia chlorogaster* from a human corpse. *J. Forensic Sci.* ***60*** (1): 1-4 (2015).

[11] K.P. Vairo; M.F.C. Caneparo; R.C. Corrêa; D. Preti; M.O. Moura. Can Sarcophagidae (Diptera) be the most important entomological evidence at the death scene? *Microcerella halli* as a forensic indicator. *Rev. Bras. Entomol.* ***61***: 275-276 (2017).

[12] S.D. Vasconcelos; D.L. Costa; T.F. Soares. Multiple colonization of a cadaver by insects in an indoor environment: first record of *Fannia trimaculata* (Diptera: Fanniidae) and *Peckia* (*Peckia*) *chrysostoma* (Sarcophagidae) as colonizers of a human corpse. *Int. J. Legal Med.* ***128***: 229-233 (2014).

[13] E.R. Souza; J.A. Rafael; F F.X. Filho; J.O.S. Freitas; J. Oliveira-Costa; A. Ururahy-Rodrigues. First medicolegal forensic entomology case of Central Amazon: a suicide by hanging with incomplete suspension. *EntomoBrasilis 7* (1): 12-15 (2014).

[14] S.D. Vasconcelos; D.L. Costa; D.L. Oliveira. Entomological evidence in a case of a suicide victim by hanging: first collaboration between entomologists and forensic police in north-eastern Brazil. *Aust. J. Forensic Sci.* ***51*** (2): 1-9 (2017).

[15] P.J. Thyssen; M.F. Aquino; N.C. Purgato; E. Martins; A.A. Costa; C.G. Lima; C.R. Dias. Implications of entomological evidence during the investigation of five cases of violent death in Southern Brazil. *J. Forensic Sci. Res.* ***02***: 01-08 (2018).

[16] L.M.R. Meira; T.M. Barbosa; J.T. Jales; A.N. Santos; R.A. Gama. Insects associated to crime scenes in the Northeast of Brazil: consolidation of collaboration between entomologists and criminal investigation institutes. *J. Med. Entomol.* ***57*** (4): 1012-1020 (2020).

[17] L.A. Lira; K.B. Barros-Cordeiro; B.L. Figueiredo; M.F. Galvão; M.R. Frizzas. The carrion beetle *Oxelytrum discicolle* (Coleoptera: Silphidae) and the estimative of the minimum post-mortem interval in a forensic case in Brasília, Brazil. *Rev. Bras. Entomol.* ***64*** (1): e201992 (2020).

[18] A.D.M.M. Eulalio; M.C. Paula; K.B. Micheluti; F.C. Oliveira; A.C.S. Brum; A.K. Harada; G.V. Gomes; W.F. Antonialli-Junior. First use report flies (Diptera) to estimate time of death in an indoor case in the Brazilian Midwest. *Rev. Bras. Crim.* ***10*** (1): 80-86 (2021).

[19] S.E.F. Guimarães; D.M.P. Melo; T.M. Barbosa; R.C.A.P. Farias; C.L. Bicho. First report of *Peckia* (*Squamatodes*) *ingens* (Walker, 1849) (Diptera: Sarcophagidae) colonizing human corpse in the Neotropical region. *Pap. Avulsos Zool.* ***62***: e202262020 (2022).

[20] L.S. Bordoni; T.J.G. do Couto; I.M.B. Pereira; T. de Filippis; P.A. Marinho; A.J. Silva; F.C. Santos; P.H.C. Bordoni. A multidisciplinaridade das Ciências

Forenses aplicada em exame necroscópico de cadáver putrefeito: da Necropapiloscopia à Entomologia Forense. *Rev. Bras. Crim.* ***12*** (4): 109-118 (2023).

[21] V.W. Botteon; A. Gaedke; V.M. Alves. Case report of a preserved male corpse: estimation of post-mortem interval based on four Dipteran species of four different families. *EntomoBrasilis* ***17***: e1078 (2024).

[22] P.B. Ribeiro; C.J.B. Carvalho. Pictorial key to Calliphoridae genera (Diptera) in Southern Brazil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet. 7* (2): 137-140 (1998).

[23] C.J.B. Carvalho; P.B. Ribeiro. Chave de identificação das espécies de Calliphoridae (Diptera) do Sul do Brasil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* ***9*** (2): 169-173 (2000).

[24] C.J.B. Carvalho; M.O. Moura; P.B. Ribeiro. Chave para adultos de dípteros (Muscidae, Fanniidae, Anthomyiidae) associados ao ambiente humano no Brasil. *Rev. Bras. Entomol.* ***46*** (2): 107-114 (2002).

[25] R.P. Mello. Chave para a identificação das formas adultas das espécies da família Calliphoridae (Diptera, Brachycera, Cyclorrhapha) encontradas no Brasil. Entomología y Vectores 10(2): 255-268 (2003).

[26] C.J.B. Carvalho; C.A. Mello-Patiu. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Rev. Bras. Entomol.* ***52*** (3): 390-406 (2008).

[27] S.L.L.X. Camargo. *Descrição e notas taxonômicas comparativas das terminálias femininas de espécies de Peckia Robineau-Desvoidy, 1830 (Diptera, Sarcophagidae) da Amazônia Brasileira.* Dissertação de mestrado, Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade Federal do Pará (2014).

[28] J.R. Busvine. *Insects and hygiene. The biology and control of insect pests of medical and domestic importance.* Chapman and Hall, Estados Unidos (1980).

[29] M.V. Ferraz. Larval and pupal periods of *Peckia chrysostoma* and *Adiscochaeta ingens* (Diptera: Sarcophagidae) reared under laboratory conditions. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* ***90*** (5): 611-614 (1995).

[30] M.J. Mackerras. Observations on the life-histories, nutritional requirements and fecundity of blowflies. *Bull. Entomol. Res.* ***24***: 353-362 (1933).

[31] R.S. Mello; A.R.S. Ferreira; M.M.C. Queiroz. Bioactivity of latex from *Euphorbia splendens* var. *hislopii* (Euphorbiaceae) on post-embryonic development of *Megaselia scalaris* (Phoridae). *Vet. Parasitol.* ***172***: 100-104 (2010).

v. 14, n. 4, p. 77-82, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Apreensões de Drogas e Perfil Carcerário no Brasil: período pré e durante a pandemia da Covid-19

T.C.C. Leão[a,*], M.G. Bonfioli[a], W.F. Castro[a], J.C. Veloso[a], T.A. Amaral[b] , M.C.C. Romano[a], L.T. P. Giarola[c], F.M.D. Chequer[a]

[a] *Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ-CCO), Divinópolis (MG), Brasil*
[b] *Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Divinópolis (MG), Brasil*
[c] *Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ-CSA), São João del-Rei (MG), Brasil*

**Endereço de e-mail para correspondência: taynahleao782@gmail.com. Tel.: +55-37-99831-8275.*

Keywords: Drogas Ilícitas; Tráfico de Drogas; Encarceramento; Pessoa Privada de Liberdade.

1. INTRODUÇÃO

O envolvimento de organizações criminosas no tráfico de drogas vai além das atividades relacionadas a drogas, prejudicando gravemente a segurança e a proteção das populações impactadas [1]. Redes criminosas traficam diversas drogas, como *cannabis*, cocaína, heroína, metanfetamina e fentanil, aproveitando fronteiras internacionais porosas para aumentar o abuso global e acessibilidade às drogas. Este comércio envolve produtores, transportadores e traficantes, afetando a estabilidade política, econômica e causando danos significativos às comunidades [2].

O uso de drogas tem aumentado na última década. Novos dados mais precisos estimam que 292 milhões de pessoas (ou 5,6% da população com idade entre 15 e 64 anos) usaram drogas em 2022. Isso representa um aumento de 20% em relação a uma década atrás, em parte devido ao crescimento populacional. Em 2022, a *cannabis* permaneceu como a droga mais utilizada no mundo, com um estimado de 228 milhões de usuários no ano passado, seguida pelos opioides, com 60 milhões, estimulantes do tipo anfetamina, com 30 milhões, e cocaína e *ecstasy*, com 23 milhões e 20 milhões, respectivamente. A variedade de drogas disponíveis para os consumidores aumentou, tornando os padrões de uso cada vez mais complexos e o uso de múltiplas drogas uma característica comum na maioria dos mercados de drogas [3].

Declarada a pandemia da Covid-19 pela Organização Mundial da Saúde (OMS), no dia 11 de março de 2020, observou-se o grande impacto social, econômico e para o sistema de saúde global [4]. A restrição de mobilidade imposta pelo *lockdown* da Covid-19 e o fechamento parcial das fronteiras internacionais tiveram um impacto profundo e heterogêneo no mercado de drogas ilícitas, dependendo do país [5].

Portanto, o objetivo deste estudo é comparar as apreensões de drogas realizadas pela Polícia Federal no período de 2017 a junho de 2022, antes e durante a pandemia da Covid-19, além de avaliar o encarceramento por crimes relacionados ao grupo de drogas, como tráfico de drogas, associação ao tráfico e tráfico internacional, no mesmo período.

2. MATERIAL E MÉTODO

Foi realizado um estudo descritivo documental utilizando dados quantitativos acessíveis ao público em duas plataformas distintas: a Polícia Federal, que fornece informações sobre apreensões de drogas ilícitas no Brasil, e o Sistema de Informação do Departamento Penitenciário Nacional (SISDEPEN), cujos relatórios estão disponíveis

no site https://www.gov.br/sen appen/ptbr/servicos/sisdepen/relatorios/brasil. Os dados abrangem o período pré-pandemia e durante a pandemia da Covid-19, de janeiro de 2017 a junho de 2022, sendo este último o ano mais recente com dados disponíveis na plataforma da Polícia Federal. As variáveis analisadas incluem apreensões em quilogramas de maconha e cocaína na plataforma da Polícia Federal. No SISDEPEN foram consideradas variáveis como população carcerária, faixa etária, sexo, estado civil, além de categorias relacionadas ao tráfico de drogas como tráfico simples, associação ao tráfico e tráfico internacional. O último semestre de 2022 foi excluído da análise para possibilitar uma comparação adequada com os dados da Polícia Federal.

3. RESULTADOS

3.1 Dados da Polícia Federal

Durante o período pré-pandêmico de janeiro de 2017 a dezembro de 2019, a apreensão de cocaína foi de 231.087 kg e a apreensão de maconha foi de 888.047 kg. Esses dados refletem o cenário das atividades de tráfico de drogas antes do impacto da pandemia da Covid-19, proporcionando uma linha de base para comparação com os períodos subsequentes. No período pandêmico, os dados de janeiro de 2020 a junho de 2022 mostraram que a apreensão de cocaína foi de 229.132 kg e a apreensão de maconha foi de 1.103.933 kg conforme descritos na Tab.1. A apreensão de maconha aumentou substancialmente em 24,3% e a apreensão de cocaína diminuiu levemente em -0,8%.

Tabela 1. Dados de apreensões de cocaína e maconha pela Polícia Federal nos anos de janeiro 2017 a junho 2022*.

ANO	COCAÍNA	Frequência (%)	MACONHA	Frequência (%)	TOTAL
2017	48.047	11,95%	353.979	88,05%	402.026
2018	79.174	22,80%	268.077	77,20%	347.250
2019	104.582	28,22%	265.991	71,78%	370.573
2020	91.235	14,31%	546.440	85,69%	637.674
2021	93.420	18,55%	410.223	81,45%	503.644
2022*	44.477	23,20%	147.270	76,80%	191.747

Fonte: Dados retirados do site da Polícia Federal. Disponível em: https://www.gov.br/pf/pt-br/acesso-a-informacao/estatisticas/diretoria-de-investigacao-e-combate-ao-crime-organizado-dicor/drogas_apreendidas_por_uf.pdf/view *Os dados referentes ao ano de 2022 encontram-se disponíveis até o mês de junho.

3.2 Dados do SISDEPEN

A Tab.2 mostra período pré-pandêmico de janeiro de 2017 a dezembro de 2019. Os dados do Sistema de Informação do Departamento Penitenciário Nacional (SISDEPEN) mostram que a população masculina carcerária n=3.234.031 (94,5%) predomina

sobre a feminina n=188.115 (5,5%). Com relação aos anos pandêmicos de janeiro de 2020 a junho de 2022, também na Tab.2, observou-se um n=3.817.745 (94,76%) referente a população masculina, enquanto a população feminina n=211.371 (5,24%). Isso indica que houve uma relativa estabilidade na proporção de homens e mulheres encarcerados ao longo dos anos.

Tabela 2. Dados do Sistema de Informação do Departamento Penitenciário Nacional (SISDEPEN) referente à população carcerária no período de janeiro de 2017 a junho de 2022*.

ANO	POPULAÇÃO MASCULINA	Frequência (%)	POPULAÇÃO FEMININA	Frequência (%)	TOTAL
2017	1.370.227	94,73%	76.231	5,27%	1.446.458
2018	707.846	95,12%	36.348	4,88%	1.315.034
2019	1.155.958	93,87%	75.536	6,13%	1.231.494
2020	1.482.728	94,98%	78.383	5,02%	1.561.111
2021	1.552.490	94,66%	87.498	5,34%	1.639.988
2022*	782.527	94,51%	45.490	5,49%	828.017

Fonte: Dados retirados do site do SISDEPEN. Disponível em: https://www.gov.br/senappen/ptbr/servicos/sisdepen /relatorios/brasil

*Os dados referentes ao ano de 2022 foram coletados até o mês de junho.

Em relação à faixa etária nos anos de 2017 a 2019, período pré-pandêmico, observou-se uma prevalência significativa na faixa de 18 a 24 anos. Durante o período pandêmico, em 2020 e 2021 a faixa predominante foi de 25 a 29 anos, e até junho de 2022 a faixa etária mais representativa foi de 35 a 45 anos, conforme indicado na Tab.3.

Tabela 3. Dados do Sistema de Informação do Departamento Penitenciário Nacional (SISDEPEN) referente à faixa etária da população carcerária no período de janeiro de 2017 a junho de 2022*.

Faixa etária	PRÉ PANDÊMICO			PANDÊMICO		
	2017	2018	2019	2020	2021	2022*
18 a 24	340.591	349.960	354.929	317.259	304.966	145.724
Frequência (%)	**24,13%**	**26,61%**	**23,66%**	20,32%	18,60%	17,60%
25 a 29	279.570	292.039	318.815	319.755	336.048	172.127
Frequência (%)	19,81%	22,21%	21,25%	**20,48%**	**20,49%**	20,79%
30 a 34	217.676	234.486	258.796	260.005	275.052	140,360
Frequência (%)	15,42%	17,83%	17,25%	16,66%	16,77%	16,95%
35 a 45	230.767	244.247	286.635	303.754	335.078	178.112
Frequência (%)	16,35%	18,57%	19,11%	19,46%	20,43%	**21,51%**
46 a 60	84.473	86.970	104.455	113.252	127.996	68.090
Frequência (%)	5,99%	6,61%	6,96%	7,25%	7,80%	8,22%
Mais de 60	15.256	15.516	20.009	21.121	24.777	14.570
Frequência (%)	1,08%	1,18%	1,33%	1,35%	1,51%	1,76%
Não informados	242.862	91.816	156.647	225.965	236.071	109.034
Frequência (%)	17,21%	6,98%	10,44%	14,47%	14,39%	13,17%
TOTAL	1.411.195	1.315.034	1.500.286	1.561.111	1.639.988	828.017

Fonte: Dados retirados do site do SISDEPEN. Disponível em: https://www.gov.br/senappen/ptbr/servicos/sisdepen /relatorios/brasil
*Os dados referentes ao ano de 2022 foram coletados até o mês de junho.

Em ambos os períodos analisados, a raça predominante entre a população carcerária foi a parda sendo em 2017 37,50%, 2018 44,79%, 2019 43,02%, 2020 39,73%, 2021 39,55% e 2022* 41,48%, seguida pela branca em 2017 27,92%, 2018 29,27%, 2019 28,38%, 2020 25,39%, 2021 23,40% e 2022* 24,15%.

Além disso, houve uma significativa quantidade de indivíduos classificados como "Não Informados", o que dificulta a análise precisa da composição racial dentro do sistema penitenciário, conforme indicado na Tab. 4. Essa falta de informações pode influenciar a compreensão completa dos padrões raciais no contexto do encarceramento.

Tabela 4. Dados do Sistema de Informação do Departamento Penitenciário Nacional (SISDEPEN) referentes à cor/etnia da população carcerária no período de janeiro de 2017 a junho de 2022*.

Cor/Etnia	PRÉ PANDÊMICO			PANDÊMICO		
	2017	2018	2019	2020	2021	2022*
Branca	393.977	375.754	425.846	396.391	383.740	199.984
Frequência (%)	27,92%	29,27%	28,38%	25,39%	23,40%	24,15%
Negra	192.827	200.386	219.771	199.635	217.404	109.446
Frequência (%)	13,66%	15,61%	14,65%	12,79%	13,26%	13,22%
Parda	529.216	575.001	645.381	620.208	648.536	343.442
Frequência (%)	**37,50%**	**44,79%**	**43,02%**	**39,73%**	**39,55%**	**41,48%**
Amarela	8.702	10.550	9.459	11.771	23.583	5.749
Frequência (%)	0,62%	0,82%	0,63%	0,75%	1,44%	0,69%
Indígena	2.277	1.991	2.686	2.396	4.782	1.828

Cor/Etnia	PRÉ PANDÊMICO			PANDÊMICO		
	2017	2018	2019	2020	2021	2022*
Frequência (%)	0,16%	0,16%	0,18%	0,15%	0,29%	0,22%
Não informados	284.196	120.148	197.143	330.710	361.943	167.568
Frequência (%)	20,14%	9,36%	13,14%	21,18%	22,07%	20,24%
Total	1.411.195	1.283.830	1.500.286	1.561.111	1.639.988	828.017

Fonte: Dados retirados do site do SISDEPEN. Disponível em: https://www.gov.br/senappen/ptbr/servicos/sisdepen /relatorios/brasil
*Os dados referentes ao ano de 2022 foram coletados até o mês de junho.

Em todo o período analisado, a maioria da população carcerária foi composta por indivíduos solteiros, com uma frequência alta em cada ano, sendo em 2017 42,62%, 2018 50,53%, 2019 46,33%, 2020 40,28%, 2021 40,09% e 2022 até junho 45,26%, como mostra na Tab.5.

Tabela 5. Dados do Sistema de Informação do Departamento Penitenciário Nacional (SISDEPEN) referente ao estado civil da população carcerária no período de janeiro de 2017 a junho de 2022*.

Estado Civil	PRÉ PANDÊMICO			PANDÊMICO		
	2017	2018	2019	2020	2021	2022*
Solteiro	601.865	615.898	695.154	628.860	651.228	374.745
Frequência (%)	**42,65%**	**50,53%**	**46,33%**	**40,28%**	**40,09%**	**45,26%**
União Estável amasiado	306.314	297.189	322.464	329.076	324.158	169.582
Frequência (%)	21,71%	24,38%	21,49%	21,08%	19,95%	20,48%
Casado	96.900	95.813	104.939	110.295	118.121	66.381
Frequência (%)	6,87%	7,86%	6,99%	7,07%	7,27%	8,02%
Separado judicialmente	12.845	11.590	12.171	11.826	55.003	6.595
Frequência (%)	0,91%	0,95%	0,81%	0,76%	3,39%	0,80%
Divorciado	18.160	15.679	17.454	17.891	13.966	11.172
Frequência (%)	1,29%	1,29%	1,16%	1,15%	0,86%	1,35%
Viúvo	8.672	8.896	8.209	7.072	7.822	4.675
Frequência (%)	0,61%	0,73%	0,55%	0,45%	0,48%	0,56%
Não informados	366.439	173.887	339.895	456.091	454.213	194.867
Frequência (%)	25,97%	14,27%	22,66%	29,22%	27,96%	23,53%
Total	1.411.195	1.218.952	1.500.286	1.561.111	1.624.511	828.017

Fonte: Dados retirados do site do SISDEPEN. Disponível em: https://www.gov.br/senappen/ptbr/servicos/sisdepen /relatorios/brasil
*Os dados referentes ao ano de 2022 foram coletados até o mês de junho.

O grupo de crimes relacionados às drogas é dominado por três categorias. Na Tab.6, é visto que o Tráfico de Drogas foi o principal motivo de encarceramento dentro do Grupo de Drogas, seguida da Associação ao Tráfico e Trafico Internacional de Drogas.

Tabela 6. Dados do Sistema de Informação do Departamento Penitenciário Nacional (SISDEPEN) referente ao grupo de drogas da população carcerária no período de janeiro de 2017 a junho de 2022*.

Grupo de Drogas	PRÉ PANDÊMICO			PANDÊMICO		
	2017	2018	2019	2020	2021	2022*
Tráfico Drogas	296.107	348.998	332.383	405.625	356.738	182.349
Frequência (%)	86,31%	86,01%	84,38%	84,78%	81,51%	83,24%
Associação ao Tráfico	37.208	44.239	48.188	61.662	68.004	29.972
Frequência (%)	10,85%	10,90%	12,23%	12,89%	15,54%	13,68%

Grupo de Drogas	PRÉ PANDÊMICO			PANDÊMICO		
	2017	2018	2019	2020	2021	2022*
Tráfico Internacional de Drogas	9.739	12.504	13.321	11.145	12.912	6.746
Frequência (%)	2,84%	3,08%	3,38%	2,33%	2,95%	3,08%
Total	343.054	405.741	393.892	478.432	437.654	219.067

Fonte: Dados retirados do site do SISDEPEN. Disponível em: https://www.gov.br/senappen/ptbr/servicos/sisdepen /relatorios/brasil

*Os dados referentes ao ano de 2022 foram coletados até o mês de junho.

4. DISCUSSÃO

Os resultados apresentados em [6] indicaram que as drogas de abuso mais apreendidas foram a maconha, seguida pela cocaína. Esse padrão é semelhante ao observado no presente estudo, isso reforça a consistência dos dados sobre as apreensões de drogas, destacando a predominância da maconha em relação a outras substâncias ilícitas. Durante o período pandêmico, a apreensão de drogas, especialmente maconha, aumentou substancialmente, registrando um crescimento de 24,3%, o que mostra que o período trouxe diversos desafios adicionais. Sintomas como ansiedade, medo, tristeza, problemas de sono e abuso de álcool e outras drogas têm sido amplamente documentados na literatura, como em [7].

Com relação ao perfil carcerário, assim como no estudo mostrado em [8], observa-se uma alta prevalência de homens na população carcerária. No presente estudo, a frequência de encarceramento entre homens relacionada a apreensões pelo grupo de drogas no período pré-pandêmico foi de 93,92% e durante a pandemia 94,76%, destacando também um aumento nesta frequência.

Nos estudos de [9 -10], observou-se que a maioria dos indivíduos encarcerados se autodeclararam pardos e estavam na faixa etária de 18 a 24 anos, o que está em consonância com o presente estudo.

O estudo apresentou algumas limitações como a frequência de dados não informados no SISDEPEN, além da falta dos dados em relação ao sexo no segundo semestre de 2018. Houve também a restrição dos dados da Polícia Federal até junho de 2022, o que pode impactar na análise completa e precisa da situação. Essas falhas evidenciam a necessidade de aprimorar a coleta e divulgação de dados para auxiliar na formulação de políticas públicas mais eficazes e direcionadas.

5. CONCLUSÃO

Diante das análises das apreensões de drogas ilícitas e do perfil carcerário no Brasil, fica evidente a complexidade e a persistência dos desafios enfrentados pelas autoridades na aplicação da lei e na gestão do sistema penitenciário. A pandemia provocou mudanças significativas na vida cotidiana e nos serviços de saúde, adaptando-se às novas demandas, incluindo um aumento observado no uso de drogas ilícitas e nas apreensões correspondentes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Centro-Oeste Dona Lindu (UFSJ/CCO) pelo apoio e suporte. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e CAPES (Número do Processo:88881.709052/2022- 01; Programa CAPES: PDPG-CONSOLIDACAO-3- 4 (PDPG Emergencial de Consolidação Estratégica dos Programas de Pós-Graduação (PPGs) stricto sensu acadêmicos com notas 3 e 4).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] NATIONAL DRUG THREAT ASSESSMENT (NDTA). Drug enforcement administration (2021). Retirado em 30/06/2024, de https://www.dea.gov/sites/default/files/2021-02/DIR-008-1%202020%20National%20Drug%20Threat%20Assessment_WEB.pdf.

[2] INTERPOL. Drug trafficking. International Criminal Police Organization (2022). Retirado em 30/06/2024, de https://www.interpol.int/Crimes/Drug-trafficking.

[3] UNITED NATIONS OFFICE ON DRUGS AND CRIME (UNODC). World Drug Report: key findings and conclusions (2024). Retirado em 30/06/2024, de https://www.unodc.org/documents/data-and-analysis/WDR_2024/WDR24_Key_findings_and_conclusions.pdf.

[4] W. Carvalho et al. Desinformação, negacionismo e automedicação: a relação da população com as drogas "milagrosas" em meio à pandemia da COVID-19. *InterAmerican Journal of Medicine and Health* **3** (2020).

[5] UNITED NATIONS OFFICE ON DRUGS AND CRIME (UNODC). Covid-19 and Drugs: Impact Outlook. (2021). Retirado em 12/07/2024, de https://www.unodc.org/res/wdr2021/field/WDR21_Booklet_5.pdf.

[6] G.R. Silva et al. Perfil de drogas de abuso apreendidas e admitidas no Instituto de Polícia Científica entre os meses de janeiro a novembro de 2017. *Rev. Bras. Crimin.* **7**: 37-43 (2018).

[7] S.K Brooks et al. The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence. *The Lancet* **395**: 912-20 (2020).

[8] S.A. Silva et al. Sistema prisional e condições de vida do homem encarcerado em uma região do nordeste brasileiro. *Res. Soc. Dev.* **10**: 7 (2021).

[9] B.C. Graça et al. Terças-Trette: perfil epidemiológico e prisional das detentas de um município do médio norte de Mato Grosso. *Semin. Ciênc. Biol. Saúde* **39**: 59-68 (2018).

[10] M.G. Bonfioli et al. Análise da evolução temporal e da dinâmica da lotação penitenciária na região Sudeste do Brasil: perfil do preso e levantamento dos agravos transmissíveis mais prevalentes. *Rev. Bras. Crimin.* **12**: 63-71 (2023).

v. 14, n. 4, p. 83-86, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Variáveis Significativas para compor um Banco Forense de Solos aplicado a Baixada Fluminense, RJ

J.A. Matos[a,b*], C.S. Silveira[b], W.C. da Cruz[a,b], C.C. Canuto[c], C.S. Máues[c], M. Moreira[b]

[a] *Delegacia de Homicídios da Baixada Fluminense, Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ), Brasil*

[b] *Universidade Federal Fluminense, Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Geoquímica, Departamento de Geoquímica, Niterói, RJ, Brasil*

[c] *Superintendência da Polícia Técnica Científica, Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ), Brasil*

**Endereço de e-mail para correspondência: janainamatos@pcivil.rj.gov.br. Tel.: +55-21- 99355-4636*

Keywords: Soil, Forensic Sciences, Analytical Chemistry,,Baixada Fluminense/RJ.

1. INTRODUÇÃO

Os solos podem constituir evidências que conectam uma pessoa ou objeto a um determinado local devido a sua capacidade de onipresença e transferência [1].

Na atualidade, a análise forense de solo envolve tanto a comparação entre duas amostras, quanto com base em algum banco de dados que possa fornecer informações sobre esses *fingerprints*. A combinação das análises geológicas forenses e o uso da SIG, tem se apresentado com um grande potencial em pesquisas ao redor do mundo. Cada vez mais países investem em bancos de solos georrefenciados cujos *fingerprint* sejam capazes de conectar um vestígio à uma localização geográfica [2-5], inclusive o Brasil [6-10]. Na Baixada Fluminense, uma das regiões mais violentas do País [11], a Universidade Federal Fluminense e a Polícia Civil do estado do Rio de Janeiro construíram um banco de dados georreferenciado de *fingerprints* de solo para uso forense em investigações criminais e predição de área proveniente para busca de paradeiro. O fato da Baixada ser uma área de grande cobertura de solo, aliada a um número significativo de homicídios foi a motivação

A pesquisa envolveu a investigação da eficiência de variáveis analíticas como marcadores orgânicos e inorgânicos. Essas variáveis permitiram a constituição de marcadores capazes de correlacionar ou discriminar esses solos. Assim esse artigo apresenta os resultados dos levantamentos das variáveis significativas para o banco de solo na região da Baixada Fluminense

2. MATERIAS E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A Baixada Fluminense pertence a região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, distribuídos em 13 municípios (Figura 1). Com base em levantamento de argumentos de informações espaciais (litologia, classe/uso do solo e perfil de homicídios) e no interesse da pesquisa em contemplar a maior variedade entre estes foram selecionados quatro municípios para a amostragem: Nova Iguaçu (maior número absoluto de homicídios e presença de litologia de Rocha Alcalina), Belford Roxo (maior número absoluto de encontro de cadáver e presença de litologia de Sedimento), Seropédica (presença de litologia de Sedimento e das classes de solo Planossolo e Luvissolo) e Queimados (maior taxa de homicídios da Baixada Fluminense) [12].

2.2. Amostragem

Foram coletadas 51 amostras de solo superficial (0-10cm), seguindo procedimentos definido por [13]. Cada amostra foi composta por 2 alíquotas (A e B). A nomeação das amostras se inicia pelo número correspondente ao distrito policial responsável pela região, seguido por numeração da ordem de coleta. Por exemplo, a amostra 58-016 corresponde a 16ª coleta na região da 58ª delegacia policial.

2.3. Análises desenvolvidas

Em laboratório, as alíquotas A e B de cada amostra, receberam tratamentos distintos:

A alíquota (A) foi convertida à terra fina seca ao ar – TFSA para ser submetida as análises de pH, densidade de partículas e cor [14]. Parte da alíquota A na forma de TSFA foi submetida à remoção da matéria orgânica com peróxido de hidrogênio 30% V/V, para as análises granulométrica [14], e constituída à fração fina (silte + argila) para as análises mineralógica – em Difração de raio X e elementar – em Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X com Energia Dispersiva. A alíquota (B) foi liofilizada e acondicionada em recipientes de vidro calcinado (450ºC, 4h) para ser submetida à análise de teor de matéria orgânica do solo (MOS) [15].

Foram levantadas 38 variáveis candidatas à discriminação de solos: Densidade de Partículas, Delta pH, MOS; concentração (em massa) de Na, Mg, Al, Si, P, K, Ca, Ti, Mn, Fe e Zr, % granulométrica de Argila, Silte e Areia; % (em massa) dos minerais Quartzo (Qtz), Caulinita (Kln), Feldspato Alcalino (Feldsp), Plagioclásio (Plag), Rutilo e anatásio (agrupados como óxidos de Ti), – Gibbsita (Gibs), Clorita, Calcita, Zircão, Goethita, , Anfibólio e Mica; Além disso foram calculadas razões com bases nas variáveis medidas (Si/Fe, Si/Al, Si/Al+Fe, Al/Fe, Razão Silte/Argila - RS/A, Kln/Felds, Kln/Qtz, Kln/Gibs e a razão de intemperismo definida pela Eq. 1 [16].

$$CIA = \frac{Al2O3}{Al2O3 + CaO + Na2O + K2O}$$

Os dados foram submetidos às análises estatísticas e multivariadas (Principal Component Analysis – PCA e Hierarchical Cluster Analysis – HCA) para distinguir a variabilidade entre os solos, comparando o papel das variáveis marcadoras.

Figura 1 - Localização da Baixada Fluminense e área de estudo (Nova Iguaçu, Belford Roxo, Queimados e Seropédica)

3. RESULTADOS

Em uma análise estatística prévia a análise multivariada, optou-se pela remoção da amostra outlier 58-004. Aplicando a PCA e considerando o peso significativo (*loadings* >[0,5]) como critério, 28 variáveis foram selecionadas como significativas para a análise (Al> Caulinita > Si/Al > Si/Al+Fe > CIA > Areia > Fe > Mg > Goethita > MOS > Kln/Qtz > Si/Fe > Silte > K > Si > Na > Feldspato Alcalino > Quartzo > Argila > RS/A > Óxido Ti > Feldspato Plagioclasio > Al/Fe > Mica > Kln/Felds > Anfibolio > Zr > Mn).

A soma entre a PC1 e PC2 foi de 59,5%, para o conjunto de 28 variáveis x 50 amostras. A distribuição das variáveis na PCA demonstrou uma divisão clara no eixo da PC1 entre solos de características mais intemperizadas e solos de características menos intemperizadas onde as amostras se concentram em maior densidade na direção de solos menos intemperizados (n=29 amostras) (Figura 2).

Ao aplicar a HCA, observou-se a formação de 3 *cluster* distintas. Foi possível também observar uma amplitude dos valores de Fe, Al, silte, argila e MOS ao longo do eixo da PC1 - aumentando ao longo de eixo positivo para o eixo negativo. Areia e Si cumprem uma tendência de amplitude inversa, isto é, aumentando ao longo de eixo negativo para o eixo positivo (Figura 3).

Com os dados das *clusters* e o agrupamento mais e menos intemperizado, como discriminantes entre os solos, aplicou-se a um mapa georreferenciado das amostras da área de estudo (Figura 4). Ao analisar o mapa foi possível observar que as amostras se diferenciam, quando classificadas em mais e menos intemperizadas, em pelo menos 1 quilômetro. Fato observado entre as amostras 54-008 e 58-008, de municípios diferentes (Belford Roxo e Nova Iguaçu), por exemplo. Mesmo dentro do mesmo município, foi possível diferenciar em pelo menos 1 quilômetro, como observado nos municípios de Queimados (55-001 e 003) e Nova Iguaçu (58-001 e 003). Também se constatou amostras diferenciadas em 500 metros (56-006 e 005, 58-015 e 009) no município de Nova Iguaçu. Considerando o conjunto de solos classificados como menos intemperizado, a discriminação entre solos se manteve em pelo menos 1 quilômetro nas amostras de Queimados 55-005 e 003, e nas amostras 55-007 e 008. Dentro do conjunto de solos classificados como mais intemperizados, a discriminação ocorreu para distâncias de até 500 metros, como observado nas amostras de Nova Iguaçu 58-007 e 008.

No ranqueamento do módulo dos valores de *loading* na PC1, as primeiras 10 variáveis mais significativas foram: Al > Caulinita > Si/Al > Si/Al+Fe > CIA > areia > Fe > Goethita > MOS > Kln/Qtz. Cinco destas variáveis foram obtidas da análise elementar, 3 da análise mineralógica a1 da granulometria, além da

presença do teor de MOS. As variáveis como Si, Fe, Al, Quartzo e Caulinita mesmo sendo majoritárias e presentes em todos os solos apresentaram capacidade de discriminação.

As variáveis selecionadas por esta pesquisa também foram identificadas em outros trabalhos de solo forense (Tabela 1). Apesar das variações promovidas por diferenças metodológicas, climáticas, geológicas e geográficas entre os países [3-5,16], ou mesmo dentro do Brasil [6-10], existem variável comuns para a discriminação entre solos de vários locais, destacando a importância da concentração dos elementos Fe e Al, assim como a % de caulinita.

No presente trabalho, para os solos da Baixada Fluminense do Rio de Janeiro as variáveis mais adequadas para a discriminação entre solos locais foram (em ordem decrescente de significância): as análises de composição elementar, composição mineralógica, distribuição granulométrica e de teor de matéria orgânica. Especificamente as análises de composição elementar e mineralógica são de preparo simples (necessidade de equipamento de FRX e DRX), não destrutivas e dependem de pouca quantidade de amostras. Estas características são pertinentes, pois, em muitos locais de crime a quantidade de vestígio amostrada é escassa e, diante da manutenção de amostra para contra prova, muitas vezes não há quantidades disponíveis com margem para perda em exames totalmente destrutivos.

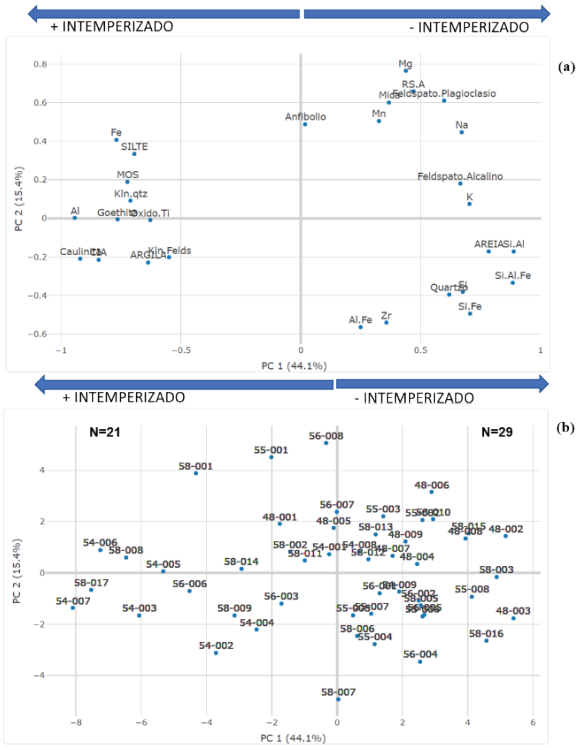


Figura 2 – PCA (PC1xPC2) das 28 variáveis levantadas na análise da área de estudo (n=50 amostras): (a) distribuição das variáveis e (b) distribuição das amostras.

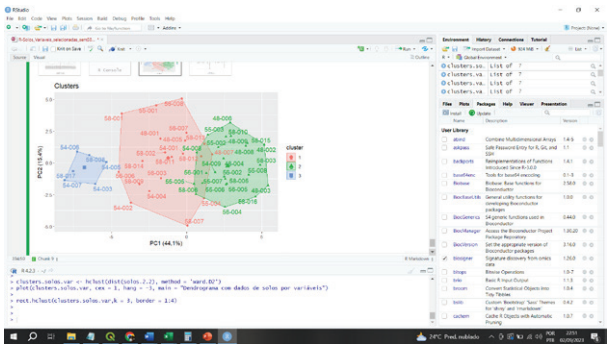


Figura 3 – HCA x PCA das 28 variáveis levantadas na análise da área de estudo (n=50 amostras)

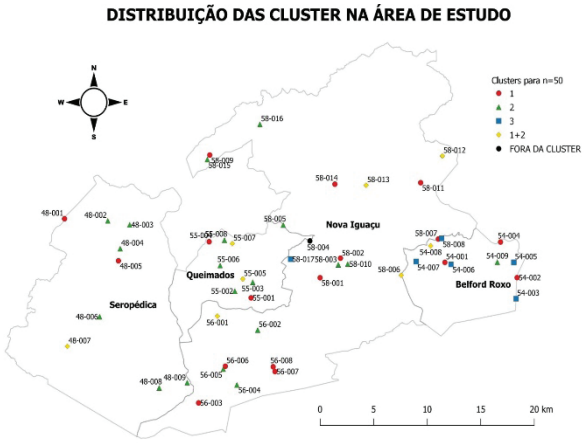


Figura 4 – Distribuição das amostras, agrupadas por *clusters* de 28 variáveis x 50 amostras, pela área de estudo

Tabela 1 – Quadro comparativo das variáveis identificadas, em ordem alfabética, para discriminação em solos forenses (topo do solo) em diferentes trabalhos

AUTOR	LOCAL	VARIÁVEIS[1]
Este Trabalho	Baixada Fluminense,Rio de Janeiro, Brasil	Al, Fe, Si, caulinita, areia
[17]	Oakbank, Adelaide Hills, Austrália	caulinita, feldspatos, mica, quartzo
[4]	Lisboa, Portugal	Ca, Fe, K, Mn, Ti
[5]	Riverside County, California, EUA	Areia, argila e silte
[6]	Região Metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil	Al, P, Si, feldspato alcalino, quartzo
[8]	Brasília, Distrito Federal, Brasil	caulinita, gibbsita, goethita, hematita
[18]	Região Metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil	Al, Fe, Si, caulinita, feldspato alcalino

1 – Até 5 principais variáveis.

4. CONCLUSÕES

O uso de 28 variáveis distribuídas entre as análises elementar, mineralógica, granulométrica e matéria orgânica do solo (MOS) foi capaz de discriminar entre solos de locais distantes de 500 m a 1 km em 4 municípios da área de estudo Baixada Fluminense do Rio de Janeiro. As variáveis mais significativas foram a % de Al, Si, Fe, a % de caulinita e a % de areia.

AGRADECIMENTOS

À FAPERJ, SEPOL, DHBF e DGHPP pelo apoio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] L.A., DAWSON; S., HILLIER. Measurement of soil characteristics for forensic applications. Surface and Interface Analysis: An International Journal devoted to the development and application of techniques for the analysis of surfaces, interfaces and thin films, v. 42, n. 5, p. 363-377, (2010).

[2] K., PYE; S.J., BLOTT. Development of a searchable major and trace element database for use in forensic soil comparisons. Science & Justice, v. 49, n. 3, p. 170-181, (2009).

[3] A. et al, GUEDES. Characterization of soils from the Algarve region (Portugal): a multidisciplinary approach for forensic applications. Science & Justice, v. 51, n. 2, p. 77-82, (2011).

[4] A., PACHECO. Caracterização de solos da região de Lisboa para aplicação forense. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências. Universidade do Porto. (2017).

[5] P.R, M.S., MENCHACA; R.C., GRAHAM; T., YOUNGLOVE. Developing and Testing a Soil Property Database for Forensic Applications in Southern California. Journal of Forensic Science 63 (4), 1043-1052, (2018).

[6] V.F. et al, MELO. Can analysis of a small clod of soil help to solve a murder case? Science & Justice, v. 59, n. 6, p. 667-677, (2019).

[7] F. A., SALVADOR; A, BAHNIUK. Mineralogia e Geologia Forense para resolver uma trapaça de comércio exterior. In: 48º Congresso Brasileiro de Geologia, Porto Alegre. Anais do 48º Congresso Brasileiro de Geologia, p. 477 (2017).

[8] R. S. et al, CORRÊA. Soil forensics: how far can soil clay analysis distinguish between soil vestiges? Science & Justice, v. 58, n. 2, p. 138-144 (2018)

[9] L. V. et al, PRANDEL. Spectroscopic techniques applied to discriminate soils for forensic purposes. Soil Research, v. 58, n. 2, p. 151-160, (2019).

[10] S. A. et al, TESTONI. The Use of a Sequential Extraction Technique to Characterize Soil Trace Evidence Recovered from a Spade in a Murder Case in Brazil. Journal of Forensic Sciences, v. 65, n. 6, p. 1921-1934 (2020).

[11] D. et al, Cerqueira. Atlas da Violência 2020: políticas públicas e retratos dos municípios brasileiros. Brasília, DF: IPEA; (2020).

[12] J. A., Matos. Marcadores de solo para uso forense: uma ferramenta para a elucidação de homicídios na Baixada Fluminense (RJ). *Tese de Doutorado*, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense. (2023).

[13] S. A. et al, TESTONI. Validation of a Standard Operating Procedure (SOP) for forensic soils investigation in Brazil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 43, (2019).

[14] P. C. et al , TEIXEIRA. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, v. 4, (2017).

[15] M. J.J. et al , HOOGSTEEN. Estimating soil organic carbon through loss on ignition: effects of ignition conditions and structural water loss. European Journal of Soil Science, v. 66, n. 2, p. 320-328, (2015).

[16] E., GARZANTI; A., RESENTINI. Provenance control on chemical indices of weathering (Taiwan river sands). Sedimentary geology, 336, 81-95. (2016)

[17] R. W., FITZPATRICK; M. D, RAVEN. How Pedology and mineralogy helped solve a double murder case: using forensics to inspire future generations of soil scientists. Soil Horizons, v. 53, n. 5, (2012).

[18] S. A. et al, TESTONI. Evaluation of forensic soil traces from a crime scene: robbery of a safety deposit box in Brazil. Geological Society, London, Special Publications, v. 492, n. 1, p. 181-196 (2021).

v. 14, n. 4, p. 87-92, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Aplicações da Entomotoxicologia na Investigação Forense: Perspectivas e Avanços no Estudo de Dípteros

C.C. Rivera-Puma[a,*], H.P. Kuribayashi[a], C.S. Fernandes[a], F.C.L. Ferreira[a], R.J.A. Nascimento

[a] *Programa de Pós-Graduação em Ciência Forenses. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Pará, Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: celia.rivera@unifesspa.edu.br. Tel.: +55-94-981990615.*

Keywords: Development; Diptera; Entomotoxicology; Morphology; Post-mortem interval.

1. INTRODUÇÃO

A determinação da causa da morte em uma cena de crime é crucial, mas pode ser dificultada quando a recuperação do cadáver é tardia ou quando o corpo está em um avançado estado de decomposição [1]. Quando as amostras toxicológicas convencionais, como fluidos biológicos ou órgãos, não estão disponíveis ou estão degradadas, os artrópodes representam uma alternativa confiável para fins forenses [2]. Os artrópodes são atraídos pelos odorantes que emanam dos cadáveres, sendo principalmente utilizados para a estimativa do intervalo *post-mortem* (IPM) [1]. Os insetos necrófagos, ao se alimentarem dos tecidos dos cadáveres, absorvem todas as substâncias xenobióticas ingeridas *ante-mortem,* transferindo-as para o seu sistema metabólico [1,2].

Embora os tecidos cadavéricos sejam a melhor evidência forense, vários estudos destacam o potencial dos insetos como fonte indireta de evidência toxicológica [3]. A utilidade dos insetos como amostras toxicológicas alternativas deriva de uma área da entomologia forense conhecida como entomotoxicologia.

Apesar da importância toxicológica, a maioria das pesquisas utiliza os insetos apenas para estimar o IPM e não considera a análise química desses espécimes. Análises morfológicas e toxicológicas combinadas são cruciais, pois certas toxinas podem afetar o desenvolvimento dos insetos, levando a estimativas incorretas do IPM [1,2].

Dentre os artrópodes, os dípteros são preferidos para análises entomológicas e toxicológicas devido à sua rápida colonização das carcaças [1,3]. Embora o potencial desses espécimes, a entomotoxicologia forense enfrenta desafios tanto acadêmicos quanto práticos para validar seu uso como fonte de evidência forense [2,3].

Nesse contexto, esta revisão bibliográfica explora a entomotoxicologia como uma ferramenta nas Ciências Forenses. O objetivo é analisar sua contribuição na compreensão da análise da interação entre substâncias tóxicas e dípteros em ambientes forenses e seu impacto na estimativa do IPM.

2. METODOLOGIA

As palavras-chave utilizadas foram: forensic Entomotoxicology, forensic, entomology, morphology, PMI, Diptera, toxicology y poisoning. Diferentes *STRINGS* foram formadas e a pesquisa foi conduzida em três bases (Google Scholar, PubMed e Science Direct), com restrição de idioma para espanhol, português e inglês, considerando artigos publicados de março 2014 a março 2024. Finalmente 33 artigos foram incluídos e realizou-se uma análise descritiva dos resultados.

3. RESULTADOS

Os xenobióticos foram classificados em nove grupos: antibióticos, antidepressivos e antipsicóticos, benzodiazepínicos, quimioterapêuticos, drogas ilícitas, metais, diversos, opioides/opiatos e pestici-

das (Tab. 1), sendo as drogas ilícitas (7) e os pesticidas (6) os mais estudados. Além disso, os estudos refletem que a família Calliphoridae (25) é a mais utilizada para análises toxicológicas, seguida por Sarcophagidae. Quanto ao gênero, *Chrysomya* é o mais empregado, e o estágio larval mais adequado para analisar o efeito do xenobiótico é o L3. Embora todos os artigos evidenciem o efeito da toxina na morfologia dos dípteros, apenas dezoito realizam a análise analítica para detectar a toxina nos dípteros. Entre os instrumentos mais utilizados para este procedimento estão a GC, a cromatografia líquida de alta resolução (HPLC) e a MS. Os métodos de extração incluem LLE e SPE (Tab. 1).

Tabela 1. Lista de xenobióticos e insetos estudados em entomotoxicologia. Estágios: L1 = primeiro instar, L2 = segundo instar, L3 = terceiro instar, PF = pós-alimentação, P = pupa, EP = pupário vazio, A = adulto; Extração: LLE = extração líquido-líquido, SPE = extração em fase sólida.

Xenobiótico	Diptera	Espécie de inseto	Estágio	Extração	Análise	Ref.
Antibiótico						
Levofloxacina	Calliphoridae	*Calliphora vomitoria*	L2, L3, P			[4]
Ampicilina	Calliphoridae	*Chrysomya putoria*	L2, L3, P			[5]
Ceftriaxona	Calliphoridae	*Calliphora vomitoria*	L2, L3, P			[4]
Gentamicina	Calliphoridae	*Chrysomya putoria*	L1, L2, L3			[6]
Paracetamol	Calliphoridae	*Chrysomya rufifacies*	L1, L2, L3, P, A	SPE	HPLC-DAD	[7]
Antidepressivos						
Tartrato de zolpidem	Calliphoridae	*Chrysomya indiana*	L1, L2, L3, P, A			[8]
Tartrato de zolpidem	Calliphoridae	*Chrysomya megacephala*	L1, L2, L3, PF, P			[9]
Tartrato de zolpidem	Sarcophagidae	*Sarcophaga ruficornis*	L1, L2, L3			[10]
Benzodiazepínicos						
Clonazepam	Sarcophagidae	*Sarcophaga argyrostoma*	L2, L3		HPLC-MS	[11]
Diazepam	Calliphoridae	*Chrysomya albiceps*	L1, L2, L3, P, A	SPE	LC-MS-MS	[12]
Diazepam	Muscidae	*Musca doméstica*	L2, L3, P			[13]
Flunitrazepam	Calliphoridae	*Chrysomya megacephala*	L2, L3, P			[14]
Quimioterapêuticos						
Ciclofosfamida	Calliphoridae	*Chrysomya megacephala*	L2, L3, PF, P, A			[15]
Metotrexato	Calliphoridae	*Chrysomya megacephala*	L2, L3, PF, P, A			[15]
Drogas Ilícitas						
Cetamina	Calliphoridae	*Chrysomya megacephala*	L1, L2, L3, PF, P		GC-FID	[16]
Cetamina	Calliphoridae	*Chrysomya megacephala*	L1, L2, L4		GC-MS	[17]
Cetamina	Calliphoridae	*Calliphora vomitoria*	L2, L3, PF, P, EP, A	LLE	HPLC-MS/MS	[18]
Metanfetamina	Calliphoridae	*Calliphora vomitoria*	L2, L3, PF, P, EP, A		GC-MS	[19]
Metanfetamina	Calliphoridae	*Calliphora stygia*	L2, L3, P	LLE	HPLC-UV	[20]
Metanfetamina	Calliphoridae	*Aldrichina grahami*	L2, L3, PF, P, EP	LLE	GC-MS	[21]
Metanol	Sarcophagidae	*Peckia intermutans*	L2, L3, PF, P, EP, A		HS-GC-MS	[22]
Metal						
Cloreto de cádmio	Calliphoridae	*Chrysomya megacephala*	L1, L2, L3, P, A			[23]
Miscelânea						
Nicotina	Calliphoridae	*Calliphora vomitoria*	L2, L3, PF, P, EP, A		GC-MS	[24]
Opioides/Opiáceos						
Heroína	Calliphoridae	*Lucilia cuprina*	L1, L2, L3			[25]
Morfina	Calliphoridae	*Chrysomya albiceps*	L2, L3	LLE	HPLC-UV	[26]
Tramadol	Calliphoridae	*Chrysomya albiceps*	L3		HPLC	[27]
Tramadol	Sarcophagidae	*Sarcophaga argyrostoma*	L2, L3, P		GC-MS	[28]

Xenobiótico	Diptera	Espécie de inseto	Estágio	Extra-ção	Análise	Ref.
Pesticida						
Fosfeto de alumínio	Calliphoridae	*Chrysomya albiceps*	L3		HPLC-UV	[29]
Fosfeto de alumínio	Calliphoridae	*Chrysomya albiceps*	L1, L2, L3, P, A			[30]
Fosfeto de alumínio	Calliphoridae	*Chrysomya megacephala*	L2, L3			[31]
Dimetoato	Sarcophagidae	*Sarcophaga dux*	L2, L3, P, A			[32]
Dimetoato	Sarcophagidae	*Sarcophaga peregrine*	L2, L3, P, A			[32]
Malationa	Calliphoridae	*Chrysomya megacephala*	L1, L2, L3, P	LLE	GC	[33]
Malationa	Phoridae	*Megaselia scalaris*	L1, L2, L3, P, A		HPLC-DAD	[34]
Sulfato de efedrina	Calliphoridae	*Chrysomya albiceps*	L3, P		HPLC; GC--FID	[35]

4. DISCUSSÃO

Os dípteros mostraram-se eficazes para análises toxicológicas, refletindo morfológica e quimicamente o efeito das toxinas. As toxinas variam seus efeitos dependendo da espécie de díptero.

No caso dos antibióticos, a combinação de levofloxacina e ceftriaxona retarda o desenvolvimento de *C. vomitoria* [4], enquanto a ampicilina não afeta significativamente *Ch. putoria* [5]. Antidepressivos e antipsicóticos, como o tartarato de zolpidem, retardam o desenvolvimento e reduzem a morfologia de *S. ruficornis* [8] e outras espécies de *Chrysomya* [9,10].

Benzodiazepinas, como o flunitrazepam, não apresentam efeitos significativos [14], mas clonazepam, aumentam peso e tamanho [11] e aumentar o tempo de desenvolvimento larval, como o diazepam [12,13].

Quimioterápicos, como a ciclofosfamida e o metotrexato, podem afetar o tamanho de *Ch. megacephala*; mas, seus efeitos no tempo de desenvolvimento são distintos, pois a ciclofosfamida retarda o desenvolvimento[15].

Drogas ilícitas podem aumentar peso ou tamanho dos dípteros necrófagos [17–22] variando o desenvolvimento: a metanfetamina retarda em *C. vomitoria* e *A. grahami* [19,21], mas pode acelerá-lo em *C. stygia* [20]. Da mesma forma, o metanol acelera o desenvolvimento de *P. intermutans* [22] enquanto drogas como a ketamina retardam o desenvolvimento em outras espécies [16–18].

Metais como o cloreto de cádmio, além de retardar o desenvolvimento de *Ch. megacephala*, diminuem seu peso e tamanho [23]. Substâncias como a nicotina reduzem o tamanho de *C. vomitoria*, sem afetar o tempo de desenvolvimento [24].

A pesar de que o tramadol reduza o tamanho em *Ch. megacephala* e *S. argyrostoma*, não tem os mesmos efeitos no desenvolvimento: retarda o desenvolvimento da primeira [27] e acelera o da segunda [28]. A heroína e a morfina aceleram o desenvolvimento e aumentam o comprimento de *L. cuprina* e *Ch. albiceps* [25,26], refletindo que, apesar de serem opioides não têm os mesmos efeitos nos necrófagos.

Os pesticidas aumentam o comprimento e retardam os tempos de desenvolvimento. Os efeitos em diferentes espécies de dípteros mostram um padrão que deve ser considerado ao analisar amostras entomológicas [29–35]. Com base nos resultados, as características morfológicas podem ser consideradas na estimativa do IPM, porém a detecção da toxina é essencial. Sem análises toxicológicas, não é possível determinar qual toxina é responsável pelas diferenças morfológicas e de desenvolvimento dos dípteros. Os estudos destacam a fase L como o melhor estágio para analisar o efeito do xenobiótico, tanto morfológica quanto quimicamente, destacando especialmente a fase L3 [7,11,28]. Esta fase é crítica para o inseto, pois a alimentação aumenta antes de entrar na fase de pupa.

A escolha de GC-MS e HPLC em análises toxicológicas deve-se à precisão na detecção e à ampla quantificação de uma variedade de compostos. Enquanto o GC-MS é ideal para compostos voláteis e semivoláteis [22,24] o HPLC é preferível para compostos não voláteis, polares e de alto peso molecular [11,31]. Em entomotoxicologia, ambos os métodos têm demonstrado ser eficazes para a detecção de toxinas.

5. CONCLUSÕES

A entomotoxicologia forense é uma ferramenta fundamental, especialmente em cadáveres em avançado estado de decomposição, onde as amostras biológicas tradicionais não estão disponíveis. A revisão bibliográfica confirma que os dípteros são eficazes para análises toxicológicas e que é fundamental detectar quimicamente as toxinas para compreender seus efeitos.

Embora as características morfológicas possam ajudar na estimativa do IPM, a identificação do xenobiótico é essencial para evitar erros. Métodos como HPLC ou GC-MS têm demonstrado serem eficientes para detectar toxinas em insetos, no entanto, é necessário realizar mais estudos para padronizar metodologias que possam ser utilizadas nas análises de toxinas em insetos.

A entomotoxicologia forense demonstra ser uma ferramenta valiosa que complementa as técnicas tradicionais na ciência forense, permitindo uma melhor estimativa do IPM e uma identificação mais precisa das toxinas presentes na cena do crime.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESPA (Termo de outorga 046/2021), ao CNPq (Processo 307370/2022-4) e à CAPES (Processo 88881.927473/2023-01: Práxis extensionista, conhecimento pluriuniversitário e a Pós-graduação na Amazônia sul oriental. IES:Unifesspa) pelo aporte financeiro e pelo suporte às pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] R. Chophi, S. Sharma, S. Sharma, R. Singh, Forensic entomotoxicology: Current concepts, trends and challenges, J Forensic Leg Med 67 (2019) 28–36. https://doi.org/10.1016/j.jflm.2019.07.010.

[2] E.I.T. da Silva, B. Wilhelmi, M.H. Villet, Forensic entomotoxicology revisited—towards professional standardisation of study designs, Int J Legal Med 131 (2017) 1399–1412. https://doi.org/10.1007/s00414-017-1603-9.

[3] M.J. Hidalgo Pozo, Entomotoxicología Forense En Cadáveres En Estado De Descomposición, The Ecuador Journal of Medicine 1 (2021) 17–32. https://doi.org/10.46721/TEJOM-VOL1ISSESP-2021-17-32.

[4] L.A. Al-Shuraym, F.A. Al-Mekhlafi, F.M. Abd Al Galil, S.K. Alhag, L.A. Al-Keridis, et al., Effect of Zolpidem Tartrate on the Developmental Rate of Forensically Important Flies Chrysomya megacephala (Diptera: Calliphoridae) and Chrysomya saffranea, J Med Entomol 58 (2021) 2101–2106. https://doi.org/10.1093/jme/tjab071.

[5] Z. Lü, X. Zhai, H. Zhou, P. Li, J. Ma, L. Guan, Y. Mo, Effects of ketamine on the development of forensically important blowfly Chrysomya Megacephala (F.) (Diptera: Calliphoridae) and its forensic relevance, J Forensic Sci 59 (2014) 991–996. https://doi.org/10.1111/1556-4029.12430.

[6] S. Wang, C. Zhang, W. Chen, L. Ren, J. Ling, Y. Shang, Y. Guo, Effects of Methamphetamine on the Development and Its Determination in Aldrichina grahami (Diptera: Calliphoridae), J Med Entomol 57 (2020) 691–696. https://doi.org/10.1093/jme/tjz239.

[7] M. Gosselin, S.M.R. Wille, M. del M.R. Fernandez, V. Di Fazio, N. Samyn, G. De Boeck, B. Bourel, Entomotoxicology, experimental set-up and interpretation for forensic toxicologists, Forensic Sci Int 208 (2011) 1–9. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.12.015.

[8] D. Preußer, U. Bröring, T. Fischer, T. Juretzek, Effects of antibiotics ceftriaxone and levofloxacin on the growth of Calliphora vomitoria L. (Diptera: Calliphoridae), J Forensic Leg Med 81 (2021) 102207. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jflm.2021.102207.

[9] A.C.P. Ferraz, D.L. Dallavecchia, D.C. Silva, R.G. Silva-Filho, V.M. Aguiar, Post-embrionic development of Chrysomya Putoria (Diptera: Calliphoridae) on a diet containing ampicillin in different concentrations, An Acad Bras Cienc 88 (2016) 105–116. https://doi.org/10.1590/0001-3765201620140440.

[10] A.C.P. Ferraz, D.L. Dallavecchia, D.C. da Silva, A.L. De Figueiredo, B. Proença, R.G. Silva-Filho, V.M. Aguiar, Effects of the Antibiotics Gentamicin on the Postembryonic Development of Chrysomya putoria (Diptera: Calliphoridae), Journal of Insect Science 14 (2014). https://api.semanticscholar.org/CorpusID:18102745.

[11] A.A. Munaras Khan, W.M.A. Wan Mahmood, S.A. Shamsuddin, N.S. Adila Zaini, K. Mohamed, R. Abd Rashid, ANALYSIS OF PARACETAMOL IN FORENSIC BLOWFLY SAMPLES FROM INTOXICATED-PARACETAMOL CARCASS, 2015.

[12] L.A. Al-Keridis, F.M.A. Al Galil, F.A. Al-Mekhlafi, M.A. Wadaan, M.S. Al-Khalifa, Impact of Hypnotic Drug Zolpidem Tartrate on the Development of Forensic Fly Sarcophaga ruficornis (Diptera: Sarcophagidae), J Med Entomol 59 (2022) 820–825. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:246749805.

[13] L.A. Al-Keridis, F.A. Al-Mekhlafi, F.M.A. Al Galil, R.A.E.H. Mohamed, L.A. Al-Shuraym, S.K. Alhag, M.A. Wadaan, M.S. Al-Khalifa, S.P. Zambare, Effect of the sedative drug zolpidem tartrate on the immature and mature stages of carrion flies Chrysomya rufifacies and Chrysomya indiana, J King Saud Univ Sci (2021). https://api.semanticscholar.org/CorpusID:240143123.

[14] F.M. Afifi, E.A. Abdelfattah, G.M. El-Bassiony, Impact of using Sarcophaga (Liopygia) argyrostoma (Robineau-Desvoidy, 1830) as a toxicological sample in detecting clonazepam for forensic investigation,

Egypt J Forensic Sci 12 (2022) 1–10. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:251934655.

[15] L.O. Al-Shareef, O.M. Alazwari, S. Al-Ghamdi, Effect of Diazepam on the Growth of Chrysomya albiceps (Wiedemann 1819) (Diptera: Calliphoridae) in Rabbit Carcass, Entomology and Applied Science Letters (2021). https://api.semanticscholar.org/CorpusID:246659956.

[16] M. Kokdener, Effect of Diazepam on the Developmental Parameters of Musca domestica, ANADOLU JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES (2022). https://doi.org/10.7161/omuanajas.1206784.

[17] T.C. Baia, A. Campos, B.M.S. Wanderley, R.A. Gama, The effect of flunitrazepam (Rohypnol®) on the development of chrysomya megacephala (fabricius, 1794) (diptera: Calliphoridae) and its implications for forensic entomology, J Forensic Sci 61 (2016) 1112–1115. https://doi.org/10.1111/1556-4029.13104.

[18] A.L. Trivia, C.J. de Carvalho Pinto, Analysis of the Effect of Cyclophosphamide and Methotrexate on Chrysomya megacephala (Diptera: Calliphoridae), J Forensic Sci 63 (2018) 1413–1418. https://doi.org/10.1111/1556-4029.13740.

[19] D. Singh, D. Kaur, B. Badhawan, Detection of Ketamine hydrochloride and its effect on the development of immature stages of a forensically important blow fly Chrysomya megacephala (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae), J Entomol Zool Stud 4 (2016) 91–97.

[20] P.A. Magni, M. Pazzi, J. Droghi, M. Vincenti, I.R. Dadour, Development and validation of an HPLC-MS/MS method for the detection of ketamine in Calliphora vomitoria (L.) (Diptera: Calliphoridae), J Forensic Leg Med 58 (2018) 64–71. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jflm.2018.04.013.

[21] P.A. Magni, T. Pacini, M. Pazzi, M. Vincenti, I.R. Dadour, Development of a GC–MS method for methamphetamine detection in Calliphora vomitoria L. (Diptera: Calliphoridae), Forensic Sci Int 241 (2014) 96–101. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2014.05.004.

[22] C. Mullany, P.A. Keller, A.S. Nugraha, J.F. Wallman, Effects of methamphetamine and its primary human metabolite, on the development of the Australian blowfly Calliphora stygia, Forensic Sci Int 241 (2014) 102–111. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2014.05.003.

[23] C.C. Rivera-Puma, E.J. Medina-Villamizar, N.G. Mogollón S, J. Liria, First sight at entomotoxicology using Peckia intermutans (Diptera: Sarcophagidae) in Ecuador and its potential as a marker for methanol determination in biological samples, Rev Soc Entomol Argent 83 (2024). https://doi.org/10.25085/rsea.830102.

[24] B. Kaur Heer, Effect of Cadmium Chloride on the Development of Chrysomya Megacephala (Diptera:-Calliphoridae) and its Importance to Postmortem Interval Estimate, J Forensic Sci Crim Investig 3 (2017). https://doi.org/10.19080/jfsci.2017.03.555622.

[25] P.A. Magni, M. Pazzi, M. Vincenti, E. Alladio, M. Brandimarte, I.R. Dadour, Development and validation of a GC-MS method for nicotine detection in Calliphora vomitoria (L.) (Diptera: Calliphoridae), Forensic Sci Int 261 (2016) 53–60. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.11.014.

[26] N. Ishak, A. Hassan, M. Siti-Azizah, M. Nor, A. Ahmad, Developmental Cycle and Growth of Lucilia Cuprina (Diptera: Calliphoridae) Fed on Heroin: Implications for Post-Mortem Interval (PMI) Estimation in Forensic Investigations ARTICLE HISTORY ABSTRACT, (2018).

[27] M. Salimi, Y. Rassi, B. Ahmadi, O. Chatrabgoun, R. Jamshidi, S. Rafizadeh, Effects of morphine on the biomass and development rate of Chrysomya albiceps (Diptera: Calliphoridae), a forensically important species, Trop Biomed 35 (2018) 560–570.

[28] M.I. Elshehaby, M. Tony, A. elbaset M. A Abd elreheem, N.Z. Abdellah, Effects of Tramadol on Chrysomya albiceps Larvae and its Concentration in Postmortem Tissues and Larvae, The Egyptian Journal of Forensic Sciences and Applied Toxicology (2019). https://api.semanticscholar.org/CorpusID:203893427.

[29] I.F. Tahoun, E.M. Abouzied, The Effect of the Tramadol Accumulated in Rat Liver on the Development of the Immature Stages of the Flesh Fly Sarcophaga Argyrostoma (Robineau-Desvoidy, 1830) (Diptera: Sarcophagidae)., J Egypt Soc Parasitol 47 1 (2017) 55–64. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:52119065.

[30] S. El-Ashram, N.A. Toto, A. El Wakil, M. Augustyniak, L.M. El-Samad, Reduced body length and morphological disorders in Chrysomya albiceps (Diptera: Calliphoridae), Sci Rep 12 (2022) 8358. https://doi.org/10.1038/s41598-022-12351-w.

[31] M. Tony, A. Zahra, N.Z. Abdellah, A.M.A. Abdelreheem, M.R.K. Abdel-Samad, Impact of aluminum phosphide on development of the forensically important fly, Chrysomya albiceps (Diptera: Calliphoridae), Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria 33 (2024). https://doi.org/10.1590/S1984-29612024006.

[32] T. Bhardwaj, S. Sharma, J. Dalal, R. Tanwar, Effects of aluminium phosphide on larval morphometry of two important Chrysomya species, Int J Legal Med

138 (2024) 73–83. https://doi.org/10.1007/s00414-022-02940-9.

[33] F.M. Abd Al Galil, S.P. Zambare, F.A. Al-Mekhlafi, M.A. Wadaan, M.S. Al-Khalifa, Effects of insecticide dimethoate on the developmental rate of forensic importance sarcophagid flies, J King Saud Univ Sci 33 (2021) 101349. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101349.

[34] R.F.A. Bakr, R.H. Ramadan, S.M.A. Hussien, Detection of Malathion in Different Stages of Chrysomaya megacephala, Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, E. Medical Entomology & Parasitology (2018). https://api.semanticscholar.org/CorpusID:216971104.

[35] L.A. Castillo-Alanis, A.A. Lira-Paredes, C. Pedraza-Lara, A. Quijano-Mateos, M.E. Bravo-Gómez, Effect of Malathion on the Development of Megaselia scalaris (Loew, 1866) (Diptera: Phoridae), a Forensically Important Fly, J Med Entomol 59 (2022) 826–834. https://doi.org/10.1093/jme/tjac025. 141–147. https://doi.org/10.11606/0031-1049.2017.57.12.

v. 14, n. 4, p. 93-95, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Comparação dos testes colorimétricos 4-aminofenol e Duquenois-Levine para constatação preliminar de Cannabis sp.

L.L. Moraes[a], P.A. Marinho[b,*], C.C. Nascentes[a]

[a] *Departamento de Química, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG) Brasil*
[b] *Instituto de Criminalística, Polícia Civil de Minas Gerais, Minas Gerais (MG), Brasil*

**pabloalvesmarinho@yahoo.com.br*

Palavras-chave: cannabis, teste preliminar, 4-aminofenol, análise forense, drogas de rua.

1. INTRODUÇÃO

A cannabis é a droga mais consumida no mundo, segundo o Escritório das Nações Unidas sobre Drogas e Crime (UNODC), em que aproximadamente 4% da população adulta global fez uso em 2021. Ademais, o número de usuários da droga aumentou 21% desde a última década [1].

O efeito psicoativo alucinógeno que leva as pessoas a usarem cannabis provem principalmente do tetrahidrocanabinol (THC), incluindo seus isômeros e variações estereoquímicas, sendo a psicoatividade proporcional a concentração de THC presente na droga. Por outro lado, o canabidiol (CBD), também existente na maconha, apresenta propriedades terapêuticas e vem sendo largamente estudado para uso medicinal [2].

A maconha está entre as principais drogas apreendidas pela Polícia Civil de Minas Gerais e de outros estados. Os protocolos para identificação de drogas apreendidas normalmente constam de um teste preliminar (simples, rápido e que possa, preferencialmente, ser aplicado no momento da apreensão) e uma análise confirmatória, por técnicas instrumentais mais seletivas e sensíveis. Os atuais métodos colorimétricos para testes preliminares de identificação de Cannabis, como o Duquenois-Levine (DL), utilizam solventes tóxicos, como clorofórmio e éter de petróleo, como reagentes, dificultando sua utilização fora do ambiente laboratorial. Desta forma, é de interesse da Polícia ter um método simples e eficiente, que possa ser utilizado por peritos criminais em campo, sem a necessidade de equipamentos de proteção, para análise qualitativa de amostras suspeitas de Cannabis [2],[3].

Já existem diversos testes que o UNODC recomenda para a identificação e quantificação do nível de THC e CBD na cannabis e, com objetivo de obter um teste preliminar colorimétrico para ser utilizado em campo por peritos criminais, esse trabalho avaliou a eficiência do 4-aminofenol (4-AF) frente ao teste Duquenois Levine (DL). O teste com 4-AF resulta em uma cor azul se o nível de THC for aproximadamente três vezes maior do que de CBD e rosa se o nível de THC for aproximadamente três vezes menor do que de CBD [7]. Desta forma, o objetivo do trabalho foi determinar qualitativamente a presença de THC e/ou CBD em amostras de cannabis apreendidas pela Polícia Civil de Minas Gerais, utilizando o teste com 4-AF para comparação com o teste de Duquenois-Levine em termos de sensibilidade, seletividade e confiabilidade [2].

2. METODOLOGIA

Para realização do teste, inicialmente preparou-se os reagentes A e B. O reagente A é composto por 40 mg de 4- aminofenol, 950 mL de álcool etílico e 50 mL de ácido clorídrico 2 M; e o reagente B é preparado misturando-se 3 g de hidróxido de sódio, 700 mL de álcool etílico e 300 mL de água ultrapura. Para a aplicação do teste 4-AF, colocou-se cerca de 20 mg da amostra vegetal em tubo de ensaio e adicionou-se 0,5 mL do reagente A e posteriormente adicionou-se 3 gotas do

reagente B. A mistura foi agitada vigorosamente por 10 segundos e após 2 minutos de reação, realizou-se a avaliação visual da cor desenvolvida. O resultado é positivo em caso de coloração azul ou rosa/roxo. Para fins de comparação, as mesmas amostras foram analisadas pelo teste de Duquenois-Levine (DL). Os resultados obtidos por cromatografia em camada delgada (CCD) e cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (GC-MS) foram utilizados como referência para estabelecer os resultados falsos negativos e falsos positivos, dos dois testes colorimétricos avaliados.

3. RESULTADOS

Analisou-se 168 amostras obtidas no Instituto de Criminalística de Minas Gerais, apresentadas em diferentes formas: haxixe, folhas, inflorescência, erva prensada e em cigarro queimado. Além disso, foram analisadas amostras de canabinoide sintético, tabaco, pó de café e 27 amostras de plantas secas compradas no comércio local. As plantas testadas foram descritas com seus nomes científicos na Tabela 1.

Tabela 1. Plantas utilizadas nos testes 4-AF e DL

Nome popular	Nome científico
Sálvia	*Salvia officinalis*
Orégano	*Oreganum vulgare*
Boldo do Chile	*Peumus boldus Molina*
Jaborandi	*Pilocarpus jaborandi Holmes*
Chapéu de Couro	*Echinodorus grandiflorus*
Louro	*Laurus nobilis L.*
Erva doce	*Pimpinella anisium L.*
Erva cidreira	*Melissa officinalis L*
Carobinha	*Jacaranda decurrens cham*
Umbaúba	*Cecropia peltata L*
Guaraná	*Paulinia cupana kunth*
Calêndula	*Calendula officinalis L.*
Pitanga	*Eugenia uniflora*
Manga	*Mangifera indica L.*
Canela	*Cinnamomum zeylanicum Blume*
Salgueiro	*Salix chrysocoma*
Pata de vaca	*Bauhimia forficata Link*
Fedegoso	*Senna occidentalis L*
Sangra d'água	*Craton urucurana baill*
Aroeira	*Schinus molle L*
Losna	*Artemisia absinthium*
Picão	*Bidens pilosa L*
Eucalipto	*Eucalyptus globulus Labil*
Guaco	*Mikania glomerata Spreng*
Mamona Roxa	*Ricinus communis L.*
Mandioca	*Manihot esculenta Crantz*
Poejo	*Mentha puleguim L*

As plantas foram escolhidas conforme morfologia e relatos na literatura de falso-positivos [4], [5].

Um teste positivo verdadeiro (TP) é quando o analito está presente e o teste dá positivo. Já um resultado falso-positivo (FP) é quando o analito está ausente, mas o teste dá positivo. Um teste negativo verdadeiro (TN) é o analito não está presente e o teste dá negativo, enquanto quando o analito está presente, mas dá negativo, é chamado de falso-negativo (FN).

Para determinação de parâmetros acima no presente estudo, foram utilizadas as equações a seguir [6].

Taxa de falso-positivo (TFP)

$$TFP\ (\%) = [(FP)/(FP + TN)]\ X\ 100 \quad (1)$$

Taxa de falso-negativo (TFN)

$$TFN\ (\%) = [(FN)/(FN + TP)]\ X\ 100 \quad (2)$$

Taxa de sensibilidade (TSB)

$$TSB\ (\%) = [(TP)/(TP + FN)]\ X\ 100 \quad (3)$$

Taxa de seletividade (TST)

$$TST\ (\%) = [(TN)/(FP + TN)]\ X\ 100 \quad (4)$$

Taxa de confiabilidade (TCF)

$$TCF\ (\%) = 100 - TFP - TF \quad (5)$$

A Fig. 1 ilustra as colorações obtidas nas diferentes amostras analisadas para o teste 4-AF.

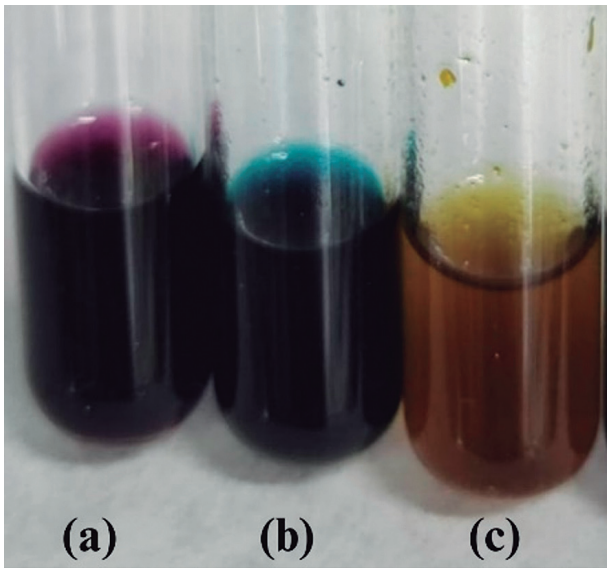


Figura 1. Cores observadas para a) Resultado positivo com alto teor de CBD, b) Resultado positivo com alto teor de THC, c) Exemplo de resultado negativo.

O teste Duquenois-Levine apresenta um anel azul-violáceo em resultados positivos, mas não é capaz de diferenciar se a amostra apresenta maior concentração de THC ou de CBD. A Fig. 2 ilustra um teste positivo para THC no teste DL.

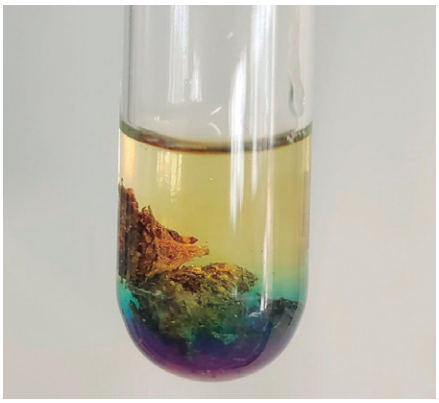


Figura 2. Amostra positiva para THC no teste Duquenois-Levine.

Após testar todas as amostras apreendidas e as plantas, utilizou-se as equações de (1) a (5) para calcular os parâmetros e os resultados estão descritos na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2. Comparação entre as taxas de DL e 4-AF

Taxas	DL	4-AF
Falso-positivo	6,3	9,4
Falso-negativo	3,0	2,4
Sensibilidade	97,0	97,6
Seletividade	93,8	90,6
Confiabilidade	90,7	88,2

Entre as amostras positivas, 97,5% continham um maior teor de THC em relação ao CBD, e 2,5% continha mais CBD do que THC, de acordo com as cores desenvolvidas pelo teste 4-AF.

As espécies Jaborandi, Aroeira e Carobinha, apresentaram coloração similar a amostras positivas, gerando resultado falso-positivo ou duvidoso no teste do 4-AF, sendo ilustrados na Fig. 3, o que impactou na seletividade do teste, a qual foi menor do que a do DL, o qual apresentou resultado falso-positivo para as amostras de Umbaúba e As demais plantas apresentaram resultado negativo para o teste do 4-aminofenol, assim como o canabinoide sintético, o pó de café e o tabaco.

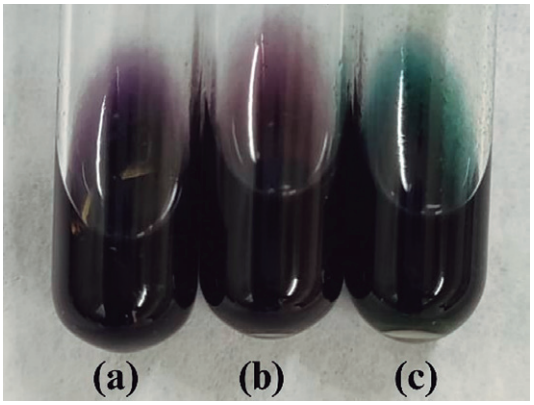


Figura 3. Cores observadas para a) Aroeira; b) Jaborandi; c) Carobinha.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que o teste 4-AP mostrou-se adequado para análise de amostras de Cannabis apreendidas e pode ser utilizado na rotina de laboratórios forenses como um método rápido, simples, barato e eficaz para detecção de vegetais contendo fitocanabinóides, podendo ainda ser utilizado na diferenciação de amostras com maior ou menor teor de THC em relação ao CBD.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a FAPEMIG (RED-00120-23), CAPES, CNPq, a Universidade Federal de Minas Gerais, o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Substâncias Psicoativas e a Superintendência da Polícia Científica da Polícia Civil de Minas Gerais pelo apoio concedido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). Relatório Mundial de Drogas (2023).

[2] United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). Recommended Methods for the identification and analysis of cannabis and cannabis products (2022).

[3] Lewis, K.L. Validation of the 4-Aminophenol Chemical Test and Analytical Testing Scheme to Distinguish Marijuana and Hemp**.** *Dissertação de Mestrado*, Departamento de Ciências Forenses, Virginia Commonwealth University (2020).

[4] D.C. Bordin; M. Messias; R. Lanaro; S.O.S. Cazenave; J.L. Costa. Análise forense: pesquisa de drogas vegetais interferentes de testes colorimétricos para identificação dos canabinoides da maconha (Cannabis sativa L.). *Revista Química Nova* 35: 2040-2043 (2012).

[5] N.S.O. Nascimento. Determinação de drogas vegetais e medicamentos interferentes nos testes colorimétricos para a triagem da identificação dos canabinoides da maconha (Cannabis sativa) e cocaína (Erythroxylum coca). *Monografia.* Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais (2021).

[6] C.Z. Gondim, R.G. Junqueira, S.V.C. Souza. Tendências em validação de métodos de ensaios qualitativos. *Rev. Inst. Adolfo Lutz* 70: 433-447 (2011).

[7] M. Hädener; T.J. Gelmi1; M. Martin-Fabritius; W. Weinmann. Cannabinoid concentrations in confiscated cannabis samples and in whole blood and urine after smoking CBD-rich cannabis as a “tobacco substitute”. *International Journal of Legal Medicine* 133:821-832 (2019).

C.C. Trindade *et al*., Rev. Bras. Crim. 14(4), 96-100, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 96-100, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA
Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Identificação e caracterização de uísques falsificados com uso de modelos supervisionados.

C.C. Trindade[a,*], A.C.C. Fulgêncio[a], F.C. Pinheiro[a], L.M. Costa[a], P.A. Marinho[b], R.A. Lordeiro[b], M.M. Sena[a], M.R. Almeida[a]

[a] *Departamento de Química, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), Brasil*
[b] *Instituto de Criminalística, Polícia Civil de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), Brasil*

**caciquecamila@ufmg.br.*

Keywords: Uísques; Fraudes; Química Forense; Quimiometria, PLS-DA.

1. INTRODUÇÃO

Frequentemente é noticiado nos meios de comunicação operações policiais envolvendo fraude de bebidas alcoólicas. Os produtos alvo das fraudes incluem cervejas, cachaças, vinhos, vodcas e uísques, sendo mais comuns as falsificações envolvendo bebidas importadas[1,2].

Bebidas alcoólicas pirateadas podem causar danos à saúde dos consumidores e até mesmo a morte[3]. A pirataria desses produtos também afeta o setor tributário. Uma pesquisa realizada pelo Fórum Nacional de Combate à Pirataria (FNCP) estimou que o prejuízo acumulado pelo setor em 2023 é de, aproximadamente, 72 milhões de reais em tributos não arrecadados sendo o segundo maior valor, abaixo apenas em relação ao setor de vestuário[4].

A legislação brasileira a respeito da temática é bem generalista e considera crime a corrupção, adulteração, falsificação ou alteração de substância ou produto alimentício[5]. O Código Penal vigente, por não estabelecer critérios classificatórios para cada processamento, leva a uma gama de interpretações, dificultando, inclusive, a aplicação de uma pena adequada ao praticante do ato ilícito, pois avalia-se, na maior parte dos casos, os danos ao setor econômico, excluindo os prejuízos à saúde do consumidor.

As fraudes em bebidas podem ser executadas de diversas formas: (i) por troca de rótulo ou garrafa; (ii) por adição de substâncias diluentes ou até mesmo (iii) pela produção irregular do líquido usando insumos mais baratos[6].

As ferramentas quimiométricas se valem de operações estatístico-matemáticas que podem evidenciar características, semelhanças e até mesmo diferenças implícitas entre os diversos dados das matrizes trabalhadas.

O presente trabalho objetivou o desenvolvimento de uma ferramenta analítica capaz de identificar e a caracterizar uísques falsificados que foram apreendidos pela Polícia Civil do Estado de Minas Gerais entre junho de 2021 e janeiro de 2022.

2. METODOLOGIA

2.1. Amostras

Para a construção da ferramenta analítica multivariada, foi preciso a obtenção de bebidas genuínas e pirateadas, pois a metodologia baseia-se em um comparativo estatístico entre os valores medidos dos parâmetros analíticos das amostras autênticas e as suspeitas de fraude. Com isso, o subconjunto de amostras negativas usados na construção da ferramenta contou com 38 amostras suspeitas, que foram apreendidas pela Polícia Civil de Minas Gerais, 9 amostras falsificas, cedidas por uma das principais distribuidora de bebidas destiladas no Brasil e 1 amostra falsificada que pertencia à STFQL desde o início dos trabalhos. O Quadro 1 demonstra as amostras falsificadas usadas no desenvolvimento da pesquisa e seus rótulos.

Quadro 1. Relação das amostras falsificadas e seus rótulos.

Informações sobre as Amostras Falsificadas					
Código da Amostra	**Rótulo**	**Código da Amostra**	**Rótulo**	**Código da Amostra**	**Rótulo**
21-3417	Sem rótulo	21-3704U	Red Label	22-0335	Red Label
21-3497A	Red Label	21-3704V	Red Label	22-0339	Ballantine's Finest
21-3497B	Red Label	21-3704X	Red Label	22-0338A	White Horse
21-3497C	Red Label	21-3704W	Red Label	22-0338B	White Horse
21-3497D	Black Label	21-3704Y	Red Label	22-0338C	White Horse
21-3497E	The Spice Road	21-3738A	Red Label	22-0338D	White Horse
21-3497F	Bell's	21-3738B	Red Label	FALSI-INTERNA	Red Label
21-3497G	Bell's	21-3738C	Red Label	14-0107	Red Label
21-3704A	Red Label	21-4811C	Red Label	19-2905	Black Label
21-3704B	Red Label	21-4812A	Ballantine's	19-2506	Green Label
21-4804A	Double Black	21-4812B	Ballantine's	19-2606	Red Label
21-4804B	Double Black	22-0336A	Red Label	19-1107	White Horse
21-4811A	Red Label	22-0336B	Red Label	20-0901	Black Label
21-4811B	Red Label	22-0336D	Red Label	22-0112	Gold Label Reserve
21-3704F	Red Label	22-0336E	Red Label	22-1912	Gold Label Reserve
21-3704G	Red Label	22-0337	White Horse	22-2012	Red Label

Já o subconjunto de amostras verdadeiras, contou com 11 amostras pertencentes à STFQL, 20 recebidas por meio de doação da ABRABE, 2 foram recebidas por doação de uma pessoa não vinculada ao trabalho e cinco recebidas pela indústria distribuidora. Para o conjunto amostral da pesquisa buscamos trabalhar com amostras autênticas que tivessem o mesmo rótulo das bebidas falsificadas para usá-las como critério de referência. O Quadro 2 demonstra as informações acerca do subconjunto de amostras autênticas.

Quadro 2. Relação das amostras autênticas e seus rótulos.

Informações sobre as Amostras Autênticas			
Código da Amostra	**Rótulo**	**Código da Amostra**	**Rótulo**
P0762	Red Label	P0924	Double Black
P4625	Red Label	P4387	Double Black
P6771	Red Label	P3059	Double Black
P0923	Double Black	P1007	Bell's
P4386	Double Black	P1008	Bell's
P3058	Double Black	P0105	White Horse
P0591	Black Label	P0106	White Horse
P3585	Black Label	P0107	White Horse
P9275	Black Label	P0763	Red Label
P5726	Grand Old Parr	P0764	Red Label
P3367	Grand Old Parr	P4626	Red Label
P1710	Buchanan's	P6772	Red Label
P0592	Black Label	22-0911A	Red Label
P3586	Black Label	22-0911B	Red Label
P9276	Black Label	P2502	Gold Label
P1512	Ballantine's	P2503	Gold Label Reserve
P1513	Ballantine's	P0205	White Horse
P1514	Ballantine's	P1610	Buchanan's
P1614	Ballantine's	P0862	Red Label

2.2. Técnicas Analíticas

Para a construção de um modelo multivariado foi usado análises e parâmetros analíticos que possibilitaram a obtenção de informações sobre o líquido contido nas garrafas. Na literatura científica é comum encontrar ferramentas que se valem de medidas relacionadas às substâncias responsáveis pelo olfato e/ou paladar dos produtos. No contexto do trabalho, três técnicas analíticas foram selecionadas para, a partir dos dados, construir o conjunto de medidas que foram modelados. As técnicas escolhidas foram: (i) parâmetros físico-químicos, (ii) espectroscopia na região do infravermelho próximo (NIR) e (iii) concentrações atômicas por meio da espectrometria de massas com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS).

2.2.1. Medidas Físico-químicas

As medidas físico-químicas foram obtidas por meio do Analisador de Bebidas Envasadas (ABE), Figura 1, da Anton Paar®. O instrumento permitiu checar diversos parâmetros da qualidade de bebidas alcoólicas e não alcoólicas, no entanto, para elaborar a ferramenta usamos teor alcoólico (% V V^{-1}), densidade (g cm^{-3}), extrato total (g L^{-1}), cor, turbidez e pH. Além dos 6 parâmetros, realizamos as medições do parâmetro condutividade (µS cm^{-1}) usando um condutivímetro de bancada para compor o esse conjunto de medidas.

Figura 1. Analisador de Bebidas Envasadas usado na obtenção dos parâmetros físico-químicos.

2.2.2. Medidas de Infravermelho Próximo

As medidas de infravermelho próximo informaram as principais bandas de ligações químicas presentes nas substâncias presentes nas amostras. O instrumento usado na obtenção das medidas foi um espectrômetro MicroNIR® 1700 da Viavi Solutions (Figura 2). A faixa espectral utilizada foi de 950 a 1650 nm.

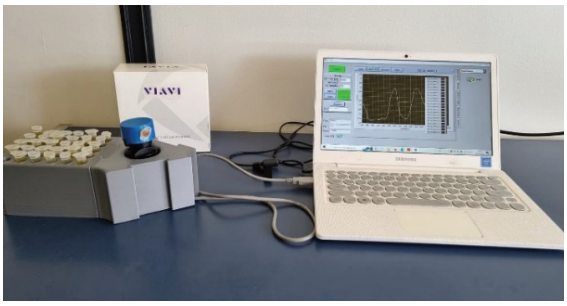


Figura 2. Espectrômetro Portátil MicroNIR® 1700.

2.2.3. Medidas Atômicas

Antes de selecionarmos as medidas atômicas (µg L^{-1}) que foram inseridas no modelo, investigamos a presença dos seguintes metais, nas amostras: prata (Ag), bário (Ba), berílio (Be), cádmio (Cd), cobalto (Co), cromo (Cr), cobre (Cu), ferro (Fe), lítio (Li), molibdênio (Mo), magnésio (Mg), manganês (Mn), níquel (Ni), chumbo (Pb), estanho (Sn), estrôncio (Sr) e zinco (Zn). As espécies pesquisadas podem estar relacionadas ao algum processamento produtivo da bebida, podem ser tóxicas ao organismo humano ou pertencem a parte dos parâmetros da qualidade de uísques[7]. Devido às variáveis analíticas do instrumento utilizado (Figura 3) e do experimento, apenas as medidas de 7 elementos foram inseridas no modelo. O conjunto de medidas atômicas foi construído com medidas das respectivas espécies químicas: Fe, Cu, Zn, Sn, Mg, Mn, Sr e Ba.

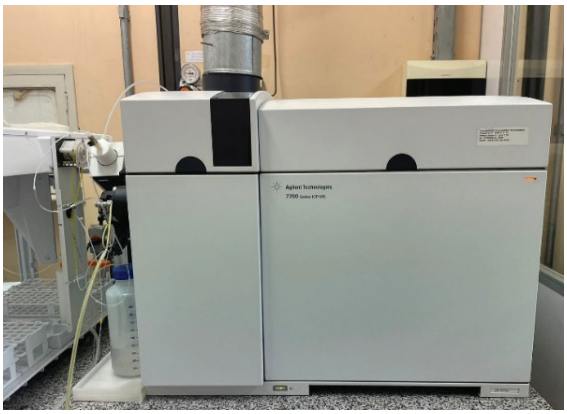


Figura 3. Espectrômetro de Massas com Plasma Indutivamente Acoplado, ICP-MS 7700 (Agilent).

2.3. O modelo supervisionado PLS-DA

Os modelos *Partial Least Squares Discriminant Analysis* (PLS-DA) são chamados de modelos supervisionados, pois adiciona-se ao conjunto de medidas uma informação prévia sobre as amostras. No presente trabalho, optamos por trabalhar com este modelo. No nosso caso, adicionamos previamente a informação acerca do critério que distingue cada subconjunto amostral: (i) amostras autênticas e (ii) amostras falsifi-

cadas. Desse modo, selecionamos um grupo de amostras autênticas e falsificadas que foi matematicamente treinado para encontrar informações nos conjuntos de medidas que fossem responsáveis por discriminar tais amostras a partir dos critérios previamente adicionados. Em seguida, o grupo de amostras restante foi testado a fim de verificar se as amostras pertenciam às classes previamente construídas.

3. RESULTADOS

Ao todo, construímos 4 modelos PLS-DA contendo combinações das medidas obtidas nas análises químicas descritas anteriormente. O resultado principal que apresentaremos trata-se da ferramenta contendo a junção de todos os dados. Os modelos construídos a partir de combinações entre medidas analíticas diferentes do mesmo conjunto de amostras são chamados de fusão de dados. A Figura 4 representa o modelo construído usando os três conjuntos de medidas analíticas construídos ao longo do trabalho.

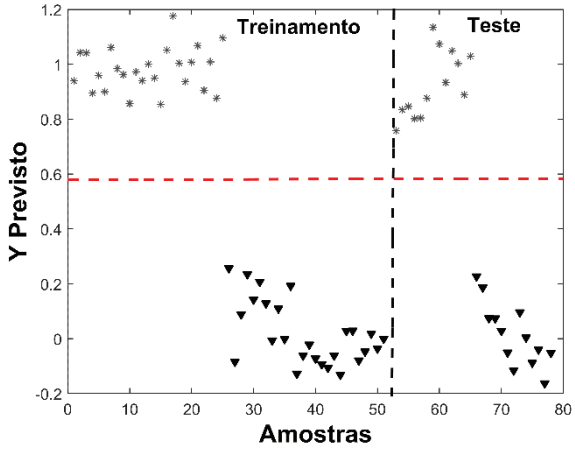


Figura 4. Modelo PLS-DA fusão de dados de uísques autênticos e falsificados.

As amostras modeladas são representadas pelos triângulos e asteriscos que, respectivamente foram atribuídas às classes amostrais previamente classificadas como falsificadas e as autênticas. A linha tracejada vertical separa as amostras que foram treinadas (à esquerda) das amostras que foram testadas (à direita). Já a linha tracejada horizontal é o limite estatístico-matemático que separa as amostras de acordo com a sua classe. Dessa forma, as amostras que se localizam na parte superior à linha são aquelas que apresentam características semelhantes às amostras autênticas enquanto as amostras que se localizam abaixo são semelhantes às amostras falsificadas. Assim, é possível visualizar no gráfico do modelo que todas as amostras foram corretamente separadas em classes conforme os critérios previamente conhecidos.

Para caracterizar os modelos, usamos as informações contidas nos gráficos dos escores vip (Figura 5) e vetores de regressão (Figura 6) que são obtidos após a construção dos modelos.

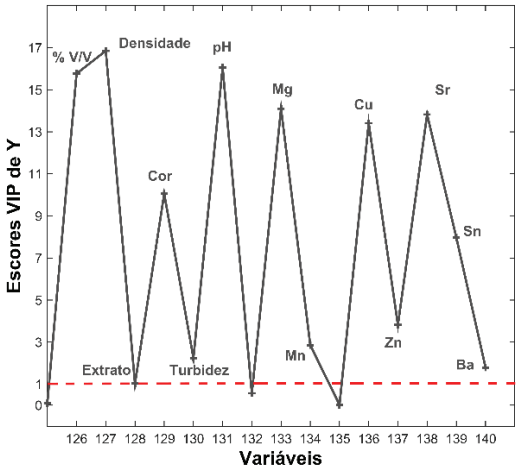


Figura 5. Gráfico de escores vip do modelo fusão de dados.

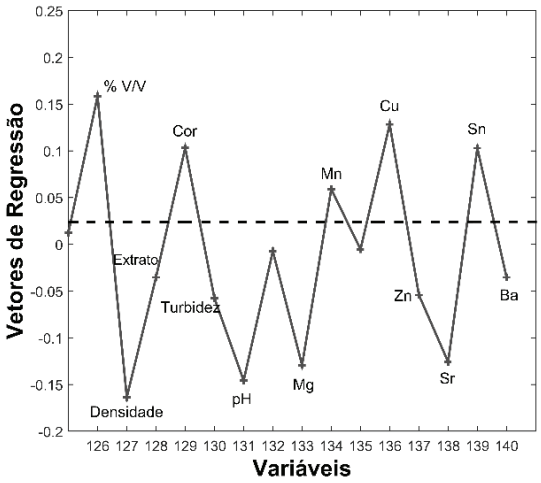


Figura 6. Gráfico dos vetores de regressão do modelo fusão de dados.

O gráfico representado na Figura 5 demonstra as variáveis que são responsáveis por discriminar as classes amostrais. No caso desse modelo, as variáveis espectrais NIR não foram relevantes na classificação e, por isso, não aparecem no gráfico. Já o gráfico da Figura 6 demonstra quais são as variáveis que discriminam cada classe amostral. As variáveis que se encontram acima da linha horizontal tracejada são as responsáveis por classificar as amostras autênticas e as variáveis que aparecem abaixo da linha tracejada são as que classificam adequadamente as amostras fraudadas.

4. CONCLUSÕES

Ao fim de todo o processo analítico e experimental da pesquisa e a partir dos bons resultados alcançados em todos os modelos construídos é possível concluir que as ferramentas quimiométricas se mostram eficientes para caracterizar e discriminar amostras de uísques falsificadas frente às amostras autênticas. Diversas são as possibilidades de modelagem de classe disponíveis e outras técnicas analíticas podem ser utilizadas para desenvolver ferramentas como esta. Com isso, tem-se a quimiometria como aliada na rotina do trabalho pericial.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Superintendência de Polícia Técnico-Científica da Polícia Civil de Minas Gerais, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por meio do edital 16/2020 em consonância ao Programa de Cooperação Acadêmica em Segurança Pública e Ciências Forenses (PROCAD – Segurança Pública e Ciências Forenses), à FAPEMIG e à Rede Mineira de Ciências Forenses (FAPEMIG, RED-00042-16) pelo apoio e colaboração para realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] *Polícia apreende mais de 3,6 mil garrafas de bebidas alcoólicas falsificadas em galpão de Jundiaí.* Portal de Notícias G1. Sorocaba e Jundiaí, 15 mai. 2024. Disponível em: <https://bit.ly/4cCY7m7>. Acesso em: 10 jul. 2024.

[2] HORVAT, P. *Conhaque, uísque e outras bebidas falsificadas avaliadas em R$150 mil são apreendidas em SC.* OCP News, Santa Cataria, 09 jul. 2024. Disponível em: <https://bit.ly/3xWmoEy>. Acesso em: 10. Jul. 2024.

[3] REUTERS. *Pelo menos 36 morrem na Índia após consumo de bebida falsificada.* CNN Brasil, 20 jun. 2024. Disponível em: <https://bit.ly/3XTSUSm>. Acesso em: 10 jul. 2024.

[4] FNCP. *FNCP defende manutenção de carga tributária para produtos que abrem espaço para o mercado ilegal.* Portal de Notícias G1, 13 jun. 2024. Disponível em: <https://bit.ly/3zMxEnk>. Acesso em: 10 jul. 2024.

[5] BRASIL. *Lei nº 9.677, de 02 de julho de 1998. Altera dispositivos do Capítulo III do Título VIII do Código Penal, incluindo na classificação dos delitos considerados hediondos crimes contra a saúde pública, e dá outras providências*. Brasília, Distrito Federal, 1998. Disponível em: <https://bit.ly/49THyl0>. Acesso em: 10 jul. 2024.

[6] MINERVINO, L. E. *Operação apreende 32 mil litros de vinho falsificado no Paraná.* Globo Rural, São Paulo, 25 jun. 2024. Disponível em: <https://bit.ly/3Wjx5dB>. Acesso em 10 jul. 2024.

[7] BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Consolidação das Normas de Bebidas, Fermentado Acético, Vinho e Derivados da Uva e do Vinho: anexo à norma interna DIPOV no 01/2019* – Cartilhão/ Coordenação Geral de Vinhos e Bebidas. Brasília, 2022. Disponível em: <https://bit.ly/3sS1oMD>. Acesso em: 12 jul. 2024.

v. 14, n. 4, p. 101-106, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Aplicação da tecnologia de impressão 3D em análises forenses: Fabricação de filamentos condutores melhorados para a detecção eletroquímica de cocaína e TNT

J.S. Stefano[a,*], M.V.C.O. Silva[b], M.S. Carvalho[b], L.R.G. Silva[a], R.G. Rocha[b], L.V. Cambraia[c], B.C. Janegitz[d], E. Nossol[b], R.A.A. Muñoz[b], E.M. Richter[b]

[a] *Departamento de Tecnologia Química, Universidade Federal do Maranhão, São Luís (MA), Brasil*
[b] *Instituto de Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia (MG), Brasil*
[c] *Centro de Tecnologia em Nanomateriais e Grafeno, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), Brasil*
[d] *Departamento de Ciências Naturais, Matemática e Educação, Universidade Federal de São Carlos, Araras (SP), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: jessica.stefano@ufma.br. Tel.: +55-19-95322-8584.*

Keywords: Sensores eletroquímicos; Impressão 3D; Análise Forense; Detecção de TNT; Detecção de cocaína.

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia de impressão 3D fez contribuições significativas para a química analítica, particularmente no campo de dispositivos eletroquímicos, onde permitiu a criação de uma nova classe de dispositivos conhecidos como sensores impressos em 3D [1]. Esta tecnologia oferece diversas vantagens para a produção de sensores, como rapidez, baixo custo, simplicidade de operação, capacidade de produção em larga escala e liberdade de design [2]. Entre os vários métodos de impressão 3D, a modelagem por deposição fundida (FDM) é o mais comumente utilizado para a produção de sensores eletroquímicos [3]. Este método requer o uso de filamentos termoplásticos como o ácido polilático (PLA) para criar o objeto final desejado [4]. Para a construção de sensores eletroquímicos, o uso de filamentos condutores é essencial.

Na literatura, o uso de eletrodos obtidos por impressão 3D para aplicações forenses vem sendo cada vez mais explorado, seja na determinação de drogas ilícitas como a cocaína (COC) [5, 6] e a atropina [7, 8], de explosivos nitroaromáticos como o ácido pícrico [9] e o 2,4,6-trinitrotolueno (TNT) [10, 11], ou mesmo na análise de resíduos de disparo de arma [12]. Isto se dá devido às vantagens das técnicas eletroanalíticas em conjunto com a tecnologia de impressão 3D, que permite a fabricação de sistemas miniaturizados e portáteis, com designs variados e com composição otimizada, de acordo com a necessidade da análise [3]. Tais características são essenciais na química forense, já que possibilitam a obtenção de informações relevantes de forma rápida, in loco [13].

Atualmente, a grande maioria dos eletrodos impressos em 3D empregados em análises forenses são construídos a partir de filamentos condutores comerciais, que possibilitam a impressão de sensores eletroquímicos adequados para as análises. No entanto, a restrição quanto à disponibilidade e composição de tais filamentos fez com que novas pesquisas acerca do desenvolvimento de filamentos condutores fossem realizadas [14].

Diferentes metodologias têm sido empregadas para a fabricação de novos filamentos, sendo que o princípio envolvido requer a formação de um material compósito composto por um polímero termoplástico, e um ou mais materiais de preenchimento. Assim, tornou-se possível a obtenção de materiais com composição variada, desempenho melhorado, e ótimo custo-benefício [14]. Os materiais de carbono, devido à sua excelente condutividade e propriedades mecânicas têm sido muito utilizados para este fim. A mistura de materiais como o negro de fumo (CB), que possui excelente condutividade elétrica e baixo

custo [15], com materiais como o óxido de grafeno reduzido (rGO), que além da excelente condutividade elétrica apresenta alta área superficial, bem como atividade eletrocatalítica [16], pode dar origem a um material de alta qualidade, ideal para a construção de sensores eletroquímicos. Até o momento não foram relatados trabalhos que exploram a fabricação de filamentos à base de CB e rGO, para a construção de sensores eletroquímicos para a detecção de compostos forenses.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo relatar o desenvolvimento de um filamento condutor baseado em CB, rGO e PLA para impressão 3D de sensores eletroquímicos. Os sensores eletroquímicos foram empregados na detcção de dois compostos forenses da classe das drogas ilícitas e dos explosivos: a cocaína e o TNT. Para isso, CB e rGO foram incorporados à matriz de PLA para fornecer filamentos e eletrodos aprimorados com atividades eletrocatalíticas, melhorando assim o desempenho dos sensores eletroquímicos produzidos, e a detectabilidade destes compostos.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

2.2. Reagentes e instrumentação

Todos os reagentes empregados neste trabalho possuem grau analítico. Os analitos estudados foram a cocaína (COC – 92% m/m) e o 2,4,6-trinitrotolueno (TNT – 96% m/m) foram fornecidos pela Polícia Federal (Departamento de Uberlândia, MG). Todas as soluções foram preparadas utilizando água ultrapura de um sistema de purificação Milli Q®, com resistividade ≥18.0 MΩ cm.

A caracterização dos sensores obtidos foi realizada por espectroscopia Raman, microscopia eletrônica de varredura (MEV), e espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR). As medidas eletroquímicas foram realizadas utilizando um potenciostato/galvanostato PGSTAT 128N.

2.3. Síntese do compósito

Negro de fumo (tipo VXC72), óxido de grafeno reduzido (rGO) fornecido pelo CTNano/UFMG (Centro de Tecnologia em Nanomateriais e Grafeno, Universidade Federal de Minas Gerais) e PLA in natura foram utilizados como materiais de preenchimento, e termoplástico na construção do filamento condutor e dos eletrodos.

O filamento compósito foi fabricado utilizando um total de 30 g de materiais (rGO, CB e PLA). O filamento final foi composto por 5% (m/m) de rGO, 20% (m/m) de CB e 75% (m/m) de PLA, denominado rGO/CB-PLA. Para efeito de comparação, também foi preparado um filamento contendo apenas CB (25% m/m) e PLA, denominado CB-PLA.

Uma quantidade adequada de rGO e/ou CB foi dispersa em uma mistura de solventes, contendo 200 mL de acetona e 50 mL de clorofórmio. A dispersão foi realizada em sistema de refluxo sob agitação magnética constante por 10 min. Em seguida, uma quantidade adequada de PLA foi adicionada à dispersão e deixada sob agitação e aquecimento (70 ºC) por 3 h. A mistura de CB, rGO e PLA foi então despejada em um béquer contendo 800 mL de etanol, e ocorreu a recristalização do PLA incorporado aos materiais de carbono. O compósito foi então filtrado e lavado com etanol para garantir a recristalização completa do polímero, e deixado para secar em estufa a 50 ºC por 12 h. O compósito seco foi particionado em pedaços de aproximadamente 2 cm e inserido em uma máquina extrusora (180 ºC) para formar os filamentos. Estes foram então inseridos em uma impressora 3D por FDM, e utilizados para obtenção dos eletrodos impressos utilizando um bico de 0,6 mm. A temperatura de extrusão foi mantida em 230°C, e a da mesa em 90°C.

2.4. Medidas eletroquímicas

Antes do uso, os eletrodos impressos em 3D foram polidos com lixa umedecida de granulometria 1200, e submetidos a um tratamento de superfície visando expor as partículas carbonáceas. O tratamento consistiu na aplicação de dois potenciais constantes diferentes (+1,4 V seguido de -1,0 V, ambos por 200 s) utilizando uma célula eletroquímica contendo solução de NaOH 0,5 mol L^{-1}. Após o tratamento, o eletrodo foi enxaguado abundantemente com água deionizada.

A célula eletroquímica utilizada consistiu em um recipiente de vidro com capacidade para 10 mL de soluções. Um fio de Pt foi utilizado como contra-eletrodo, enquanto o eletrodo de referência foi um Ag|AgCl|$KCl_{(sat.)}$. As caracterizações por voltametria cíclica (CV) foram realizadas usando uma solução do par redox $[Fe(CN)_6]^{3-/4-}$ 1,0 mmol L^{-1} em uma solução 0,1 mol L^{-1} de KCl.

A análise do TNT foi realizada utilizando solução de HCl 0,1 mol L^{-1} como eletrólito de suporte. Soluções estoque de TNT (10,0 mmol L^{-1}) foram preparadas em acetonitrila, e diluídas em eletrólito suporte antes da análise. A detecção de TNT foi realizada pela técnica de voltametria de onda quadrada (SWV), em

incremento de potencial (ΔEs) de 4 mV, amplitude (*a*) de 40 mV e frequência (*f*) de 30 s^{-1}. A análise do COC foi realizada utilizando uma solução tampão fosfato 0,1 mol L^{-1} (pH = 7,0) como eletrólito. A técnica SWV foi empregada para detecção de COC, utilizando *f* = de 60 s^{-1}, *a* = 60 mv, e ΔEs = 7 mV.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização do filamento

Caracterizações físico-químicas dos eletrodos foram realizadas e mostraram a incorporação de ambos CB e rGO nos filamentos/eletrodos. Imagens de MEV mostraram a eficiência do tratamento de superfície realizado, para exposição dos materiais de carbono em ambos os eletrodos (com e sem rGO). Espectros de Raman mostraram que o eletrodo rGO/CB-PLA apresentou um maior número de defeitos na estrutura dos materiais de carbono, o que pode levar a uma melhor condutividade deste material em comparação a CB-PLA. Além disso, os resultados de FTIR mostraram a eficiência do tratamento de superfície em ambos os eletrodos, pelo aumento no número de grupos oxigenados na superfície dos eletrodos após o tratamento.

3.2. Aplicação dos eletrodos impressos em 3D

O desempenho dos eletrodos contendo rGO foi avaliado na detecção de TNT e COC, e para comparação dos resultados, eletrodos sem rGO também foram testados.

3.2.1. Detecção voltamétrica de TNT

Os voltamogramas cíclicos obtidos para TNT usando eletrodos CB-PLA e rGO/CB-PLA revelaram respostas eletroquímicas distintas (Fig. 1). No eletrodo contendo rGO, a molécula exibe os três processos de redução bem definidos (-0,20 V (pico I), -0,35 V (pico II) e -0,49 V (pico III), *vs.* $Ag|AgCl|KCl_{(sat.)}$), característicos do TNT. Em contraste, no eletrodo CB-PLA, processos de redução menos definidos foram observados em potenciais mais negativos. Notavelmente, o eletrodo rGO/CB-PLA exibe perfis voltamétricos melhorados, em comparação com o eletrodo CB-PLA. Além disso, pode-se notar a presença do pico de oxidação em +0,38 V com alta intensidade, que ocorre devido à oxidação dos produtos de redução formados durante a varredura catódica, e o respectivo pico de redução em torno de +0,27 V. No eletrodo CB-PLA, o pico de oxidação dos produtos de redução formados durante a varredura catódica ocorre em potenciais de trabalho mais elevados (+0,63 V) e com menor intensidade de corrente.

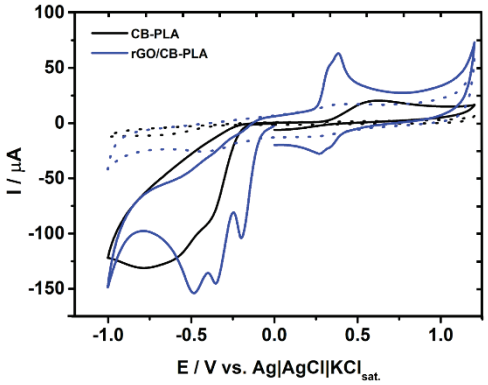


Figura 1. Voltamogramas cíclicos para TNT em concentração de 1,0 mmol L^{-1} utilizando eletrodos impressos em 3D com (rGO/CB-PLA) e sem (CB-PLA) rGO. Parâmetros: Eletrólito suporte = HCl 0,1 mol L^{-1}; *v* = 50 mV s^{-1}

Para a detecção do TNT por SWV (Fig. 2), picos de redução mal definidos foram observados em CB-PLA (Fig. 2A), com picos de redução ocorrendo em valores mais negativos do que o rGO/CB-PLA (Fig. 2B).

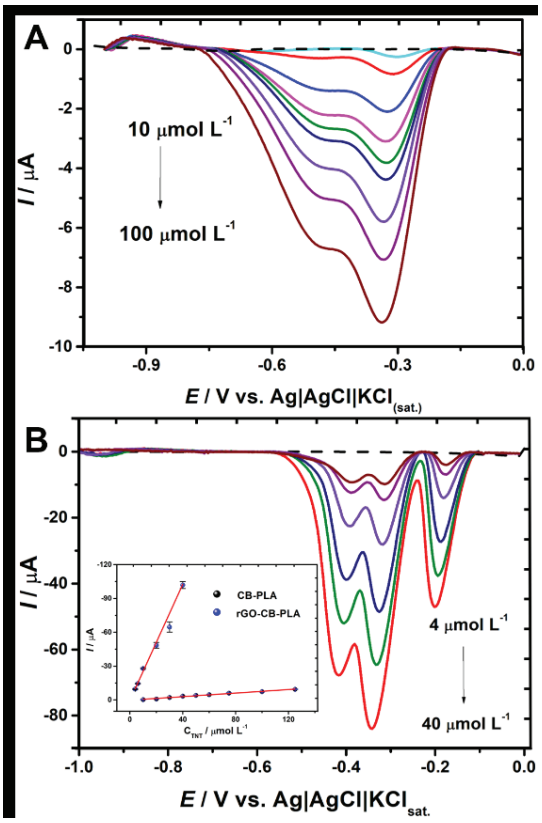


Figura 2. Voltamogramas de onda quadrada para concentrações crescentes de TNT usando os eletrodos: **A)** CB-PLA e **B)** rGO/CB-PLA como eletrodo de trabalho. Parâmetros: Eletrólito suporte = HCl 0,1 mol L^{-1}; *f* = 30 s^{-1}; ΔEs = 4 mV; *a* = 40 mV. Inserção: Curvas de calibração para CB-PLA e rGO/CB-PLA.

Faixas lineares de trabalho de 10,0 a 100,0 µmol L^{-1} para o eletrodo sem rGO, e de 4,0 a 40,0 µmol

L^{-1} para o eletrodo com rGO foram observadas. Uma sensibilidade 37 vezes maior foi observada para o eletrodo rGO/CB-PLA (Tab. 1), indicando a potencialidade deste eletrodo. A partir da curva analítica, foram obtidas as seguintes equações: $I(\mu A) = -0{,}02 - 0{,}07 \times C_{TNT}(\mu mol\ L^{-1})$ e $I(\mu A) = 0{,}33 - 2{,}57 \times C_{TNT}(\mu mol\ L^{-1})$ para CB-PLA e rGO/CB-PLA, respectivamente. A presença de rGO no eletrodo melhora a transferência de elétrons pois facilita a adsorção de moléculas de TNT no eletrodo devido às interações π-π mais fortes entre rGO e TNT, o que explica a melhor resposta do TNT no eletrodo contendo rGO. A Tabela 1 mostra um resumo dos parâmetros analíticos observados para os eletrodos CB- e rGO/CB-PLA impressos em 3D.

Tabela 1. Comparação dos parâmetros analíticos obtidos para a detecção de TNT usando CB-PLA e rGO/CB-PLA.

Características	CB-PLA	rGO/CB-PLA
Faixa linear / µmol L^{-1}	10,0 – 100,0	4,0 – 40,0
r	0,992	0,992
Sensibilidade / μmol^{-1} L µA	-0,07 ± 0,03	-2,57 ± 0,16
Intercepto / µA	-0,02 ± 0,01	0,33 ± 0,03
LD / µmol L^{-1}	0,93	0,22

3.2.2. Detecção voltamétrica de cocaína

Para a COC, foram obtidos CVs usando eletrodos CB-PLA e rGO/CB-PLA (Fig. 3). Os CVs apresentaram pico de oxidação da COC em torno de +1,05 V em ambos os eletrodos. A resposta de corrente obtida usando o eletrodo rGO/CB-PLA foi 1,2 vezes maior que a corrente observada usando o eletrodo CB-PLA. Isso indica o melhor desempenho eletroquímico do eletrodo contendo rGO.

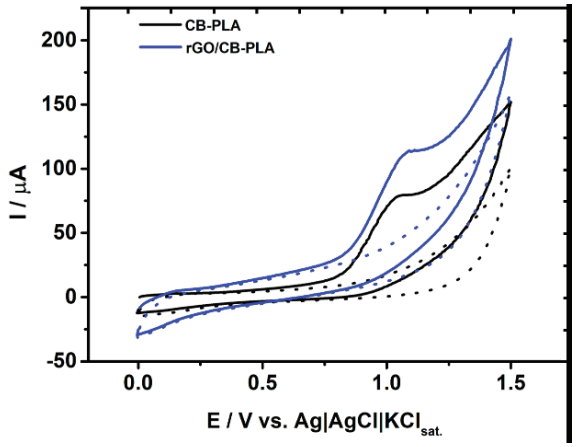


Figura 3. Voltamogramas cíclicos para COC em concentração de 1,0 mmol L^{-1} utilizando eletrodos impressos em 3D com (rGO/CB-PLA) e sem (CB-PLA) rGO. Parâmetros: Eletrólito suporte = solução tampão fosfato (pH 7,0) 0,1 mol L^{-1}; *v* = 50 mV s^{-1}

A detecção de COC foi então realizada utilizando a técnica SWV. A Figura 4 mostra os voltamogramas obtidos para CB-PLA e rGO/CB-PLA.

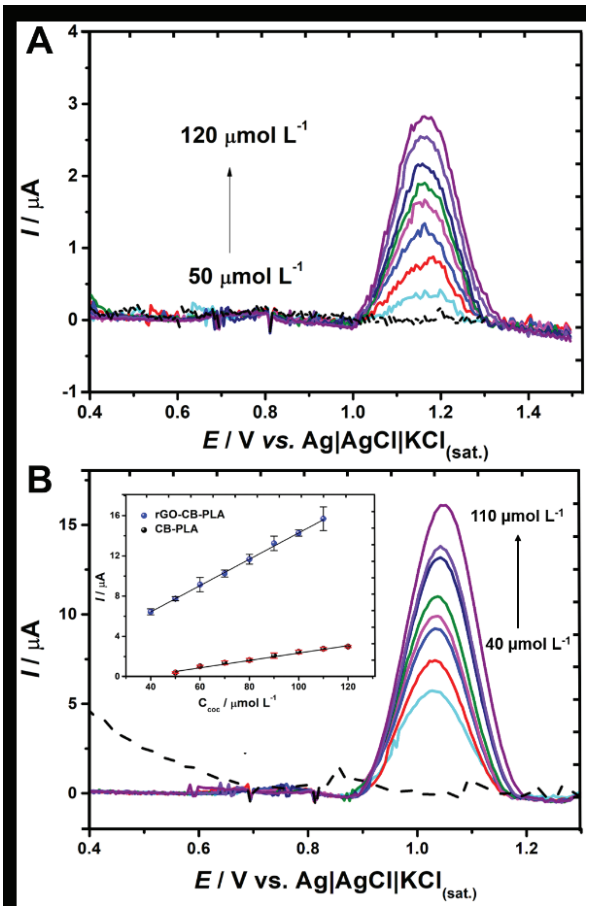


Figura 4. Voltamogramas de onda quadrada para concentrações crescentes de COC usando os eletrodos: **A)** CB-PLA e **B)** rGO/CB-PLA como eletrodo de trabalho. Parâmetros: Eletrólito suporte = solução tampão fosfato (pH 7,0) 0,1 mol L^{-1}; *f* = 60 s^{-1}; ΔEs = 7 mV; *a* = 60 mV. Inserção: Curvas de calibração para CB-PLA e rGO/CB-PLA.

Uma faixa linear de 40,0 a 110,0 µmol L^{-1} foi observada para o eletrodo contendo rGO, e para o eletrodo CB-PLA a faixa linear de 50,0 a 120,0 µmol L^{-1} foi obtida. Uma sensibilidade 3,3 vezes maior foi alcançada com o eletrodo rGO/CB-PLA impresso em 3D (0,13 μmol^{-1} L µA) em comparação com o eletrodo CB-PLA impresso em 3D (0,04 μmol^{-1} L µA). Valores de LD de 2,1 e 11,3 µmol L^{-1} foram calculados para eletrodos na presença e ausência de rGO, respectivamente, indicando um valor de LD 5 vezes menor para COC no eletrodo rGO/CB-PLA. As curva analíticas obtida com CB-PLA e rGO/CB-PLA forneceram as seguintes equações: $I(\mu A) = -1{,}32 + 0{,}04 \times C_{COC}(\mu mol\ L^{-1})$ e $I(\mu A) = 1{,}19 + 0{,}13 \times C_{COC}(\mu mol\ L^{-1})$, respectivamente. A Tabela 2 resume as características analíticas obtidas para a detecção de cocaína com ambos os eletrodos impressos em 3D.

Tabela 2. Comparação dos parâmetros analíticos obtidos para a detecção de COC usando CB-PLA e rGO/CB-PLA.

Características	CB-PLA	rGO/CB-PLA
Faixa linear / µmol L^{-1}	50,0 – 120,0	40,0 – 110,0
r	0,994	0,999
Sensibilidade / μmol^{-1} L µA	0,04 ± 0,01	0,13 ± 0,01
Intercepto / µA	-1,32 ± 0,12	1,19 ± 0,08
LD / µmol L^{-1}	11,3	2,1

Portanto, considerando estes resultados pode-se inferir que a adição de uma pequena quantidade de rGO (5% m/m) melhorou significativamente o desempenho dos eletrodos impressos em 3D para detecção de TNT e COC. Estes resultados destacam o potencial dos eletrodos rGO/CB-PLA impressos em 3D para aplicações futuras, particularmente na detecção de compostos nitroaromáticos. A melhor sensibilidade deste eletrodo, especialmente evidenciada na detecção de TNT, sugere perspectivas promissoras para monitoramento ambiental, triagem de segurança e análise forense.

4. CONCLUSÕES

A incorporação do rGO na composição dos filamentos condutores foi bem-sucedida, e possibilitou o desenvolvimento de sensores eletroquímicos impressos em 3D de alta qualidade. A adição de 5% (m/m) do rGO levou a melhorias na condutividade final dos eletrodos impressos em 3D sem comprometer a capacidade de impressão dos filamentos condutores. O melhor desempenho do sensor rGO/CB-PLA impresso em 3D em comparação com o CB-PLA impresso em 3D pode ser atribuído à alta área superficial do rGO em comparação com o CB. Além disso, quando os sensores eletroquímicos impressos em 3D foram aplicados para a detecção de COC e TNT, valores de LD significativamente menores foram obtidos para o eletrodo rGO/CB-PLA impresso em 3D (2,1 e 0,2 µmol L^{-1} para COC e TNT, respectivamente) em comparação com o eletrodo CB-PLA impresso em 3D (11,3 e 0,9 µmol L^{-1} para COC e TNT, respectivamente). Além disso, o rGO exibe interações específicas com alguns analitos, como o TNT, tornando-o um sensor altamente promissor para este tipo de molécula. Portanto, ajustar a composição dos filamentos condutores com misturas de rGO e CB é muito atrativo para equilibrar o custo de produção e o desempenho do sensor. Assim, a mistura de pequenas quantidades de rGO com CB é uma alternativa simples para a fabricação de filamentos condutores de alta qualidade e baixo custo.

AGRADECIMENTOS

À CAPES (001), ao CNPq (408462/2022-1, 405620/2021-7, 380632/2023-3 e 401977/2023-4), e à FAPEMIG (APQ-03607-17, APQ-02067-23, APQ-02391-22 e 11283) pelo apoio financeiro. Ao Instituto de Física (INFIS) da Universidade Federal de Uberlândia pelas medidas por espectroscopia Raman ("Pró-Equipamentos" - CAPES e FINEP). Este trabalho também foi parcialmente apoiado pelo Instituto Brasileiro de Ciência e Tecnologia (INCT) em Nanomateriais de Carbono.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] A. Abdalla; B.A. Patel. 3D Printed Electrochemical Sensors, *Annu. Rev. Anal. Chem.* 14: 47-63 (2021).

[2] A. Ambrosi, M. Pumera. 3D-printing technologies for electrochemical applications, *Chem. Soc. Rev*. 45: 2740-2755 (2016).

[3] R.M. Cardoso; C. Kalinke; R.G. Rocha; P.L. dos Santos; D.P. Rocha; P.R. Oliveira, B.C. Janegitz; J.A. Bonacin; E.M. Richter; R.A.A. Munoz. Additive-manufactured (3D-printed) electrochemical sensors: A critical review, *Anal. Chim. Acta.* 1118: 73-91 (2020).

[4] K.R. Ryan; M.P. Down; N.J. Hurst; E.M. Keefe; C.E. Banks. Additive manufacturing (3D printing) of electrically conductive polymers and polymer nanocomposites and their applications, *EScience*. 2: 365-381 (2022).

[5] R.G. Rocha; J.S. Ribeiro; M.H.P. Santana; E.M. Richter; R.A.A. Muñoz. 3D-printing for forensic chemistry: voltammetric determination of cocaine on additively manufactured graphene-polylactic acid electrodes. *Anal. Methods*, 13: 1788-1794 (2021).

[6] D.L.O. Ramos; L.V. Faria; D.A.C. Alves; R.A.A. Muñoz; W.T.P. dos Santos; E.M. Richter. Electrochemical platform produced by 3D printing for analysis of small volumes using different electrode materials. *Talanta*. 265: 124832 (2023).

[7] R.D. Crapnell; C.E. Banks. Electroanalytical overview: The detection of the molecule of murder atropine. *Talanta Open*. 4: 100073 (2021).

[8] I.V.S. Arantes; R.D. Crapnell; M.J. Whittingham; E. Sigley; T.R.L.C. Paixão; C.E. Banks. Additive Manufacturing of a Portable Electrochemical Sensor with a Recycled Conductive Filament for the Detection of Atropine in Spiked Drink Samples. *ACS Appl. Eng. Mat*. 1: 2397-2406 (2023).

[9] F. Novotný; V. Urbanová; J. Plutnar; M. Pumera. Preserving Fine Structure Details and Dramatically Enhancing Electron Transfer Rates in Graphene

3D-Printed Electrodes via Thermal Annealing: Toward Nitroaromatic Explosives Sensing. *ACS Appl. Mat. Interf.* 11: 35371-35375 (2019).

[10] R.M. Cardoso; S.V.F. Castro; M.N.T. Silva; A.P. Lima; M.H.P. Santana; E. Nossol; R.A.B. Silva; E.M. Richter; T.R.L.C. Paixão; R.A.A. Muñoz. 3D-printed flexible device combining sampling and detection of explosives. *Sens. Actuators B. Chem*. 292: 308-313 (2019).

[11] R.M. Cardoso; D.P. Rocha; R.G. Rocha; J.S. Stefano; R.A.B. Silva; E.M. Richter; R.A.A. Muñoz. 3D-printing pen versus desktop 3D-printers: Fabrication of carbon black/polylactic acid electrodes for single-drop detection of 2,4,6-trinitrotoluene *Anal. Chim. Acta*, 1132: 10-19 (2020).

[12] S.V.F. Castro; A.P. Lima; R.G. Rocha; R.M. Cardoso; R.H.O. Montes; M.H.P. Santana; E.M. Richter; R.A.A. Muñoz. Simultaneous determination of lead and antimony in gunshot residue using a 3D-printed platform working as sampler and sensor. *Anal. Chimica Acta*. 1130: 126-136 (2020).

[13] Sílvia V. F. Castro, Raquel G. Rocha, Afonso F. João, Eduardo M. Richter, Rodrigo A. A. Munoz. Promising Applications of Additive-Manufactured (3D-printed) Electrochemical Sensors for Forensic Chemistry. *BrJAC Braz. J. Anal. Chem*. 34: 79-105 (2022).

[14] R.D. Crapnell; C. Kalinke; L.R.G. Silva; J.S. Stefano; R.J. Williams; R.A.A. Muñoz; J.A. Bonacin; B.C. Janegitz; C.E. Banks. Additive manufacturing electrochemistry: An overview of producing bespoke conductive additive manufacturing filaments, *Mater. Today.* 71: 73-90 (2023).

[15] F. Arduini; S. Cinti; V. Mazzaracchio; V. Scognamiglio; A. Amine; D. Moscone. Carbon black as an outstanding and affordable nanomaterial for electrochemical (bio)sensor design, *Biosens. Bioelectron*. 156: 112033 (2020).

[16] A. Zhou; J. Bai; W. Hong; H. Bai. Electrochemically reduced graphene oxide: Preparation, composites, and applications. Carbon. 191: 301-332 (2022).

v. 14, n. 4, p. 107-111, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Eficácia do Luminol: Revelação de Sangue Latente em Diferentes Materiais de Construção Submetidos à Lavagem Recente

L.A.G. Neves[a*], J.G. Ribeiro[b], M.E. Pinheiro[b], C.L. Muci[b]

[a] *Superintendência Geral de Polícia Técnico Científica, Rio de Janeiro(RJ), Brasil*
[b] *Centro Universitário Serra dos Órgãos - Unifeso, Teresópolis (RJ), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: luiz.augustus@gmail.com Tel.: +55-21 -97119-2312.*

Keywords: Química Forense, Luminol, Sangue oculto; Cena de crime lavada.

1. INTRODUÇÃO

Os exames em fluidos biológicos desempenham um papel fundamental na investigação criminal já que podem auxiliar os peritos criminais a obterem a identificação de uma vítima ou criminoso. Além disso, as evidencias encontradas na cena do crime podem ajudar a descobrir fatos importantes da dinâmica do evento.

Dentro desse contexto, as manchas de sangue estão entre as evidências biológicas mais comuns e mais facilmente detectadas devido à sua cor e estrutura, especialmente nos locais de crime violentos. No entanto, frequentemente os criminosos realizam a limpeza do local por meio de lavagem com o objetivo de ocultar evidências relevantes do crime [1].

Portanto, o perito deve ter o conhecimento da existência de vestígios invisíveis a olho nu, que podem ser fruto da manipulação intencional da cena de crime, que associado a própria condição ambiental, pode influenciar diretamente na conservação do material biológico ali depositado [2,5].

O sangue, único tecido fluido do corpo, é um dos vestígios mais importantes na cena de um crime. Nele, as hemoglobinas têm um papel importante na reação de quimiluminescência, ao catalisarem a oxidação da molécula de Luminol, emitindo luz na cor azul brilhante e intensa que persistirá por alguns minutos [3].

A aplicação de Luminol na cena de um crime ou em objetos e instrumentos usados na prática delituosa permite encontrar possível sangue oculto, mas vale ressaltar que se trata de um teste presuntivo, ou seja, o resultado positivo indica uma possibilidade de haver sangue no local [4].

No entanto, deve-se considerar a existência de substâncias interferentes que reagem com o Luminol, gerando resultados falso-positivos, o que tornam necessária a confirmação por meio de testes mais específicos, como o teste imunocromatográfico rápido [5,6].

Nos últimos anos, os criminosos têm utilizado o recurso da lavagem de locais, roupas e materiais com água e produtos químicos na tentativa de ocultação de sangue em cenas de crime de homicídio. Logo, a coleta de DNA muitas vezes fica prejudicada devido a diluição ou degradação provocada pelos produtos de limpeza [1,7].

Em 2002, Ponce et al. alisaram a sensibilidade do luminol para identificar manchas de sangue em algodão e obtiveram resultado positivo para material lavado até 10 vezes. No entanto, não era possível encontrar o DNA nas amostras que foram lavadas por mais de três vezes. [8,9]

Portanto, ao avaliar o comportamento de superfícies porosas, quando impregnadas com sangue, foi observado, que mesmo ao sofrerem lavagem, são capazes de reter vestígios de sangue latente que após a aplicação do reagente Luminol são reveladas e se tornam visíveis [9,10].

Alguns pesquisadores apontam que o Luminol apresenta um alto grau de sensibilidade a contami-

nantes oxidantes como a água sanitária, que promove brilho em *flash* do Luminol, um resultado falso-positivo que para olhos treinados dos peritos é facilmente descartado [5,7,10].

O presente trabalho tem como objetivo avaliar e comparar a reatividade do Luminol-UFRJ frente a materiais de construção comumente utilizados em revestimento de área interna e externa de residências, quando impregnados com sangue e posteriormente lavados de quatro maneiras diferentes. Além disso, será avaliada a capacidade do Luminol frente a recenticidade da lavagem empregada.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Reagentes e produtos de limpeza

- Luminol-UFRJ;
- Solução ativadora Luminol-UFRJ
- Sangue
- Água;
- Detergente neutro 12% v/v em água;
- Água sanitária 50% v/v em água

2.2. Revestimentos de superfícies

- Drywall revestido por tinta acrílica branca;
- Pedra madeira bruta amarela
- Porcelanato polido cinza;
- Piso cerâmico áspero (área externa);
- Esmalte aplicado em superfície base;
- Tinta acrílica aplicado em superfície base;
- Rejunte base d'água aplicado em superfície base;
- Rejunte epóxi aplicado em superfície base;
- Vidro jateado;
- Vidro liso;

2.3. Procedimentos

2.3.1. Coleta de sangue

Foi realizada a auto coleta de 5 mL de sangue do doador com material descartável apropriado momentos antes do início dos testes.

2.3.2. Preparo das superfícies

Então, foram escolhidos 10 materiais utilizados na construção civil, ou seja, materiais comumente utilizados no revestimento de pisos, paredes e demais áreas internas ou externas de residências.

As placas de revestimento de vidro, porcelanato, cerâmica e o *drywall* foram cortados e adequados ao tamanho (60 cm x 20cm) confortável para o trabalho em bancada de laboratório e facilitando o manuseio e guarda do mesmo.

As tintas, rejuntes e esmalte foram aplicados em placas suporte do mesmo tamanho (60cm x 20cm), normalmente constituídas de porcelanato ou *drywall*.

Então, em cada placa de material para teste foi dividida em 5 quadrantes, delimitados por fita adesiva ou traçado com tinta permanente, sendo assim devidamente identificados em relação ao tipo de lavagem.

2.3.3. Experimento

O quadrante 5 foi padronizado como controle de branco, ou seja, nele foi aplicado apenas Luminol, para certificar que o material a ser testado não era um interferente que produzisse um resultado falso-positivo. Os quadrantes 1 ao 4 ficaram reservados para as lavagens com as substâncias, conforme estabelecido abaixo:

1- Água.

2- Detergente 12% v/v em água.

3- Água sanitária 50% v/v em água.

4- Todas as anteriores.

Posteriormente, cada material foi impregnado com cerca de 0,5 mL de sangue e após 15 minutos era iniciada a lavagem da peça da seguinte maneira: esfregaço de pano de tecido alvejado (pano de chão de cor branca) embebido com água ou uma das soluções. Importante ressaltar que em hipótese alguma os panos eram reaproveitados.

Logo após o término da limpeza, quando não se podia mais ver a mancha de sangue a olho nu, foi aplicado o Luminol para verificar a sua reatividade e conseguintemente avaliar a eficiência da lavagem empregada e a influência de cada tipo de superfície.

3. RESULTADOS

A fim de avaliar a reatividade do Luminol nos materiais após a lavagem, foi feita uma análise qualitativa e quantitativa.

No parâmetro qualitativo, foram observados: se houve ou não produção da cor azul brilhante característica dos resultados positivos, qual a intensidade desse brilho e se a limpeza provocou remoção do material. No aspecto quantitativo, foram transformados em dados as observações realizadas com relação à reação de quimiluminescência (brilho azul) e foi de-

finida uma classificação para os resultado, conforme descrito abaixo:

++ Brilho intenso = resultado positivo

\+ Brilho moderado a fraco = resultado positivo

* Brilho em *flash* = resultado falso-positivo (negativo)

--- Ausência de brilho = resultado negativo

Tal classificação foi proposta baseada na experiência do perito criminal na aplicação de Luminol em machas de sangue latentes, bem como, no estudo de trabalhos anteriores publicados sobre o brilho causado por interferentes.

Vale ressaltar que foram considerados resultados positivos a produção de cor azul brilhante contínua, sendo brilho intenso (++) e brilho moderado-fraco (+).

Como resultados negativos foram considerados o brilho em *flash* (*) e ausência de brilho (---).

Ressalta-se nesses casos, conforme aponta a literatura, que a que presença de Água Sanitária pode gerar resultados falso-positivos, com o brilho em *flash*.

Os resultados apresentam-se expressos na Tabela 1 abaixo. Importante ressaltar que no rodapé da referida tabela apresentam-se as legendas.

Tabela 1. Reatividade do Luminol nas superfícies lavadas

Materiais/Superfícies	1	2	3	4
Drywall pintado de branco**	++	++	+	+
Pedra madeira bruta	++	++	++	++
Porcelanato polido	++	+	*	---
Piso cerâmico áspero	++	++	+	+
Esmalte	+	*	---	---
Tinta acrílica amarela**	++	++	*	---
Rejunte base d'água**	++	+	+	+
Rejunte epóxi	---	*	---	---
Vidro jateado	++	++	*	*
Vidro liso	++	++	---	---

++ Brilho intenso / + Brilho moderado ou fraco / * Brilho em flash / --- Ausência de brilho / ** Remoção de material
1-Água / 2- Detergente 12% v/v em água / 3-Água sanitária 50% v/v em água / 4- Água + detergente + água sanitária

4. DISCUSSÃO

Durante os testes, foi perceptível que a diferença de características dos materiais exerceu influência nos resultados relativos a lavagem x reatividade do Luminol.

Foi observado no Drywall, que mesmo revestido por tinta acrílica, continua sendo um material absorvente que aderiu facilmente o sangue e consequentemente, após as lavagens, gerou resultados positivos para todas. Na pedra bruta, altamente porosa, todos os resultados foram positivos devido à facilidade com que o sangue impregnou na peça, o que dificulta o processo de lavagem. Situação semelhante ocorreu ao piso cerâmico, que por ser áspero, retém mais o sangue. No rejunte base d'água, devido a sua natureza polar, interagiu mais com o sangue e o absorveu, e mesmo com a remoção do material devido ao processo de lavagem, foi possível identificar o brilho intenso na lavagem 1 e moderado na 2, 3 e 4.

Já a tinta esmalte, por ser sintética e possuir uma fórmula siliconada que permite uma menor aderência e facilita a limpeza da área, só foi possível obter um brilho fraco apenas na lavagem com água, todas as outras removeram completamente o sangue. Na tinta acrílica, que facilita a adesão, foi possível perceber a presença de sangue na área após as lavagens 1 e 2, mesmo com o material sendo removido no processo. Já lavagens 3 e 4 foram eficientes para esse revestimento, apresentando resultados negativos. O rejunte epóxi, revestimento impermeável, foi impossível visualizar a presença de sangue na área após as 4 lavagens. Isso se deve a natureza antiaderente do material e da não afinidade com a água. Em superfícies lisas, como o porcelanato polido e o vidro liso, as lavagens 1 e 2 foram ineficazes e pode ser verificado os resultados positivos na reação com o Luminol, entretanto, nas lavagens 3 e 4 conseguiram remover completamente o sangue, gerando resultados negativos. No vidro jateado, por ser áspero, esperava-se que aderisse mais o sangue, no entanto se comportou praticamente como o vidro liso, apenas com brilho em flash nas lavagens 3 e 4.

De maneira geral, com relação ao tipo de lavagem, foi perceptível a redução na reatividade do Luminol conforme aumentava-se a complexidade da lavagem

com a adição dos reagentes utilizados, principalmente quando havia Água Sanitária.

Logo, a lavagem 1, somente com água, se mostrou bastante ineficaz, pois o Luminol reagiu intensamente em todos os revestimentos testados, exceto com o rejunte epóxi. Já a lavagem 2, foi eficaz na limpeza de apenas duas superfícies testadas, esmalte e rejunte epóxi materiais impermeáveis. Já as lavagens 3 e 4 exerceram maior poder de limpeza na remoção das manchas de sangue, o que pode ser facilmente verificado pois apresentaram resultados considerados negativos para 6 (seis) das superfícies testados, de um total de 10 (dez) materiais.

Por fim, os brilhos em *flash* visualizados na limpeza com solução detergente para o esmalte e o rejunte são resultados que devem ser atribuídos a outro tipo de interação ou interferência que deve ser melhor avaliada na continuidade da pesquisa.

5. CONCLUSÕES

Com relação a natureza dos materiais testados foi possível concluir por meio de uma análise comparativa dos resultados obtidos que superfícies não porosas, lisas, e impermeáveis, como o porcelanato polido, rejunte epóxi e as superfícies esmaltadas, facilitam o processo de remoção das manchas, pois o sangue não impregna as peças, devido à baixa absorção e pouca aderência, o que torna maior a eficácia da limpeza.

No entanto, as superfícies porosas, ásperas, rugosas e permeáveis, como a pedra bruta, drywall e a cerâmica, possuem maior capacidade de absorver ou reter fluídos, nos poros ou sulcos, dificultando a remoção total do sangue impregnado e consequentemente gerando reação positiva para o Luminol.

Em relação as Lavagens, já que o processo de execução da limpeza foi padronizado, resta atribuir ao uso das diferentes substâncias a efetividade na remoção das manchas de sangue nos materiais testados. Claramente o emprego de Água Sanitária torna o processo de lavagem mais eficaz, apesar se ser um interferente e por vezes promover um brilho em *flash*, mas que facilmente se difere do brilho continuo quando na presença da hemoglobina.

Além disso, vale ressaltar que existem revestimentos que apresentaram alta interação com água e durante o processo de lavagem, no esfregaço com o pano, houve remoção do material revestimento, como foi observado no *drywall* revestido por tinta comum branca, na tinta acrílica amarela e no rejunte a base dágua.

Essas propriedades específicas dos materiais e das substâncias em reação direta com o sangue são importantes e necessárias para facilitar a busca de vestígios do mesmo em locais de crimes.

Por fim, o presente trabalho de pesquisa promoveu uma avaliação totalmente baseada na recenticidade dos fatos, que teve como intuito principal descobrir em uma cena de crime recentemente lavada, quais seriam os materiais mais promissores, os quais o perito criminal pudesse investir na aplicação de Luminol e obtenção de sangue latente para futuro confronto por DNA.

Para a continuidade da pesquisa, deve-se procurar estudar a influência da exposição da peça ao sangue, o tempo transcorrido entre a limpeza e a aplicação do Luminol, ou seja, maior tempo pra secagem da área lavada.

AGRADECIMENTOS

Os pesquisadores do projeto PICPq/Unifeso, em parceria com a CEPF/SGPTC da Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro agradecem aos funcionários da Unifeso que contribuíram para a realização dessa pesquisa e ao Dr. Cláudio Cerqueira por nos ceder o Luminol-UFRJ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] T.Ü. Sapan; I,T. Erdogan; S. Atasoy. Human identification from washed blood stains. **Bulletin of the National Research Centre**, v. 45, n. 1, p. 1-13, 2021.

[2] P.G. Pitarch; F.V. Pascual; A.C. Ponce; M.C.N. Muñoz. *Técnica de criminalística en manchas de sangre:factor ambiental en las pruebas de orientación.* **Revista de la Escuela de Medicina Legal**. 14, 2010.

[3] C.R.D. Filho, *et* al. **Hematologia Forense - da Identificação à Análise de Manchas de Sangue**. 1ª ed. Millenium Editora, 2022.

[4] J.P. de Almeida; N. Glesse; C. Bonorino. Effect of presumptive tests reagents on human blood confirmatory tests and DNA analysis using real time polymerase chain reaction. **Forensic Sci Int**, 58-61, 2010.

[5] L.V. Fragoso, et al. Luminol: Possíveis Interferentes no Estudo de Sangue Humano. **Brazilian J. Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics**. v. 10, n. 2, p. 111-129, 2021.

[6] K. Das Chagas; et al. Lavagem de Tecido com Manchas de Sangue em uma Máquina Lavadora de Roupas e a Quimiluminescência do Bluestar®. **Brazilian J. Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics**, v. 7, n. 4, p. 301-313, 2018.

[7] L.A.G. Neves; M. Ribeiro. O caso do monstro da serra: a importância do exame pericial e coleta de DNA em cena de crime lavada, após 10 meses do fato. **Revista Brasileira de Criminalística - Anais do XXVI CNC**. 12(3), 161-166, 2023.

[8] A.C. Ponce, et al. Revelado de manchas latentes: efectividad del luminol y evaluación de su efecto sobre el estudio del DNA. **Cuadernos de Medicina Forense**, n. 28, p. 33-36, 2002.

[9] C.S.M. Vieira, et al. Comportamento do Reagente Bluestar® em Manchas de Sangue Frente a Diferentes Tempos, Superfícies e Lavagem. **Brazilian J. of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics**, v. 5, n. 4, p. 402-409, 2016.

[10] A. Castelló; et al. Bleach interference in forensic luminol tests on porous surfaces: More about the drying time effect. **Talanta**, v.77, n.4, 1555-1557, 2009.

v. 14, n. 4, p. 112-115, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Toxicologia forense: uma correlação entre os principais métodos de detecção de substâncias tóxicas em cenas de crimes

M.M. Torres[a,*], A.B. Silva[b], A.J. Araújo[c], I.G. Silva[d], J.S. Costa[e], K.V. Martin[f], L.A. Freire[g], N.V. Paes[h], R.H. Martinez[i], R.S. Silva[j], R.N. Moraes

[a] *Centro Universitário Dom Bosco, São Luís (MA), Brasil*
[b] *Centro Universitário Dom Bosco, São Luís (MA), Brasil*
[c] *Centro Universitário Dom Bosco, São Luís (MA), Brasil*
[d] *Centro Universitário Dom Bosco, São Luís (MA), Brasil*
[e] *Centro Universitário Dom Bosco, São Luís (MA), Brasil*
[f] *Centro Universitário Dom Bosco, São Luís (MA), Brasil*
[g] *Centro Universitário Dom Bosco, São Luís (MA), Brasil*
[h] *Centro Universitário Dom Bosco, São Luís (MA), Brasil*
[i] *Centro Universitário Dom Bosco, São Luís (MA), Brasil*
[j] *Centro Universitário Dom Bosco, São Luís (MA), Brasil*
[k] *Centro Universitário Dom Bosco, São Luís (MA), Brasil*

**Endereço de e-mail para correspondência: millenamuniztorres@gmail.com. Tel.: +55-98-98449-4750.*

Keywords: Toxicologia; Análises forenses; Toxicologia forense; Métodos toxicológicos.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as diversas áreas das ciências toxicológicas, a toxicologia forense é um ramo que estuda a presença de substâncias químicas, como drogas e venenos em contextos investigativos e/ou criminais [1-2]. Tais análises envolvem a extração de matrizes biológicas, seja do paciente *ante-mortem* ou *post-mortem*, como sangue, urina, cabelo, fluído oral ou ocular, etc., que posteriormente são submetidas a diferentes métodos analíticos cuja finalidade é a identificação e quantificação dos compostos presentes [3].

Desse modo, é possível entender os efeitos nocivos de tais substâncias no corpo humano, bem como determinar se a dosagem administrada contribuiu efetivamente para a morte ou lesão corporal evidenciada no cenário criminal em questão [2,4]. Ademais, a utilização de métodos analíticos modernos é imprescindível para assegurar a confiabilidade dos resultados obtidos, que serão submetidos a processos legais [5].

A evolução das ciências criminais é bastante perceptível no que tange a medicina e a odontologia legal [6-7], no caso da toxicologia forense, o aprimoramento da sensibilidade e especificidade de métodos de detecção e quantificação já existentes tornou o processo mais rápido e mais confiável ao longo do tempo [8].

Atualmente, a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), a espectrometria de massas e os imunoensaios são ferramentas padrão ouro para a detecção de elementos tóxicos externos ao organismo humano [9]. Cada uma dessas técnicas apresenta inúmeros benefícios, bem como desafios específicos que devem ser levados em conta ao escolher o método mais adequado para diferentes investigações policiais [3,9-10].

Diante do exposto, este artigo tem como objetivo evidenciar os principais métodos de detecção de substâncias tóxicas utilizados na toxicologia legal, além de explorar a correlação entre essas diferentes técnicas laboratoriais. Será abordado também as aplicações, benefícios e limitações da cromatografia, espectrometria e imunoensaios no contexto supracitado.

Ao fornecer uma ampla visão do trio de métodos analíticos abordados, busca-se contribuir para o melhor entendimento dos profissionais de todas as áreas

forenses sobre as tecnologias científicas disponíveis e como ocorre a identificação qualitativa e quantitativa de compostos tóxicos em laboratório. Dessa maneira, espera-se mitigar possíveis erros nas investigações criminais, garantindo maior precisão e exatidão da resolução de casos judiciais.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O procedimento padrão a ser seguido em cenas de crime na qual há a iminência de uma investigação forense inicia-se com a seguridade pessoal dos peritos. Após garantir que não há risco para os profissionais envolvido, faz-se o isolamento do local e uma observação inicial. Posteriormente documenta-se tudo por meio de fotos, vídeos e/ou desenhos arquitetônicos, bem como registra-se os relatos de possíveis testemunhas [11-12].

Em seguida, há a identificação, documentação, coleta e preservação de evidências, seja material não biológico como instrumentos, armas de diversas origens, peças e etc. ou biológico como sangue, urina, cabelo e outros tecidos [3]. Além disso, é crucial a realização de testes rápidos no local a fim de identificar possíveis contaminantes químicos como triagem inicial [9, 11].

As matrizes extraídas da cena do crime são alocadas em embalagens devidamente identificadas com data e hora e enviadas ao laboratório forense [13]. A escolha dos métodos que serão utilizados depende diretamente do contexto criminal e da triagem rápida previamente realizada [9, 14].

Desse modo, no setor de toxicologia forense serão avaliados de forma qualitativa a presença ou ausência de alguma substância externa ao organismo [1, 15]. Em casos positivos para determinados compostos opta-se em realizar outros testes laboratoriais a fim de quantificar o mesmo, sendo um método interdependente do outro [5].

As técnicas mais utilizadas atualmente são os imunoensaios como forma de triagem ainda na cena criminal, a espectrometria de massa em laboratório e pôr fim a HPLC como prova confirmatória [16].

2.1. Imunoensaios

No que tange a imunologia médica, os imunoensaios são exames laboratoriais que utiliza princípios bioquímicos para detectar e/ou quantificar substâncias previamente determinadas em uma amostra biológica. Baseia-se na reação orgânica conhecida como antígeno-anticorpo, na qual há um reagente (anticorpo) reconhece o analito específico (antígeno) [17-18].

As técnicas de imunoensaios são amplamente utilizados em diversas áreas pois são testes acessíveis, rápidos e de alta sensibilidade e especificidade [19]. Na toxicologia forense, há dois tipos de imunoensaios mais utilizados, são eles: os conhecidos testes rápidos, que são benéficos na etapa da triagem pericial e aqueles automatizados realizados em laboratório com finalidade confirmatória [20].

2.1.1 Imunocromatografia

A imunocromatografia convencional ou testes de fluxo lateral é um método de detecção qualitativa baseada na disputa reacional entre o analito do kit ou a possível substância presente na amostra com o anticorpo monoclonal fixado na almofada conjugada, parte da estrutura do teste [17, 20-21].

Em uma almofada superior a amostra é adicionada, em seguida, ela corre lateralmente devido a capilaridade até que passe pela almofada conjugada. Dessa forma, se houver a substância alvo na amostra, ela reagirá com os anticorpos formando um conjugado, tornando a reação visível por meio de linhas no visor, classificando-as em positivas e negativas, evidenciado na Fig. 1 [21].

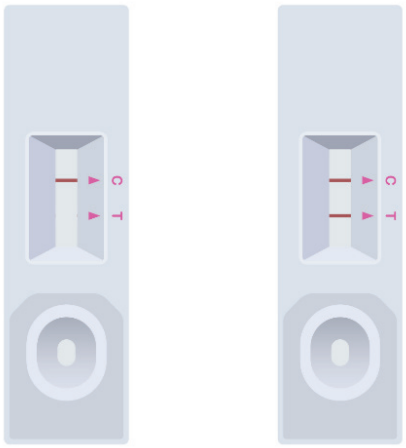


Figura 1. Teste de fluxo lateral evidenciando resultados negativo e positivo indicado pela presença de uma linha paralela a letra “T – teste”. A Letra “C – controle” é utilizada para validar o teste. **Fonte:** os autores (2024).

2.1.1 Imunoensaios automatizados

Já esse tipo de ensaios imunológicos segue o mesmo padrão da imunocromatografia, no entanto, utiliza equipamento automatizados e altamente sensíveis, sendo úteis na toxicologia forense como meio de comprovação da veracidade dos testes de fluxo lateral [17, 22].

Dentre eles, o mais comum é o ELIZA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay), na qual o anticor-

po monoclonal utilizado é acoplado a uma enzima capaz de detectar se houve ou não interação com o analito alvo, se a reação for positiva ocorre uma ação enzimática colorimétrica, que será captada pelo equipamento, transcrevendo os resultados como positivo. Caso não haja a substância na amostra, a enzima permanece intacta e a cor torna-se constante, negativando o teste [22].

2.2. Espectometria de massa (EM)

Trata-se de uma técnica laboratorial baseada nos estudos químicos dos compostos tóxicos, já que a determinação dos analitos alvo é feita a partir da medição de sua massa e análise minuciosa de sua estrutura química [23].

Com a EM é possível tanto qualificar, quanto quantificar os compostos presentes no material analisado. A técnica consiste em três etapas distintas: a ionização, separação e detecção de massa. Para entender melhor, o equipamento automatizado é chamado de espectrômetro de massa e sua função é basicamente quantificar íons gerados a partir dos compostos, calculando assim a sua carga elétrica (z) e a sua massa (m) [23-24, 27].

2.3. Cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC)

A HPLC é outro método analítico presente em análises da toxicologia forense. O princípio aqui é a separação, identificação e quantificação de componentes em solução [25]. Dessa maneira, para que ocorra a separação de compostos são utilizadas duas fases no equipamento, a fase estacionária que comporta a amostra (líquida ou sólida) em uma coluna e uma fase móvel que se trata de um solvente que fluirá ao longo da coluna da fase estacionária, demonstrado na Fig. 2 [26].

Uma vez que a amostra é prepara e filtrada é depositada no equipamento, sendo posteriormente carregada para a coluna cromatográfica [25-26].

Ao longo desse percurso, a solução amostra e seus componentes interagem com a fase móvel e eluem de modo diferente de acordo com o nível da interação. Com isso, as substâncias eluidas são captadas por um detector de fluorescência externo e os sinais obtidos são transformados em um gráfico de picos de acordo com a relação eluição/tempo, evidenciado na Fig. 3 [26]. Por fim, tais picos são comparados no cromatograma, que correlaciona diversos picos gráficos padrões de cada substância com os analitos detectados na amostra [27].

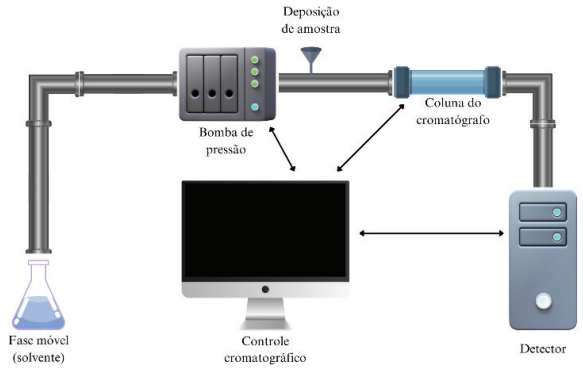


Figura 2. Esquema simplificado de um cromatógrafo, evidenciando a fase móvel e a coluna da fase estacionária. **Fonte:** os autores (2024).

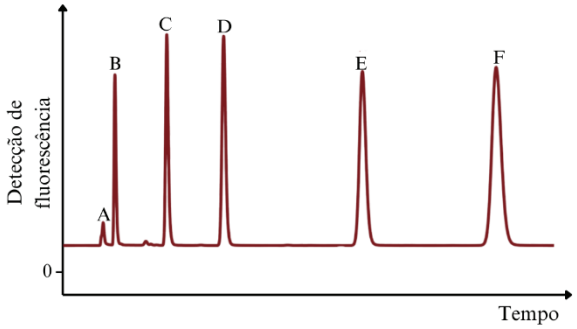


Figura 3. Exemplo de cromatograma produzido a partir de uma amostra com seis componentes diferentes (representados pelas letras de A a F). **Fonte:** os autores (2024).

3. CONCLUSÃO

Em síntese, a toxicologia forense é uma área indispensável dentro das ciências criminais, uma vez que auxilia diretamente na resolução de crimes, provas legais e decisões judiciais. Sabe-se que o principal propósito de uma análise toxicológica é detectar de forma verossímil a presença de substâncias tóxicas como drogas, venenos e etc. tanto na cena do crime, quando no organismo dos pacientes.

Para tal, destacamos a importância de escolher os métodos analíticos mais específicos, sensíveis e precisos e correlaciona-los entre si. Um exemplo disso é o uso de imunoensaios em consonância de espectrometria de massa e HPLC como meios confirmatórios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] P. Marcos. Toxicologia forense teoria e prática, *Editora Millennium*, Brasil (2023).

[2] R. C. D. Flávio, F. B. Marcelo. Farmacologia – Perito Criminal Federal, *Editora Saraiva*, Brasil (2017) 288-332.

[3] M. R. S. da Lomba *et al.*, O uso de matrizes biológicas e testes analíticos presentes na toxicologia forense. *Rev. Bras. Criminalística*, 12 (4), 88-102, 2023.

[4] S. Oga, M. A. C. Márcia, A. O. B. José. Fundamentos de toxicologia, 3° ed., *Editora Atheneu Editora São Paulo Ltda* (2022) 1-71.

[5] M. C. Virgínia; D. R. Ernesto. Toxicologia analítica: da triagem à confirmação. In: P. S. Tiago, *et al*., Toxicologia: tópicos aplicados. *Editora Brazil Publishing*, Brasil 2020 303-347.

[6] F. S. Rhonan, *et al*., A história da odontologia legal no Brasil. Parte 1: origem enquanto técnica e ciência, *Rev. Bras. Ondont. Legal*, 4 (2), 87-103, 2017.

[7] T. B. Daniel; E. S. Cristina; P. H. Daniel. Agostinho José de Souza Lima e o ensino da medicina legal. Perspectivas em Medicina Legal e Perícias Médicas, Brasil, 2022.

[8] F. Nicolás, *et al*., Optimization and validation of simultaneous analyses of ecgonine, cocaine, and seven metabolites in human urine by gas chromatography–mass spectrometry using a one-step solid-phase extraction. *Rev. Drug Testing and Analysis*, 11(2), 361-372, 2019.

[9] A. Kalleu, *et al*., Toxicologia forense: um estudo bibliográfico sobre as técnicas relacionadas à química analítica aplicada em investigações criminais, *Rev. Bras. Criminalística*, 11(1), 59-64, 2022.

[10] C. P. Izanara. Toxicologia forense: o estudo dos agentes tóxicos nas ciências forenses. *Rev. Crim. Med. Legal*, 1(5), 19-26, 2020.

[11] B. Henrique; F. C. J. Arnaldo. Cognição na cena de crime: reconhecendo vestígios de potencial interesse para investigações policiais, *Rev. Bras. Criminalística*, 13(1), 103-111, 2024.

[12] R. Rosanne, *et al.,* The added value of behavioural information in crime scene investigations, *Rev. Forensic Science International*, 5(1), 100-290, 2022.

[13] C. M. B. Dayanne, *et al*., Técnicas de preparo de amostras biológicas com interesse forense. *Rev. Science Chromato*., 7(2), 125-143, 2015.

[14] N. B. João, *et al*. Forensic Chemistry: review of analytical methods applied in the identification of cocaine, marijuana, and their adulterants in the last 10 years. TCC (Graduação) - Curso de Química, Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira, Redenção-Ceará, 2023.

[15] M. Ricardo; *et al.* Perfil epidemiológico das vítimas de violência sexual envolvendo drogas facilitadoras de crimes. Rev. Bras. Criminalística, 8(2), 63-67, 2019.

[16] A. Maryam, *et al*., Forensic laboratory validation of immunochromatography and gas chromatography/mass spectrometry methods for the detection of methamphetamine and amphetamine in postmortem urine specimens. *Toxicologie Analytique et Clinique*, 33(2), 109-115. 2021.

[17] K. A. Abul; H. L. Andrew; P. Shiv. Imunologia celular e molecular, 9° ed., *Editora Elsevier Ltda*, Brasil, 231-266, 2019.

[18] F. B. Luiz; L. A. Jerolino. Tratado de Análises Clínicas. *Editora Atheneu*, Brasil, 265-282, 2018.

[19] S. S. Orlando; F. C. Juliana. Avaliação do desempenho de testes imunocromatográficos para detecção de antígenos Sars-Cov-2: uma revisão de literatura, *Rev. Society and Development*, 11(11), 2022.

[20] G. A. T. Pinto, *et al*., Avaliação da técnica de imunocromatografia para análise de drogas de abuso no contexto da química forense, Rev. Bras. Criminalística, 4(3), 28-37, 2015.

[21] J. Greice, *et al*., Teste imunocromatográfico de fluxo lateral: uma ferramenta rápida de diagnóstico, *Enciclopédia Biosfera,* Centro de Ensino Conhecer – Goiânia, 11(22), 2640-2656, 2015.

[22] L. G. P. Raíssa. Comparação de técnicas de ensaio de absorção imunoenzimático (ELISA) para avaliação da reatividade de anticorpos anticocaína tipo IgG em camundongos, Dissertação (mestrado): *Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina*, Brasil, 2019.

[23] C. C. Rafael. Espectrometria de massa acoplada à cromatografia líquida e gasosa: sua aplicação nas ciências forenses. *Acta de Ciências e Saúde* 1(1), 1-5, 2016.

[24] F. A. F. João, *et al*., Aplicação da espectrometria de massas com ionização por paper spray e técnicas relacionadas na análise direta de matrizes biológicas para detecção de drogas – uma revisão, Brasil, *Rev. Química Nova*, 46(10), 972-982, 2023.

[25] Y. Liu, *et al.,* Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry Method for Simultaneous Determination of Cocaine and its Metabolite (-) Ecgonine Methyl Ester in Human Acidified Stabilized. *Journal of Chromatography*, 961(1), 77-85, 2014.

[26] G. R. J. João; K. A. C. S. Claudia; L. S. J. Verônica, Utilização de cromatografia líquida de alta eficiência para o diagnóstico laboratorial. *Rev. Ciências Biológicas e de Saúde Unit,* Brasil, 7(2), 11-19, 2022.

[27] S. T. J. Dilceu, Revisão sobre cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas aplicada à análise toxicológica de alimentos. *Research Society and Development*, 10(5), 2021.

v. 14, n. 4, p. 116, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

IDENTIFICATION OF iBHO (ISOBUTANE HASH OIL), AN UNCOMMON CANNABIS PRODUCT SEIZED FOR FIRST-TIME BY BRAZILIAN FEDERAL POLICE

Alcir Teixeira Gomes e Eduardo Eugenio do Prado Bruck

Superintendência da Polícia Federal em Mato Grosso do Sul (Campo Grande/MS/Brazil);

Key words: Brazilian Federal Police, Butane Hash Oil (BHO), Isobutane Hash Oil (iBHO), Marijuana derivatives, THC concentrates, Drug trafficking, GC-MS, FT-IR.

There are some cannabis products well known in the brazilian seizes, such as hashish, cannabis oil, buds and pressed marijuana, but a derivate, not necessarily new, was caught by Brazilian Federal Police (BFP) in a postal order sent from Coronel Sapucaia – a brazilian city located in Mato Grosso do Sul state, on the border with Paraguay – to São Paulo in June 20th, 2022. It is a derivative obtained from cannabis by extraction with a gaseous agent. Commonly, this kind of product is prepared by extraction with Butane (C_4H_4) producing the most well known BHO (Butane Hash Oil or Butane Honey Oil), a high concentrate of THC (Tetrahydrocannabinol).

The analysis of the seized material - carried out using Gas Chromatography and Mass Spectrometry (GC-MS) and Spectrophotometry of Infrared (FT-IR) - evidenced the presence of THC, other cannabinoids and terpenoids, commonly found in the chemical composition of the plant *Cannabis sativa* Linneu (marijuana).

However, an unusual substance was detected in the analyses, the Isobutane (or 2-methylpropane) gas. Thus, by the physical and organoleptic characteristics of the material, it is inferred that the examined product is a THC concentrate of the iBHO type (Isobutane Hash Oil or Isobutane Honey Oil), obtained by extraction with a gaseous agent (identified in this study, via headspace GC-MS, as Isobutane). This form of presentation of the drug is not cataloged in the National Criminalistics System (the system which contains data of seized materials by Brazilian Federal Police) and is unprecedented in BFP apprehensions.

Another relevant aspect of the analyzed material is its THC concentration, estimated in 71.7% by peak data integration. Thus, the examined product has an extremely high THC content, compared to other cannabis products.

The results of the chemical composition of the seized material and its information data, allowed to conclude that this uncommon product has its fabrication initiated probably in Paraguay and started to be trafficked to Brazil.

v. 14, n. 4, p. 117-121, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Atribuída à, mas será um Debret? Um estudo físico-químico de gravuras do artista Debret e atribuídas a ele do Museu Castro Maya

V.S. Felix[a,*], A.R. Pimenta[a], Y. da Rocha, R.P.R. Freitas[a]

[a] *Laboratório de Instrumentação e Simulação Computacional Científicas Aplicadas (LISCOMP), Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) – Campus Parcambi, Rio de Janeiro (RJ), Brasil*

**Endereço de e-mail para correspondência: valter.felix@ifrj.edu.br Tel.: +55-21-99578-0049.*

Keywords: Debret; Museu Castro Maya; Gravuras; MA-XRF; FTIR.

1. INTRODUÇÃO

O Museu Castro Maya também conhecido como Museu Chácara do Céu, localizado na cidade do Rio de Janeiro no bairro de Santa Teresa, possui um acerto extremamente rico, de acordo com um inventário realizado na década de 2010 o museu possuí mais de 27.000 objetos de tapeçaria, arte oriental, pratarias, pinturas, gravuras etc. e de acordo com Denise Maria [1], foi doado por Raymundo Ottoni de Castro Maya, pouco antes da sua morte, a fundação que levava seu próprio nome e que foi extinta em 1983.

Embora possua grandes atributos o museu entrou para a história do Brasil após um trágico evento, era tarde do dia 24 de fevereiro de 2006, uma sexta-feira, e o bloco das Carmelitas, um conhecido bloco carnavalesco do Rio de Janeiro, enquanto o ele arrastava milhares de foliões pelas estreitas ruas de Santa Teresa quatro homens ingressaram no museu e realizaram o maior roubo da história dos museus no nosso país, dentre os bens roubados estavam: quatro quadros de Claude Monet, Henri Matisse, Pablo Picasso e Salvador Dalí, avaliados na época em mais de US$ 10 de milhões, e nunca foram encontradas.

A coleção Debret do Museu Chácara do Céu, é composta por 551 aquarelas e desenhos, no entanto, segundo o livro Debret e o Brasil [1, 2] 42 gravuras eram falsas, devido ao conteúdo do livro uma comissão de grandes pesquisadores foi formada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) com intuito de avaliar as 42 aquarelas e chegou à conclusão de que 40 delas seriam realmente falsas e duas necessitariam ser analisadas com maior aprofundamento, o que gerou o uso do termo, obra atribuída a Debret.

No ano de 2023 os professores do LISCOMP através do convênio existente entre o Instituto Brasileiro de Museus (IBRAM) e o IFRJ, visitaram o museu com intuito de estudar, caracterizar e auxiliar aos profissionais da instituição no conhecimento da composição físico-química do seu acervo. Tendo em vista a demanda antes apresentada pela direção do museu e cientes de que nenhuma das gravuras previamente avaliadas foi submetido a qualquer tipo de análise que não fosse a de estilo, optamos por estudar seis (6) exemplares das gravuras supracitadas fazendo uso das técnicas de mapeamento por fluorescência de raios X (MA-XRF) e espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), fazendo uso da metodologia desenvolvida em conjunto com o Laboratório de Criminalística Carlos Éboli da Polícia Civil (ICCE-PC-RJ) [3, 4], no qual estudamos os aglutinantes, os pigmentos e a composição química das fibras de papel.

2. MATERIAS E MÉTODOS

2.1. Materiais

Uma breve descrição das gravuras analisas, juntamente com o código que lhe aferimos pode ser encontrada abaixo e a imagem das gravuras nas figuras 1, 2 e 3.

- Aclamação de D. Pedro I no Campo de Sant´Anna, medindo 25,7 cm x 18,9 cm, autor desconhecido, 1901/1950, técnica aquarela, 8CM;
- Barbeiros Ambulantes, medindo 18,7 cm x 23,5 cm, Jean Baptiste Debret, 1826, técnica aquarela, 3CM;
- Aldeia de Caboclos no Cantagalo, medindo 20,5 cm x 27,6 cm, autor desconhecido, 1901/1950, técnica aquarela, 7CM;
- Negros vendendo galinhas e peru, medindo 18,8 cm x 27,6 cm, Jean Baptiste Debret, 1826, técnica aquarela, 4CM;
- Olinda, medindo 19,2 cm x 27,0 cm, autor desconhecido, 1901/1950, técnica aquarela, 6CM;
- Uma senhora de algumas posses em sua casa, 16,2 cm x 23,0 cm, Jean Baptiste Debret, 1826, técnica aquarela, 1CM.

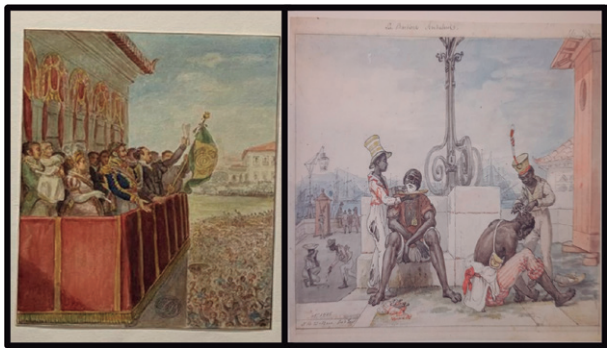


Figura 1. Gravuras em aquarela 8CM à esquerda e 3CM da direita.

Figura 2. Gravuras em aquarela 7CM à esquerda e 4CM à direita

Figura 3. Gravuras em aquarela 1CM à esquerda e 6 CM à direita.

2.2. Métodos

Todas as análises realizadas nas aquarelas foram não invasivas, ou sejam não necessita tocar na pintura nem retirar fragmentos para análise.

Para as pinturas foram aplicados dois métodos de investigação um deles é o mapeamento elementar por fluorescência de raios X (MA-XRF) [5, 6]. Trata-se de um método que permite verificar a composição inorgânica presente no artefato, no caso foi investigado a matriz inorgânica dos pigmentos. Neste caso o instrumento é um scanner, que permite obter imagens dos elementos químicos que constituem essa matriz inorgânica.

Outro método empregado foi a Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) [7]. Trata-se de um método que permite investigar a composição molecular orgânica e inorgânica do artefato. O método permite fazer análises pontuais em regiões selecionados e foi empregado para investigar a composição molecular orgânica e inorgânico dos pigmentos.

- Macro mapeamento por fluorescência de raios X (MA-XRF)

Para realizar o mapeamento foram empregados dois instrumentos, o equipamento CRONO da Bruker contendo tubo de raios X com ânodo de Rh e detector de Si. Para as medidas foi utilizado feixe colimado com diâmetro de 1 mm, voltagem de 40 kV e corrente de 200 µA sem filtro. O tempo de aquisição dos espectros foi de 20 ms e a velocidade de translação da cabeça do equipamento ajustada para 40 mm/s. E o equipamento de MA-XRF desenvolvido pelo Laboratório Móvel. Para as medidas foi utilizado feixe colimado com diâmetro de 1 mm, voltagem de 40 kV e corrente de 200 µA sem filtro. O tempo de aquisição dos espectros foi de 20 ms e a velocidade de translação da cabeça do equipamento ajustada para 40 mm/s.

- Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)

Foi utilizado o instrumento modelo ALPHA II da Bruker através do método da log 1/Reflectância, que permite varrer a região de 360 - 6000 cm^{-1}. Esta técnica permite realizar análise pontuais em regiões selecionadas. As informações obtidas nesta análise permitiram levantar materiais orgânicos presente na pintura, como: pigmentos, aglutinantes das tintas e estado de oxidação de alguns materiais.

- Os softwares utilizados para tratamento dos dados e plotagem dos espectros foram desenvolvidos pelo LISCOMP.

Na figura 4 podemos observar os equipamentos utilizados nas análises.

Figura 4. Imagem dos sistemas de mapeamento (MA--XRF) à esquerda e FTIR à direita

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos próximos tópicos apresentaremos os resultados e discussões referentes as análises de MA-XRF das amostras 3CM e 6CM, FTIR da gravura 4CM e análise estatística multivariada dos resultados do FTIR.

3.1. Resultados do Macro-Mapeamento

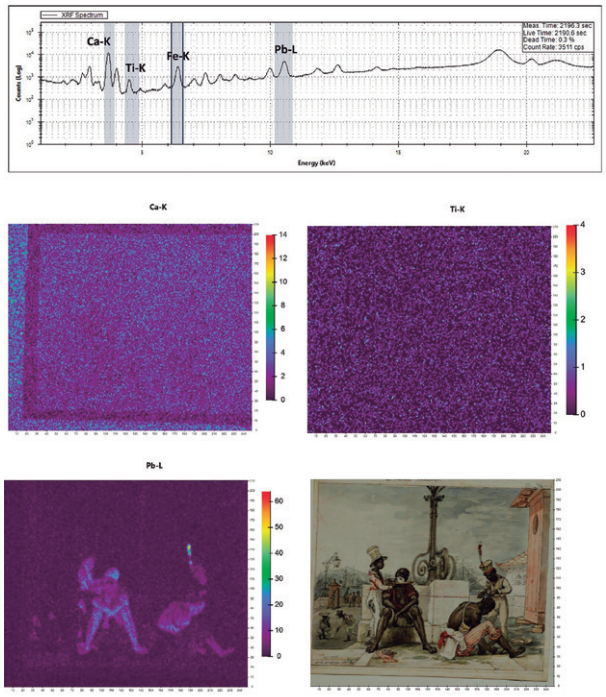


Figura 5. Mapeamento elementar da gravura 3CM

Nas imagens presentes nas figuras 5 e 6 estão apresentadas as investigações por MA-XRF das aquarelas Barbeiros Ambulantes e Olinda. Em ambas os principais elementos detectados foram cálcio (Ca), titânio (Ti), ferro (Fe) e chumbo (Pb). Entretanto as imagens da distribuição elementar não apresentam informações significativas, que possam ser utilizadas para um padrão de comparação entre as gravuras autênticas e de autoria desconhecida. Destaca-se, que Ca e Ti estão diretamente relacionados ao papel empregado como suporte, enquanto o Pb e Fe podem ser relacionados a pigmentos presentes nas aquarelas.

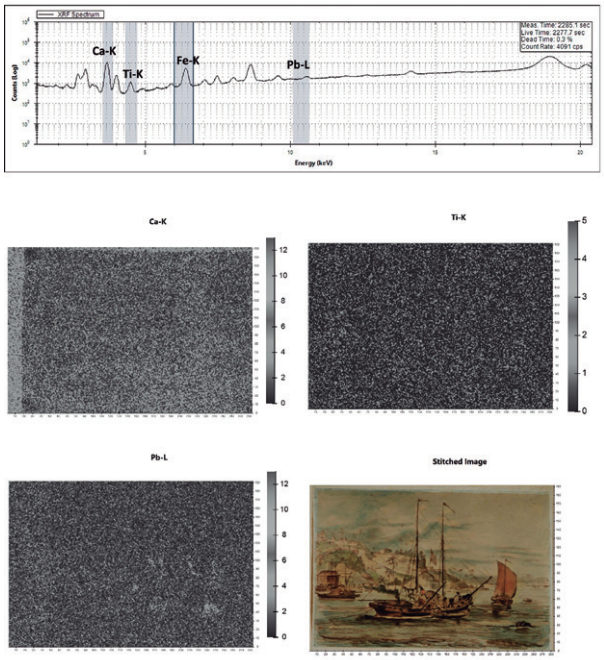


Figura 6. Mapeamento elementar da gravura Olinda

3.2. Resultados da espectroscopia de Infravermelho

Nas aquarelas os aglutinantes mais comumente utilizado é a goma arábica, uma mistura de poli e oligossacarídeos parcialmente ou solúveis em água que podem apresentar estruturas cíclicas ou acíclicas possuindo os grupos hidroxila alcoólica e acetal/hemiacetal. Nos espectros de FTIR essas estruturas estão associadas a bandas em regiões bem distintas, porém o formato das bandas do desdobramento axial das ligações C-H é bem peculiar e por isso podem ser utilizadas para diferenciar os aglutinantes. Os dados de FTIR das obras autênticas e de autorias desconhecida, foram comparadas com o objetivo de investigar similaridades e diferenças. Para realizar essas comparações foi empregado um método estatístico multivariado por análise de componentes principais (PCA) [4, 8-10], que permite realizar a comparação entre dados analíticos e os resultados são vistas de forma gráfica. Na figura 7 podemos observar Negros vendendo galinhas e peru.

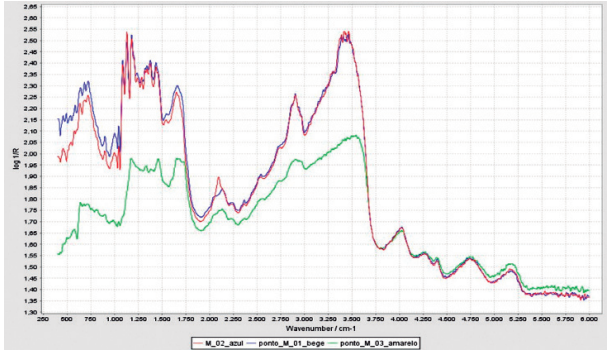


Figura 7. Espectros de FTIR da gravura 4 CM

Para verificarmos o grau de similaridade entre as gravuras atribuídas e as consideradas originais foram adquiridos espectros de FTIR em regiões com diferentes tonalidades nas aquarelas. Na gravura 1CM foram analisados 18 pontos, na gravura 3CM 12 pontos, na gravura 4CM 14 pontos e na gravura 8CM 13 pontos. A imagens abaixo apresenta os gráficos obtidos neste processo de comparação.

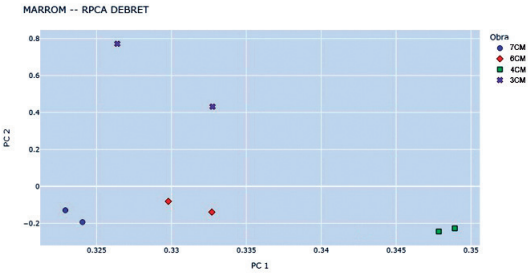


Figura 8. Gráfico da análise por RPCA comparando os dados de FTIR obtidos na região de tonalidade "marrom"

No gráfico acima de são vistos diversos pontos, onde cada ponto indica um espectro de FTIR coletado na região marrom das aquarelas. Neste gráfico os pontos mais próximos indicam similaridades nos dados, enquanto os pontos distantes indicam diferenças. Pelo gráfico é possível observar que os dados de FTIR coletados nas aquarelas Olinda (6CM) e Aldeia de Caboclos no Cantagalo (7CM) estão próximos e distantes de dados coletados nas aquarelas autênticas como 4CM e 3CM.

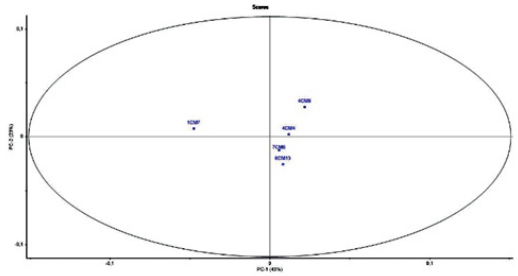


Figura 9. Gráfico da análise por PCA comparando os dados de FTIR obtidos na região de tonalidade "preta".

No gráfico acima de são vistos pontos associados a dados de espectro de FTIR coletados na região de tonalidade preta das aquarelas. Neste gráfico os pontos mais próximos indicam similaridades nos dados, enquanto os pontos distantes indicam diferenças. Pelo gráfico é possível observar que os dados de FTIR coletados nas aquarelas Olinda (6CM) e Aldeia de Caboclos no Cantagalo (7CM) estão próximos e distantes de dados coletados de aquarelas autênticas como Negros Vendendo Galinhas e Peru (4CM).

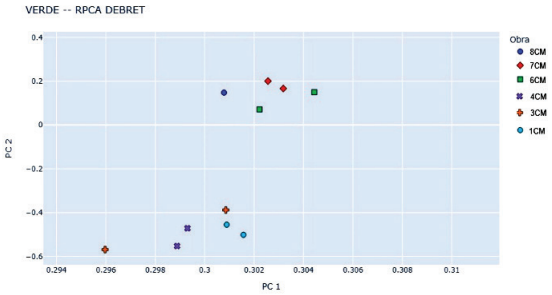


Figura 10. Gráfico da análise por RPCA comparando os dados de FTIR obtidos nas regiões com tonalidade "verde"

No gráfico acima podemos observar que os dados coletados de FTIR para as gravuras 8CM, 7CM, 6CM estão próximas e bem afastadas dos dados coletados nas gravuras originais (4CM, 1CM e 3CM).

4. CONCLUSÕES

Os resultados da investigação por PCA indicaram que os dados das aquarelas de autoria desconhecida Aclamação de D. Pedro I no Campo de Sant'Anna, Olinda e Aldeia de Caboclos no Cantagalo, possuem diferenças das aquarelas autênticas, pois a maior parte dos testes indicaram que os dados dessas aquarelas ficaram distantes dos resultados de FTIR coletados nas aquarelas originais. Sendo o único resultado, que indicou alguma semelhança foi empregado resultados de FTIR coletados em regiões de tonalidade azul. O pigmento neste casso é o azul Prússia ($C_{18}Fe_7N_{18}$), que foi aplicado em todas as aquarelas. O fato desses pontos de tonalidades azul se aproximarem das aquarelas autênticas, podem indicar similaridades somente na aplicação deste pigmento. Entretanto a maior parte dos resultados indicam uma diferença nas aquarelas autênticas e autoria desconhecida.

Destaca-se, que a maior parte dos testes indicaram similaridades entre as aquarelas Olinda e Aldeia de Caboclos no Cantagalo, indicando que essas pinturas podem ter sido produzidas em uma mesma coletânea.

AGRADECIMENTOS

Os autores desse trabalho gostariam de agradecer ao IFRJ pelo apoio institucional, ao IBRAM e a direção do museu Castro Maya pelo acesso as obras e auxílio nas análises realizadas, aos peritos do ICCE-RJ pela cooperação na construção da metodologia de trabalho, ao FDD e a FAPERJ pelos recursos para aquisição dos equipamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] D.M.S. Batista, Museus Castro Maya: de coleção privada a museu público, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, 2012.

[2] M.X.S. Morais, Jean-Baptiste Debret: Um viajante naturalista no Brasil oitocentista, Universidade Federal de Uberlândia, 2020.

[3] J. Extra, Polícia Civil firma acordo com IFRJ para perícia em obras de arte e joias, (n.d.). https://extra.globo.com/noticias/extra-extra/policia-civil-firma-acordo-com-ifrj-para-pericia-em-obras-de-arte-joias-25345988.html.

[4] N. Thaumaturgo, C.R.F. Souza, T.J.A.A, Fialho, R.S. Liarth, A. P. Oliveira, D. Guimarães, V.S. Felix, A.R. Pimenta, M.A. Oliveira, D.S.R. Ferreira, R.P. Freitas, Analysis of brazilian paintings of the 20th century: Suspects and authentics through in situ and Non-Invasive techniques, Spectrochimica Acta Part A-Molecular and Biomolecular Spectroscopy. 304 (2024) 123431. https://doi.org/10.1016/j.saa.2023.123431

[5] C. Miliani, F. Rosi, B.G. Brunetti, A. Sgamellotti, In Situ Noninvasive Study of Artworks: The MOLAB Multitechnique Approach, Acc. Chem. Res. 43 (2010) 728–738. https://doi.org/10.1021/ar100010t.

[6] B. Brunetti, C. Miliani, F. Rosi, B. Doherty, L. Monico, A. Romani, A. Sgamellotti, Non-invasive investigations of paintings by portable instrumentation: The MOLAB experience, Top. Curr. Chem. 374 (2016) 1–35. https://doi.org/10.1007/s41061-015-0008-9.

[7] F. Rosi, A. Daveri, P. Moretti, B.G. Brunetti, C. Miliani, Interpretation of mid and near-infrared reflection properties of synthetic polymer paints for the non-invasive assessment of binding media in twentieth-century pictorial artworks, Microchem. J. 124 (2016) 898–908. https://doi.org/10.1016/j.microc.2015.08.019.

[8] R.P. Freitas, C. Calza, T.A. Lima, A. Rabello, R.T. Lopes, EDXRF and multivariate statistical analysis of fragments from Marajoara ceramics, X-Ray Spectrom. 39 (2010) 307–310. https://doi.org/10.1002/xrs.1200.

[9] I.T. Jolliffe, Principal Component Analysis, Springer Verlag, 1986.

[10] V.S. Felix, U.L. Mello, M.O. Pereira, A.L. Oliveira, D.S. Ferreira, C.S. Carvalho, F.L. Silva, A.R. Pimenta, M.G. Diniz, R.P. Freitas, Analysis of a European cupboard by XRF, Raman and FT-IR, Radiat. Phys. Chem. 151 (2018)198–204. https://doi.org/10.1016/J.RADPHYSCHE M.2018.06.036.

v. 14, n. 4, p. 122-126, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Usando *deep learning* e dados de MA-XRF para classificar pinturas de Tarsila do Amaral

R.P. Freitas[b,*], V.S. Felix[b], A.R. Pimenta[b], N. Thaumaturgo[a], T.J.N.A. Fialho[a], C.R.F. Souza[a], M.I.S. Araujo[a]

[a] *Instituto de Criminalística Carlos Éboli, Departamento Geral de Polícia Técnico-Científica, Rio de Janeiro (RJ), Brasil*
[b] *Laboratório de Instrumentação e Simulação Computacional Instituto Federal do Rio de Janeiro, Campus Paracambi (RJ), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: renato.freitas@ifrj.edu.br Tel.: +55-21-2683-9735.*

Keywords: obras de arte; pigmentos históricos; análises por MA-XRF; aprendizagem de máquina.

1. INTRODUÇÃO

O comércio de patrimônio histórico cultural, em especial de obras de arte, é um mercado bilionário no Brasil [1]. Devido aos altos valores movimentados nesse mercado, crimes envolvendo obras de arte como falsificação e lavagem dinheiro tem aumentado em estados como o Rio de Janeiro. Sendo este um fato confirmado pelo Serviço de Perícias de Merceologia do Instituto de Criminalística Carlos Éboli da Polícia Civil do Rio de Janeiro (ICCE/PC-RJ), que desde 2021 tem tido uma demanda crescente de solicitações para perícias em obras de artes e outras tipologias de artefatos como esculturas [2].

Com objetivo de estabelecer uma metodologia de investigação forense de obras de arte, em 2021 o ICCE/PCRJ e o Laboratório Móvel do Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ), formalizaram um acordo de parceria. A metodologia estabelecida neste acordo (que já se encontra sendo empregada em casos reais) se baseia nos seguintes exames: avaliação pecuniária, estudo artístico, grafotécnico e exames físico-químicos. Os resultados das análises físico-químicas são dados matemáticos, que podem ser reproduzidos e confrontados objetivamente. Além disso, os resultados permitem levantar os materiais empregados no processo de criação da tela, como pigmentos, aglutinantes e vernizes [3–5]. Na presente metodologia, os resultados dos exames obtidos em obras autênticas e suspeitas do mesmo artista são comparados, na busca de similaridade.

Uma das técnicas de investigação físico-química aplicados pelo ICCE/PCRJ na investigação forense de pinturas é o Macro Mapeamento Elementar por Fluorescência de Raios X (MA-XRF). Trata-se de uma inovação tecnológica recente que proporciona imagens sobre a distribuição dos elementos, que compõe as tintas presente nas obras de arte [6]. As imagens obtidas possibilitam trazer informações únicas sobre a obra, como pinturas subjacentes, desistências do artista e adulterações [7,8]. Destaca-se, que as imagens produzidas pelo MA-XRF são mais simples de serem interpretadas, que espectros obtidos por técnicas espectroscópicas, o que torna possível agentes, que tem acesso aos laudos, como advogados e juízes conseguirem extrair algumas informações das imagens.

Um exemplo da aplicação da metodologia estabelecida no ICCE/PCRJ, foi a investigação forense de pinturas de Tarsila do Amaral, apreendidas na operação "Sol Poente" em agosto de 2022 (vide reportagem do caso). Neste caso as obras de arte suspeitas, estavam envolvidas em caso de estelionato e cárcere privado. As obras apreendidas foram submetidas a exames e os resultados obtidos foram comparados com pinturas autênticas da artista.

Com o estudo de pinturas autênticas, tem sido possível elaborar um repositório de dados com imagens de MA-XRF. Estes dados têm sido utilizados no desenvolvimento de algoritmos de classificação de imagens. Neste trabalho, é apresentado resultados de uma metodologia de classificação de pinturas baseado em

aprendizagem profundo de máquina (*deep learning*). Images de MA-XRF e fotografias no visível de pinturas autênticas de Tarsila do Amaral e de outros artistas do mesmo período foram empregados, para treinar uma rede neural convolucional (CNN). A CNN treinada permite classificar em termos probabilístico se uma pintura é ou não de Tarsila. Para verificar a eficácia da rede a CNN foi aplicada na pintura "Sol Poente" de Tarsila de Amaral, apreendida na operação de mesmo título.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para treinar a CNN foram utilizados dados coletados nas seguintes telas autênticas de Tarsila do Amaral

- O Vendedor de Frutas (1925) – óleo sobre tela, acervo Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro (MAM/RJ);
- Urutu (1928) - óleo sobre tela, acervo Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro (MAM/RJ);
- Aurorretrato "Manteau Rouge" (1923) – óleo sobre tela, acervo Museu Nacional de Belas Artes Rio de Janeiro (MNBA/RJ);
- Costureiras (150) – óleo sobre tela, Museu de Arte Contemporânea da Universidade de São Paulo (MAC/USP);

Também foram empregadas as pinturas abaixo de outros artistas para treinar a CNN;

- Casa de Mulheres – Di Cavalcanti (1962). Óleo sobre tela, acervo Museu Chácara do Céu;
- Carnaval de Subúrbio – Di Cavalcanti (1962). Óleo sobre tela, acervo Museu Chácara do Céu;
- Aldeia Russa - Lasar Segall (1917). Óleo sobre tela, Museu Lasar Segall.
- Colonos – Di Cavalcanti (1940). Óleo sobre tela, Museu Nacional de Belas Artes Rio de Janeiro (MNBA/RJ);

Todas as obras foram analisadas *in situ* pelo sistema de MA-XRF modelo CRONO da Bruker que possui um tubo de raios X com ânodo de Rh e detector derivado de silício. O sistema permite varrer de uma única vez uma área de 450 mm × 600 mm.

Os mapas elementares obtidos por MA-XRF e as imagens no visível das pinturas, foram empregadas para treinar o modelo de rede neural de transferência de aprendizado de Rede Residual (Resnet50). Esse modelo de classificação tem sido amplamente utilizado para problemas de classificação de imagens e tarefas de visão computacional, com aplicações inclusive para obras de arte [9]. A modelagem de rede foi realizada na linguagem Python empregando o módulo tensorflow.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Figura 1. Mapas elementares obtidos na investigação da obra "*Manteau Rouge*".

Os mapas elementares obtidos por MA-XRF foram construídos em escala de cinza. Nestas imagens o preto corresponde ao menor valor de intensidade de um pixel, relacionado à menor área integrada do pico de um elemento químico presente no cubo de dados de MA-XRF. Por outro lado, o maior valor de intensidade de um pixel corresponde ao branco, o que está relacionado à maior área integrada do pico [10,11]. Em todas as pinturas foram obtidos mapas dos elementos Zn-K, Pb-L, Ba-L, Ca-K, Co-K, Sn-L, Fe-K, Cd-L e Ti-K, sendo na Figura 1 apresentando os mapas da obra de arte "*Manteau Rouge*".

Pelos mapas elementares é possível inferir que a base de preparação tem como elementos chaves Zn e Pb, pois os mapas Zn-K e Pb-L indicam a presença dos elementos em toda obra (Figs. 1A e 1B), sendo possivelmente empregados Branco de Zinco (ZnO) ou Litopone ($BaSO_4$+ZnS) e Branco de Chumbo (2Pb-CO_3·$Pb(OH)_2$) [12–14]. No mapa do Pb-L são vistas transparências no casaco, enquanto no do Zn-K é possível observar pequenas regiões de retoques. Os mapas do Ba-L e Ca-K (Fig. 1C e 1D) mostram esses elementos em praticamente toda a pintura. Destaca-se que carbonatos e/ou sulfatos de cálcio e bário são comumente empregados como carga em tintas modernas, no entanto estes compostos, assim como o litopone, também podem estar relacionados à uma imprimadura realizada antes da base de preparação [15–18].

O treinamento da rede neural convolucional (CNN) é baseado na extração de caraterísticas vistas nas imagens, sendo no caso de pinturas o estilo da pincela do artista. Por isso, para realizar o treinamento é fundamental colocar no algoritmo de treinamento dados obras de arte da Tarsila e de outros artistas, que vão permitir o modelo distinguir características da artista para outros pintores. Um dos problemas, para realizar modelo de classificação de pinturas é a pouca quantidade de dados. Para sanar essa dificuldade comumente são empregados geradores de dados. No presente trabalho foram gerados mais dados a partir das imagens de MA-XRF e visível realizando variações nas imagens como a rotação entre +20º e -20º. Outro procedimento realizado para aplicar as imagens no modelo de classificação CNN é redimensionar todas as imagens para 224 pixel × 224 pixel. Com as imagens do gerador de dados no total foram introduzidos no modelo 5400 imagens de pinturas de Tarsila e 3400 imagens de outros artistas. Para treinamento outra medida é pegar um percentual dessas imagens para realizar a validação do modelo em nosso foi selecionado 20 %.

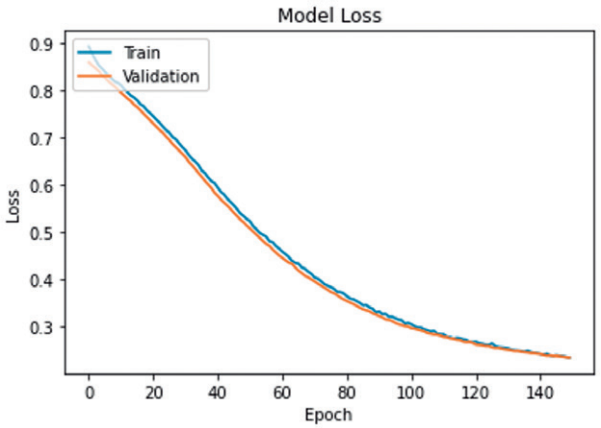


Figura 2. Gráfico Loss × Epoch do treinamento da rede CNN.

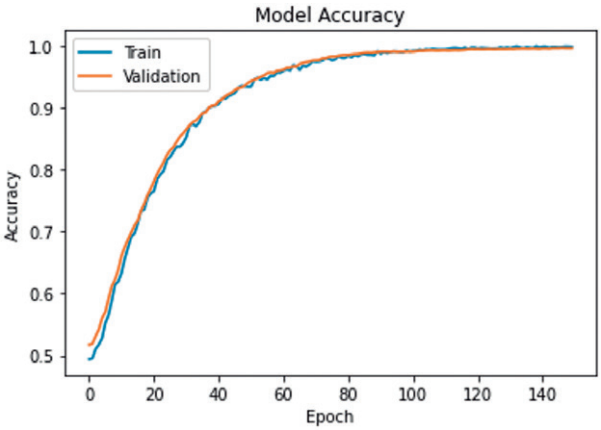


Figura 3. Gráfico Accuracy × Epoch do treinamento da rede CNN.

Os gráficos *model loss* e *model accuracy* vistos nas Figuras 2 e 3, demonstram as características de predição do modelo. Pelos gráficos é possível concluir que ao longo do treinamento a capacidade do modelo em classificar de forma correta aumenta, sendo reduzido a perda de dados pela predição incorreta.

Após o processo de treinamento o modelo foi testado na obra "Sol Poente" (Figura 4) de Tarsila do Amaral apreendida na mesma operação. O resultado obtido no processo de classificação pelo modelo é visto na Figura 5.

Figura 4. Pintura "Sol Poente" (1929), óleo sobre tela dimensões 54 cm × 65 cm.

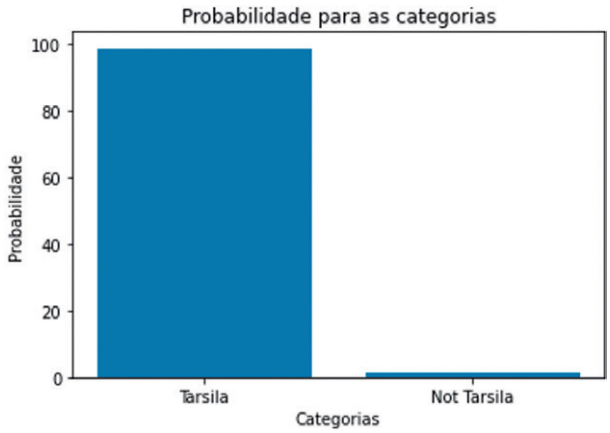


Figura 5. Resultado percentual da atribuição da obra como sendo de Tarsila do Amaral.

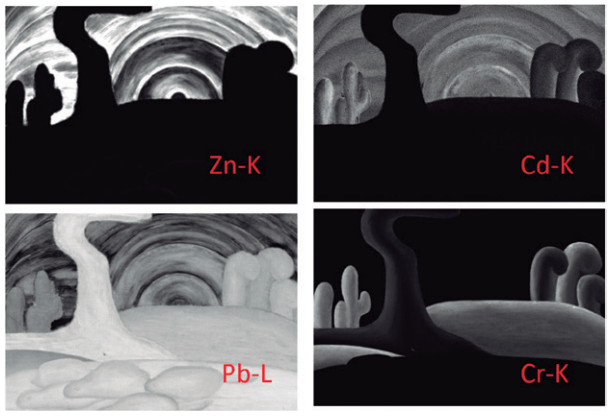


Figura 6. Mapas elementares obtidos na investigação do M-XRF da pintura "Sol Poente".

Como pode ser visto o modelo foi capaz de prever com mais de 90 % de probabilidade que a respectiva pintura é atribuída a Tarsila do Amaral. Resultados semelhantes foram obtidos empregando os mapas elementares obtidos por MA-XRF na obra de arte (Figura 6).

4. CONCLUSÕES

Como pode ser visto no resultado o modelo obtido foi capaz de classificar a pintura com probabilidade superior a 90 % como sendo da artista Tarsila do Amaral. Outros estudos sobre a origem da obra, artístico/histórico e grafotécnico de fato demonstraram que se trata de uma pintura autêntica.

Destaca-se, que a investigação forense de pinturas é uma tarefa complexa que exige uma serie de estudos multidisciplinares, logo a metodologia de classificação empregando redes neurais tem como proposta em ser mais um exame complementar nesta metodologia de estudo. No entanto, essa metodologia de classificação por CNN tem como vantagem, a possibilidade de utilizar dados de imagens do visível e mapeamento elementar por Fluorescência de Raios X sem a necessidade de uma profunda interpretação dos resultados, sendo a características das imagens destacadas no processo de classificação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte do corpo técnico do Museu Nacional de Belas Artes e Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] G. Perino, A obra de arte frente ao perito: a falsificação na história da arte [Do século XIII ao início do século XX-1ª. Parte], Rev. Restauro. 4 (2020) 30.

[2] J. Extra, Polícia Civil firma acordo com IFRJ para perícia em obras de arte e joias, (n.d.). https://extra.globo.com/noticias/extra-extra/policia-civil-firma-acordo-com-ifrj-para-pericia-em-obras-de-arte-joias-25345988.html.

[3] C. Calza, Desenvolvimento de Sistema Portátil de Fluorescência de Raios-x com Aplicações em Arqueometria, Tese de Doutorado em Ciências em Engenharia Nuclear, 2007.

[4] N. Thaumaturgo, R. Liarth, A. Oliveira, T. Fialho, C. Souza, D. Guimarães, A.L. Oliveira, V. Felix, A. Pimenta, M. Oliveira, M. Andrade, R. Freitas, Exame forense de obras de artes do pintor Ivan Serpa, Rev. Bras. Crim. 12 (2023) 91–98. https://doi.org/10.15260/rbc.v12i2.676.

[5] N. Thaumaturgo, C.R.F. Souza, T.J.N.A. Fialho, R.S. Liarth, A.P. Oliveira, D. Guimarães, V.S. Felix, A.R. Pimenta, A.L.C. Oliveira, M.B. Oliveira, M.A. Oliveira, D.S.R. Ferreira, R.P. Freitas, Analysis of brazilian paintings of the 20th century: Suspects and authentics through in situ and Non-Invasive techniques, Spectrochim. Acta Part A Mol. Biomol. Spectrosc. 304 (2024) 123431. https://doi.org/10.1016/j.saa.2023.123431.

[6] M.G. Parma, I. de Castro Mendes, A.R. Pimenta, A.L.C. de Oliveira, V. de S. Felix, H. Beraldo, N. Thaumaturgo Rocha Junior, C.R.F. de Souza, R.D. Mayer, A.P. de Oliveira, M.B. de Oliveira, M. Andrade de Oliveira, R.P. de Freitas, Probing creation process of paintings from Tarsila do Amaral (1886–1973) by MA-XRF and differential X-ray attenuation, Radiat. Phys. Chem. 212 (2023) 111191. https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2023.111191.

[7] M.O. Pereira, V.S. Felix, A.L. Oliveira, D.S. Ferreira, A.R. Pimenta, C.S. Carvalho, F.L. Silva, C.A. Perez, D. Galante, R.P. Freitas, Investigating counterfeiting of an artwork by XRF, SEM-EDS, FTIR and synchrotron radiation induced MA-XRF at LNLS-BRAZIL, Spectrochim. Acta Part A Mol. Biomol. Spectrosc. 246 (2021) 118925. https://doi.org/10.1016/j.saa.2020.118925.

[8] J. Dik, K. Janssens, G. Van Der Snickt, L. van der Loeff, K. Rickers, M. Cotte, Visualization of a Lost Painting by Vincent van Gogh Using Synchrotron Radiation Based X-ray Fluorescence Elemental Mapping, Anal. Chem. 80 (2008) 6436–6442. https://doi.org/10.1021/ac800965g.

[9] H. Ugail, D.G. Stork, H. Edwards, S.C. Seward, C. Brooke, Deep transfer learning for visual analysis and attribution of paintings by Raphael, Herit. Sci. 11 (2023) 268. https://doi.org/10.1186/s40494-023-01094-0.

[10] R.P. Freitas, V.S. Felix, M.O. Pereira, R.S. Santos, A.L. Oliveira, E.A.S. Gonçalves, D.S. Ferreira, A.R. Pimenta, L.O. Pereira, M.J. Anjos, Micro-XRF analysis of a Brazilian polychrome sculpture, Microchem. J. 149 (2019) 104020. https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.104020.

[11] E. Kajiya, A. Pimenta, V. Felix, N. Junior, R. Liarth, C. de Souza, M. Barbosa, L. Muniz, R. dos Santos, L. Pereira, E. Gonçalves, R. de Freitas, INVESTIGANDO O PROCESSO DE CRIAÇÃO DA PINTURA "COSTUREIRAS" DE TARSILA DO AMARAL, DE 1950, POR IMAGENS UVL, IR E MA-XRF, Quim. Nova. (2025). https://doi.org/10.21577/0100-4042.20250039.

[12] V.S. Felix, U.L. Mello, M.O. Pereira, A.L. Oliveira, D.S. Ferreira, C.S. Carvalho, F.L. Silva, A.R. Pimenta, M.G. Diniz, R.P. Freitas, Analysis of a European cupboard by XRF, Raman and FT-IR, Radiat. Phys. Chem. 151 (2018) 198–204. https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2018.06.036.

[13] E.A.M. Kajiya, P.H.O.V. Campos, M.A. Rizzutto, C.R. Appoloni, F. Lopes, Evaluation of the veracity of one work by the artist Di Cavalcanti through non-destructive techniques: XRF, imaging and brush stroke analysis, Radiat. Phys. Chem. (2014). https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2013.03.027.

[14] L. Giorgi, A. Nevin, D. Comelli, T. Frizzi, R. Alberti, E. Zendri, M. Piccolo, F.C. Izzo, In-situ technical study of modern paintings - Part 2: Imaging and spectroscopic analysis of zinc white in paintings from 1889 to 1940 by Alessandro Milesi (1856–1945), Spectrochim. Acta Part A Mol. Biomol. Spectrosc. 219 (2019) 504–508. https://doi.org/10.1016/j.saa.2019.04.084.

[15] I. de C. Mendes, J.A. dos S. Oliveira, M.S.S. Dantas, Characterization of 20th century art materials from the Lasar Segall Museum, J. Raman Spectrosc. 50 (2019) 281–288. https://doi.org/10.1002/jrs.5530.

[16] F. Rosi, A. Burnstock, K.J. Van den Berg, C. Miliani, B.G. Brunetti, A. Sgamellotti, A non-invasive XRF study supported by multivariate statistical analysis and reflectance FTIR to assess the composition of modern painting materials, Spectrochim. Acta - Part A Mol. Biomol. Spectrosc. 71 (2009) 1655–1662. https://doi.org/10.1016/j.saa.2008.06.011.

[17] S. Charles, D.W. Bui, T. Canler, A. Carnevali, Strontium in barium sulphate as a discriminating factor in the forensic analysis of tool paint by SEM/EDS, Forensic Sci. Int. 331 (2022) 111127. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2021.111127.

[18] B. Łydżba-Kopczyńska, M. Iwanicka, M. Kowalska, P. Targowski, Combining <scp>macro-XRF</scp> , <scp>OCT</scp> , and sampling techniques in the authentication study of the painting attributed to Michael Willmann, X-Ray Spectrom. 50 (2021) 384–400. https://doi.org/10.1002/xrs.3217.

Rev. Bras. Crim. 14(4), 127-129, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 127-129, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA
Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Revelação de Impregnação Hemática em Ossos Humanos com uso de BLUESTAR®

[a] Instituto de Criminalística, Perícia Oficial do Maranhão, Imperatriz (MA), Brasil

[b] Instituto Médico-Legal, Perícia Oficial do Maranhão, Imperatriz (MA), Brasil

Endereço de e-mail para correspondência: email@dominio.com. Tel.: +55-00-0000000.

Keywords: bluestar; luminol em ossada humana; quimioluminescência; química forense; sangue humano.

1. INTRODUÇÃO

Foram recebidas e analisadas partes de ossada humana referente à vítima cujo histórico da ocorrência, segundo relatos da suspeita do crime, havia sofrido um infarto e morrido durante a prática de ato sexual consentido. Tal argumento contrastava com o resultado de laudo cadavérico emitido por médico legista *Ad hoc*, que afirmava que a vítima apresentava lesão pérfuro incisa na região do oco axilar direito. Após exumação, decorridos dez anos da data do fato, o médico legista (Perito Oficial) do Instituto Médico Legal de Imperatriz/MA constatou no úmero direito mancha escura semelhante a impregnação hemática causada por lesão e consequente extravasamento de sangue na região. A partir disso, surgiu o questionamento sobre o uso de BlueStar® para a confirmar ou descartar a referida hipótese.

2. DESENVOLVIMENTO

BlueStar® se refere a uma nova solução de luminol desenvolvida para eliminar alguns inconvenientes de preparações clássicas de luminol, tais como a baixa intensidade da emissão, o baixo tempo de emissão e a curta vida útil da solução [1].

O teste forense de luminol tem sido há muito tempo estabelecido como um método para detectar vestígios de sangue [2]. O luminol é uma substância de massa molar 177,16g/mol, representado pela fórmula C8H7N3O2, tendo sido nomeado pela IUAPAC de 5-Amino-2,2-Dihidro-1,4-ftalazinodiona. Em meio básico e na presença de peróxido de hidrogênio, se decompõe, formando seus respectivos produtos e emitindo luz em comprimento de onda específico [2] [1].

O referido composto é um reagente quimioluminescente de alta sensibilidade usado como teste presuntivo para presença de sangue em locais de crime [3], apresentando- se como importante ferramenta de investigação forense para pesquisa de manchas de sangue invisíveis a olho nu, em locais que foram limpos.

Estudos mostram que esse composto tem sido usado há bastante tempo como um meio bastante eficaz para detecção de sangue humano em cenas de crime [4], tento sido mais recentemente relatado como uso para estudos de intervalo *post mortem* (IPM), se mostrando pouco efetivo para detectar sangue com muitas décadas após a morte (cerca de oitenta anos), mas capaz de detectar sangue quando o se trata apenas de *algumas* décadas [2].

Seu mecanismo de ação, que ocorre em meio fortemente básico (pH entre 8 e 14), se dá por processo redox catalisado pela hidroxi-ferril-porfirina (derivado do grupo *heme* da hemoglobina), conforme detalhado por Barni [1].

3. EXAMES

3.1. Materiais

- 125 mL da solução de BlueStar®;
- Câmera da marca Canon, modelo T5i, equipada com lente 18-a2
- 5, f4.8 e tripé de estabilização, e;
- Equipamentos de Proteção Individual (EPI's).

Rev. Bras. Crim. 14(4), 127-129, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

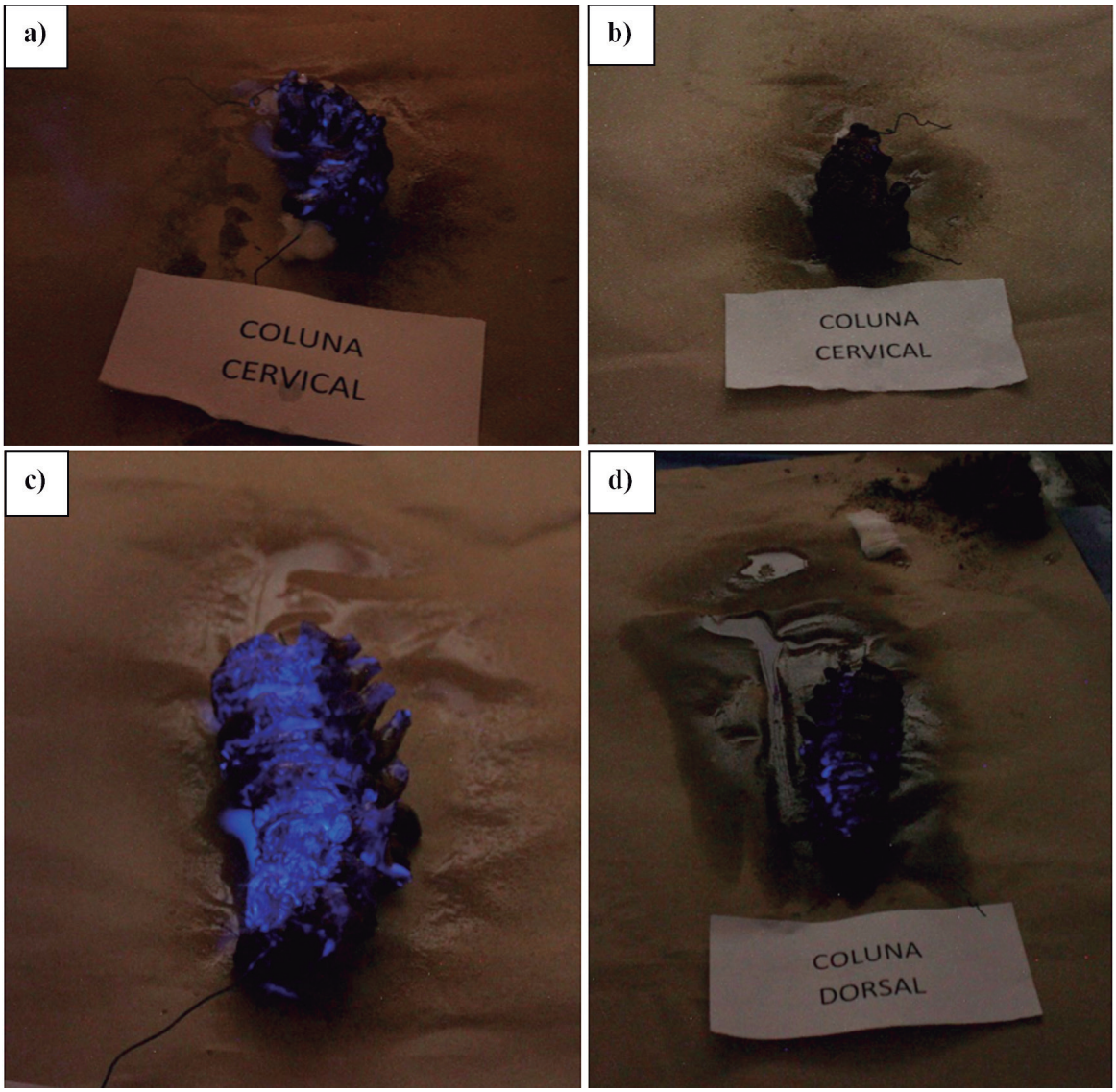


Figura 1: capturas fotográficas dos componentes ósseos após aplicação da solução de BlueStar®, sendo: (a) porção lateral direita da coluna cervical; (b) porção lateral esquerda da coluna cervical; (c) porção lateral direita da coluna dorsal, e; (d) porção lateral esquerda da coluna dorsal. Autor: Tiago Soares Tenório

3.2. Material questionado

Componentes de esqueleto humano, sendo:

- Vértebras C1 a C7 (coluna cervical);
- Vertebras da coluna dorsal, e;
- Úmeros direito e esquerdo.

3.3. Métodos

Em ambiente de baixa luminosidade, solução preparada de BlueStar® foi inicialmente espargida, com auxílio de frasco spray que acompanha o kit, sobre os ossos examinados, agrupados de acordo com seus tipos. Para cada aplicação, foram realizadas capturas fotográficas com a câmera estabilizada em tripé, configurada em modo manual, com abertura focal (f) intermediária; longo tempo de exposição e elevado ISO.

4. RESULTADOS

Após a aplicação do reagente, observou-se quimioluminescência, com emissão de luz azul royal intensa e com duração de mais de um minuto, apenas na porção lateral direita dos componentes ósseos da coluna dorsal (Fig. 1). Tal reação não ocorreu com as mesmas características para os demais componentes ósseos, não sendo possível observar nas fotografias uma significativa emissão de luz.

Este resultado contrasta com o que fora inicialmente observado pelo médico legista nos exames pós exumação, que apontava a possibilidade de a mancha escura presente no úmero esquerdo se tratar de impregnação hemática.

Apesar disso, a forte reação do BlueStar® na porção lateral direita da coluna dorsal indica que ali houve extravasamento sanguíneo, possivelmente causado

Rev. Bras. Crim. 14(4), 127-129, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

por lesão provocada naquela região, o que corrobora com a afirmação contida no laudo de exame cadavérico emitido pelo médico legista *ad hoc,* que indicava lesão pérfuro incisa na região do oco axilar direito.

5. DISCUSSÃO

A reação de emissão de luz ocorre instantaneamente após aplicação do luminol sobre o sangue, e seu tempo de meia vida varia de acordo com a quantidade e qualidade do catalizador, uma vez que é constante a concentração de luminol [1].

A quimioluminescência do luminol sofre interferência de muitos compostos, o que gera dificuldade na interpretação dos resultados, especialmente quando se trata de interferências que intensificam a reação, o que pode levar o examinador a obter falsos positivos [4] [5] [6].

Apesar disso, tendo em vista o solo ser naturalmente compostos por uma variedade de compostos organometálicos [7] capazes de intensificar essa reação, a quimioluminescência foi observada com maior intensidade apenas em determinada região, qual seja, a porção lateral direita da coluna dorsal, sendo observada também, porém com menor intensidade, na porção lateral direita das vértebras cervicais (C1 a C7).

Isso ocorre porque, embora possa ocorrer a reação de quimioluminescência do luminol de modo intenso na presença de outros compostos orgânicos e inorgânicos, essa reação é de pouca duração (alguns segundos), enquanto a reação de luminol na presença de sangue é intensa e de longa duração, com emissões de luz que podem ser observadas mesmo após 3 minutos da aplicação [1] [8].

A não reação pode ter ocorrido em função da completa decomposição do sangue em locais onde a sua concentra**ção era** pequena (ossos sem impregnação hemática decorrente de lesão), conforme mencionado por Ramsthaler [9].

6. CONCLUSÃO

Assim, o uso da formulação de BlueStar® para detecção de sangue em ossada se mostrou efetivo, obtendo-se êxito em revelar mancha de sangue humano em excesso sobre ossada humana, mesmo após decorridos 10 anos da inumação. Isso mostra que o método, que é um tente presuntivo e que tem suas limitações, ainda é uma importante ferramenta para auxiliar os *experts* forenses no estabelecimento de dinâmica de fatos judicialmente relevantes, bem como para ratificar ou descartar hipóteses relacionadas a questionamentos jurídicos importantes para a persecução processual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] F. Barni, S. W. Lewis, A. Berti e G. L. Gordon M. Miskelly, "Forensic application of the luminol reaction," *Science Direct,* pp. 896-913, 9 01 2007.

[2] K. K. K. Z. M. V. F. Ramsthaler, "Dating skeletal remains with luminol-chemiluminescence. Validity, intra- and," *Forensic Science International,* 2009.

[3] P. &. M. M. &. S. M. &. S. J. Bilous, "Detecting Burnt Bloodstain Samples with Light-Emitting Blood Enhancement Reagents," *American Academy of Forensic Sciences,,* 1 janeiro 2010.

[4] M. Grodsky, P. L. Kirk e K. Wright, "Simplified Preliminary Blood Testing--An," *Journal of Criminal Law and Criminology,* 1951.

[5] L. &. T. A. Ewetz, "Factors affecting the specificity of the luminol reaction with hematin compounds," *Analytical Biochemistry,* pp. 564-570, 1976.

[6] B. A. G. K. &. S. H. Burke, "Luminosity, my dear Watson, luminosity!-Or, are those bloodstains?," *Journal of chemical education,* p. 65, 1999.

[7] V. M. S. C. E. G. S. F. N. &. S. H. G. Benites, "Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço," *Brazilian Journal of Botany,* pp. 569-577, 2007.

[8] R. &. M. G. M. King, "The inhibition by amines and amino acids of bleach-induced luminol chemiluminescence during forensic screening for blood," *Talanta,* pp. 345-353, 2005.

[9] K. K. Z. K. V. M. Ramsthaler F, "Dating skeletal remains with luminol-chemiluminescence. Validity, intra- and interobserver error," *Forensic Sci Int.,* pp. 47-50, 30 maio 2009.

v. 14, n. 4, p. 130-132, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

O que as larvas de dípteros podem contar sobre maus-tratos contra animais: o primeiro estudo entomológico de caso de miíase em Santa Catarina, Brasil

V.W. Botteon[a,*], I.S. Perecin[a], A. Gaedke[a], V.M. Alves[a]

[a] *Polícia Científica de Santa Catarina, Florianópolis (SC), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: victor_botteon2@hotmail.com.*

Keywords: Crimes contra a fauna; Entomologia Forense; Maus-tratos; Miíase; Perícia Criminal.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Dentre as espécies penais da Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998) foram tipificados os crimes contra a fauna, com destaque para o crime de maus-tratos contra os animais, no qual a Lei nº 14.064/2020 incluiu uma circunstância qualificadora quando se tratar de ato de abuso ou maus-tratos contra cão ou gato (artigo 32, § 1º-A). Neste contexto, existem diversos tipos de exames periciais relacionados a estes casos, desde o levantamento de local até os exames mais específicos no corpo do animal, vivo ou morto.

Em face da demanda e da importância de exames periciais em casos de crimes contra a fauna, a Divisão de Medicina Veterinária Legal (DMVT) foi criada pela Polícia Científica de Santa Catarina (PCISC) no ano de 2023, buscando realizar exames específicos em crimes contra animais e que demandam conhecimento especializado.

Este trabalho objetivou apresentar o primeiro estudo de caso integrando a DMVT em parceria com a Divisão de Entomologia Forense (DENT) da PCISC, a qual foi formalizada em janeiro de 2022 e atua realizando exames de estimativa do intervalo postmortem (IPM), por meio dos vestígios entomológicos [1]. Além disso, a entomologia forense pode auxiliar na identificação de casos de maus-tratos tanto em vítimas humanas quanto em animais, quando há ocorrência de miíase.

A miíase consiste no processo de infestação de humanos e de outros animais vertebrados vivos por larvas de dípteras, as quais podem se alimentar de tecidos do hospedeiro por determinado período [2].

2. PROBLEMÁTICA

Um cão doméstico (*Canis lupus familiaris*) deu entrada em uma clínica veterinária de Joinville/SC na data 06 de dezembro de 2023. A médica veterinária que atendeu o animal reportou que o cão estava infestado por larvas de moscas e que, devido ao alto grau de infestação larval, foi procedida a eutanásia com a administração de anestésico propofol. Após a morte, o animal foi mantido congelado e enviado à DMVT para a realização de necropsia.

Durante os exames, larvas de dípteras foram coletadas no corpo do animal e enviadas à DENT, buscando estimar o tempo de infestação mínimo.

O cálculo do tempo de infestação mínimo estima a provável data em que as espécies de dípteras recebidas para exame iniciaram o processo de infestação da ferida no animal, não informando o exato tempo em que a ferida foi produzida.

3. DESENVOLVIMENTO

Tratava-se de um cão de pequeno porte, com características externas prevalentes da raça Shih-tzu, medindo aproximadamente 44 centímetros da inserção da cauda à nuca. De acordo com o histórico da ocorrência, o animal já chegou à clínica apresentando feridas com miíase, em diferentes estágios larvais,

sendo recomendado procedimento de eutanásia, utilizando propofol.

A carcaça do animal passou por exame necroscópico na DMVT em 13 de dezembro de 2023, sendo possível identificar a presença de infestação larval em ferimentos, conforme ilustrado pelas Fig. 1 e Fig. 2.

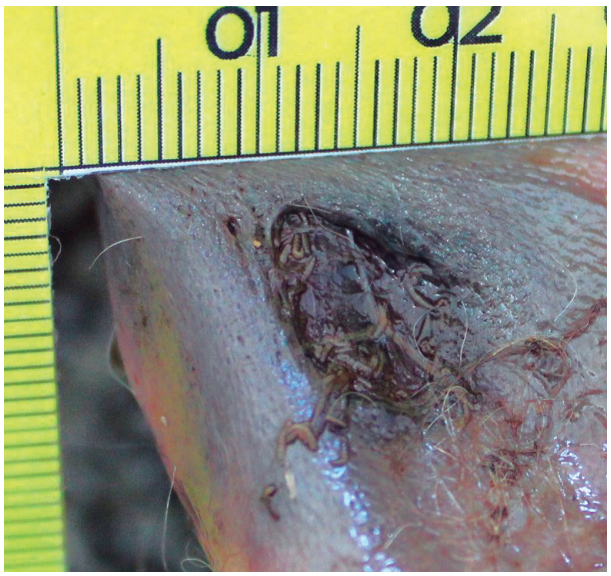


Figura 1. Ocorrência de infestação larval em ferida observada na carcaça de cão doméstico.

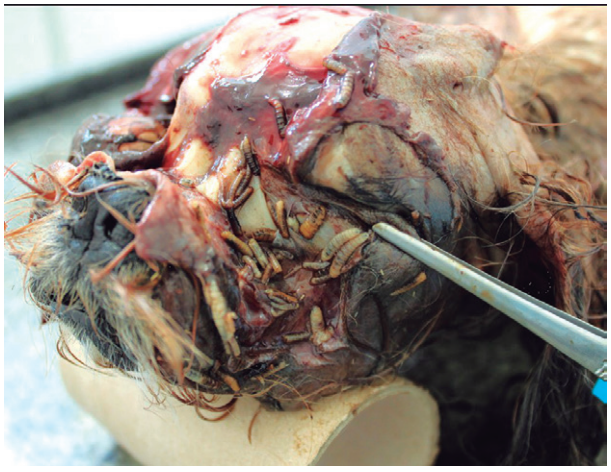


Figura 2. Presença de larvas de dípteras nas regiões maxilar, nasal e periorbitária esquerdas do animal, durante a realização de necropsia.

Amostras de larvas de dípteras foram coletadas da carcaça do animal e acondicionadas em tubo plástico hermeticamente fechado com tampa rosqueável, contendo álcool 70% líquido como agente fixador. Na data de 04 de janeiro de 2024, os vestígios entomológicos foram recebidos na DENT para análise.

As larvas foram recebidas mortas e em mau estado geral de conservação, apresentando coloração enegrecida, em face de congelamento antes do recebimento no laboratório.

A(s) espécie(s) foi(ram) analisada(s) para identificação e o tempo mínimo requerido para a(s) espécie(s) atingir(em) o(s) respectivo(s) estágio(s) do ciclo biológico foi analisado por meio de estudos prévios disponíveis na literatura científica. Após as análises, as amostras foram armazenadas em álcool etílico a 70% líquido como contraprova no laboratório da DENT.

A temperatura corporal normal do cão foi considerada como de 38ºC. A partir das informações obtidas, a estimativa do tempo de infestação mínimo se deu por meio da metodologia do grau-dia acumulado (GDA) [3], obtendo-se, assim, a data estimada de quando os insetos provavelmente iniciaram a infestação do animal (miíase).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O animal apresentava diversas feridas infectadas e infestadas por larvas, em processo de necrose tecidual. As larvas de dípteros recebidos para exame foram identificadas como sendo imaturos na fase final de desenvolvimento larval de 3º instar (L3) e pré-pupas, apresentando características morfológicas compatíveis com a espécie *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1858) (Diptera: Calliphoridae) [4], conforme Fig. 3.

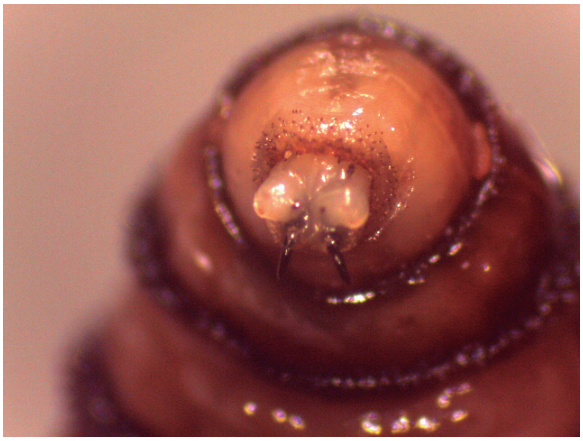


Figura 3. Detalhe dos ganchos orais de indivíduo imaturo (larva L3) compatível com a espécie *Cochliomyia hominivorax*.

As informações acerca da biologia e do comportamento de insetos parasitários podem fornecer dados à investigação de um caso envolvendo falta de higiene, negligência e de maus-tratos tanto em pessoas quanto em animais por falta de tratamento adequado.

Tal espécie é conhecida popularmente como “mosca-da-bicheira” e suas larvas são parasitos obrigatórios de animais de sangue quente, apresentando relevante importância médico-veterinária. Em animais domésticos, as miíases ocorrem como consequência de feridas abertas e não tratadas, ou seja, a falta de assistência médico-veterinária no tratamento de lesões permite a infestação e o desenvolvimento das larvas.

Considerando que o tempo de infestação mínimo é calculado com base no ciclo biológico do(s) espécime(s) mais velho(s) que se encontra(m) colonizando o hospedeiro, a estimativa se deu por meio da análise do desenvolvimento biológico dos imaturos da espécie *C. hominivorax* recebidos para exame pericial. Assim, considerando os menores valores descritos no trabalho de Oliveira et al. [5] (11 horas de período de incubação + 24 horas de desenvolvimento de L1 a L2 + 96 horas de tempo de desenvolvimento em L3), o tempo de desenvolvimento considerado foi de 131 horas, ou de 5,458 dias.

Dessa forma, o valor de GDA calculado foi de 152,824, resultando em um tempo mínimo de infestação de 5 dias. A estimativa do tempo mínimo de infestação permitiu identificar o tempo mínimo que o animal estava infestado e que permitiria ao tutor atento verificar a presença de feridas com larvas e providenciar o adequado tratamento veterinário.

5. CONCLUSÕES

Considerando a metodologia empregada e os valores calculados para o desenvolvimento da espécie *Cochliomyia hominivorax*, foi possível estimar que na data de 01/12/2023 a "mosca-da-bicheira" já tinha iniciado a colonização do corpo do hospedeiro.

Assim, o tempo mínimo de infestação (miíase) foi estimado em 05 dias e, à luz da ciência estritamente veterinária, concluiu-se que o animal foi submetido a maus-tratos, uma vez que não lhe foi fornecido tratamento veterinário adequado no início de suas lesões, o que impediria a extensa infestação por larvas.

AGRADECIMENTOS

À Polícia Científica de Santa Catarina – PCISC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] A. Gaedke; V.M. Alves; V.W. Botteon. Entomological data from the first year of the Forensic Entomology Division formalization at Santa Catarina Scientific Police. *Rev. Bras. Entomol.* **68(2)**: e20230104 (para ser publicado em 2024).

[2] F. Zumpt. *Myiasis in man and animals in the old world: a textbook for Physicians, Veterinarians and Zoologists*. London, England: Butterworths e Co LTD (1965).

[3] J. Oliveira-Costa. *Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios*. 3ª Ed. Campinas, SP: Millennium Editora (2011).

[4] A.M. Prado; A.G. Savino; P.J. Thyssen, P. J. Interactive key for third instar larvae of Neotropical blow flies (Insecta, Diptera, Calliphoridae): The contribution of computational tools to assist in species identification. *Neotropical Entomology* **52(3)**: 373-379 (2023).

[5] M.D.S. Oliveira; L.G. Brito; R. Giglioti; A.D.S. Chagas. *Manutenção de culturas in vitro da mosca da bicheira, Cochliomyia hominivorax*. Comunicado Técnico 339, EMBRAPA (2009).

v. 14, n. 4, p. 133-139, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Eficiência na recuperação de perfis genéticos em crimes patrimoniais: análise por tipo de vestígio

C.S. Maciel[a,*], C. Trindade[b], B.R.

[a] *Setor Técnico Científico, Superintendência de Polícia Federal no Tocantins, Palmas (TO), Brasil*
[b] *Instituto Nacional de Criminalística, Polícia Federal, Brasília (DF), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: camila.csm@pf.gov.br. Tel.: +55-63-3236-5461.*

Keywords: Genética Forense. DNA Forense. DNA de toque. DNA traço. Local de Crime.

RESUMO

O uso da genética forense para auxiliar a justiça na elucidação de crimes tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, com consequente aumento da análise de vestígios biológicos. No entanto os recursos são limitados, tornando necessário otimizar o trabalho a fim de permitir a obtenção de resultados em tempo hábil e evitar a ocorrência de backlogs. Este trabalho avaliou o potencial de recuperação de perfil genético interpretável a partir dos diferentes tipos de vestígios coletados em locais de crimes contra o patrimônio. Foram analisados 958 laudos emitidos pelo laboratório de genética forense da Polícia Federal no ano de 2020 que resultaram do processamento de 2872 amostras. Foi observada uma porcentagem de recuperação de perfil genético interpretável útil para a investigação em 32,42% das amostras analisadas, sendo o sangue o vestígio que apresentou a maior taxa de recuperação, seguida dos vestígios resultantes de mucosa oral e por último do material resultante de DNA traço. Compreender a taxa de sucesso da recuperação de perfis genéticos interpretáveis a partir dos diferentes tipos de vestígios presentes em locais de crime é fundamental para direcionar a priorização na coleta e processamento dos vestígios.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem havido um aumento considerável da utilização da genética forense para auxiliar as investigações criminais. Isso fez com que cada vez mais vestígios biológicos fossem coletados nos locais de crime e encaminhados para análise nos laboratórios de genética forense, resultando em um grande volume de trabalho. [1]

No entanto, os laboratórios possuem recursos e pessoal limitados, o que faz com que haja necessidade otimização do trabalho e gestão da demanda para evitar o acúmulo de vestígios não processados (backlog) e permitir que a resposta seja dada em tempo hábil, além de evitar a perda de material genético pelo decurso do tempo. [2]

Para evitar o aumento desses backlogs sugere-se que haja uma seleção dos vestígios que possuem maior potencial informativo e probativo para envio ao laboratório. É a chamada priorização de vestígios, onde se limita a quantidade de vestígios que podem ser coletados em cada local de crime, para serem encaminhados e examinados pelos laboratórios de genética forense. Para haver a coleta de uma quantidade maior do que o limite estabelecido, deverá informar uma justificativa plausível, como a comprovação do envolvimento de muitos indivíduos, ou a determinação da dinâmica do crime. Desta forma, tenta-se evitar o grande acúmulo de material não analisado, além de diminuir o tempo de resposta. [3]

Na Polícia Federal a maior casuística de ocorrência de locais de crime é em crimes contra o patrimônio, se comparado com outros tipos de crimes. Nesse tipo de crime os vestígios biológicos comumente encontrados são os chamados DNA traço, que apresentam em geral uma baixa recuperação de perfil genético interpretável, útil para a investigação. Esse DNA traço, usualmente não é visível a olho nu e não é possível definir

se teve origem, por exemplo, nas células descamativas da epiderme depositadas sobre algum objeto tocado pelo indivíduo, ou se sua fonte foi a saliva deposita sobre alguma superfície após uma tosse ou espirro do indivíduo. [4-6]

Desta forma, é indicado que haja uma seleção correta de vestígios a serem analisados pelo laboratório a fim de otimizar o funcionamento deste e permitir respostas mais rápidas, além de evitar a ocorrência de grandes backlogs de amostras a serem analisadas. [7]

Para auxiliar o perito de local de crime a selecionar os vestígios que ele deverá coletar e encaminhar para o laboratório é interessante o conhecimento do potencial de cada tipo de vestígio em fornecer perfil genético interpretável, apto a ser incluído no banco de dados, útil para a investigação.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o percentual de recuperação de perfil genético interpretável a partir dos diferentes tipos de vestígios coletados em locais de crime contra o patrimônio, a fim de que essa informação possa ser utilizada pelos peritos criminais no momento do processamento do local de crime para selecionar os melhores vestígios a serem recolhidos e enviados ao laboratório de genética forense.

2. MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho foi realizado um estudo descritivo e quantitativo, por meio da revisão dos laudos de perícia criminal da área de genética forense emitidos pelo Setor de Genética Forense (SEGEF) do Instituto Nacional de Criminalística (INC) da Polícia Federal, entre 01/01/2020 e 31/12/2020, que tenham tido como objeto a análise e processamento de vestígios coletados por Peritos Criminais Federais em locais de crimes contra o patrimônio. Esses laudos foram emitidos no âmbito de procedimentos policiais e no interesse da Justiça, durante as diligências policiais para a elucidação do crime.

2.1. Classificação de acordo com o tipo de vestígio

Os vestígios colhidos nos locais de crime contra o patrimônio foram classificados de acordo com o tipo de vestígio colhido no local em: (1) DNA traço; (2) vestimenta; (3) mucosa oral/saliva; (4) sangue; (5) cabelo; (6) fezes/urina e (7) outro tecido biológico humano. Os materiais caracterizados como DNA traço foram ainda subdivididos em: (1.1) Objetos e ferramentas; (1.2) mochila/bolsas; (1.3) suabe de câmbio/volante/freio de mão de veículos ou suabe de manopla de motocicleta; (1.4) óculos; (1.5) suabe de superfícies; (1.6) fita adesiva ou fita isolante e (1.7) aparelho de barbear. Os materiais caracterizados como vestimenta foram subdivididos em: (2.1) meias; (2.2) luvas; (2.3) balaclava/touca ninja; (2.4) boné/chapéu/touca/capuz; (2.5) cueca/calcinha; (2.6) calça/short/bermuda; (2.7) camisa/casaco/colete; (2.8) toalha; (2.9) calçado e (2.10) capacete. Os materiais caracterizados como mucosa oral/saliva foram subdivididos em: (3.1) guimba de cigarro; (3.2) copos/latas/garrafas/talheres; (3.3) restos de alimentos parcialmente consumidos (mordidos); (3.4) máscara facial/máscara cirúrgica e (3.5) escova de dentes.

2.2. Classificação de acordo com o resultado dos exames

Os resultados dos exames de genética forense presente nos laudos emitidos foram classificados em: (1) perfil unitário completo; (2) perfil unitário parcial; (3) perfil de mistura interpretável; (4) perfil de mistura não interpretável (5) perfil ausente ou não interpretável e (6) sem DNA (para as amostras que apresentaram concentração de DNA menor que 0,0032ng/µL no resultado da etapa de quantificação). Os resultados 1, 2 e 3 representam perfis genéticos passíveis de interpretação e comparação com outros perfis presentes nos bancos de dados, com base em parâmetros técnicos adotados pelo sistema de gestão da qualidade vigente no laboratório de genética forense da Polícia Federal, sendo, desta forma, úteis para auxiliar a justiça. Os resultados 4, 5 e 6 representam perfis genéticos não interpretáveis, incertos quanto ao número de contribuintes da mistura sem identificação de um perfil majoritário, com quantidade de DNA insuficiente para prosseguimento dos exames, amostras inibidas ou muito degradadas, não permitindo qualquer interpretação adicional.

3. RESULTADOS

3.1. Tipos de Vestígios

O vestígio mais frequentemente coletado nos locais de crime contra patrimônio foi o chamado DNA traço, que é representado em geral pela baixa quantidade de material genético disponível e é resultante da suposta interação direta ou indireta do indivíduo envolvido no crime com alguma superfície ou objeto deixado no local. A tabela 1 apresenta um resumo dos tipos de vestígios analisados.

Tabela 1. Tipos de vestígios coletados nos locais de crime contra o patrimônio

Vestígio	n		%
DNA traço	1572		54,74
Vestimenta	560		19,50
Mucosa oral/saliva	427		14,87
Sangue	270		9,40
Cabelo/pelo	22		0,77
Fezes/urina	17		0,59
Tecido biológico humano	4		0,14
TOTAL	**2872**		100

Uma análise mais detalhada dos tipos de vestígios que podem ser classificados como DNA traço, vestimenta e mucosa oral/saliva, evidenciou que os materiais classificados como objetos e ferramentas foram os mais frequentes entre os todos os materiais coletados em locais de crime. Suabes de superfícies foram o segundo vestígio mais frequentemente coletado nos locais de crime contra o patrimônio. Entre as vestimentas os vestígios mais coletados foram camisas, coletes e casacos. A tabela 2 apresenta os quantitativos de vestígio coletados.

Tabela 2. Detalhamento dos tipos de vestígios coletados nos locais de crime

Vestígio		n	%
DNA traço	Objetos e ferramentas	739	25,73
	Mochila / bolsas	44	1,53
	Câmbio/ volante/ freio de mão	170	5,92
	Óculos	35	1,22
	Suabe de superfícies	530	18,45
	Fita adesiva	53	1,85
	Aparelho de barbear	1	0,03
Vestimenta	Meias	11	0,38
	Luva	139	4,84
	Balaclava/touca ninja	48	1,67
	Boné/chapéu/touca/capuz	119	4,14
	Cueca/calcinha	7	0,24
	Calça/short/bermuda	16	0,56
	Camisa/casaco/colete	147	5,12
	Toalha	7	0,24
	Calçado	49	1,71
	Capacete	17	0,59
Mucosa oral/saliva	Cigarro	111	3,86
	Copos/ Latas/ Garrafas/ talheres	241	8,39
	Restos de alimentos	13	0,45
	Máscara facial	34	1,18
	Escova de dentes	28	0,97
Sangue		270	9,40
Cabelo/pelo		22	0,77
Fezes/urina		17	0,59
Tecido biológico humano		4	0,14
TOTAL		**2872**	**100**

3.2. Resultado da quantificação e amplificação dos perfis genéticos

Após a etapa da amostragem, os materiais foram submetidos à etapa de quantificação. Aquelas amostras que ao final da etapa de quantificação apresentam concentração de DNA inferior a 0,0032ng/µL, tiveram seu processamento interrompido, sendo apenas retirada uma alíquota do material para armazenamento como contra-prova, sendo essas amostras representadas como "Sem DNA". As amostras que apresentaram, após a etapa da quantificação, uma concentração de DNA igual ou superior a 0,0032ng/µL foram processadas até a etapa de tipagem dos marcadores genéticos.

Os resultados foram então classificados em: "Perfil ausente ou não interpretável", que representa os casos onde os perfil observado não atende critérios mínimos de qualidade determinados pelo Sistema de Gestão da Qualidade interno do laboratório, não sendo passível de qualquer outra interpretação ou inclusão em bancos de dados; "Perfil de mistura não interpretável", quando há mais de 2 contribuintes e não é possível isolar o perfil majoritário; "Perfil de mistura interpretável", quando há apenas 2 contribuintes ou, havendo mais de 2 contribuintes, é possível isolar o perfil majoritário; "Perfil parcial unitário", quando são observadas amplificações de alelos em pelos menos de 8 e menos de 21 loci; e o "Perfil completo unitário", quando foi observado uma amplificação alélica em todos os 21 loci. Este último resultado é o mais desejado, tendo o maior valor para a genética forense.

Os resultados "Perfil completo unitário", "Perfil parcial unitário" e "Perfil de mistura interpretável" são considerados potencialmente úteis para a investigação por poderem ser utilizados para confronto ou inclusão/exclusão de suspeitos, enquanto os resultados "Perfil de mistura não-interpretável, "Perfil ausente ou não interpretável" e "Sem DNA" são considerados não úteis para a investigação, pois não permitem interpretações que possibilitem confronto ou inclusão/exclusão. A tabela 3 ilustra os quantitativos dos resultados da quantificação e amplificação.

Tabela 3 – Resultado geral da quantificação e amplificação dos vestígios analisados

Resultado	Quantidade			
	n		%	
Sem DNA	791	1941	27,54	67,58
Perfil ausente / não interpretável	1051		36,59	
Perfil mistura não interpretável	99		3,45	
Perfil de mistura interpretável	327	931	11,39	32,42
Perfil parcial unitário	179		6,20	
Perfil completo unitário	426		14,83	
TOTAL	**2872**		**100%**	

Na tabela 4 são ilustrados os resultados dos exames após a etapa de quantificação e amplificação para cada tipo de vestígio, a fim de evidenciar os vestígios que apresentaram maiores percentuais de resultados úteis para a investigação. O sangue apresentou 81,48% (n = 220) de perfil unitário completo, seguido dos restos de alimentos, com 53,85% (n = 7), da escova de dentes, com 53,57% (n = 15), e guimbas de cigarro, com 36,94% (n = 41).

A tabela 5 apresenta um agrupamento dos resultados úteis e não-úteis para a investigação, para cada um dos vestígios analisados. No resultado geral o tecido biológico humano e o aparelho de barbear apresentaram maior percentual de resultados úteis, ambos com 100% (n = 4 e n = 1, respectivamente), seguido do sangue com 96,30% (n=260) e dos restos de alimentos consumidos, com 84,62% (n = 11).

O Gráfico 1 apresenta uma visualização esquemática do percentual de perfis úteis e não úteis para cada tipo de vestígio.

Tabela 4. Resultados quantificação e amplificação dos vestígios coletados em locais de crimes contra o patrimônio em números absolutos

Tipos de vestígio		Resultados – n (%)						
		Sem DNA	Perfil ausente/ não interpretável	Perfil de mistura não interpretável	Perfil de mistura interpretável	Perfil parcial unitário	Perfil completo unitário	TOTAL
DNA traço	Objetos e ferramentas	294 (39,78%)	309 (41,81%)	25 (3,38%)	65 (8,80%)	31 (4,19%)	15 (2,03%)	739 (100%)
	Mochila / bolsas	8 (18,18%)	29 (65,91%)	4 (9,09%)	1 (2,27%)	0 (0%)	2 (4,55%)	44 (100%)
	Câmbio/ volante	34 (20,00%)	85 (50,00%)	15 (8,82%)	22 (12,94%)	3 (1,76%)	11 (6,47%)	170 (100%)
	Óculos	16 (45,71%)	12 (34,29%)	1 (2,86%)	1 (2,86%)	5 (14,29%)	0 (0%)	35 (100%)
	Suabe de superfícies	227 (42,83%)	225 (42,45%)	25 (4,72%)	23 (4,34%)	16 (3,02%)	14 (2,64%)	530 (100%)
	Fita adesiva	14 (26,42%)	18 (33,96%)	3 (5,66%)	6 (11,32%)	6 (11,32%)	6 (11,32%)	53 (100%)
	Aparelho de barbear	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (100%)	1 (100%)
Vestes	Meias	3 (27,27%)	6 (54,55%)	1 (9,09%)	1 (9,09%)	0 (0%)	0 (0%)	11 (100%)
	Luva	29 (20,86%)	60 (43,17%)	1 (0,72%)	33 (23,74%)	10 (7,19%)	6 (4,32%)	139 (100%)
	Balaclava/touca ninja	4 (8,33%)	24 (50,00%)	1 (2,08%)	11(22,92%)	5 (10,42%)	3 (6,25%)	48 (100%)
	Boné/chapéu/touca	10 (8,40%)	59 (49,58%)	5 (4,20%)	30 (25,21%)	10 (8,40%)	5 (4,20%)	119 (100%)
	Cueca/calcinha	1 (14,29%)	2 (28,57%)	0 (0%)	3 (42,86%)	0 (0%)	1 (14,29%)	7 (100%)
	Calça/short/bermuda	3 (18,75%)	8 (50,00%)	1 (6,25%)	2 (12,50%)	2 (12,50%)	0 (0%)	16 (100%)
	Camisa/casaco/colete	28 (19,05%)	67 (45,58%)	6 (4,08%)	30 (20,41%)	7 (4,76%)	9 (6,12%)	147 (100%)
	Toalha	1 (14,29%)	3 (42,86%)	0 (0%)	2 (28,57%)	0 (0%)	1 (14,29%)	7 (100%)
	Calçado	14 (28,57%)	27 (55,10%)	0 (0%)	6 (12,24%)	1 (2,04%)	1 (2,04%)	49 (100%)
	Capacete	5 (29,41%)	10 (58,82%)	0 (0%)	2 (11,76%)	0 (0%)	0 (0%)	17 (100%)
Mucosa oral/saliva	Cigarro	22 (19,82%)	10 (9,01%)	2 (1,80%)	21 (19,92%)	15 (13,51%)	41 (36,94%)	111 (100%)
	Copos/ Latas/ Garrafas	40 (16,60%)	70 (29,05%)	7 (2,90%)	44 (18,26%)	29 (12,03%)	51 (21,16%)	241 (100%)
	Restos de alimentos	1 (7,69%)	1 (7,69%)	0 (0%)	1 (7,69%)	3 (23,08%)	7 (53,85%)	13 (100%)
	Máscara facial	8 (23,53%)	12 (35,29%)	1 (2,94%)	6 (17,65%)	3 (8,82%)	4 (11,76%)	34 (100%)
	Escova de dentes	5 (17,86%)	3 (10,71%)	0 (0%)	2 (7,14%)	3 (10,71%)	15 (53,57%)	28 (100%)
	Sangue	7 (2,59%)	3 (1,11%)	0 (0%)	14 (5,19%)	26 (9,63%)	220 (81,48%)	270 (100%)
	Cabelo/pelo	11 (50,00%)	2 (9,09%)	1 (4,55%)	0 (0%)	2 (9,09%)	6 (27,27%)	22 (100%)
	Fezes/urina	6 (35,29%)	6 (35,29%)	0 (0%)	1 (5,88%)	1 (5,88%)	3 (17,65%)	17 (100%)
	Outro Tecido biológico humano	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (100%)	4 (100%)
	TOTAL	**791 (27,54%)**	**1051 (36,59%)**	**99 (3,45)**	**327 (11,39%)**	**178 (6,20%)**	**426 (14,83%)**	**1872 (100%)**

Tabela 5. Consolidação de resultados da quantificação e amplificação dos perfis genéticos potencialmente úteis e não úteis para a investigação a partir dos vestígios coletados em locais de crimes contra o patrimônio

Tipos de vestígio		Resultados não úteis para a investigação n (%)		Resultados potencialmente úteis para a investigação n (%)	
DNA traço	Objetos e ferramentas	628 (84,98%)	1344 (85,50%)	111 (15,02%)	228 (14,50%)
	Mochila / bolsas	41 (93,18%)		3 (6,82%)	
	Câmbio/ volante/ freio de mão	134 (78,82%)		36 (21,18%)	
	Óculos	29 (82,86%)		6 (17,14%)	
	Suabe de superfícies	477 (90,00%)		53 (10,00%)	
	Fita adesiva	35 (66,04%)		18 (33,96%)	
	Aparelho de barbear	0 (0,00%)		1 (100,00%)	
Vestimenta	Meias	10 (90,91%)	379 (67,68%)	1 (9,09%)	181 (32,32%)
	Luva	90 (64,75%)		49 (35,25%)	
	Balaclava/touca ninja	29 (60,42%)		19 (39,58%)	
	Boné/chapéu/touca/capuz	74 (62,18%)		45 (37,82%)	
	Cueca/calcinha	3 (42,86%)		4 (57,14%)	
	Calça/short/bermuda	12 (75,00%)		4 (25,00%)	
	Camisa/casaco/colete	101 (68,71%)		46 (31,29%)	
	Toalha	4 (57,14%)		3 (42,86%)	
	Calçado	41 (83,67%)		8 (16,33%)	
	Capacete	15 (88,24%)		2 (11,76%)	
Mucosa oral/ saliva	Cigarro	34 (30,63%)	182 (42,62%)	77 (69,37%)	245 (57,38%)
	Copos/ Latas/ Garrafas/ talheres	117 (48,55%)		124 (51,45%)	
	Restos de alimentos	2 (15,38 %)		11 (84,62%)	
	Máscara facial	21 (61,76%)		13 (38,24%)	
	Escova de dentes	8 (28,57%)		20 (71,43%)	
	Sangue	10 (2,70%)		260 (96,30%)	
	Cabelo/pelo	14 (63,64%)		8 (36,36%)	
	Fezes/urina	12 (70,59%)		5 (29,41%)	
	Outro Tecido biológico humano	0 (0,00%)		4 (100,00%)	
TOTAL		**1941 (67,58%)**		**931 (32,42%)**	

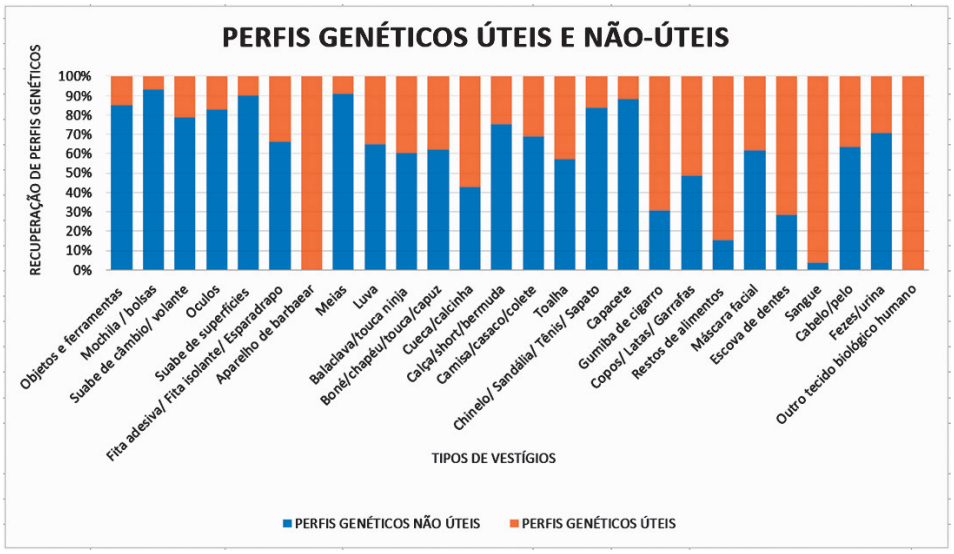


Figura 1 – Representação gráfica dos percentuais de recuperação de perfis genéticos úteis e não-úteis a partir dos diferentes tipos de vestígios coletados em locais de crime contra o patrimônio.

4. DISCUSSÃO

O número de casos de crimes contra o patrimônio geralmente é muito superior à capacidade de processamento dos laboratórios, sendo necessário haver uma priorização no processamento de casos ou de vestígios. O modelo clássico de priorização ocorre geralmente em relação aos crimes, com priorização de casos de homicídios e crimes sexuais, em detrimento dos crimes contra o patrimônio. No entanto, uma outra maneira de proceder a essa priorização é utilizar dados de efetividade de um vestígio em fornecer um perfil útil para a investigação para direcionar os maiores esforços para o processamento desse vestígio.

Com os resultados até aqui elencados é possível indicar uma ordem de priorização dos vestígios mais comumente encontrados nos locais de crimes contra o patrimônio, a fim de auxiliar os peritos criminais a selecionarem os vestígios que possuem maior potencial de fornecer resultados úteis em caso de necessidade de priorização. A tabela 6 apresenta uma ordem para priorização de vestígios, da maior para a menor probabilidade de se encontrar perfis genéticos.

Tabela 6 – Ordem de priorização de vestígios

Ordem	Tipos de vestígios	Ordem	Tipos de vestígios
1	Sangue	14	Luva
2	Tecido biológico	15	Fita adesiva
3	Aparelho de barbear	16	Camisa/casaco
4	Restos de alimentos	17	Calça/short/bermuda
5	Escova de dentes	18	Fezes/urina
6	Guimba de cigarro	19	Suabe de câmbio/ volante/ freio de mão
7	Cueca/calcinha	20	Óculos
8	Copos/ Latas/ Garrafas/ talheres/ canudo	21	Chinelo/ Sandália/ Tênis/ Sapato
9	Toalha	22	Objetos
10	Balaclava/touca ninja	23	Capacete
11	Máscara facial	24	Suabe de superfícies
12	Boné/touca/capuz	25	Meias

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] A. Giovanelli. DNA de contato em locais de crime: potencialidades e limitações. *Evidência. nº 13* - Ano II - Dezembro 2020. Retirado em 15/04/2021, de http://www.policiacivilrj.net.br/evidencia.php.

[2] A.A. Mapes; A.D. Kloosterman.; V. Van Marion; C.J. Poot. Knowledge on DNA Success Rates to Optimize the DNA Analysis Process: From Crime Scene to Laboratory. *Journal of Forensic Sciences*. Julho de 2016, Volume 61, Nº 4.

[3] Forensic DNA Education for Law Enforcement Decision Makers. DNA Evidence: Probative Value and Prioritization. U.S. *Department of Justice, National Institute of Justice.* Retirado em 29/05/2021 de https://projects.nfstc.org/fse/03/03-01.html.

[4] Increasing Efficiency in Crime Laboratories. U.S. *Department of Justice, National Institute of Justice*. Retirado em 29/05/2021 de https://projects.nfstc.org/fse/03/03-01.html.

[5] M. Nelson. Making Sense of DNA Backlogs: Myths vs. Reality. 2011. U.S. *Department of Justice. National Institute of Justice.* Retirado em 29/05/2021 de https://projects.nfstc.org/fse/03/03-00.html.

[6] V. Castella; P. Mangin. DNA profiling success and relevance of 1739 contact stains from caseworks. *Forensic Science International: Genetics Supplement*. Series 1 (2008) 405–407.

[7] J.J. Raymond; R.A.H. Van Oorschotc,.; P. R. Gunnb; S.J. Walsh; C. Roux. Trace DNA success rates relating to volume crime offences. *Forensic Science International: Genetics Supplement.* Series 2 (2009) 136–137.

C.S. Maciel, C. Trindade, Rev. Bras. Crim. 14(4), 133-139, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

EFICIÊNCIA NA RECUPERAÇÃO DE PERFIS GENÉTICOS EM CRIMES PATRIMONAIS: análise por tipo de vestígio

Camila da Silva Maciel[1]; Bruno Rodrigues Trindade[2]

1. Perita Criminal Federal, lotada no Setor Técnico Científico da Polícia Federal no Estado do Tocantins
2. Perito Criminal Federal, lotado no Laboratório de Genética Forense da Polícia Federal, no Instituto Nacional de Criminalística.

INTRODUÇÃO

Com o aumento da utilização da genética forense para auxiliar as investigações criminais, houve aumento da coleta de vestígios biológicos em locais de crime. No entanto, os laboratórios possuem recursos e pessoal limitados. Para maior efetividade do trabalho e evitar o aumento de backlogs, sugere-se que haja uma seleção dos vestígios que possuem maior potencial informativo e probatório. Assim, identificar os tipos de vestígios que possuem maior potencial para recuperação de perfil genético interpretável é uma importante estratégia para diminuir o número de amostras que apresentarão resultados não úteis.

OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o percentual de recuperação de perfil genético interpretável a partir dos diferentes tipos de vestígios coletados em locais de crime contra o patrimônio, a fim de que essa informação possa ser utilizada pelos Peritos no momento do processamento do local para selecionar os vestígios que possuem maior probabilidade de fornecer um resultado útil.

METODOLOGIA

Foi realizado um estudo descritivo e quantitativo, por meio da revisão dos laudos de perícia criminal da área de genética forense emitidos pelo Setor de Genética Forense do Instituto Nacional de Criminalística da Polícia Federal, entre 01/01/2020 e 31/12/2020, que tenham tido como objeto a análise e processamento de vestígios coletados por Peritos Criminais Federais em locais de crimes contra o patrimônio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

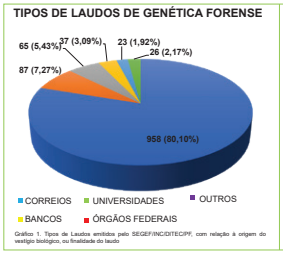


Gráfico 1. Tipos de Laudos emitidos pelo SEGEF/INC/DITEC/PF, com relação à origem do vestígio biológico, ou finalidade do laudo

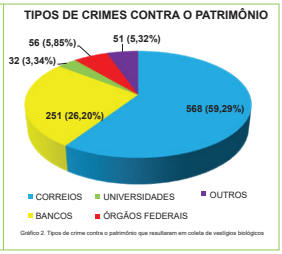


Gráfico 2. Tipos de crime contra o patrimônio que resultaram em coleta de vestígios biológicos

	Vestígio	n		%	
DNA traço	Objetos e ferramentas	739	1572	25,73	54,75
	Mochila / bolsas	44		1,53	
	Câmbio/ volante/ freio de mão	170		5,92	
	Óculos	35		1,22	
	Suabe de superfícies	530		18,45	
	Fita adesiva	53		1,85	
	Aparelho de barbear	1		0,03	
Vestimenta	Meias	11	560	0,38	19,50
	Luva	139		4,84	
	Balaclava/touca ninja	48		1,67	
	Boné/chapéu/touca/capuz	119		4,14	
	Cueca/calcinha	7		0,24	
	Calça/short/bermuda	16		0,56	
	Camisa/casaco/colete	147		5,12	
	Toalha	7		0,24	
	Calçado	49		1,71	
	Capacete	17		0,59	
Mucosa oral/saliva	Cigarro	111	427	3,86	14,87
	Copos/ Latas/ Garrafas/ talheres	241		8,39	
	Restos de alimentos	13		0,45	
	Máscara facial	34		1,18	
	Escova de dentes	28		0,97	
Sangue		270		9,40	
Cabelo/pelo		22		0,77	
Fezes/urina		17		0,59	
Tecido biológico humano		4		0,14	
TOTAL		2872		100	

Tabela 1. Tipos de vestígios coletados nos locais de crime contra o patrimônio

	Tipos de vestígio	Resultados – n (%)						
		Sem DNA	Perfil ausente/ não interpretável	Perfil de mistura não interpretável	Perfil de mistura interpretável	Perfil parcial unitário	Perfil completo unitário	TOTAL
DNA traço	Objetos e ferramentas	294 (39,78%)	309 (41,81%)	25 (3,38%)	65 (8,80%)	31 (4,19%)	15 (2,03%)	739 (100%)
	Mochila / bolsas	8 (18,18%)	29 (65,91%)	4 (9,09%)	1 (2,27%)	0 (0%)	2 (4,55%)	44 (100%)
	Câmbio/ volante	34 (20,00%)	85 (50,00%)	15 (8,82%)	22 (12,94%)	3 (1,76%)	11 (6,47%)	170 (100%)
	Óculos	16 (45,71%)	12 (34,29%)	1 (2,86%)	1 (2,86%)	5 (14,29%)	0 (0%)	35 (100%)
	Suabe de superfícies	227 (42,83%)	225 (42,45%)	25 (4,72%)	23 (4,34%)	16 (3,02%)	14 (2,64%)	530 (100%)
	Fita adesiva	14 (26,42%)	18 (33,96%)	3 (5,66%)	6 (11,32%)	6 (11,32%)	6 (11,32%)	53 (100%)
	Aparelho de barbear	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (100%)	1 (100%)
Vestes	Meias	3 (27,27%)	6 (54,55%)	1 (9,09%)	1 (9,09%)	0 (0%)	0 (0%)	11 (100%)
	Luva	29 (20,86%)	60 (43,17%)	1 (0,72%)	33 (23,74%)	10 (7,19%)	6 (4,32%)	139 (100%)
	Balaclava/touca ninja	4 (8,33%)	24 (50,00%)	1 (2,08%)	11(22,92%)	5 (10,42%)	3 (6,25%)	48 (100%)
	Boné/chapéu/touca	10 (8,40%)	59 (49,58%)	5 (4,20%)	30 (25,21%)	10 (8,40%)	5 (4,20%)	119 (100%)
	Cueca/calcinha	1 (14,29%)	2 (28,57%)	0 (0%)	3 (42,86%)	0 (0%)	1 (14,29%)	7 (100%)
	Calça/short/bermuda	3 (18,75%)	8 (50,00%)	1 (6,25%)	2 (12,50%)	2 (12,50%)	0 (0%)	16 (100%)
	Camisa/casaco/colete	28 (19,05%)	67 (45,58%)	6 (4,08%)	30 (20,41%)	7 (4,76%)	9 (6,12%)	147 (100%)
	Toalha	1 (14,29%)	3 (42,86%)	0 (0%)	2 (28,57%)	0 (0%)	1 (14,29%)	7 (100%)
	Calçado	14 (28,57%)	27 (55,10%)	0 (0%)	6 (12,24%)	1 (2,04%)	1 (2,04%)	49 (100%)
	Capacete	5 (29,41%)	10 (58,82%)	0 (0%)	2 (11,76%)	0 (0%)	0 (0%)	17 (100%)
Mucosa oral/saliva	Cigarro	22 (19,82%)	10 (9,01%)	2 (1,80%)	21 (19,92%)	15 (13,51%)	41 (36,94%)	111 (100%)
	Copos/ Latas/ Garrafas	40 (16,60%)	70 (29,05%)	7 (2,90%)	44 (18,26%)	29 (12,03%)	51 (21,16%)	241 (100%)
	Restos de alimentos	1 (7,69%)	1 (7,69%)	0 (0%)	1 (7,69%)	3 (23,08%)	7 (53,85%)	13 (100%)
	Máscara facial	8 (23,53%)	12 (35,29%)	1 (2,94%)	6 (17,65%)	3 (8,82%)	4 (11,76%)	34 (100%)
	Escova de dentes	5 (17,86%)	3 (10,71%)	0 (0%)	2 (7,14%)	3 (10,71%)	15 (53,57%)	28 (100%)
Sangue		7 (2,59%)	3 (1,11%)	0 (0%)	14 (5,19%)	26 (9,63%)	220 (81,48%)	270 (100%)
Cabelo/pelo		11 (50,00%)	2 (9,09%)	1 (4,55%)	0 (0%)	2 (9,09%)	6 (27,27%)	22 (100%)
Fezes/urina		6 (35,29%)	6 (35,29%)	0 (0%)	1 (5,88%)	1 (5,88%)	3 (17,65%)	17 (100%)
Outro Tec biol. humano		0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (100%)	4 (100%)
TOTAL		791 (27,54%)	1051 (36,59%)	99 (3,45%)	327 (11,39%)	178 (6,20%)	426 (14,83%)	1872 (100%)

Tabela 2. Resultados quantificação e amplificação dos vestígios coletados em locais de crimes contra o patrimônio em números absolutos, detalhados por tipo de vestígio.

	Tipos de vestígio	Resultados não úteis - n (%)		Resultados potencialmente úteis -n (%)	
DNA traço	Objetos e ferramentas	628 (84,98%)	1344 (85,50%)	111 (15,02%)	228 (14,50%)
	Mochila / bolsas	41 (93,18%)		3 (6,82%)	
	Câmbio/ volante/ freio de mão	134 (78,82%)		36 (21,18%)	
	Óculos	29 (82,86%)		6 (17,14%)	
	Suabe de superfícies	477 (90,00%)		53 (10,00%)	
	Fita adesiva	35 (66,04%)		18 (33,96%)	
	Aparelho de barbear	0 (0,00%)		1 (100,00%)	
Vestimenta	Meias	10 (90,91%)	379 (67,68%)	1 (9,09%)	181 (32,32%)
	Luva	90 (64,75%)		49 (35,25%)	
	Balaclava/touca ninja	29 (60,42%)		19 (39,58%)	
	Boné/chapéu/touca/capuz	74 (62,18%)		45 (37,82%)	
	Cueca/calcinha	3 (42,86%)		4 (57,14%)	
	Calça/short/bermuda	12 (75,00%)		4 (25,00%)	
	Camisa/casaco/colete	101 (68,71%)		46 (31,29%)	
	Toalha	4 (57,14%)		3 (42,86%)	
	Calçado	41 (83,67%)		8 (16,33%)	
	Capacete	15 (88,24%)		2 (11,76%)	
Mucosa oral/saliva	Cigarro	34 (30,63%)	182 (42,62%)	77 (69,37%)	245 (57,38%)
	Copos/ Latas/ Garrafas/ talheres	117 (48,55%)		124 (51,45%)	
	Restos de alimentos	2 (15,38 %)		11 (84,62%)	
	Máscara facial	21 (61,76%)		13 (38,24%)	
	Escova de dentes	8 (28,57%)		20 (71,43%)	
Sangue		10 (2,70%)		260 (96,30%)	
Cabelo/pelo		14 (63,64%)		8 (36,36%)	
Fezes/urina		12 (70,59%)		5 (29,41%)	
Outro Tecido biológico humano		0 (0,00%)		4 (100,00%)	
TOTAL		1941 (67,58%)		931 (32,42%)	

Tabela 3. Resultados da quantificação e amplificação dos perfis genéticos potencialmente úteis e não úteis para a investigação a partir dos vestígios coletados em locais de crimes contra o patrimônio

Os resultados do presente trabalho corroboram a utilidade da coleta e análise de vestígios biológicos oriundos de locais de crime, na tentativa de recuperar perfis genéticos interpretáveis passíveis de comparação e úteis para auxiliar a justiça, sendo que 32,42% do total de amostras coletadas em locais de crime contra o patrimônio resultou em geração de perfil genético interpretável, passível de comparação com amostras suspeitas e/ou inclusão em banco de dados.

CONCLUSÃO

Com os resultados desta trabalho foi possível indicar uma ordem de priorização dos vestígios mais comumente encontrados nos locais de crimes contra o patrimônio, a fim de auxiliar os peritos criminais a selecionarem os vestígios que possuem maior potencial de fornecer resultados úteis em caso de necessidade de priorização.

ORDEM	TIPOS DE VESTÍGIOS	ORDEM	TIPOS DE VESTÍGIOS	ORDEM	TIPOS DE VESTÍGIOS
1	Sangue	10	Balaclava/touca ninja	19	Suabe de câmbio/ volante/ freio de mão
2	Tecido biológico humano (dente)	11	Máscara facial	20	Óculos
3	Aparelho de barbear	12	Boné/chapéu/touca/capuz	21	Chinelo/ Sandália/ Tênis/ Sapato
4	Restos de alimentos	13	Cabelo/pelo	22	Objetos e ferramentas
5	Escova de dentes	14	Luva	23	Capacete
6	Guimba de cigarro	15	Fita adesiva/ Fita isolante/ Esparadrapo	24	Suabe de superfícies
7	Cueca/calcinha	16	Camisa/casaco/colete	25	Meias
8	Copos/ Latas/ Garrafas/ talheres/ canudo	17	Calça/short/bermuda	26	Mochila / bolsas
9	Toalha	18	Fezes/urina		

Tabela 4 – Ordem de priorização de vestígios em razão da maior probabilidade de recuperação de perfil genético interpretável

REFERÊNCIAS

- KROSCH, M. N. Variation in forensic DNA profiling success among sampled items and collection methods: a Queensland perspective. Australian Journal of Forensic Sciences. 2020
- WONG HY, TAN J, LIM ZG, KWOK R, LIM W, SYN CKC. DNA profiling success rates of commonly submitted crime scene items. Forensic Science International. Series 7, pg. 597-599, 2019.

v. 14, n. 4, p. 140-144, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Requisito 8.9 Análises críticas pela gerência da ABNT NBR ISO/IEC 17025: aplicação no Laboratório de Biologia e DNA Forense (LBDF) da SPTC-GO

L.S.A. Bezerra[a,*], A.C. de Souza-Neto[a], A.R. de Oliveira[a], B. Martinucci[a]

[a] *Instituto de Criminalística Leonardo Rodrigues, Superintendência de Polícia Técnico Científica, Goiás (GO), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: laryssa.bezerra@policiacientifica.go.gov.br. Tel.: +55-62-3201-9543.*

Keywords: Gestão; análise crítica; laboratório; Goiás; ABNT NBR ISO/IEC 17025.

1. INTRODUÇÃO

A ABNT NBR ISO/IEC 17025 representa a norma internacionalmente aceita para avaliação de competência de laboratórios de ensaio e calibração [1]. Existem recomendações internacionais sobre a aplicação dessa norma em laboratórios de genética forense, inclusive no Brasil [2 - 3]. Nesse sentido, o requisito 8.9 tem uma grande importância, já que permite ao laboratório uma avaliação sistemática de todo o seu sistema de gestão de qualidade (SGQ). Essa análise permite identificar desvios, oportunidades de melhoria e riscos nos processos (ABNT, 2017). O objetivo do presente trabalho é apresentar a análise crítica realizada no Laboratório de Biologia e DNA Forense (LBDF) da Superintendência de Polícia Técnico-Científica de Goiás (SPTC-GO) em 2024.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizada análise de todos os itens de entrada conforme item 8.9.2 da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025. Os principais resultados encontram-se a seguir.

2.1. Mudanças em questões externas e internas que sejam pertinentes para o laboratório

Foram apresentadas 4 mudanças que impactaram o laboratório em 2023 e 4 mudanças que podem impactar as atividades no ano de 2024. O objetivo foi propor ações para minimizar os impactos negativos e maximizar os impactos positivos das possíveis mudanças no ano seguinte.

2.2. Atendimento aos objetivos

Foi realizada a análise dos indicadores e metas propostos no ano anterior. O LBDF tinha 5 metas, sendo que somente 3 foram atingidas. As possíveis causas do não atingimento dessas metas foram discutidas. Além disso, foram propostos novos indicadores e novas metas na avaliação de processos para atendimento aos objetivos estabelecidos para o próximo ano (Quadro 1).

Quadro 1. Objetivos, indicadores e metas para 2024.

Objetivos	Processos	Indicadores	Meta	Periodicidade
Buscar qualidade em seus processos	Implementação da norma NBR ISO/IEC 17025	% de requisitos revisados dentro do sistema de gestão	90%	a cada 4 meses
	Controle de contaminações	nº de contaminações com impacto em resultados emitidos	10	a cada 4 meses
	Atividades de Ensaios de Proficiência	% de resultados satisfatórios	80%	anual
	Melhoria através de Auditorias	% (Não conformidades sanadas / Não conformidades registradas)	70%	a cada 4 meses

Objetivos	Processos	Indicadores	Meta	Periodicidade
Buscar qualidade em seus processos	Atendimento à reclamações	Tempo médio de resposta	10 dias	a cada 4 meses
	Eficácia da análise de risco	% eficácia das ações de controle quando da ocorrência do risco	70%	a cada 4 meses
	Retrabalho	% de reanálises devido a trabalho não conforme: (procedimentos repetidos/ total de procedimentos)	10%	a cada 4 meses
	Validação de métodos	% de métodos validados: nº de métodos validados / quantidade de métodos planejados	50%	a cada 4 meses
	Satisfação com clientes	% de satisfação do cliente	50%	anual
	Desenvolvimento de treinamentos	% Plano = (N° treinam. Executados / N° planejados)	70%	a cada 4 meses
Aumentar a efetividade de suas análises	Produção do laboratório	laudos liberados de DNA= laudos liberados no ano corrente	1813	mensal
		laudos liberados de Biologia= entrada - saída	0	mensal
		Amostras de condenados processadas	1200	mensal
		Amostras de vestígios sexuais processadas	1500	mensal
		Amostras de vestígios de local de crime processadas	2500	mensal
		Amostras de restos mortais não identificados processadas	40	mensal
	Aquisição de novos equipamentos	% Plano = N° equipamentos. adquiridos/ N° planejados	50%	semestral
	Perfis no Banco de Perfis Genéticos	Nº. de condenados cadastrados	1200	mensal
		Nº. de perfis genéticos de vestígios de local inseridos	473	mensal
		Nº. de perfis genéticos de vestígios de crimes sexuais inseridos	278	mensal
		Nº. de restos mortais não identificados cadastrados	40	mensal

2.3. Adequação das políticas e procedimentos

Foi realizada a análise crítica de todos os documentos internos e externos do laboratório quanto à pertinência, eficácia e suficiência. Para essa análise, foi feita uma distribuição dos documentos para análise para a equipe e os resultados reportados em planilha, possibilitando maior celeridade e envolvimento da equipe no processo. Foram avaliados 82 documentos internos e 39 documentos externos. Isso permitiu ao gerente da qualidade a tomada de decisão quanto à necessidade de revisão de processos e procedimentos.

2.4. Situação das ações anteriores decorrentes de análises críticas pela gestão

Nesse item, foram avaliadas as ações discutidas na análise crítica anteriormente realizada, quanto ao andamento e conclusões. A não conclusão de ações e as motivações, bem como a atual pertinência também foram discutidas. Foram 9 ações abordadas ao total.

2.5. Conclusões de auditorias internas recentes

Foi realizada análise crítica sobre a auditoria interna realizada no ano anterior. Análise que incluía o processo de condução, auditores, não conformidades apontadas, ações posteriores decorrentes e sugestões de melhoria no procedimento. Foi informado a não previsão de auditoria interna no ano de 2024 devido a auditoria externa pelo Ministério da Justiça e Segurança Pública (MJSP) prevista. Foi proposta a mudança nos critérios de auditoria interna para a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025.

2.6. Ações Corretivas

Foi realizada uma avaliação sobre os registros de não conformidade (51 no total), sendo 17 ações corretivas e 31 registros de trabalho não conforme abertos no ano de 2023. Foi feita também uma avaliação das causas mais comuns das ações corretivas (Fig. 1).

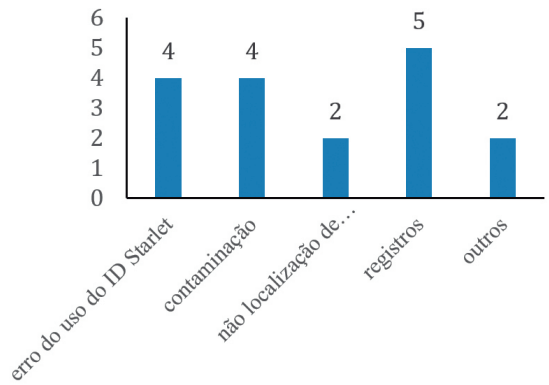


Figura 1. Causas de ações corretivas no LBDF em 2023.

Em relação a contaminações identificadas, o monitoramento do processo foi apresentado (Fig. 2).

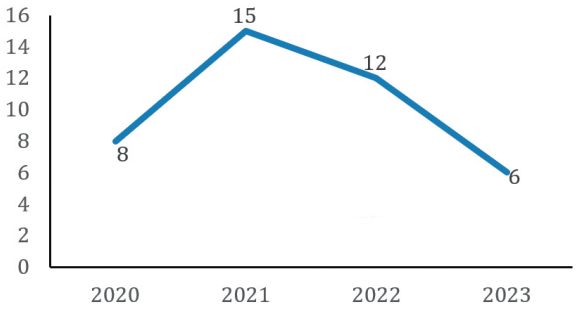


Figura 2. Número de registros de contaminações detectadas no decorrer do tempo.

Foram apresentadas também mudanças no monitoramento das não conformidades do laboratório possibilitando melhor acompanhamento das ações e eficácia das análises de risco.

2.7. Avaliações realizadas por organizações externas

Não houve avaliação no ano de 2023, sendo apresentado o planejamento das próximas avaliações do SGQ.

2.8. Mudanças no volume e tipo de trabalho ou em seu conjunto de atividades

Foram apresentados os dados de monitoramento de entrada de requisições e saída de laudos nos últimos anos (Fig. 3, 4 e 5).

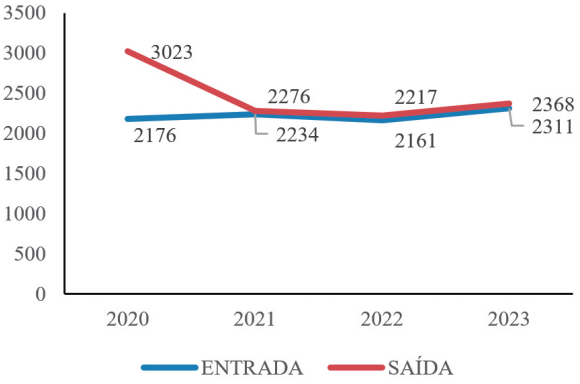


Figura 3. Laudos na SEBIO (Pesquisa de sangue + espermatozoide + PSA + pelo).

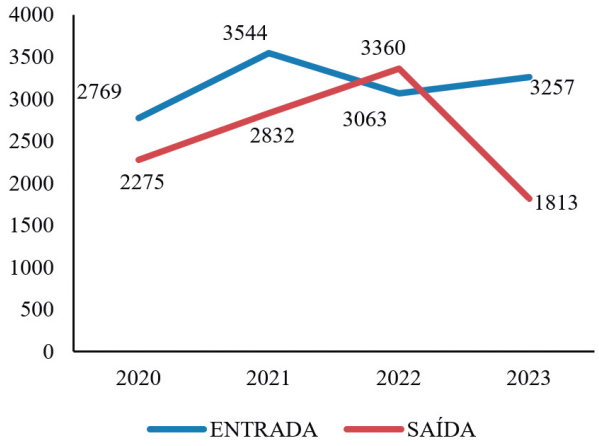


Figura 4. Laudos de Exame de DNA.

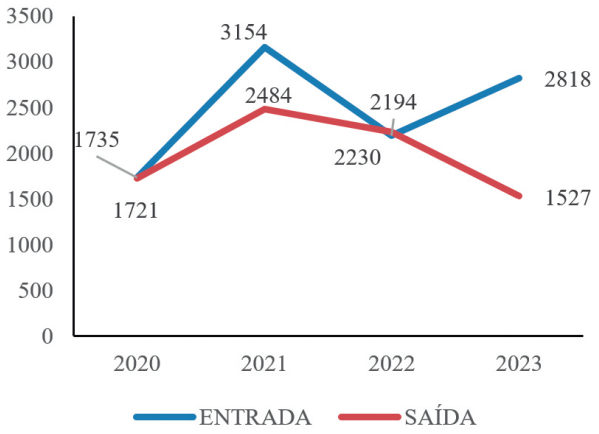


Figura 5. Exames de inserção de condenados, identificados criminalmente e restos mortais identificados.

Foram discutidas as possíveis motivações de alterações nesses volumes de entrada e saída, relacionando inclusive com as mudanças discutidas anteriormente. Discutido também as possíveis implicações dessas mudanças.

Ainda nesse ponto, foram apresentados os dados relativos ao Banco de Perfis Genéticos, mostrados nas Fig. 6 e 7.

Figura 6. Número de perfis genéticos inseridos por categoria na parte criminal.

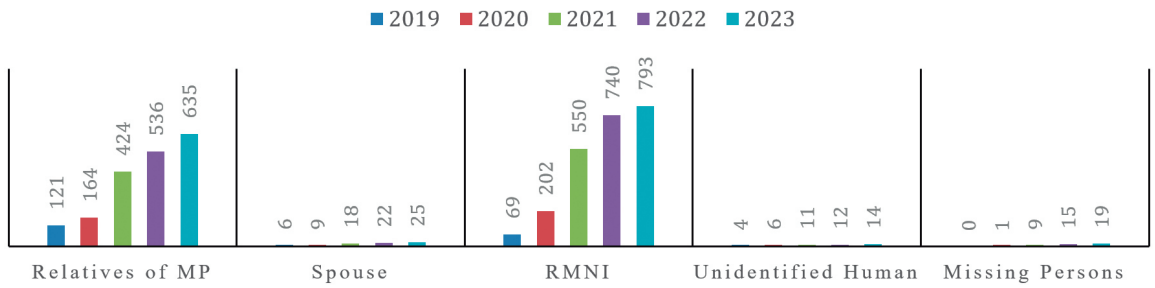


Figura 7. Número de perfis genéticos inseridos por categoria na parte de busca de pessoas desaparecidas.

Foi declarada a não intenção de mudança no escopo das atividades do laboratório realizadas no próximo período, sendo mantidos os mesmos exames, sem redução, nem ampliação das suas atividades.

2.9. Retroalimentação de clientes e do pessoal

Os resultados de pesquisa de satisfação dos laudos emitidos foram apresentados, bem como o processo em si, sugerindo ampliação de formas de aumentar essa retroalimentação do cliente.

Foram abordados também os resultados da pesquisa de satisfação direcionada ao pessoal, mostrando-se como uma ferramenta eficaz de obter melhorias e avaliar processos.

2.10. Reclamações

Nesse item, foi apresentado o monitoramento de reclamações por tempo de atendimento de acordo com o cliente (Fig. 8). Foi discutida a necessidade de redução desse número.

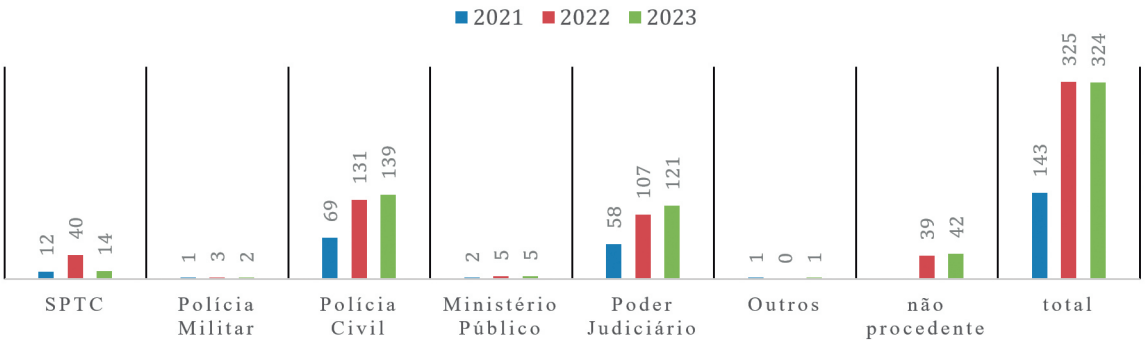


Figura 8. Reclamações por tempo de atendimento.

Em relação às reclamações por outras atividades (8 no total), os principais problemas foram relacionados a redação de laudos e erros de encaminhamento de vestígios.

2.11. Eficácia de quaisquer melhorias implementadas

Foram avaliadas as melhorias implementadas no ano anterior, decorrentes de auditoria e retroalimentação da equipe e do pessoal.

2.12. Suficiência de recursos

Foi mostrada a atual situação do LBDF em relação a recursos de equipe, instalações físicas e condições ambientais e insumos e equipamentos. Foram discutidos e avaliados a necessidade de aumento dos recursos para melhor atendimento ao cliente e as possibilidades existentes. Foram discutidos os riscos relacionados à insuficiência de recursos. Foram discutidas sugestões de melhoria para melhor utilização dos recursos disponíveis e como eles podem auxiliar nos processos.

2.13. Resultados da identificação de riscos

Realizada a análise crítica dos riscos e medidas de controle, bem como plano de ação para mitigação do risco relacionada a erros na cadeia de custódia no LBDF. Avaliado também o procedimento utilizado e a necessidade de melhoria deste.

2.14. Conclusão sobre a garantia da validade dos resultados

Os registros relacionados a esse processo foram analisados criticamente, bem como o procedimento atualmente utilizado. Levantado a necessidade de alteração no procedimento para melhor descrição e monitoramento do processo.

2.15. Outros assuntos

O laboratório levantou seu interesse na elaboração de um planejamento estratégico em alinhamento com o plano de trabalho apresentado ao MJSP para os

próximos 4 anos. Apresentou a intenção de solicitação para acreditação dos exames de DNA no próximo ano.

2.16. Encerramento

Após análise de todo o SGQ, foram identificadas 29 necessidades/ pontos de melhoria. Foi então realizada uma priorização dessas necessidades/ pontos de melhoria em matriz de priorização (matriz GUT). As necessidades consideradas de maior prioridade foram então posteriormente discutidas e propostos planos de ação com a utilização da ferramenta 5W2H envolvendo a equipe da gestão da qualidade do LBDF e gerência de criminalística. Indicadores e periodicidade também foram propostos para monitoramento das ações.

A análise crítica do sistema de gestão permite uma avaliação sistemática de todos os processos. É muito importante que os laboratórios realizem essa avaliação periódica como ferramenta de identificação de erros e melhoria contínua [4].

Nessa análise crítica, pode-se gerar várias discussões acerca de pontos de melhoria do SGQ. Nesse sentido, estabelecer planos de ação é fundamental no encerramento. A matriz GUT é uma ferramenta de gestão que permite identificar ações a serem priorizadas e tem se mostrado útil ao combinar três elementos nessa tomada de decisão (gravidade-urgência-tendência). É uma ferramenta bastante conhecida e utilizada em diversas organizações para auxiliar na tomada de decisões [5].

Para criação de planos de ação, entre as ferramentas mais conhecidas está o 5W2H. Esta permite detalhar e organizar ações de forma clara e eficiente. Ajuda a responder perguntas essenciais sobre uma tarefa, garantindo que todos os aspectos importantes sejam considerados [6].

3. CONCLUSÃO

A análise crítica do SGQ do LBDF permitiu identificar necessidades, pontos de melhoria e riscos junto à Gerência de Criminalística para a proposição de planos de ações em conjunto.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ABNT. *ABNT NBR ISO/IEC 17025: requisitos gerais para a competência de laboratórios de calibração e ensaio*. 3 ed. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Brasil (2017).

[2] ILAC. *ILAC G19:08/2014 Modules in a Forensic Science Process*. International Laboratory Accreditation Cooperation, Austrália (2014).

[3] CGCRE. *DOQ-Cgcre-084: tradução brasileira do documento ILAC-G19:08/2014 Módulos de um processo forense* Rev. 00. Coordenação Geral de Acreditação, Brasil (2016).

[4] Honsa, J.D & McIntyre, D.A. ISO 17025: Practical Benefits of Implementing a Quality System. *J. AOAC Int.* **86**:5 (2003).

[5] Mello, J.A.V.B.,Pinto, B.G.J., Mello, A.J.R. SWOT analysis and GUT matrix for business management and problem solving: an application in a Brazilian case-study. *Management Letters/ Cuadernos de Gestión* **22(**1): 81-93, (2022).

[6] Inácio, L. C. dos R., Avelino, S. F., Sanjulião, L.-R. K. A., Reis, M. J., Borges, V. de O., Piantino, L. F. M., Pinto, R. A. N., & da Silva, H. M. Ferramentas básicas da qualidade: folha de verificação, estratificação, fluxograma, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, matriz GUT e 5W2H. *Revista GeSec* **14(**10):.17413–17427 (2023).

v. 14, n. 4, p. 145-149, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Abordagens alternativas ao *DNA barcoding* em estudos forenses no Brasil

R.A. Alves[a,b*], A.T.A. Chagas[a]

[a] *Instituto de Criminalística, Polícia Civil do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), Brasil*
[b] *Especialização em Genética Forense, Academia Nacional de Polícia, Brasília (DF), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: alvesrodrigoh@yahoo.com.br. Tel.: +55-31-3330-1767.*

Keywords: Identificação genética de espécies; NGS, STR, SNP, PCR-RFLP.

1. INTRODUÇÃO

A grave crise da biodiversidade observada atualmente associada às limitações do sistema tradicional de identificação taxonômica sinalizaram a necessidade de novas abordagens para o reconhecimento de táxons. Um conjunto de técnicas extremamente promissor nesse sentido tem sido os sistemas de identificação genômica, por meio dos quais a discriminação dos táxons é realizada pela associação de pequenas sequências genéticas de amostras desconhecidas a sequências genéticas de amostras-referência [1].

As técnicas de identificação genética de espécies têm desempenhado um papel fundamental na área forense, notadamente em investigações de crimes contra o consumidor e de crimes ambientais relacionados ao comércio ilegal de espécies silvestres com proteção especial [2].

Os marcadores moleculares podem ser utilizados para identificar espécies e para identificar indivíduos ou grupo de indivíduos dentro da mesma espécie. Para cada finalidade, é necessário avaliar as características de cada marcador, o quanto as sequências geradas apresentam variação entre indivíduos de uma mesma espécie ou quanta divergência espécies diferentes apresentam entre [3].

A identificação genética, ou genômica, inclui o rol de técnicas que empregam Short Tandem Repeats (STR), Single Nucleotide Polimorphism (SNP), Restriction Fragment Length Polymorphism (PCR-RFLP), mini barcodes, ensaios multiplex com primes espécie-específicos, Next-Generation Sequencing (NGS), bem como o sequenciamento de marcadores moleculares [4].

Especificamente em relação a essa última abordagem, o sequenciamento de partes de genes que diferem entre espécies – sejam eles nucleares, mitocondriais (mtDNA) ou plastidiais (ptDNA) – e sua posterior comparação com sequências de identidade conhecida é conhecido como "*DNA barcoding*" [1]. De modo geral, essa técnica é usada para atribuir um espécime biológico a uma espécie. Devido ao alto grau de resolução taxonômica, precisão e rapidez fornecido pelas sequências mitocondriais padronizadas, quando usadas para identificação de espécies, principalmente os marcadores citocromo oxidase I (COI) e citocromo b (*cyt* B), o *DNA barcoding* é atualmente a técnica mais utilizada para esse fim [2]. Todavia, apesar do sucesso dessa técnica, alguns grupos taxonômicos não podem ser identificados em nível de espécie por meio dela, o que se deve, em muitos desses casos, às poucas variações de nucleotídeos entre as sequências padronizadas utilizadas ou aos altos níveis de variação delas. Assim, outras abordagens para a identificação de espécies podem se mostrar mais aplicáveis em determinadas situações, inclusive na área forense [3].

O objetivo desse estudo foi caracterizar a produção científica nacional em relação às aplicações forenses de técnicas de identificação genética de espécies alternativas em relação ao *DNA barcoding* até o ano de 2022. Foram realizadas pesquisas de artigos científicos em periódicos nacionais com foco em ciências forenses e nas bases de dados internacionais Scielo (https://www.scielo.br/) e Science Direct (https://www.

R.A. Alves, A.T.A. Chagas, Rev. Bras. Crim. 14(4), 145-149, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

sciencedirect.com/), além de buscas complementares na ferramenta Google Scholar (https://scholar.google.com.br/). Em seguida, foi feita a compilação e análise de informações desses artigos, a fim de promover as discussões sobre o tema em questão.

2. DISCUSSÃO

Existem diversas ferramentas que podem ser utilizadas para identificar espécies. Uma das abordagens considerada mais simples e de menor custo é o uso da Análise de Polimorfismo de Fragmentos de Restrição utilizando a reação em cadeia da polimerase (PCR-RFLP). Essa técnica, que se baseia na diferença de tamanho de amplicons resultantes da ação de enzimas de restrição, é mais rápida e mais econômica do que o sequenciamento de DNA, que é necessário no *DNA barcoding* [5]. Ressalta-se que essa técnica apresenta limitações em relação à capacidade de discriminação de espécies e à reprodutibilidade dos dados.

Os estudos forenses com essa abordagem realizados no Brasil tiveram foco em situações envolvendo o comércio ilegal de animais silvestres. Em um desses estudos [6] usaram PCR-RFLP de COI e identificaram padrões diferenciais de PCR-RFLP que permitiram identificar corretamente 12 espécies de garoupas, incluindo a ameaçada garoupa Golias. Essa técnica também foi usada para discriminar a carne comercializada de espécies silvestres de espécies domesticadas, contribuindo para combate à caça ilegal, como no caso do peixe-boi [7] e do muriqui (*Brachyteles arachnoides*) [8]. Essa técnica também foi empregada na diferenciação de estágios imaturos de duas moscas necrófagas de potencial importância forense [9].

São comuns na área forense casos em que o DNA se encontra altamente degradado, como amostras de carcaças ou tecidos biológicos apreendidos. Nesses casos, em geral, não é possível examinar o locus completo dos barcodes tradicionais. Assim, para esses casos, tem sido indicado o uso de mini-barcodes, método em que são amplificadas regiões menores desses genes. Isso foi exemplificado por casos forenses envolvendo marfim e chifres de rinocerontes na África [10]. Um estudo desse tipo foi realizado no Brasil avaliou um conjunto de primers para amplificar fragmentos de COI mais curtos e sobrepostos, em amostras de espécimes de saguis (*Callithrix spp*.) taxidermizados de museu, tendo sido demonstrando a relevância dessa técnica em análises forenses [11].

Outra abordagem que vem sendo usada para identificação de espécies é o emprego de marcadores do tipo Single Nucleotide Polymorphisms (SNP), técnica definida como qualquer substituição/indel de base única no genoma de um indivíduo [12]. Em um gene de um determinado táxon, pode ser que apenas algumas bases de DNA difiram entre si. Se essas bases polimórficas forem conhecidas, elas podem ser usadas para identificar espécies [10].

Como os amplicons gerados a partir do SNP são curtos, esse método pode ser aplicado a DNA altamente degradado. Além disso, uma grande vantagem dessa técnica é o fato da detecção de SNP ser espécie-específica, sendo eficaz mesmo em misturas complexas de espécies, como foi demonstrado pela identificação de 18 espécies de mamíferos europeus, usando uma combinação de primers universais e espécie-específicos [13]. Pesquisas realizados no Brasil, citadas anteriormente, além da técnica PCR-RFLP de COI, também identificaram padrões diferenciais SNP's. Um deles fizeram uso dessa ferramenta para identificar espécies de garoupas [6] e outro identificou mutações nucleotídicas no gene do cytocromo B (*cyt* B) que também permitiram discriminar amostras de carne de peixe-boi em relação a espécies domesticadas [7].

Outra abordagem, caracterizada como uma adaptação da técnica *DNA barcoding*, é o uso de ensaios mutiplex, usando primers espécie-específicos, principalmente para o barcode COI. Essa abordagem tem sido empregada principalmente em estudos forenses com foco em fraude alimentar para a identificação de determinadas espécies de peixes alvos desse tipo de fraude, como demonstrando em estudos forenses com esse foco realizados no Brasil [14, 15]. Esses estudos apontaram que o ensaio multiplex pode ser uma alternativa mais prática e econômica para a autenticação de pescados, podendo ser adotado por empresas, para auxiliar no controle de qualidade, e agências reguladoras, para prevenir fraude comercial desses alimentos e aumentar a segurança alimentar para os consumidores.

Há situações envolvendo a identificação genética de espécies, no entanto, em que nenhuma das abordagens citadas anteriormente pode ser eficaz. Uma dessas situações ocorre quando é necessária a obtenção de considerável ampliação da resolução de dados genéticos. Para esses casos é recomendável o uso de uma plataforma de Sequenciamento de Nova Geração (Nex-Generation Sequencing - NGS) [16].

Em termos gerais, a técnica NGS consiste na amplificação de um conjunto de primers pré-estabelecidos para os genes de interesse. Em seguida, com base nos amplicons obtidos, o software do equipamento NGS cria grupos de sequências similares, de modo

R.A. Alves, A.T.A. Chagas, Rev. Bras. Crim. 14(4), 145-149, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

que sequências idênticas são agrupadas, indicando a proporção das diferentes espécies detectadas. Em seguida, cada grupo é comparado com os bancos de dados para identificá-lo em nível da espécie [17].

Para alguns grupos taxonômicos, a abordagem tradicional do *DNA barcoding* é prejudicada pelos baixos valores de distância genética entre as espécies. Nesses casos, a abordagem NGS pode ser usada, por exemplo, para acessar outros genes mitocondriais de mitogenomas disponíveis, permitindo o uso de marcadores alternativos em nível de espécie [18]. No Brasil, foi conduzido um estudo com curimbas, peixes do gênero *Prochilodus spp*, que inclui importantes espécies com importância forense na bacia hidrográfica do rio São Francisco [3]. Segundo esses autores, a delimitação desse grupo em nível de espécie geralmente resulta em baixa resolução filogenética, ao usar COI e *cyt* B como marcadores no *DNA barcoding*, devido à baixa variabilidade genética, baixa resolução em nível de espécie e baixas distâncias interespecíficas congenéricas. Ao analisar sequências completas de DNA mitocondrial de espécies de curimbas obtidas por NGS, o grupo pôde identificar uma região que apresentava maior variação interespecífica e que poderia ser utilizada para diferenciar as espécies com bom nível de resolução.

Através de sequenciamento genômico utilizando NGS também é possível identificar marcadores gênero-específicos e espécie-específicos e obter primers que permitam a identificação de gênero e espécies através de amplicons gerados por PCR convencional [19]. Esses autores citaram que uma única rodada de NGS também permitiu a identificação de dezenas de milhares de marcadores microssatélites, que podem ser avaliados quanto à aplicação na identificação de espécies, por meio da produção de sistemas STR multiplex, e em estudos de diversidade. Esses autores destacaram a importância da criação de marcadores espécie-específicos que permitam afirmar que o material questionado é proveniente de espécies protegidas. Além disso, também apontaram que essa tecnologia pode ser expandida para outros grupos que não são passíveis de delimitação de espécies com uso de marcadores convencionais, sendo, assim, amplamente aplicável na área forense.

Outra aplicação da técnica NGS na área forense pode se dar na identificação molecular de produtos alimentícios processados, em casos de suspeita de fraude alimentar. Há casos desse tipo que representam um desafio, devido à presença de produtos de origem animal desconhecidos contendo mistura de duas ou mais espécies. A detecção dessas misturas de espécies desconhecidas não pode ser feita usando a metodologia tradicional do *DNA barcoding* [17]. Para situações envolvendo misturas complexas como essas, tem sido empegadas a abordagem metagenômica, também conhecida como metabarcoding. Essa técnica é definida como a aplicação de plataformas de sequenciamento de alto rendimento (HTS) para a identificação simultânea de amostras complexas de naturezas diversas contendo DNA de diferentes espécies, permitindo a obtenção de maior resolução de dados genéticos [20].

Um estudo forense de metabarcoding realizado no caso do Brasil utilizou essa técnica para analisar produtos de bacalhau processados (pedaços de bacalhau, tortas congeladas, refeições cozidas embaladas a vácuo, um prato de restaurante e bolinhos de bacalhau) [17]. Nesse estudo foi identificada uma mistura de duas ou mais espécies em 31% de todos os produtos, indicando fraude comercial. Além disso, foram detectadas sete espécies de peixes, sendo que somente duas delas (*Gadus morhua e Gadus microcephalus)* poderiam ser vendidas com essa designação.

Métodos metagenômicos também têm sido usados em outras aplicações forenses, como para identificar organismos no ambiente, usando DNA ambiental (eDNA), alimentos encontrados no conteúdo estomacal e na análise de medicamentos tradicionais [21]. De acordo com esses autores, os preparados à base de misturas de plantas podem conter espécies protegidas e componentes que representam fraude medicamentosa, que podem, inclusive representar potenciais riscos à saúde, Esses autores realizaram uma das primeiras demonstrações do uso do NGS para identificar um grande número de espécies vegetais e animais, com pouca aplicabilidade para a saúde, não listadas na embalagem de medicamentos tradicionais apreendidos, incluindo ainda uma série de espécies protegidas.

Em situações em que se exige a identificação de indivíduos dentro de uma mesma espécie é desejável o uso de um marcador molecular que apresente muita variação dentro da espécie, algo que pode ser obtido com o uso de microssatélites (STR). Trata-se de marcadores que possuem grande capacidade de individualização, ou seja, de identificação de indivíduos de uma mesma espécie [22]. É possível utilizar essa técnica para se fazer inferências sobre a origem geográfica dos espécimes analisados, ou seja, de quais populações existentes na natureza os indivíduos analisados fazem parte [10].

Um dos usos forenses mais comuns dos microssatélites no Brasil tem sido para a discriminação de amostras de *Cannabis sativa*, por meio do estabelecimento de correlações entre diferentes apreensões, a fim de se identificar possíveis rotas de tráfico [22,

23]. Esses autores avaliaram um sistema STR multiplex para individualização e diferenciação de origem de amostras de *C. sativa* apreendidas no país e relataram que essa técnica é capaz de ligar a amostra a uma planta ou cultura específica, sendo útil no rastreamento de rotas de tráfico desse entorpecente.

No caso de animais, estudos forenses com abordagem em microssatélites já foram utilizados no Brasil para a identificação da origem de araras [24]. Esses autores caracterizaram a estrutura genética populacional dessa espécie, demonstrando níveis moderados a altos de diferenciação entre três regiões geográficas do país que ajudaram a identificar rotas de comercio ilegal. Além disso, essa técnica tem sido empregada em testes de paternidade que buscam avaliar, por exemplo, a existência vínculo genético de filhotes com os plantéis de criadouros de espécies silvestres autorizados, em casos de suspeita de tráfico de animais nesses locais. Essa aplicação foi apontando no estudo forense com *Ara arauna* [25]. Em outro estudo realizado no Brasil, essa abordagem foi usada para a identificação de indivíduos de antas em carne apreendida [26].

Estudos populacionais envolvendo uso de microssatélites também podem ser extrapolados para a área forense. Uma pesquisa dessa natureza realizado no Brasil identificou um painel de microssatélites que, ao ser utilizado em estudos populacionais em peixes da bacia do Rio São Francisco, apontou a existência de diferentes grupos genéticos em diferentes regiões dessa bacia hidrográfica [27]. Tais polimorfismos podem, inclusive, ser utilizados para identificar peixes oriundos de regiões onde a pesca é proibida.

3. CONCLUSÕES

Com base nessa revisão bibliográfica, observa-se que os avanços tecnológicos no campo da biologia molecular têm propiciado o aperfeiçoamento gradual da identificação genética de espécies, resultando na disponibilidade de um rol de técnicas, aplicáveis a diferentes contextos, que podem ser empregadas nos casos em que a técnica *DNA barcoding* não for aplicável. Esses avanços fizeram com que os marcadores moleculares de DNA sejam atualmente suficientemente sofisticados para a identificação de espécies para fins forenses, inclusive em amostras complexas. Essas técnicas se mostram ainda como uma alternativa à identificação de espécies nos órgãos de perícia oficial do Brasil, nos casos em que a identificação morfológica não se mostra viável.

De modo geral, a produção científica brasileira relacionada à condução de estudos forenses relacionados às técnicas alternativas de identificação genética de espécies mostrou-se diversa em relação às técnicas empregadas e às abordagens forenses utilizadas.

Notadamente, foi observado que o uso de NGS pode trazer resultados importantes na área forense, em casos mais complexos, na medida em que tal abordagem permite analisar, com precisão e relativa rapidez, vários loci em uma reação. Acredita-se que o uso dessa técnica na área forense para esses fins tende a se difundir cada vez mais à medida que os preços dos equipamentos e insumos forem reduzindo.

É importante que os órgãos de perícia oficial do Brasil invistam na implementação das técnicas de identificação genética de espécies abordadas no presente estudo, bem como na capacitação dos Peritos Criminais para conduzi-las. Isso pode ser feito de modo semelhante ao já que foi destacado por outros estudos, no caso da técnica *DNA barcoding*, que, inclusive, demonstraram a existência de demanda significativa por exames dessa natureza nos órgãos de perícia oficial do país [2,4.]. Essas técnicas são complementares entre si e são aplicáveis a depender do contexto de cada caso analisado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos organizadores do XXVII Congresso Nacional de Criminalística e à Associação Brasileira de Criminalística – ABC pelo apoio concedido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] P.D.N. Hebert; A. Cywinska; S.L. Ball; J.R. Dewaard. Biological identifications through DNA barcodes. Proc R *Soc Lond. B Biol Sci*. **270**: 313-321 (2003).

[2] R. H. Alves; C.B.V de Carvalho. Uso do *DNA barcoding* pelos órgãos de perícia oficial do Brasil. *Rev. Bras. Criminalist.* **12**: 145-151 (2023).

[3] A.T.A. Chagas; S. Ludwig; J.S.M. Pimentel *et al*. Use of complete mitochondrial genome sequences to identify barcoding markers for groups with low genetic distance. *Mitochond DNA Part A*. **31**: 1-8 (2020).

[4] R.H. Alves. Aplicações forenses da identificação de espécies por *DNA barcoding* no Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Genética Forense. Academia Nacional de Polícia. Brasília (2023).

[5] C. Schlotterer. The evolution of molecular markers just a matter of fashion? *Nat. Rev.* **5** (1): 63-9 (2004).

[6] R.A. Torres; R.B.F. Feitosa; D. Cardoso-Carvalho *et al*. Abordagens de código de barras de DNA para

autenticação de pesca de espécies de garoupa exploradas, incluindo a garoupa ameaçada de extinção e legalmente protegida. *Sci. Mar*. **77** (3): 409-418 (2013).

[7] P.B Ferreira; R.A. Torres; J.E. Garcia. Single nucleotide polymorphisms from cytochrome b gene as a useful protocol in forensic genetics against the illegal hunting of manatees: *Trichechus manatus*, *Trichechus inunguis, Trichechus senegalensis*, and *Dugong dugon* (*Eutheria: Sirenia*). *Zoologia* **28** (1): 133–138 (2011).

[8] M. L. V. Cardoso; P. B. Ferreira; A. M. Wanderley et al. A cost-effective method for rapid identification of the southern muriqui (*Brachyteles arachnoides*): a contribution for the control of illegal bushmeattrade. *Mastozool. Neotrop.* **25** (1): 35-41 (2018).

[9] P.J. Thyssen; A.C. Lessinger; A.A.M.L. Azeredo-Espin; A. *et al*. The Value of PCR-RFLP Molecular Markers for the Differentiation of Immature Stages of Two Necrophagous Flies (*Diptera: Calliphoridae*) of Potential Forensic Importance. *Neotrop. Entomol*. **34**(5): 777-783 (2005).

[10] A. Linacre. Animal Forensic Genetics. *Genes* **12**: 515 (2021).

[11] S. Loiola; R.S. Carvalho; H.G Bergalloc *et al.* Barcode analysis using mini-amplicons strategy for museum samples of neotropical primates *Callithrix spp*. *Forensic Sci Int Genet.* **5**: e225–e227 (2015).

[12] C.R. Primmer; T. Borge; J. Lindell *et al*. Single-nucleotide polymorphism characterization in species with limited available sequence information: high nucleotidediversity revealed in the avian genome. *Mol. Ecology*, **11** (3): 603-612 (2002).

[13] S.S. Tobe; A.M.T. Linacre. A multiplex assay to identify 18 European mammal species from mixtures using the mitochondrial cytochrome b gene. *Electrophoresis* **29**: 340–347 (2008).

[14] I. Veneza; R. Da Silva; I. Sampaio *et al*. Molecular Protocol for authentication of snappers (*Lutjanidae* - Perciformes) based on multiplex PCR. *Food Chem*. **232**: 36-42 (2017).

[15] A.J. Barbosa; I. Sampaio; S. Santos. Re-visiting the occurrence of mislabeling in frozen "pescada-branca" (*Cynoscion leiarchus* and *Plagioscion squamosissimus – Sciaenidae*) sold in Brazil using *DNA barcoding* and octaplex PCR assay. *Food. Res. Int*. **143**: 1-11 (2021).

[16] F. Palumbo; F. Scariolo; A. Vannozzi *et al*. NGS-based barcoding with mini-COI gene target is useful for pet food market surveys aimed at mislabelling detection. *Scientific Reports* **10** (1):17767 (2020).

[17] D. Cardoso-Carvalho; R.M. Palhares; M.G. Drummond *et al.* Food metagenomics: next generation sequencing identifies species 1 mixtures and mislabeling within highly processed cod products. *Food Control* **80**: 183-186 (2017).

[18] E. Coissac; P.M. Hollingsworth; S. Lavergne *et al*. From barcodes to genomes: extending the concept of *DNA barcoding*. *Mol Ecol*. **25** (7):1423–1428 (2016).

[19] A.T.A. Chagas. Caracterização de marcadores moleculares com aplicabilidade para identificação de duas espécies de peixe com interesse forense: *Prochilodus argenteus* e *Prochilodus costatus*. *Rev. Criminal. Med. Legal* ***1***: 48-49 (2016).

[20] A.C Raclariu; M. Heinrich; M.C. Ichim *et al*. Benefits and limitations of *DNA barcoding* and metabarcoding in herbal product authentication. *Phytochem. Anal*. **29** (2): 123–128 (2018).

[21] M.I. Coghlan; J. Haile; J. Houston *et al*. Deep Sequencing of Plant and Animal DNA Contained within Traditional Chinese Medicines Reveals Legality Issues and Health Safety Concerns. *PLoS Genet* **8**: e1002657 (2012).

[22] L. Ribeiro; E. Avila; R.F. Mariot *et al*. Evaluation of two 13-loci STR multiplex system regarding identification and origin discrimination of Brazilian *Cannabis sativa* samples. *Int. J. Legal Med*. **134**: 1603–1612 (2020).

[23] M.S. Fett; R.F Mariot; E. Avila *et al*. 13-loci STR multiplex system for Brazilian seized samples of marijuana: individualization and origin differentiation. *Int. J. Legal Med.***133**: 373–384 (2019).

[24] F.T. Presti; N.M. Guedes; P.T. Antas *et al*. Population Genetic Structure in *Hyacinth Macaws* (*Anodorhynchus hyacinthinus)* and Identification of the Probable Origin of Confiscated Individuals. *J. Hered*. **106** (Suppl 1): 491-502 (2015).

[25] C. A. Lima-Rezende; G. A. Fernandes; H. E. da Silva et al. In silico identification and characterization of novel microsatellite loci for the Blue-and-yellow *Macaw Ara ararauna* (Linnaeus, 1758) (Psittaciformes, *Psittacidae*). *Genet. Mol. Biol*. **42** (1): 68-73 (2019).

[26] A. Sanches; W.A.M. Perez; M.G. Figueiredo *et al*. Wildlife forensic DNA and lowland tapir (*Tapirus terrestris*) poaching. *Conserv. Genet. Resour*. **3** (1): 189–193 (2011).

[27] J.S.M. Pimentel; A.O. Carmo; I. Rosse et al. High-Throughput Sequencing Strategy for Microsatellite Genotyping Using Neotropical Fish as a Model. *Front. Genet.* **9** (2018).

v. 14, n. 4, p. 150-152, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Atividade de coleópteros de interesse forense em carcaça de *Sus scrofa* no sul de Minas Gerais

T.G. Bibiano[a,b,*], L.C. Santos[a,b], F.L.T. Gomes[d], L.M. Vieira[a,b,c]

a Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG 37203-202, Brasil

b Centro de Biodiversidade e Patrimônio Genético/ICN, Laboratório de Sistemática e Biologia de Insetos, Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 37203–202, Lavras, MG – Brasil

c Departamento de Ciências Florestais/ESAL, Laboratório de Ecologia Florestal, Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 37203–202, Lavras, MG – Brasil

d Biólogo autônomo

** bibiano.tg@gmail.com Tel.: +55-16-99217-8097.*

Keywords: Besouros necrófagos; estágios de decomposição; estações anuais; entomologia forense; coleopterofauna.

1. INTRODUÇÃO

A entomologia forense utiliza-se dos insetos como principais vestígios, seja para estimar um tempo de morte (IPM), identificação de substâncias, deslocamento de material (corpos ou drogas) e outros [1,2]. Os principais insetos neste contexto são dipteras e coleópteros, moscas e besouros, respectivamente. No entanto, as dipteras por possuírem um ciclo de desenvolvimento curto, em situações onde o cadáver encontra-se em estágio de decomposição mais avançada, os besouros são um vestígio fundamental, pois estão presente em qualquer estágio de decomposição, desde as fases iniciais de decomposição até a fase de restos secos onde resta somente a pele e os ossos [3-5].

Dessa forma, os coleópteros por serem encontrados facilmente nos estágios mais avançados de decomposição, tornam-se mais eficientes nas investigações e análise dos fatos [4,5]. As famílias Carabidae, Cleridae, Dermestidae e Histeridae, Scarabaeidae, Silphidae, Staphylinidae frequentemente são encontradas em cadáveres e carcaças, tendo em vista que durante seu estágio imaturo apresentam comportamento necrófagos e os indivíduos adultos apresentam comportamento predador de larvas de dípteras e até mesmo outros besouros, sendo então amostrados em carcaças durante todo o processo de decomposição [6,7].

Nesta perspectiva, este trabalho avaliou a abundância de nove espécies das famílias Carabidae, Cleridae, Dermestidae, Histeridae, Scarabeidae, Silphidae e Staphylinidae em carcaças de *Sus scrofa* L., em três estações do ano e diferentes estágios de decomposição das carcaças.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1. Coleta dos espécimes

Foram realizadas coletas diárias no período dos meses de janeiro a dezembro, a fim de abranger todas as estações anuais, em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Barbacena-MG. Em cada estação utilizou-se duas carcaças de porcos domésticos *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 dispostas em uma distância de 100 m entre si. As carcaças foram colocadas em gaiolas de metal suspensas com uma bandeja inferior. Complementarmente foram instaladas cinco armadilhas pitfall ao redor das carcaças. O material coletado nas armadilhas pitfall foi retirado semanalmente e os besouros foram triados, montados e identificados em laboratório. Os besouros presentes nos porcos ou nas bandejas foram coletados manualmente com o auxílio de pinças entomológicas.

2.2. Análises estatísticas

Analisou-se o parâmetro de abundância de nove espécies: *Agerodes* sp. (Staphylinidae), *Philonthus* sp. (Staphylinidae), *Deltochilum rubripenne* (Scarabaeidae), *Oxelytrum discicolle* (Silphidae), *Dermestidae* sp. (Dermestidae), *Necrobia sp.* (Cleridae), *Euspilo-*

tus azureus (Histeridae), *Hister cavifrons* (Histeridae) e *Galerita brasiliensis* (Carabidae), sob os fatores de estações do ano: outono (OUT), primavera (PMV) e verão (VER); e estágios de decomposição: fresco (FSC), fermentação (FER), decomposição ativa (DEC), putrefação (PUT) e seca (SEC). Os dados foram submetidos a análises ANOVA1 e ANOVA2, a comparação das médias através de testes de Dunn e Tukey. As carcaças referentes à estação do inverno foram perdidas e desconsideradas das análises.

3. RESULTADOS

3.1. Estações do ano

As análises em relação às espécies nas estações do ano mostraram diferença significativa para as espécies *Agerodes* sp. (H=9,806; *df*=2; p=0,007), *Philonthus* sp. (H=11,190; *df*=2; p=0,004) e *Hister cavifrons* (H=10,409; *df*= 2; p=0,005) (Fig. 1).

3.2. Interação estágios de decomposição e estação do ano

Em relação a interação dos estágios de decomposição e estações do ano, obteve-se diferenças significativas apenas para duas espécies *Agerodes* sp. (F=4,466; *df*=8; p=0,002) (Fig. 2.) e *Deltochilum rubripenne* (F=3,747; *df*=8; p=0,005) (Fig. 3).

3.2.1. Comparações espécie Agerodes sp.

Durante a estação do Outono houve diferença entre o estágio de decomposição "PUT" e todas as demais fases (F=8,520; *df*=2; p<0,001). Na Primavera houve diferença entre os estágios de "DEC x SEC" (F=8,520; *df*=2; p=0,034).

A comparação entre os estágios de decomposição foi significativa nas fases de "PUT" entre as estações "OUT x VER" (F=6,228; *df*=2; p<0,001), "OUT x PMV" (F=6,228; *df*=2; p=0,002) e para "DEC" entre "PMV x VER" (F=6,228; *df*=2; p=0,008) e "PMV x OUT" (F= 6,228; *df*=2; p=0,022).

3.2.2. Comparações espécie Deltochilum rubripenne

Durante a estação do outono houve diferença entre o estágio de decomposição "PUT x DEC", "PUT x SEC" e "PUT x FSC" (F=5,206; *df*=2; p=0,037). Na primavera houve diferença entre os estágios de "FSC x PUT" (F=5,206; *df*=2; p=0,019), "FSC x SEC" (F=5,206; *df*=2; p=0,009) e "FSC x FER" (F=5,206; *df*=2; p=0,039).

A comparação entre os estágios de decomposição foi significativa nas fases de "FSC" entre "PMV x OUT" (F=2,159; *df*=2; p=0,003) "PMV x VER" (F=2,159; *df*=2; p=0,002). Para "PUT" entre "OUT x VER" (F=2,159; *df*=2; p=0,013) e "OUT x PMV" (F=2,159; *df*=2; p=0,020) e para "DEC" entre "PMV x VER" (F=2,159; *df*=2; p=0,013) e "PMV x OUT" (F=2,159; *df*=2; p=0,012).

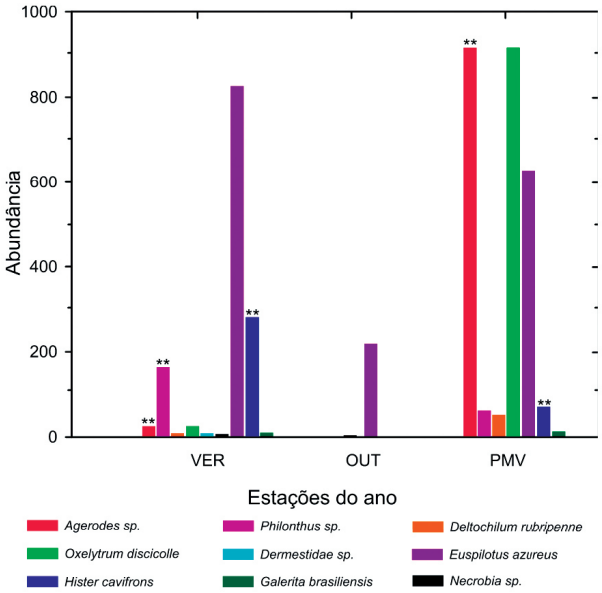


Figura 1. Abundância das espécies nas estações do ano. **p<0,01 (Teste de Dunn significativo).

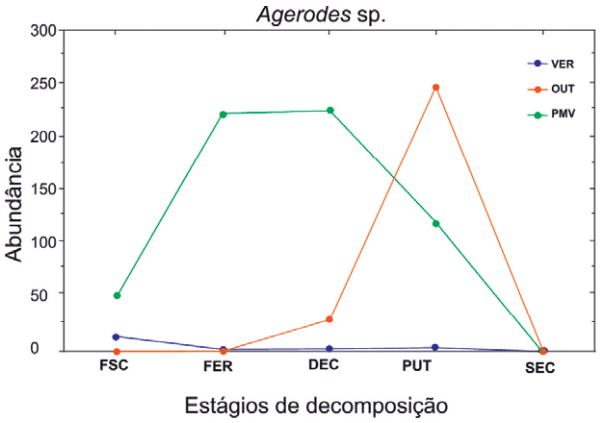


Figura 2. Interação dos estágios de decomposição e estações do ano de espécie *Agerodes* sp.

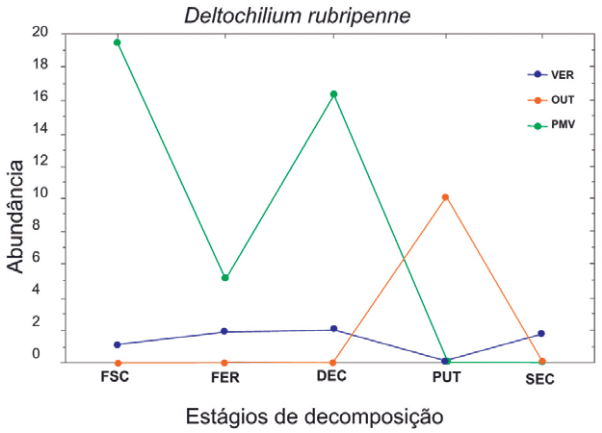


Figura 3. Interação dos estágios de decomposição e estações do ano de espécie *Deltochilum rubripenne*.

4. DISCUSSÃO

Tais resultados são importantes para a compreensão da fauna cadavérica no processo de sucessão ecológica, no âmbito forense. Os resultados obtidos nas estações verão e primavera foram as que mais observou-se a abundância de besouros. Estas estações, possuem uma temperatura mais elevada, acelerando a atividade de microrganismos associados ao processo de decomposição dos corpos, que liberam gases atraindo a entomofauna. Essa atração está diretamente associada à riqueza e abundância de insetos [8], corroborando com o resultado deste estudo. Além disso, a abundância das famílias Staphylinidae e Histeridae nas carcaças pode estar relacionada ao fato de possuir representantes predadores de larvas de dípteros, também encontrados em cadáveres [9-11].

Na família Staphylinidae, a espécie *Agerodes sp.* foi coletada nos estágios de fermentação, decomposição ativa e putrefação, resultado que corrobora com os estudos de Mise *et al.* [11], em que essa família esteve presente em todos os estágios de decomposição, nas carcaças de suínos, na região Sul do País. A espécie *Deltochilum rubripenne* (Scarabaeidae) esteve presente principalmente nos estágios de decomposição ativa e putrefação, diferindo-se de estudos feitos no estado do Paraná em que a maior abundância dessa família estava no último estágio de decomposição [12].

5. CONCLUSÕES

Este trabalho conclui que espécies da coleopterofauna necrófaga, presente em cadáveres e carcaças, sofrem alterações na abundância populacional, nas diferentes estações do ano além dos estágios de decomposição. Este fato possui grande potencial forense, tendo em vista a sucessão entomológica que ocorre no processo de decomposição.

Além de contribuir com a descrição e quantificação dos coleópteras de interesse forense do sul de Minas Gerais. Também complementa estudos realizados na região Neotropical, elucidando a dinâmica de sucessão nesta região, permitindo identificar os fatores que influenciam a distribuição e composição dos coleópteros, uma vez que fatores abióticos influenciam essa dinâmica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as agências de fomento CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] J. Oliveira-Costa. *Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios*. 2º ed. Campinas, SP: Millennium Editora (2008).

[2] L.M.S. Kaliandra. Responsabilidade criminal no tribunal penal internacional, *Brasil. Rev. Bras. Dir. Inter*. ***1***: 186–190 (2005).

[3] P. Kulshrestha; D.K. Satpathy. Use of beetles in forensic entomology. *Forensic Sci. Int.*, ***120***: 15-17 (2001).

[4] M.L. Goff. Comparison of insect species associated with decomposing remains recovered inside dwellings and outdoors on the island of Oahu, Hawaii. *J For Sci*, **36**: 748–753 (1991).

[5] M. Bala; N. Singh. Beetles and forensic entomology: A comprehensive review. *J Ent Res*, ***39***: 293–302. (2015). doi: 10.5958/0974-4576.2015.00036.5

[6] S.B. Peck; R.S. Anderson. Taxonomy, phylogeny and biogeography of the carrion 16 beetles of Latin America (Coleoptera: Silphidae). *Quaestiones Entomologicae* ***21***: 247-317 (1985).

[7] P. Nuorteva. Histerid beetles as predators of blowflies (Diptera, Calliphoridae) in Finland. In: *Annales Zoologici Fennici*. SOCIETAS BIOLOGICA FENNICA VANAMO (1970).

[8] C.P. Campobasso; G. Vella; F. Introna. Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Sci. Int.*, ***120***: 18-27 (2001).

[9] E.P. Catts; M.L. Goff. Forensic entomology in criminal investigations. *Annual Review of Entomology*, ***27***: 253-272 (1992).

[10] M.O. Moura. Variação espacial como mecanismo promotor da coexistência em comunidade de insetos necrófagos. *RB Zool*, ***21***: 409-419 (2004).

[11] K.M. Mise; L.M. Almeida; M.O. Moura. Levantamento da fauna de Coleoptera que habita a carcaça de *Sus scrofa* L., em Curitiba, Paraná. *RB Entom*, ***51***: 358-368 (2007).

[12] R.C. Silva; W.E. Santos. Fauna de Coleoptera Associada a Carcaças de Coelhos Expostas em uma Área Urbana no Sul do Brasil. *EntomoBrasilis*, ***5***(3): 185-189 (2012).

v. 14, n. 4, p. 153-156, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

A importância do exame de DNA em amostras de crimes sexuais com resultados positivos e negativos nos testes de pesquisa de PSA e de espermatozoides.

G.S. Cruza[b*], I.A. Silva[a], M.E.S. Machado[a], R.C.B.S. Souza[a], V.R. Paixão-Cortes[b]

a Laboratório Central de Polícia Técnica, Departamento de Polícia Técnica da Bahia, Bahia (BA), Brasil
b Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Bahia (BA), Brasil
**Endereço de e-mail para correspondência: gabriela.cruz@dpt.ba.gov.br. Tel.: +55 71 3116 8677*

Keywords: Crime sexual, PSA, Espermatozoides, Extração de DNA, Genética Forense.

1. INTRODUÇÃO

A violência sexual envolve o uso de mecanismos para forçar uma pessoa a manter contato sexual com outra contra a sua vontade [1]. No Brasil, mais de 220 pessoas são vítimas de violência sexual por dia, sendo as vítimas do sexo feminino o perfil predominante, com média de 192,80 (87,14%) mulheres sendo violentadas sexualmente por dia no país [2]. Apesar dos esforços para prevenção e assistência às vítimas, o estado da Bahia registrou um crescimento de 4,65% dos crimes sexuais em 2023, com uma taxa de 33,40 casos por 100 mil habitantes [2]. Estes dados revelam a necessidade de aprimorar as estratégias para prevenção, monitoramento e investigação destes crimes, a fim de proteger a sociedade.

Neste sentido, a Genética Forense tem contribuído para o processo investigativo a partir da comparação entre os perfis genéticos de vestígios de crimes sexuais e possíveis suspeitos, além da inserção e comparação dos dados em bancos de perfis genéticos. Muitos estudos realizam exame genético apenas em amostras que apresentam resultados positivos nos exames preliminares de pesquisa de espermatozoides e PSA [3, 4]. Contudo, em casos de indivíduos vasectomizados, azoospérmicos ou oligospérmicos, ou ainda quando não ocorre ejaculação em casos de violência sexual, é possível a presença de material biológico do agressor no corpo da vítima [5]. Nestes casos, a realização do exame genético pode atestar a veracidade do crime sexual e o perfil genético obtido pode ser comparado com o perfil do suspeito ou incluído no Banco de Perfis Genéticos para comparação com outras amostras previamente genotipadas.

No presente trabalho foram analisados os resultados das análises de vestígios de crimes sexuais submetidos a exames de triagem de pesquisa de PSA (Antígeno Prostático Específico) e espermatozoides e com resultados positivo para um dos exames ou negativos para ambos. O objetivo do estudo é avaliar a eficiência da obtenção de perfis genéticos diferentes dos das vítimas em amostras de crime sexual com resultados positivos e negativos nos testes preliminares de pesquisa de PSA e espermatozoides e considerar a viabilidade do processamento das amostras com resultados negativos nos referidos testes. As conclusões obtidas podem auxiliar os laboratórios de genética forense no estabelecimento de protocolos para a análises dos vestígios, além de subsidiar o incremento de recursos para o processamento de amostras envolvendo violência sexual.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Grupo amostral

O presente estudo analisou a taxa de sucesso do exame de DNA das amostras relacionadas a crimes sexuais encaminhadas à Coordenação de Genética Forense do Departamento de Polícia Técnica da Bahia (CGen/DPT) entre os anos de 2013 e 2023. Os procedimentos desde a coleta à análise dos dados estão

em consonância com a legislação vigente, incluindo as diretrizes da Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos (RIBPG) do Ministério da Justiça e Segurança Pública [6]. No total, foram selecionadas 2402 amostras biológicas relacionadas a crimes sexuais coletadas em todo o estado da Bahia e encaminhadas à CGen/DPT.

2.2. Triagem de amostras

Os vestígios biológicos do tipo suabes anal, vaginal e vulvar coletados até 72 horas após o fato e peças de roupas e outros vestígios relacionados a crimes sexuais foram submetidos inicialmente a uma triagem por meio de testes de PSA e exame de microscopia direta para pesquisa de espermatozoides (SPTZ). Por entremeio do processo de triagem obteve-se 1337 amostras positivas (PSA/SPTZ +) para qualquer um dos testes e 1065 amostras negativas (PSA/SPTZ –) para ambos os testes.

2.3 Extração de DNA

As amostras foram submetidas a dois tipos de extração de DNA: extração diferencial com separação das frações espermática (FE) e não espermática (FNE) no caso das amostras com resultados positivos para os exames de SPTZ e/ou PSA e extração sem separação de fases para as amostras com resultados negativos para ambos os testes preliminares. Para tanto foi utilizado o Kit Comercial *PrepFiler Express Forensic DNA Extraction Kit (Thermo Fisher Scientific)* na plataforma automatizada *Hamilton ID STARlet (Hamilton Company)*, de acordo com as instruções dos fabricantes.

2.4 Quantificação de DNA

As amostras foram submetidas a quantificação de DNA pela técnica de PCR (do inglês, Polymerase Chain Reaction) em Tempo Real utilizando os kits comerciais *Quantifiler Trio* (*Thermo Fisher Scientific*) e *Investigator Quantiplex Pro (Qiagen)* e o equipamento *QuantStudio (Thermo Fisher Scientific)*, conforme as recomendações dos fabricantes.

2.5 Amplificação e Genotipagem de DNA

Foi realizada amplificação por PCR para STRs (do inglês, Short Tandem Repeats) dos cromossomos autossômicos com os kits comerciais PowerPlex Fusion 6C *(Promega Corporation)* e GlobalFilerTM (*Thermo Fisher*) e para os STRs do cromossomo Y com os kits comerciais PowerPlex® Y-23 *(Promega Corporation)* e YfilerTM Plus (*Thermo Fisher Scientific*), de acordo com as instruções dos fabricantes, utilizando os termocicladores 9700 GeneAmp® PCR ou VeritiTM 96-Well Fast (*Thermo Fisher Scientific)*. As amostras foram separadas e detectadas por eletroforese capilar em analisador genético ABI 3500® (*Thermo Fisher Scientific*) de acordo com as instruções do fabricante. Os resultados da eletroforese foram analisados com o programa GeneMapperTM ID-X v.1.6 (*Thermo Fisher Scientific*) de acordo com os critérios previstos no Manual de Procedimentos Operacionais da RIBPG [6].

2.6. Análise de dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise descritiva em software Excel da Microsoft e analisados estatisticamente empregando o software livre WinPepi for Windows 11.65. Os valores foram representados em *n* absoluto e comparados utilizando o teste Qui-Quadrado com correção de Yates. Foram consideradas diferenças significativas se $p < 0{,}001$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisadas 2.402 amostras encaminhadas à CGen/DPT entre 2013 e 2023 que, de acordo com os resultados dos testes preliminares, foram classificadas em dois grupos distintos: amostras positivas para teste de PSA e/ou pesquisa de espermatozoides (PSA/SPTZ +) e amostras negativas para ambos os testes de PSA e pesquisa de espermatozoides (PSA/SPTZ –). De acordo com os resultados das quantificações, as amostras foram submetidas a amplificação para STR dos cromossomos autossômicos e do cromossomo Y e analisadas de acordo com os padrões estabelecidos pela RIBPG [6]. Posteriormente as amostras foram classificadas entre as que geraram perfis genéticos (dos cromossomos autossômicos e/ou do cromossomo Y) e as que não produziram algum tipo de perfil genético. De acordo com a tabela 1, a obtenção de perfil genético nas amostras PSA/SPTZ + é significativamente maior do que nas amostras PSA/SPTZ –.

Tabela 1. Tipo de perfil genético obtido de acordo com o resultado dos testes preliminares de pesquisa de PSA/SPTZ

Tipos de Perfis Genéticos	Amostras PSA/SPTZ +	Amostras PSA/SPTZ -	*p**
Cromossomos Autossômicos e do Cromossomo Y	626	80	*<0.001*
Sem perfil genético	711	985	

*Teste qui-quadrado com correção de Yates

Quando analisados os perfis genéticos obtidos, no grupo das 626 amostras PSA/SPTZ +, 83,86% (525) das amostras geraram perfis genéticos dos cromossomos autossômicos e do cromossomo Y e 16,14% (101) das amostras geraram apenas perfis do cromossomo Y (Figura 1). Por outro lado, no grupo PSA/SPTZ –, das 80 amostras que geraram perfis genéticos, apenas 18,75% (15) foram perfis dos cromossomos autossômicos e do cromossomo Y, contra 81,25% (65) para perfis apenas do cromossomo Y (Figura 2). No grupo PSA/SPTZ + era esperada uma grande quantidade de perfis genéticos distinto dos das vítimas, considerando que estas amostras foram submetidas a testes preliminares que atestaram a presença de material masculino. Por outro lado, no grupo PSA/SPTZ – a predominância de perfis genéticos apenas do cromossomo Y pode estar relacionada a elevada sensibilidade do kit de amplificação, capaz de detectar pequenos fragmentos e DNA degradado [7]. Estes resultados corroboram os dados obtidos por Kobachuk e colaboradores (2023) [8] que verificaram quantidades significativamente mais elevadas de perfis genéticos obtidos em amostras de crimes sexuais com resultado preliminar de pesquisa de sêmen positivo.

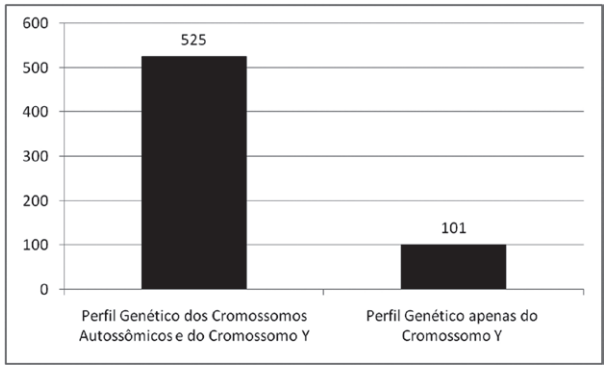


Figura 1. Tipos de perfis genéticos obtidos entre as amostras PSA/SPTZ +.

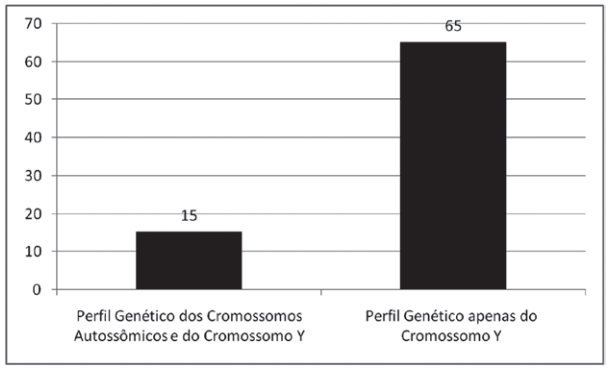


Figura 2. Tipos de perfis genéticos obtidos entre as amostras PSA/SPTZ –.

Por fim, foram analisados os tipos de perfis genéticos dos cromossomos autossômicos, sendo subdivididos entre: perfil completo, os que possuíam todos os 13 marcadores CODIS; perfil parcial, os que tinham entre 8 e 13 marcadores CODIS; e perfis de mistura, os que apresentavam entre 1 e 4 alelos nos marcadores analisados. Entre as amostras PSA/SPTZ + houve predomínio de perfis completos com 384 amostras (73,3%) em comparação com os perfis parciais ou de mistura. Este dado pode ser atribuído ao fato destas amostras terem sido submetidas a extração diferencial com separação das frações espermática e não espermática, possibilitando a obtenção de perfis únicos masculinos, distintos dos das vítimas (Figura 3).

No que tange às amostras PSA/SPTZ – observou-se outro padrão de genotipagem para os cromossomos autossômicos, com prevalência de perfis de misturas (Figura 4). Considerando que estes vestígios revelaram resultados negativos nos testes presuntivos de pesquisa de PSA e de espermatozoides e que não foram submetidos a extração diferencial, é esperado que os perfis de misturas sejam predominantes. Apesar da baixa quantidade de perfis dos cromossomos autossômicos neste grupo, ao menos em 6,10% (65) das amostras obteve-se os perfis do cromossomo Y. É válido salientar que a análise forense envolvendo a comparação dos perfis obtidos com amostras referências das vítimas e dos suspeitos pode dirimir possíveis dúvidas e levar a identificação dos autores dos crimes.

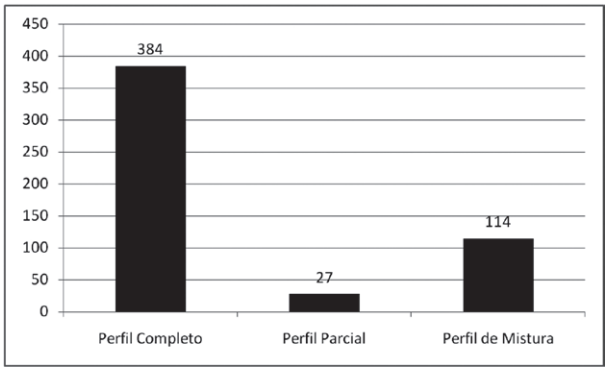


Figura 3. Tipos de perfis dos cromossomos autossômicos nas amostras PSA/SPTZ +.

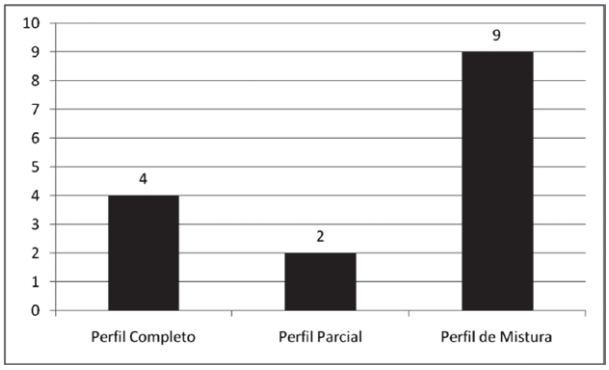


Figura 4. Tipos de perfis dos cromossomos autossômicos nas amostras PSA/SPTZ –.

Apesar da baixa quantidade de perfis genéticos obtidos no grupo PSA/SPTZ –, é importante considerar a análise de DNA destas amostras a fim de identificar os autores dos crimes e possíveis crimes seriais, típicos em casos de violência sexual. A despeito do alto custo dos exames de DNA, a elevada taxa de crimes sexuais no Brasil pode justificar o emprego de todos os esforços possíveis para a obtenção de resultados capazes de robustecer o processo de investigação.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os dados analisados, verificou-se que as amostras oriundas de crimes sexuais com resultados PSA/SPTZ + são significativamente mais efetivas para gerar perfis genéticos dos cromossomos autossômicos e do cromossomo Y. Entretanto, embora significativamente menos propensas a produzirem perfis genéticos completos, as amostras do grupo PSA/SPTZ – ainda podem ser informativas para perfis do cromossomo Y e, portanto, podem ser essenciais para auxiliar as investigações envolvendo violência sexual. Dessa forma, mostra-se essencial a destinação de mais recursos aos laboratórios forenses, incluindo equipamentos e pessoal, visando o processamento de todas os vestígios de crimes sexuais.

AGRADECIMENTOS

A todos da Coordenação de Genética pelo apoio, dedicação, parceria e comprometimento na realização dos trabalhos. Ao Departamento de Polícia Técnica da Bahia e ao Ministério da Justiça e Segurança Pública pelos recursos necessários que possibilitaram a análise das amostras e, consequentemente, a realização deste projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]. BRASIL. Secretaria Especial de Políticas para Mulheres. *Política Nacional de Enfrentamento à Violência contra as mulheres,* Secretaria de Política para as Mulheres, Brasília (2011).

[2] BRASIL - MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E SEGURANÇA PÚBLICA. *Mapa de Segurança Pública 2024 – Ano-Base 2023,* Brasília (2024). Retirado em 21/06/2024, de: http:// gov.br/mj/pt-br/assuntos/sua-seguranca/seguranca-publica/estatistica/dados-nacionais-1/mapa-da-seguranca-publica-2024.

[3] CARVALHO, N. G. *et al.* The contribution of DNA databases for stored sexual crimes evidences in the Central of Brazil. *Forensic Science International--Genetics,* **56:** 102235-1 (2020).

[4] SOUZA, M. P. M. *et al*. Processamento e análise de backlog de vestígios de crimes sexuais pelo Laboratório Forense da Polícia Científica do Amapá. *Rev. Bras. Crimin.*, **12:** 137-144 (2023).

[5] DIAS FILHO, *et al.* PSA positivo, espermatozoides ausentes: vale a tentativa de obtenção de perfil genético masculino? *Rev. Bras. Crimin.*, **8:** 2, 51-57 (2019).

[6] BRASIL. Ministério da Justiça e Segurança Pública. Comitê Gestor da Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos. *Manual de procedimentos operacionais da rede integrada de bancos de perfis genéticos,* **6,** Brasília (2023). Retirado em 06/06/2024, de: https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/sua-seguranca/seguranca-publica/ribpg/manual/manual-de-procedimentos-operacionais-da-ribpg-versao-6/view.

[7] PURPS, J. *et al.* A global analysis of Y-chromosomal haplotype diversity for 23 STR loci. *Forensic Science International: Genetics*, **12** (2014).

[8] KOBACHUK, L.D.G. *et al.* Processamento de backlog de vestígios de crimes sexuais no Estado do Paraná. *Rev. Bras. Crimin.*, **12**: 55-60 (2023).

v. 14, n. 4, p. 157-159, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Effects of an alcoholic beverage in the duration of immature stages of the blowfly *Chrysomya megacephala*

T.G. Bibiano[a*], R.S. Lima[a], E.G. Souza[a], K. Haddi[a]

[a] *Entomology Departament, Universidade Federal de lavras (UFLA), Lavras, MG 37200-634 900, Brazil*
** bibiano.tg@gmail.com Tel.: +55-16-99217-8097.*

Keywords: Calliphoridae; Corote, larvae, pupa, development.

1. INTRODUÇÃO

Forensic entomology is the branch of biology that uses insects to elucidate and understand the dynamics of some crimes [2]. Flies of the family Calliphoridae, popularly known as blowflies, have a metallic blue and/or green color [3]. As they are the first to colonize a corpse, the presence of these organisms helps to estimate Post-Mortem Interval (PMI). Their necrophagous habit allows their use in entomotoxicological analyses to detect different substances in tissues undergoing autolysis and putrefaction [4,9,10]. However, the presence of some substances in the carcass may affect the biology of necrophagous blowfly larvae and potentially impact PMI determination [11-15].

Alcoholic beverages are generally legally marketed and are widely consumed throughout the world, despite restrictions in individual countries. According to the World Health Organization, more than half of the world's population consumes some kind of alcohol-based beverage [5]. In Brazil, more than 65% of the population consumes alcohol during their lifetime [6]. Constant consumption of this substance can lead to various health problems, such as mental and behavioral disorders [7], and many studies show a strong influence of alcohol abuse or overdose consumption on cases of suicide [8].

The aim of the present work was to evaluate the effects of different concentrations of a commercially available alcoholic beverage on the development duration of immature stages of *Chrysomya megacephala*.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Alcoholic beverage description

Corote is an alcoholic beverage sold commercially in Brazil. This drink is known for its high alcohol content (13.5%) and for being very cheap (0.6 dollars/500ml). The Corote is made from vodka with fruit essences.

2.2. Collection sites and Laboratory rearing of the blowfly

Immature specimens of *C. megacephala* were collected in compost material at the Composting Sector of the Federal University of Lavras (UFLA). The specimens were taken to the Laboratory of Molecular Entomology and Ecotoxicology (MEET) of the Department of Entomology – UFLA, where they were transferred to a ground meat substrate. The specimens were followed until the adults' emergence when they were properly identified under a stereoscope (Trinocular Stereoscope Microscope ZOOM DI-152T) using the dichotomous key for adult specimens of Carvalho & Mello-Patiu [1]. The emerging adults were used to establish a laboratory rearing carried out in plastic cages (21.5x21.5x25cm) with voil sleeves (adapted from Estrada [16]).

All the fly's developmental stages were maintained in a climate-controlled room at 27 ± 1°C, 12L:12D and a relative humidity of 60 ± 10%. For adult insects, 80% sucrose solution and water were offered *ad libitum* as food. Over a period of 4 days, 20g of fresh ground meat was offered for the maturation of the ovarian follicles. To obtain the eggs, after 11 days, ground meat was offered again.

Eggs obtained from oviposition were removed from the substrate with a fine, soft-tipped brush and transferred to a fresh substrate containing approximately 1.5 g of 24-hour decayed ground meat per larva.

2. 3. Bioassays

The experiments used the first-generation (F2) flies reared in the laboratory, to avoid the effects of any substances that might be ingested from the substrate at the initial collection site.

Four concentrations (50, 100, 150 and 200 µL/ml of water) of Corote® were used. Distilled water and ground meat without the addition of any liquid (called control) were used as checks.

One mL of each concentration was added to 40 grs of ground meat in the initial stage of putrefaction and mechanically homogenized before being offered to newly hatched larvae (<1h old) as food substrate. Four repetitions consisting of 30 larvae each were used for each concentration. Larval development was monitored daily the duration of the larval and pupal stages were estimated.

2. 5. Statistical analysis

The data of stages' duration were subjected to one-way ANOVA and the means were compared with he post-hoc Tuckey test using the R multcomp package.

3. RESULTS

Parameters related to the duration of the stages showed statistical significant differences for the different treatments. Indeed, the duration of the larval stage (F=17.508; *df*=5; p=0.004), for 50 and 100 µL/ml, was longer compared to the control. Furthermore, the duration of the pupal stage (F=19.838; *df*=5; p=0.001); and the duration of the egg to pupa (F=17.618; *df*=5; p=0.003) were higher in the concentration 200 µL/ml, being greater than all treatments and the control (Table 1).

Table 1. Effect of Corote® on durations (in days) of the immature stages of *Chrysomya megacephala*.

		Duration in days of development stages	
Substance	Concentration (µl/ml)	Larval	Pupal
Corote	Control	5.39±0.11	5.22±0.10
	Water	5.56±0.12	5.50±0.13
	50	5.91±0.05**	5.48±0.08
	100	5.90±0.05**	5.39±0.07
	150	5.81±0.05	5.67±0.07
	200	5.73±0.06	5.73±0.05***

Mean ± SE; p= '***' 0.001; '**' 0.01; '*' 0.05

4. DISCUSSION

Although alcohol is the most widely consumed substance in the world [7], studies on the effect of ethanol on the development of blowflies such as *C. megacephala* are scarce in the literature. Understanding such effects on the larval development time of these insects is extremely important as they are widely used to calculate PMI estimates. Based on the results obtained, the presence of ethanol affects larval and pupal durations, showing that even at low levels, Corote® induces a delay in the larval stage. This result differs from the few studies found in the literature, such as the ones by Monthei [17] and Osorio-Arenas & Murgas [18] and highlight the need for further studies addressing this important topic.

5. CONCLUSIONS

Despite alcohol being a globally consumed legal substance, studies on its effects on the biological traits of necrophagous flies are scarce in the literature. Our findings showed that low concentrations of alcoholic beverages can affect the development time of the juvenile stages of flies of forensic importance and can have practical implication for the PMI determination and for entomotoxicology analyses. Further studies aiming to the evaluation of such effects on the other stages, in addition to the effect of other substances are still necessary.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the funding agencies CAPES (Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel), CNPq (National Council of Scientific and Technological Development) and FAPEMIG (Minas Gerais State Foundation for Research Aid).

REFERENCES

[1] C.J.B. Carvalho; C.A. Mello-Patiu. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. Revista Brasileira de Entomologia, ***52***: 390–406. (2008).

[2] J. Oliveira-Costa. *Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios*. 2º ed. Campinas, SP: Millennium Editora, (2008).

[3] C.J.B. Carvalho; C.A. Mello-Patiu; L.M. Almeida. O papel da taxonomia na entomologia forense. In: *Entomologia forense na prática: do laboratório à utilização dos vestígios*. 1 ed. Campinas, SP; Millennium Editora, (2021) 225–273.

[4] J. Amendt; R. Krettek; R. Zehner. Entomology forensic. *Naturwissenschaften*, ***91***: 51–65 (2004).

[5] World Health Organization (WHO). Harmful use of alcohol kills more than 3 million people each year, most of them men (2018). Disponível em: < https://www.who.int/news/item/21-09-2018-harmful-use-of-alcohol-kills-more-than-3-million-people-each-year---most-of-them-men> Acesso em Jun de 2024.

[6] F.I.P.M. Bastos; M.T.L. Vasconcellos; R.B. De Boni; N.B. Reis; C.F.S. Coutinho. (Org.). III Levantamento Nacional sobre o uso de drogas pela população brasileira. Rio de Janeiro: FIOCRUZ/ICICT, 528, (2017).

[7] World Health Organization (WHO). Alcohol (2022). Disponível em: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/alcohol> Acesso em Jun de 2024.

[8] BRASIL, Ministério da Saúde. ÁLCOOL NO BRASIL: CONSUMO EM NÚMEROS (2020). Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/promocao-da-saude/folder-alcool-no-brasil-consumo-em-numeros> Acesso em Jun de 2024.

[9] F. Introna; C.P. Campobasso; M.L. Goff. Entomotoxicology. *Forensic Science International*, ***120*** (1-2): 42–47 (2001). doi.org/10.1016/S0379-0738(01)00418-2

[10] M. Salimi; Y. Rassi; O. Chatrabgoun; A. Kamali; M.A. Oshaghi; V. Shiri-Ghaleh; S.Z. Parkhideh. Toxicological analysis of insects on the corpse: a valuable source of information in forensic investigations. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*, ***12*** (3): 219 (2018).

[11] A.R. Silva; B.S. Reis. A importância da entomologia forense nas investigações criminais. *In: VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação* (2012).

[12] T.S. Thé. *Entomologia Forense: Os Insetos e a Perícia Criminal* (2021).

[13] J.K. Tomberlin; R. Mohr; M.E. Benbow; A.M. Tarone; S. Vanlaerhoven. A roadmap for

bridging basic and applied research in forensic entomology. *Annual Review of Entomology*, ***56*** (1): 401–421 (2011). doi.org/10.1146/annurev-ento-051710-103143

[14] K.P. Vairo; M.O. Moura. *Entomologia forense na prática: do laboratório à utilização dos vestígios*. 1 ed.

Campinas, SP; Millennium Editora (2021).

[15] N. Joshi; R. Kumar. Utility of Entomotoxicology in Medico-Legal Investigations. *Int J Innov Res Technol Sci Eng* (IJIRSET), **9**: 4898-4902 (2020).

[16] D.A. Estrada.; M.D. Grella; P.J. Thyssen; A.X. Linhares. "*Chrysomya albiceps* (Wiedemann)(Diptera: Calliphoridae) developmental rate on artificial diet with animal tissues for forensic purpose." *Neotropical Entomology*, **38** (2): 203–207 (2009).

[17] MONTHEI, D. R. Entomotoxicological and thermal factors affecting the development of forensically important flies. Tesis Doctoral. Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University. 2009.

[18] M.A. Osorio-Arenas; A.S. Murgas. Efecto del porcentaje de etanol en el crecimiento larval de *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819) (Diptera: Calliphoridae). *Revista Científica Centros*, ***4*** (1), 34-45 (2015).

v. 14, n. 4, p. 160-164, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Aplicação da tanatomicrobiologia na elucidação de crimes

R.H. Oliveira[a,*], F.S. Feitosa[a], J.R. Farias[a]

a Instituto Florence de Ensino Superior, Curso de Biomedicina, São Luís (MA), Brasil
**Endereço de e-mail para correspondência: risiadeholandaoliveira@gmai.com Tel.: +55-98-984495422.*

Keywords:Tanatomicrobiologia; Microbiologia; Forense; Perícia criminal.

1. INTRODUÇÃO

A tanatomicrobiologia emerge como uma ferramenta crucial na investigação forense, integrando o estudo das comunidades microbianas que colonizam o corpo humano após a morte. Este campo interdisciplinar combina princípios da microbiologia com a ciência forense tradicional, oferecendo novas perspectivas na determinação do intervalo post mortem (IPM) e na elucidação de crimes. Desde a década de 2000, avanços significativos têm sido alcançados na compreensão de como as mudanças microbianas no corpo humano podem ser usadas para estimar o tempo decorrido desde a morte. [1-2-4]

A microbiota cadavérica é composta por uma variedade de microrganismos, desempenha um papel fundamental na decomposição do corpo após a morte. Estes micróbios passam por um processo de sucessão previsível à medida que o corpo se decompõe, fornecendo uma linha do tempo única e detalhada que pode ser usada pelos investigadores. Estudos recentes têm demonstrado que a análise da microbiota cadavérica pode ser tão precisa quanto métodos tradicionais, como a rigidez cadavérica e a temperatura corporal, na determinação do IPM. [5-6]

A aplicação da tanatomicrobiologia na prática forense não se limita apenas à determinação do IPM. Ela também pode fornecer informações sobre a localização da morte, a presença de toxinas ou drogas no corpo, e até mesmo ajudar a estabelecer relações entre vítimas e suspeitos através da análise comparativa de microbiotas. Métodos avançados de sequenciamento de DNA permitiram um refinamento significativo na identificação e caracterização dos microrganismos envolvidos, possibilitando uma maior precisão e confiabilidade nos resultados obtidos. [1-6]

Além de seu uso em casos individuais, a tanatomicrobiologia está contribuindo para a criação de bancos de dados microbiológicos forenses, que podem ser consultados para comparar padrões microbiológicos entre diferentes casos e regiões geográficas. Esses bancos de dados têm o potencial de revolucionar a investigação criminal, oferecendo uma ferramenta adicional poderosa para os investigadores forenses. [3-4-6]

Embora ainda existam desafios a serem superados, como a padronização dos métodos de coleta e análise de amostras microbiológicas, a tanatomicrobiologia representa um campo promissor que está se tornando cada vez mais integrado às práticas forenses modernas. Com o contínuo avanço da tecnologia e o aprimoramento das técnicas analíticas, espera-se que a contribuição da tanatomicrobiologia para a elucidação de crimes continue a crescer, consolidando seu papel como uma ferramenta essencial na investigação criminalística contemporânea [2-4-5].

Nesta revisão, nos concentraremos em uma série de tópicos que são relevantes para a tanatomicrobiologia na aplicação de ferramentas de alto rendimento para as ciências forenses.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca primaria resultou em 34 artigos, como visto na figura 1. Com base nos critérios, foram excluídos 28 estudos, resultando em 6 artigos para leitura dos títulos e resumos. Após a análise, foram selecionados 6 artigos, sendo excluídas as repetições. Apenas 6 ar-

tigos foram utilizados para extração dos dados e informações na integra.

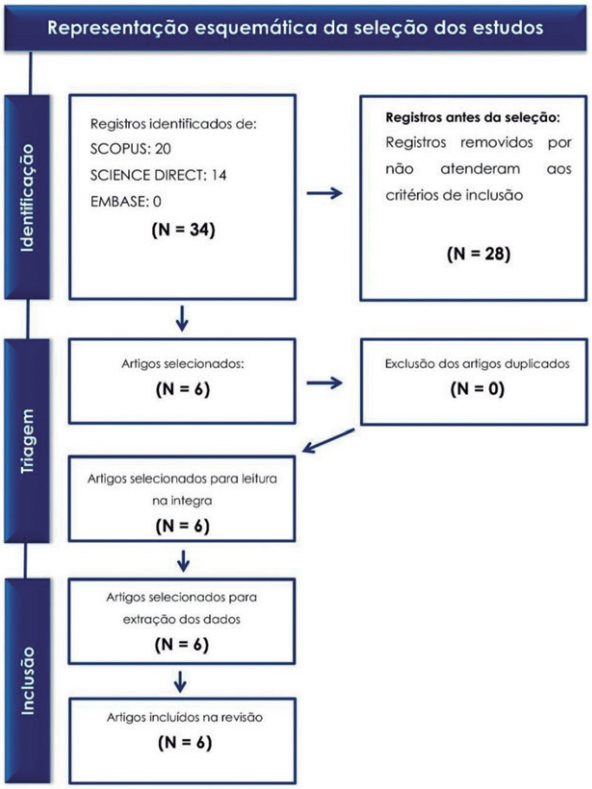


Figura 1. Resultados de acordo com a declaração PRISMA.

Com base nos resultados brutos e selecionados (Figura 2), o ano que houve o maior número de trabalhos publicados foi em 2022 e 2023. Contudo a área da tanatomicrobiologia enfrenta desafios significativos na produção e obtenção de trabalhos científicos. Uma das principais dificuldades é a relativa novidade e especificidade da área, o que resulta em um número limitado de pesquisadores especializados. [2,3]

Além disso, as complexidades inerentes à coleta e análise de dados post-mortem, incluindo a necessidade de técnicas avançadas de sequenciamento e bioinformática, tornam a pesquisa mais cara e demorada. A variação nos fatores ambientais e biológicos que influenciam a decomposição também contribui para a complexidade, dificultando a padronização dos estudos. Consequentemente, encontrar trabalhos científicos robustos e abrangentes nessa área pode ser um desafio, exigindo uma busca extensa e a consulta de fontes interdisciplinares. [1,4]

Nos últimos anos, especialmente durante a pandemia, a tanatomicrobiologia tem avançado significativamente. O aumento do uso de tecnologias de sequenciamento de nova geração permitiu uma análise mais detalhada e precisa das comunidades microbianas em organismos após a morte. [3,5]

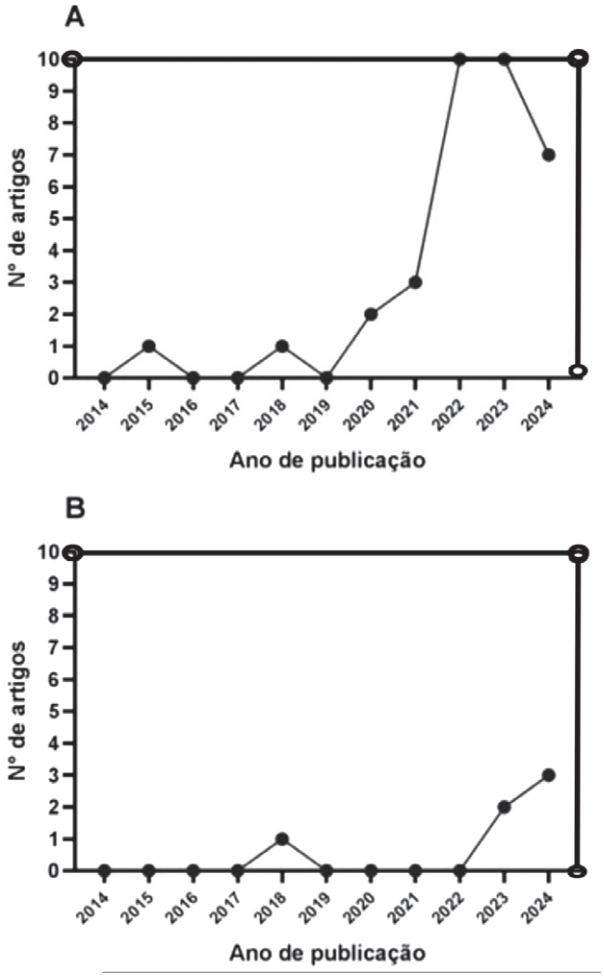


Figura 2. Números de produções cientificas que abordaram a temática de tanatomicrobiologia como objeto de estudo. **(A)** representa a quantidade de trabalhos encontrados na busca primaria em **(B)** estão os artigos selecionado paralelo ao ano e quantidade.

Na figura 3 é visto as principais palavras-chave utilizadas nos estudos selecionados.

Figura 3. Principais palavras-chave dos estudos selecionados.

Na tabela 1 contemplam de estudos in vitro, in vivo, e in silico. A cromatografia gasosa bidimensional abrangente (GC×GC) tem se mostrado uma ferramenta poderosa na tanatomicrobiologia, oferecendo análises detalhadas e precisas dos compostos voláteis emitidos durante a decomposição. Essa técnica permite a separação e identificação de uma vasta gama de compostos químicos com alta resolução, crucial para entender as complexas mudanças bioquímicas post-mortem. [1,2,4]

A PCR multiplex tem se destacado como uma técnica essencial na tanatomicrobiologia, permitindo a amplificação simultânea de múltiplas sequências de DNA a partir de amostras post-mortem. Essa abordagem facilita a detecção de diversas espécies microbianas envolvidas na decomposição, fornecendo um panorama detalhado das comunidades microbianas presentes em diferentes estágios de decomposição. [2,4,6]

A PCR multiplex é particularmente valiosa em análises forenses, onde a identificação rápida e precisa de microrganismos pode ajudar a estimar o tempo de morte e esclarecer circunstâncias de óbito. Além disso, essa técnica é eficiente em termos de tempo e custo, pois reduz a necessidade de múltiplas reações separadas. No entanto, a complexidade das amostras post-mortem e a presença de inibidores naturais representam desafios técnicos que precisam ser superados para obter resultados robustos. [2,3]

A autópsia médica e odontológica desempenha um papel crucial na tanatomicrobiologia, fornecendo amostras valiosas para o estudo das comunidades microbianas post-mortem. Durante a autópsia, tecidos e fluidos são coletados de diferentes partes do corpo, permitindo a análise detalhada da microbiota em várias regiões anatômicas. Em particular, a autópsia odontológica oferece insights sobre os microrganismos presentes na cavidade oral, que podem servir como indicadores do tempo de morte e das condições pré-morte. Esses dados são essenciais para a ciência forense, ajudando a esclarecer causas de morte e eventos que ocorreram após o óbito. [5,6]

Mediante isso as técnicas que foram utilizadas pelos pesquisadores auxiliou na identificação de diferentes tipos de microrganismos que estão presentes em cadáveres post-mortem; São eles: *Bacilo subtilis, Ignatzschineria indica, Ignatzschineria ureiclástica, Vagococo lutrae, Curtobacterium luteum, Ignatzschineria, Morganella, Proteus, Lysinibacillus, Pseudomonas, Globicatella, Corynebacterium, Streptococcus, Rothia, Aerococcus, Staphylococcus, Streptococcus, Pseudomonas e Achromobacter, Viridibacillus, Bacillus, Staphylococcus, Streptococcus, Acinetobacter e Tepidibacter, Propionibacterium, Corynebacterium e Staphylococcus*. [1,3,4,5]

Tabela 1. Tabela de métodos aplicados nos estudos revisados.

Local do estudo	Alvo	Técnica aplicada	Gene de interesse	Tempo da análise	Autor
Laboratório de Química Forense e Bioanalítica, Escola de Ciências Naturais e Matemática, Universidade Chaminade de Honolulu, Estados Unidos	Bactérias	Cromatografia Gasosa Bidimensional Abrangente	*Bacilo subtilis, Ignatzschineria indica, Ignatzschineria ureiclástica, Vagococo lutrae Curtobacterium luteum*	5 dias	Furuta et al., 2024
Departamento de Medicina Forense, Universidade Médica de Guizhou, Guiyang, 550004, Guizhou, China	Ratos machos Sprague Dawley	Extração de DNA, amplificação por PCR e sequenciamento	*Ignatzschineria , Morganella , Proteus , Lysinibacillus , Pseudomonas , Globicatella , Corynebacterium , Streptococcus , Rothia , Aerococcus , Staphylococcus*	7 dias	Wang et al., 2024
National Anti-Drug Laboratory Guangdong Regional Center, Guangzhou, China	Manchas de saliva depositadas em cenas de crime	A análise da composição microbiana	*Streptococcus, Pseudomonas e Achromobacter*	1 ano	Litao et al., 2024
Universidade de Ciências da Vida de Varsóvia, Centro de Imunoterapia Celular, Warszawa, Polônia	Camundongos	PCR multiplex	*Viridibacillus, Bacillus, Staphylococcus, Streptococcus, Acinetobacter e Tepidibacter.*	1 2 mês	Maÿgorzata et al., 2023
Department of Dermatology, The First Hospital of China Medical University, Shenyang, China	Homens e Mulheres	RF, SVM, ANN, DNN, IA	*Propionibacterium , Corynebacterium e Staphylococcus*	3 4 semanas	Geyao et al., 2023
Departamento de Estomatologia Terapêutica, Instituto de Odontologia, Universidade Sechenov, Moscou, Rússia	Homens e mulheres	Autópsia médica e odontológica	*PTP*	1 ano	Franco et al., 2018

Na tabela 2 as análises que foram realizadas apresentaram uma eficácia boa ressaltando que na tanatomicrobiologia, a identificação de bactérias é realizada utilizando uma combinação de métodos tradicionais e avançados de microbiologia e biologia molecular. [3,4]

Amostras de tecidos e fluidos corporais são coletadas durante a autópsia e cultivadas em meios de cultura específicos para isolar bactérias viáveis. Além disso, técnicas de PCR (Reação em Cadeia da Polimerase) são empregadas para amplificar sequências de DNA bacteriano diretamente das amostras, permitindo a detecção de espécies difíceis de cultivar. [5,6]

O sequenciamento de nova geração (NGS) oferece uma análise detalhada da composição bacteriana, identificando espécies e suas abundâncias relativas. Métodos como a espectrometria de massa MALDI-TOF ajudam na caracterização proteica das bactérias, confirmando suas identidades. A análise bioinformática dos dados de sequenciamento também é crucial para interpretar os resultados e entender as dinâmicas microbianas post-mortem. Esses procedimentos combinados fornecem um panorama abrangente e preciso das comunidades bacterianas, auxiliando em investigações forenses e estudos de decomposição. [3,6]

No entanto, essa área enfrenta várias dificuldades, como a variabilidade nas condições ambientais que afetam os processos de decomposição e a diversidade microbiana individual, que pode complicar a interpretação dos dados. A coleta e análise de amostras também são desafiadoras, exigindo técnicas avançadas e padronizadas para garantir a precisão. Além disso, a necessidade de integração de dados microbiológicos, moleculares e bioinformáticos demanda uma colaboração interdisciplinar robusta. Superar essas dificuldades é essencial para avançar o conhecimento na área e melhorar as aplicações práticas em investigações forenses. [3,4,5]

Tabela 2. Tabela de descrição dos casos.

Casos relatados	Órgãos utilizados	Eficácia da análise	Autor
5	Estudo in vitro	Boa	Furuta et al., 2024
21	Cavidade Oral	Boa	Wang et al., 2024
5	Saliva	Boa	Litao et al., 2024
4	Pele	Boa	Maÿgorzata et al., 2023
6	Pele	Boa	Geyao et al., 2023
8	Arcada dentária	Boa	Franco et al., 2018

3. CONCLUSÕES

A tanatomicrobiologia representa uma ferramenta poderosa e inovadora na elucidação de crimes, oferecendo uma abordagem científica avançada para estimar o intervalo post-mortem e reconstruir eventos após a morte. Ao estudar as comunidades microbianas presentes em cadáveres, essa disciplina pode fornecer informações precisas sobre o momento da morte, que são essenciais para investigações forenses. Além disso, a identificação de padrões específicos de decomposição microbiana pode ajudar a determinar a localização da morte e até mesmo a reconstruir possíveis cenários criminais. [1,3,4]

Em resumo, apesar dos desafios, a tanatomicrobiologia oferece um potencial significativo para melhorar a precisão e a confiabilidade das investigações criminais, representando um campo em crescimento que pode transformar a maneira como entendemos e aplicamos a ciência forense. [4,5,6]

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Furuta, K., Byrne, J., Luat, K., Cheung, C., Carter, D. O., Tipton, L., & Perrault Uptmor, K. A. (2024). Volatile organic compounds produced during postmortem processes can be linked via chromatographic profiles to individual postmortem bacterial species. *Journal of chromatography. A*, *1728*, 465017. https://doi.org/10.1016/j.chroma.2024.465017

[2] Xiaoxue Wang, Cuiyun Le, Xiaoye Jin, Yuhang Feng, Li Chen, Xiaolan Huang, Shunyi Tian, Qiyan Wang, Jingyan Ji, Yubo Liu, Hongling Zhang, Jiang Huang, Zheng Ren, Estimating postmortem interval based on oral microbial community succession in

rat cadavers, Heliyon, Volume 10, Issue 11, 2024, e31897, ISSN 2405-8440, https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31897

[3] Huang, L., Liang, X., Xiao, G., Du, J., Ye, L., Su, Q., Liu, C., & Chen, L. (2024). Response of salivary microbiome to temporal, environmental, and surface characteristics under in vitro exposure. *Forensic science international. Genetics*, *70*, 103020. https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2024.103020

[4] Padzińska-Pruszyńska, I. B., Pruszyński, J. J., & Górczak, M. (2023). Use of microorganisms, insects, plants and soil in criminological research. Problems of Forensic Sciences (Z Zagadnień Nauk Sądowych), 2023, 135, s. 217 - 237 https://doi.org/10.4467/12307483PFS.23.013.19429

[5] Xu, G., Teng, X., Gao, X.-H., Zhang, L., Yan, H., & Qi, R.-Q. (2023). Advances in machine learning-based bacteria analysis for forensic identification: identity, ethnicity, and site of occurrence. Frontiers Media SA. Sec. Volume 14 – 2023. https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1332857

[6] Ademir Franco, Solon Diego Santos Carvalho Mendes, Fernando Fortes Picoli, Livia Graziele Rodrigues, Rhonan Ferreira Silva, Forensic thanatology and the pink tooth phenomenon: From the lack of relation with the cause of death to a potential evidence of cadaveric decomposition in dental autopsies — Case series, Forensic Science International, Volume 291, 2018, Pages e8-e12, ISSN 0379-0738, https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2018.08.011.

v. 14, n. 4, p. 165-168, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Processamento de backlog de vestígios de crimes sexuais no Estado do Rio Grande do Norte

J.N.O. Filho[a, *], L.L.S. Rocha[a], J.S. Campos[a], E.M.S. Siqueira[a], F.F.S. Oliveira[a]

[a] *Laboratório de Genética, Instituto Técnico-científico de Perícia, Rio Grande do Norte (RN), Brasil*

**Endereço de e-mail para correspondência: jethefilho@gmail.com Tel.: +55-11-98492-8278.*

Keywords: Violência Sexual; Genética Forense; CODIS; RIBPG; DNA.

1. INTRODUÇÃO

Violência sexual é definida como todo e qualquer ato sexual ou tentativa de ato sexual que ocorra de forma indesejada, assim como comentários e investidas voltados à sexualidade de alguém, por meio de coação [1].

Os dados divulgados da edição de 2023 do Anuário Brasileiro de Segurança Pública revelam o maior número de registros de estupro e estupro de vulnerável da história, com 74.930 vítimas [2]. Estes números correspondem aos casos que foram notificados às autoridades policiais e, portanto, representam apenas uma fração da violência sexual experimentada por mulheres e homens, meninas e meninos de todas as idades. Em relação ao ano de 2021 a taxa de estupro e estupro de vulnerável cresceu 8,2% e chegou a 36,9 casos para cada grupo de 100 mil habitantes [2].

A inclusão de perfis genéticos, obtidos de vestígios de crimes sexuais, em bancos de perfis genéticos permite a busca e ligação de crimes sexuais em série, a identificação de criminosos e vítimas, e a exclusão de suspeitos inocentes, sendo uma ferramenta de grande utilidade para a justiça [3].

No entanto, a ausência de informações sobre os suspeitos de crimes sexuais e a indisponibilidade técnica, tanto na quantidade de profissionais atuantes quanto de materiais disponíveis, ocasiona um acúmulo de vestígios biológicos [4].

O acúmulo de amostras não processadas para a análise de perfil genético é conhecido como backlog. Com a iniciativa da RIBPG de promover o processamento e inclusão dos perfis genéticos obtidos a partir do backlog de crimes sexuais, e a posterior inclusão desses perfis genéticos no BNPG, certamente a elevação do quantitativo de perfis de vestígios no banco, equilibrando os quantitativos já inseridos de perfis de condenados, a taxa de resolução de crimes se elevará substancialmente nos Estados e no Brasil como um todo [4,5].

O Projeto de Backlog de Vestígios de Crimes Sexuais foi proposto em maio de 2018 pelo Comitê Gestor da Rede Integrada de Banco de Perfis Genéticos (RIBPG). Devido à natureza intrínseca dos crimes sexuais, o Comitê propôs que fosse realizado o processamento de vestígios e os respectivos perfis inseridos nos bancos de perfis genéticos, possibilitando a identificação de crimes em série e/ou associação a criminosos cadastrados previamente [6].

Deste modo, este trabalho teve como objetivo o processamento automatizado de vestígios sexuais constituintes de *backlogs*, abrangendo as seguintes etapas: codificação, amostragem, extração diferencial, purificação, quantificação, amplificação, eletroforese capilar e análise dos perfis genéticos obtidos, com a finalidade de reduzir o passivo existente no Laboratório de Genética Forense do Instituto Técnico-Científico de Perícia do Estado do Rio Grande do Norte (ITEP-RN) e possibilitar o andamento da investigação de de diversos casos de crimes sexuais ocorridos no estado do Rio Grande do Norte.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A equipe do Laboratório de Genética Forense (LGF) do Instituto Técnico-Científico de Perícia do Estado do Rio Grande do Norte (ITEP-RN), como mostrado na Fig. 1, realizou os procedimentos de coleta, amostragem, identificação e acondicionamento em tubos *AutoLys* (Hamilton®) de 120 (cento e vinte) amostras de vestígios de crimes sexuais, oriundas de casos criminais ocorridos no estado do Rio grande do Norte, e que consiste numa pequena parcela do passivo que compõe o Backlog de Vestígios de Crimes Sexuais do RN.

Figura 1. Equipe do Laboratório de Genética Forense do ITEP-RN.

Em maio de 2022, o Perito Oficial Fabrício Fernandes de Sá Oliveira, então chefe do LGF/ITEP-RN, passou a custódia das 120 amostras à equipe do Centro Multiusuário de Processamento Automatizado de Vestígios Sexuais (CeMPA-VS), e acompanhou todas as etapas do processamento no escopo do Acordo de Cooperação Técnica (ACT) da RIBPG, celebrado entre a União, por intermédio do Ministério da Justiça e Segurança Pública, com interveniência da Secretaria Nacional de Segurança Pública e da Polícia Federal e as unidades federativas

2.1. Obtenção de Perfis Genéticos

Primeiramente, procedeu-se à inspeção visual, ao registro fotográfico e à organização das amostras em 3 (três) placas de processamento automatizado, nomeadas RN01, RN02 e RN03, conforme a Tab. 1.

Tabela 1. Relação, por placa de processamento, das amostras analisadas

RN01	RN02	RN03
RN_597Q1	RN_891Q1	RN_1116Q1
RN_834Q1	RN_984Q1	RN_772Q1
RN_943Q2	RN_707Q1	RN_922Q1
RN_693Q1	RN_892Q1	RN_1116Q2
RN_834Q2	RN_987Q1	RN_790Q1
RN_948Q1	RN_708Q1	RN_923Q1
RN_693Q2	RN_894Q1	RN_1210Q1
RN_835Q1	RN_1222Q1	RN_793Q1
RN_949Q1	RN_709Q1	RN_924Q1
RN_697Q1	RN_901Q1	RN_1212Q1
RN_842Q1	RN_988Q1	RN_794Q1
RN_951Q1	RN_711Q1	RN_925Q1
RN_698Q1	RN_904Q1	RN_1212Q2
RN_848Q1	RN_989Q1	RN_796Q1
RN_963Q1	RN_714Q1	RN_927Q1
RN_699Q1	RN_905Q1	RN_1213Q1
RN_880Q1	RN_993Q1	RN_799Q1
RN_965Q1	RN_719Q1	RN_927Q3
RN_700Q1	RN_908Q1	RN_1223Q1
RN_881Q1	RN_994Q1	RN_800Q1
RN_967Q1	RN_721Q1	RN_928Q1
RN_701Q1	RN_909Q1	RN_1215Q1
RN_882Q1	RN_994Q2	RN_804Q1
RN_979Q1	RN_723Q1	RN_929Q1
RN_702Q1	RN_911Q1	RN_1216Q1
RN_885Q1	RN_1108Q1	RN_812Q1
RN_979Q2	RN_727Q1	RN_930Q1
RN_703Q1	RN_915Q1	RN_1217Q1
RN_886Q1	RN_1110Q1	RN_818Q1
RN_980Q1	RN_730Q1	RN_933Q1
RN_704Q1	RN_917Q1	RN_1218Q1
RN_887Q1	RN_1112Q1	RN_819Q1
RN_982Q1	RN_739Q1	RN_934Q1
RN_704Q2	RN_918Q1	RN_1219Q1
RN_888Q1	RN_1112Q3	RN_820Q1
RN_983Q1	RN_745Q1	RN_936Q1
RN_705Q1	RN_920Q1	RN_1220Q1
RN_890Q1	RN_1112Q7	RN_826Q1
RN_1221Q1	RN_761Q1	RN_943Q1
RN_706Q1	RN_921Q1	RN_1225Q1

Cada placa de processamento foi submetida ao procedimento de extração diferencial automatizada, a partir do qual cada amostra gerou uma fração espermática (FE) e uma fração não espermática (FNE). As frações resultantes foram então purificadas por meio do kit *PrepFiler™ Automated Forensic DNA Extraction* (ThermoFisher). Em seguida, o DNA das frações foi quantificado por PCR em Tempo Real com o kit *Investigator® Quantiplex Pro* (Qiagen). Todas as amostras que, na etapa de quantificação, apresentaram DNA autossômico em níveis detectáveis pelo referido kit (>0,005 ng/µL), isto é, valores superiores a 0,005 ng/µL, foram submetidas à amplificação

por meio do kit *PowerPlex® Fusion 6C* (Promega) e à análise de fragmentos em analisador genético ABI 3500 (ThermoFisher) visando à obtenção de perfis genéticos de marcadores microssatélites (STRs) do DNA nuclear, sendo vinte e três marcadores autossômicos e um de gênero sexual, além de três STRs do cromossomo Y.

Os perfis genéticos obtidos em cada placa de processamento foram avaliados quanto aos seguintes critérios: a) análise dos perfis obtidos de amostras referentes a um mesmo caso forense processadas simultaneamente (mesma placa); b) comparação entre todos os perfis obtidos de amostras processadas simultaneamente (mesma placa); c) comparação de todos os perfis obtidos com os perfis dos membros da equipe do laboratório do Setor de Genética Forense da Polícia Federal (SEGEF/PF), bem como dos controles analíticos.

2.2. Análise e inserção em Bancos de Dados

Os perfis genéticos obtidos foram analisados por meio do programa *GeneMapper™ ID-X, v. 1.6*. Os perfis genéticos com componente masculino, evidenciado pela presença do marcador de gênero sexual (amelogenina) e de ao menos um STR do cromossomo Y, foram analisados juntamente com os demais perfis genéticos do caso, incluindo eventuais perfis femininos obtidos.

Aqueles perfis genéticos que atenderam aos critérios técnicos estabelecidos pelo SEGEF/PF foram inseridos no Banco Federal de Perfis Genéticos e, atendidos os requisitos previstos, foram sincronizados com o Banco Nacional de Perfis Genéticos (BNPG), conforme Manual de Procedimentos Operacionais da RIBPG v.4.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das amostras submetidas à análise, previamente amostradas e codificadas pelo LGF/ITEP-RN, foram obtidos os resultados sumarizados na Fig. 2, a seguir.

Dentre os perfis genéticos obtidos, 93 apresentaram características de serem originados de um indivíduo do sexo masculino, seja como perfil unitário, parcial ou componente de uma mistura. Nas situações em que foi verificada a presença de mistura, sempre que possível, realizou-se a separação dos seus componentes, utilizando, para isso, a ferramenta *Mixture Analysis*, integrante do programa *GeneMapper™ ID-X, v. 1.6*, considerando os limiares validados pelo Setor de Genética Forense da Polícia Federal (SEGEF/PF).

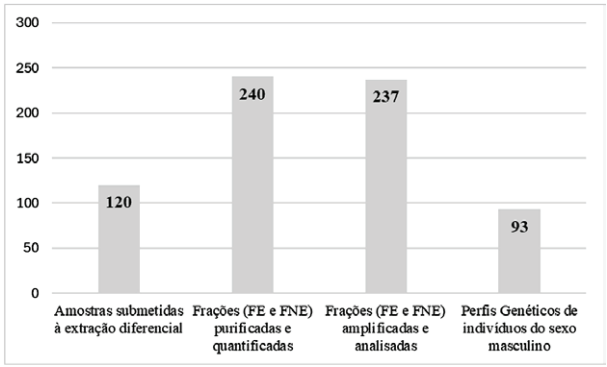


Figura 2. Resultados do processamento automatizado.

Os perfis genéticos de indivíduos do sexo masculino foram avaliados no contexto do caso forense, da natureza da amostra e das informações complementares obtidas pelo LGF/ITEP-RN. Dentre os perfis genéticos obtidos aptos à inserção no BFPG, aqueles que eram relativos a um mesmo caso forense e idênticos entre si nas regiões passíveis de comparação passaram por uma seleção, optando-se pelo de melhor qualidade para as inserções pertinentes, conforme os requisitos anteriormente citados. A Figura 3, a seguir, mostra o quantitativo de perfis genéticos inseridos no BFPG, segundo a categorização adotada.

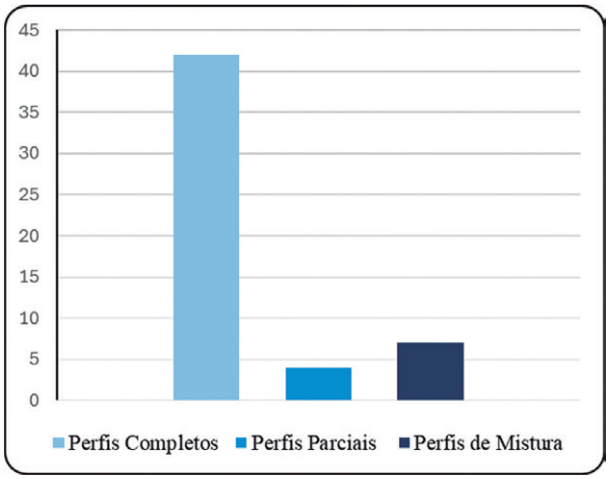


Figura 3. Perfis Genéticos Inseridos no BFPG.

Foi realizada a comparação entre todos os perfis genéticos obtidos de amostras processadas simultaneamente (mesma placa). Para essa análise, realizou-se um confronto entre todos os perfis obtidos em uma mesma placa de processamento, utilizando a ferramenta *Profile Comparison* do programa *GeneMapper ID-X, v 1.6*. Nesse caso, foi estabelecido o parâmetro de 80% de similaridade. Foram consideradas ocorrências as observações de perfis similares originados de amostras de casos diferentes, excetuando-se perfis muito parciais e misturas complexas.

A partir dos resultados apontados por esta análise, avaliados em conjunto com os dados fornecidos pelo laboratório usuário na Planilha de Dados Com-

plementares das Amostras, foram constatadas as ocorrências relacionadas na Tab. 2.

Tabela 2. Ocorrências observadas a partir do confronto entre todos os perfis genéticos obtidos a partir de amostras processadas simultaneamente (mesma placa).

Placa	Perfis com 80% de similaridade
RN02	RN_909Q1_FE (suabe vaginal)
	RN_911Q1_FE (suabe vaginal)

A inserção dos 53 perfis genéticos possibilitou o confronto entre todos os perfis obtidos em uma mesma placa de processamento, o que resultou em 3 matches entre vestígios de casos diferentes. Esses achados podem conduzir à identificação de criminosos em série. O agressor sexual tende a ser reincidente no crime, não sendo rara a identificação de diferentes vítimas de um mesmo criminoso [7].

4. CONCLUSÕES

Das 120 amostras submetidas ao processamento automatizado, foram obtidas 240 frações de DNA extraído e purificado, compreendendo as frações espermática (FE) e não espermática (FNE) de cada amostra. Todas as amostras que apresentaram DNA autossômico em níveis detectáveis na etapa de quantificação (>0,00000 ng/µL) foram amplificadas e analisadas quanto à obtenção de perfis genéticos.

Após a realização das análises, verificou-se que 93 perfis genéticos apresentavam características de serem originados de um indivíduo do sexo masculino, seja como perfil unitário, perfil parcial ou componente de uma mistura. Em seguida, realizou-se a análise com relação à adequação desses perfis para inserção no BFPG considerando, além dos requisitos técnicos preconizados, a comparação com os demais perfis genéticos do mesmo caso, as características da amostra e do caso forense e o atendimento aos requisitos técnico-normativos vigentes. Foram selecionados 53 perfis genéticos para inserção no BFPG, sendo 42 perfis completos (unitários ou componentes isolados de uma mistura), 4 perfis majoritários parciais (componentes isolados de uma mistura) e 7 perfis de mistura de DNA de pelo menos dois indivíduos.

A inserção dos 53 perfis genéticos possibilitou o confronto entre todos os perfis obtidos em uma mesma placa de processamento, o que resultou em 3 matches entre vestígios de casos diferentes. Esses achados podem conduzir à identificação de criminosos em série.

Por fim, a efetividade do BNPG e da RIBPG são fundamentais para que as autorias de crimes sexuais sejam identificadas, reduzindo as chances de reincidência de tais crimes, e contribuindo para a mitigação da impunidade e exclusão de inocentes.

AGRADECIMENTOS

À Secretaria Nacional de Segurança Pública pelo investimento em insumos e equipamentos para tornar possível o desenvolvimento do Projeto de Backlog de Vestígios de Crimes Sexuais. À equipe do Centro Multiusuário de Processamento Automatizado de Vestígios Sexuais (CeMPA-VS) do INC da Polícia Federal. À equipe do Laboratório de Genética Forense (LGF) pelo comprometimento e por ter aceito esse desafio sem prejudicar a realização dos exames de rotina. Aos Peritos Fabrício Fernandes de Sá Oliveira e Elias Guilherme Lino, chefes do LGF, por todo o trabalho realizado para possibilitar que os exames de DNA criminal no RN pudessem ser realizados cumprindo os requisitos e determinações exigidos internacionalmente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] V.F. Costa; S.S. Santos. Trago junto comigo": consequências da violencia sexual. *Psicologia em Revista Am. J. Psychiatry*, **v. 27, n. 1, p. 21-38** (2021).

[2] S. Bueno; M. Bohnenberger; J. Martins; I. Sobral. A Exploração da Violência Sexual no Brasil. *17º Anuário Brasileiro de Segurança Pública*, Fórum Brasileiro de Segurança Pública, **154-161** (2023).

[3] R.G. Garrido, E.L. Rodrigues. O banco de perfis genéticos brasileiros três anos após a Lei nº 12.654. *Rev Bioética y Derecho*. 35(1):94-107 (2015).

[4] P.A.C. Francez et al. Avaliação dos casos de crimes sexuais atendidos em um laboratório forense do extremo norte da região amazônica brasileira entre os anos de 2007 a 2017. *Rev. Crim. Med*. L. 5(1), 34-44, (2020).

[5] A.L. Cândido et al., Classificação semiquantitativa de espermatozoides otimiza a genotipagem de backlog de amostras de crimes sexuais. *Rev. Bras. Crimin.* 10(1), 36-43, (2021).

[6] A.C. Minervino, R.C.S. Junior. XI Relatório da Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos (RIBPG) (2019).

[7] L.D.G. Kobachuk et al., Rev. Bras. Crimin. 12(2), 55-60, (2023).

v. 14, n. 4, p. 169-171, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Banco de Perfis Genéticos do Estado do Ceará: matches obtidos com vestígios de casos de crimes sexuais processados no Centro Multiusuário de Processamento Automatizado de Vestígios Biológicos.

V.R.S. Almeida[a,*], H.V.D. Lima, T.R.C.R. Cavalcante, T.O.V. Cunha, A.C.V, Arruda, T.C.L. Rocha, R.Y. Kimura, S.M.V.B. Rocha, N.F .Oliveira, M.G. Magalhaes, M.C.P. Serpa, B.S.C. Santos

[a] *Perícia Forense do Estado do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: vivian.santiago@pefoce.ce.gov.br. Tel.: +55-85-999307994.*

Keywords: banco de perfiis, crime sexual, matches, vestígios..

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A identificação forense através da análise de DNA é uma ferramenta de diagnóstico precisa. É notável que os avanços nas técnicas de análise e identificação do DNA, a partir da década de 1980, contribuíram para que as variantes genéticas constituíssem uma valiosa ferramenta para a identificação humana, principalmente na investigação criminal. Evidências biológicas com interesse forense podem ser encontradas em vários casos de agressão, sendo particularmente relevantes quando essas amostras são encontradas em crimes sexuais [1]. A obtenção de informações genéticas é de extrema importância para garantir o êxito da elucidação dos crimes. Com o objetivo de prosseguir com a identificação de criminosos, realiza-se a comparação entre perfis genéticos obtidos em vestígios e aqueles armazenados em um banco de dados, o qual é alimentado por perfis genéticos obtidos de pessoas já registradas a partir de outros crimes, por exemplo [2]. Já tendo sido estabelecido em cinquenta e oito países, de início o sistema foi implementado no Reino Unido e nos Estados Unidos da América (EUA) a partir do programa "*DNA Index System*" (NDIS), mas foi alterado anos depois pelo atual sistema denominado CODIS (*Combined DNA Index System*). Este último é composto por 13 marcadores genéticos polimórficos exclusivos, os quais são analisados conjuntamente por técnicas automatizadas e que resultaram em milhões de perfis genéticos armazenadas no sistema, o que levou ao êxito de mais de 545 mil investigações desde sua implantação nos EUA [3].

O sistema CODIS introduziu-se em nosso país após a consolidação de um acordo entre os EUA e a Polícia Federal Brasileira, fato ocorrido por volta de 2010 [3,4,5]. No cenário de crimes sexuais, o material genético deixado pelo agressor muitas vezes é a única pista tangível disponível. A análise de amostras de material genético se tornou uma ferramenta crucial nesse contexto, permitindo a identificação precisa de indivíduos envolvidos em crimes sexuais. A capacidade de rastrear e relacionar perfis genéticos em bancos de dados nacionais e internacionais tem revolucionado a resolução de casos, proporcionando justiça para as vítimas e a sociedade como um todo [6].

2.PROBLEMÁTICA

Apesar de muito eficiente e confiável, só a obtenção do perfil genético tem alcance limitado. Um

dos principais limitantes é a ausência de perfis para comparação. Dessa forma o crescimento na utilização e atualização do banco de dados é fundamental. A inserção de perfis nos Bancos de Perfis Genéticos e confronto com os demais perfis do Banco através do sistema CODIS vem crescendo e a obtenção de matches entre casos de diferentes áreas já é uma realidade. Neste contexto o presente trabalho tem por objetivo apresentar matches obtidos com vestígios de casos de crimes sexuais processados no Centro Multiusuário de Processamento Automatizado de Vestígios Biológicos, para destacar o uso do banco de dados de DNA na investigação forense no Brasil, assim como entender a importância de sua utilização na resolução de crimes.

3. DESENVOLVIMENTO

Em abril de 2024, o Núcleo de Perícia em DNA Forense da Perícia Forense do Estado do Ceará (NUPDF/PEFOCE) esteve em missão no Centro Multiusuário de Processamento Automatizado de Vestígios Biológicos – CeMPA-VB, localizado no Instituto Nacional de Criminalística da Diretoria Técnico-Científica da Polícia Federal, realizando o processamento de amostras de casos de crimes sexuais.

O processamento se dá por intermédio de Acordo de Cooperação Técnica entre a Secretaria Nacional de Segurança Pública, as Secretarias Estaduais de Segurança Pública e a Polícia Federal. Por meio dos Acordos de Cooperação Técnica, utilizando os recursos do Fundo nacional de Segurança Pública, a SENASP financia a compra de insumos e equipamentos utilizados nos exames, além do deslocamento e estadia de profissionais para realizar o processamento de backlog de vestígios biológicos dos estados no CeMPA-VB.

Após o processamento e a análise de todos os vestígios, os perfis genéticos masculinos aptos foram inseridos nos Bancos Estadual e/ou Nacional de Perfis Genéticos. Após busca, foram encontrados 3 matches locais, sendo dois do tipo *Offender hit* e um do tipo *Forensic hit*.

O primeiro match ocorreu entre um perfil genético encontrado em um swab vaginal de uma vítima que sofreu violência sexual no ano de 2022, na cidade de Fortaleza/CE, e o perfil genético de um condenado, que teve seu perfil inserido no banco em 2019, com base nas Leis n° 12.654/2012 e n° 7.210/1984, em virtude de condenação por roubo, extorsão, estupro, homicídio qualificado e feminicídio. O perfil genético do condenado já havia apresentado coincidência com os perfis genéticos obtidos de vestígios de outros três casos de crimes sexuais cometidos nos anos de 2011, 2022 e 2023.

O segundo match identificado ocorreu entre um perfil genético obtido de um swab vaginal de uma vítima que sofreu violência sexual no ano de 2023, na cidade de Itapajé/CE, e o perfil genético de um indivíduo condenado por roubo e homicídio qualificado, que foi inserido no banco no ano de 2019. O perfil genético do condenado também já havia dado match anteriormente com o perfil obtido em um vestígio de swab vaginal de um caso de crime sexual ocorrido em 2022.

O terceiro match ocorreu entre dois vestígios, ambos swabs vaginais processados durante a missão no CeMPA-VB. O primeiro foi coletado de uma vítima que sofreu violência sexual em abril de 2023 na cidade de Bela Cruz/CE. O segundo vestígio foi coletado de uma vítima que foi agredida sexualmente em junho de 2023 na região de Marco/CE. Os dois municípios são próximos, ficando a cerca de 8 Km de distância.

4. CONCLUSÃO

Esses resultados reforçam a importância da parceria firmada para processamento de amostras dos laboratórios estaduais no CeMPA-VB a fim de dar celeridade ao processamento de backlog, além de evidenciar a relevância dos Bancos de Perfis Genéticos para a identificação de autores de crimes sexuais, possibilitando a resolução de casos que a princípio não apresentavam nenhum suspeito, além de permitir a identificação de estupradores em série.

Conclui-se que os bancos de perfis genéticos são uma ferramenta valiosa de investigação criminal e segurança pública. Além disso, a análise do DNA é um progresso técnico de investigação criminal, permitindo a obtenção de um perfil genético masculino, mesmo em peças provenientes de crimes sexuais em que não há amostra de espermatozoides. Assim, casos que anteriormente seriam arquivados ou ficariam em aberto, podem ser solucionados.

AGRADECIMENTOS

À Perícia Forense do Estado do Ceará, que fomentou e incentivou a pesquisa e apresentação de resultados. Aos gestores que permitiram a participação no congresso. Ao XXVII Congresso Nacional de Criminalística gostaria de agradecer aos organizadores, à Revista Brasileira de Criminalística e à Associação Brasileira de Criminalística – ABC pelo apoio concedido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Wallace H. The UK National DNA Database. Balancing crime detection, human rights and privacy. EMBO Rep. 2006 Jul;7 Spec No(Spec No):S26-30. doi: 10.1038/sj.embor.7400727. PMID: 16819445; PMCID: PMC1490298.

[2] DOS SANTOS, A. E. As principais linhas da biologia forense e como auxiliam na resolução de crimes. Revista Brasileira de Criminalística, v. 7, n. 3, p. 12–20, 2018.

[3] ASSESSORIA DE IMPRENSA NACIONAL DO FBI. O Sistema Combinado de Índice de DNA (CODIS) do FBI atinge um marco importante. Disponível em: <https://www.fbi.gov/news/press-releases/the-fbis-combined-dna-index-system-codis-hits-major-milestone>. Acesso em: 25 jun. 2024.

[4] GRAZINOLI GARRIDO, R. et al. The Brazilian Genetic Profile Database Three Years after Law No. 12,654. Revista de Bioéticay Derecho, v. 35, p. 94–107, 2015.

[5] MARANO LA, SIMÕES AL, OLIVEIRA SF, M.-J. C. Polimorfismos genéticos e identificação humana: o DNA como prova forense. Genética na Escola, v. 5, p. 53–56, 2010.

[6] Bonaccorso N.S. (2010). Aspectos Técnicos, Éticos e Jurídicos Relacionados com a criação de Dados Criminais de DNA no Brasil [Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo - USP]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP. Aspectos técnicos, éticos e jurídicos relacionados com a criação de bancos de dados... (usp.br).

v. 14, n. 4, p. 172-176, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Tanatomicrobioma como avanço na ciência forense

F.S. Feitosa[a,*], R.H. Oliveira[a], K.F.S. Silva[a] , J.R. Farias[a]

a Instituto Florence de Ensino Superior, Curso de Biomedicina, São Luís (MA), Brasil
** Endereço de e-mail para correspondência: silvafranciane031@gmail.com. Tel.: +55-99-991979819*

Keywords: Tanatomicrobioma; Ciência forense; Sequênciamento de nova geração.

1. INTRODUÇÃO

A ciência forense tem evoluído nas últimas décadas, incorporando novas tecnologias e metodologias para aprimorar a investigação criminal. Neste contexto, um dos avanços mais promissores nesse campo é o estudo do tanatomicrobioma, que se refere à comunidade de microrganismos presentes no corpo humano após a morte. Esse campo emergente oferece uma nova abordagem para determinar o tempo de morte, identificar causas de morte e até mesmo desvendar aspectos ambientais que podem ter influenciado o estado do cadáver. [1,2,3]

O tanatomicrobioma refere-se à complexa comunidade de microrganismos que coloniza o corpo humano após a morte. Esses microrganismos são influenciados por diversos fatores, como a causa da morte, o ambiente em que o corpo está e o tempo decorrido desde a morte. Com isso, estudos recentes mostraram que os microrganismos podem atuar como "relógios biológicos", oferecendo estimativas precisas do tempo de morte por meio da análise das mudanças na composição microbiana dos sistemas orgânicos [1-2].

A aplicação de técnicas de sequenciamento de DNA de nova geração (NGS) tem sido crucial para o avanço do estudo do tanatomicrobioma. Essas técnicas permitem a identificação da diversidade microbiana presentes em amostras de tecido, sangue e solo associados ao cadáver. O uso de NGS facilita a análise detalhada da diversidade microbiana e suas mudanças dinâmicas, fornecendo dados essenciais para a investigação criminal [3-4-5].

Uma das principais aplicações do tanatomicrobioma na ciência forense é a estimativa do intervalo *post-mortem* (IPM). Pesquisas indicam que certas bactérias e fungos aparecem em sequências temporais específicas durante a decomposição, permitindo que os cientistas forenses façam estimativas mais precisas do tempo de morte. Este avanço é particularmente útil em casos onde os métodos tradicionais, como a rigidez cadavérica e a temperatura corporal, são insuficientes ou inconclusivos [5-6].

Além de auxiliar na determinação do tempo de morte, o tanatomicrobioma também pode fornecer informações sobre possíveis infecções desconhecidas que atingem a saúde humana e que na maioria dos casos são negligenciadas. Assim, a associação das analises aplicadas aos microrganismos tanatobióticos nos serviços de saúde podem contribuir na elaboração de diagnósticos completos e precisos [5,6].

Portanto, a aplicação do tanatomicrobioma nas ciências forenses, serve como ferramenta na compreensão das interações entre microrganismos e o ambiente, fornece informações valiosas para a conservação ambiental, ecologia forense e saúde humana. E nesta revisão identificamos os estudos que utilizaram o tanatomicrobioma como avanço nas ciências forenses. [1,3,4]

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo trata-se de uma revisão da literatura do tipo sistemática e seguiu a declaração PRISMA. As bases de dados eletrônicas utilizadas foram: Scopus, Embase e Sciense Direct limitadas as buscas em 10 anos (2014- 2024). Os descritores utilizados foram: (Tanatomicrobioma AND ciências forenses AND "tanatologia" AND "caso criminal"). Foram incluídos os

estudos publicados apenas na língua inglesa do tipo estudo exprimental *in vivo*, relato de caso e registro pericial. Foram excluídas as repetições, estudos de revisão da literatura, relatos de caso sem registro e estudos experimentais *in vitro*. As buscas e organização dos dados foram realizadas por quatro pesquisadores às cegas no período de maio a julho de 2024.

A busca primaria resultou em 42 artigos, como visto na figura 1. Com base nos critérios, foram excluídos 29 estudos, resultando em 13 artigos para leitura dos títulos e resumos. Após a análise, foram selecionados 7 artigos, sendo excluídas as repetições. Apenas 6 artigos foram utilizados para extração dos dados e informações na integra.

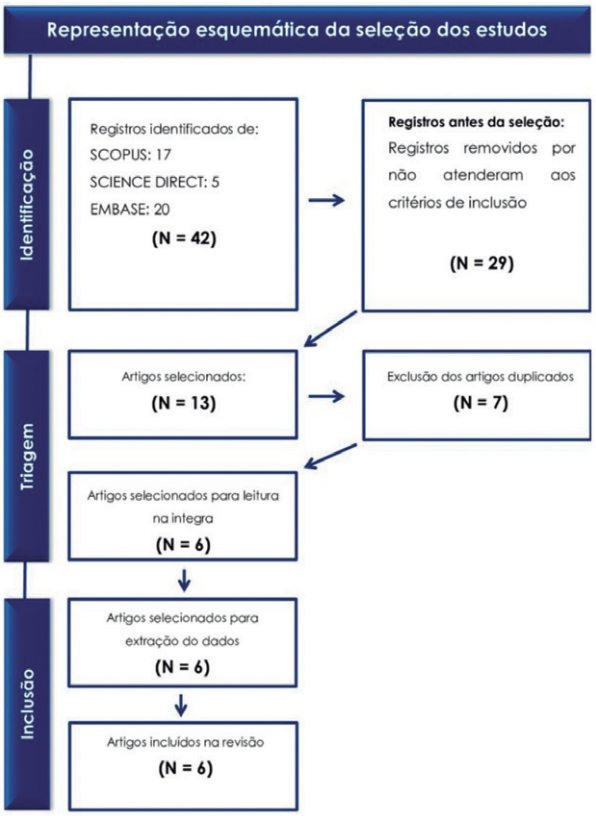


Figura 1. Resultados de acordo com a declaração PRISMA.

Com base nos resultados brutos e selecionados figura 2, o ano que houve o maior número de trabalhos publicados foi em 2022, totalizando 2 artigos. Contudo, encontrar artigos sobre o tema do tanatomicrobioma tem sido desafiador devido à sua natureza emergente e à complexidade das interações microbiológicas após a morte. Durante o ano de pandemia, houve um aumento significativo na pesquisa nesse campo devido à necessidade de compreender melhor a decomposição microbiológica em contextos epidemiológicos. Essa urgência impulsionou novas descobertas e insights sobre como os microrganismos podem influenciar o processo de decomposição, sendo crucial para avançar nosso conhecimento tanto na ciência forense quanto na saúde pública. Trabalhos onde utilizam técnicas de genoma microbioma e análise filogenética são complexos devido à necessidade de lidar com amostras post-mortem variáveis e à diversidade microbiológica. Além disso, a interpretação das sequências genéticas requer expertise em bioinformática para discernir padrões e identificar organismos, o que demanda recursos computacionais e conhecimento avançado em microbiologia molecular e forense. [3,6]

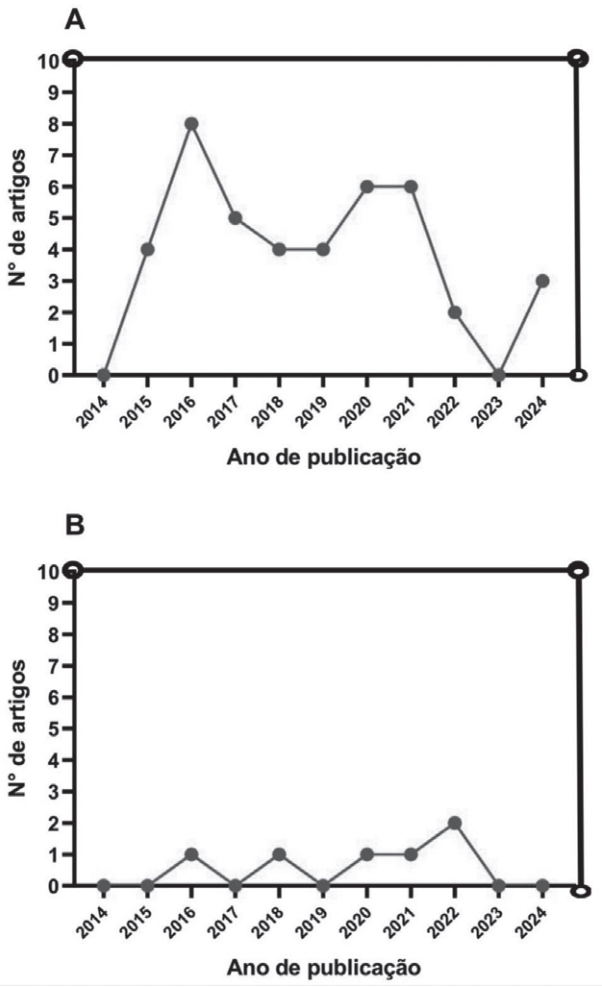


Figura 2. Números de produções cientificas que abordaram a temática de tanatomicrobioma como objeto de estudo. **(A)** representa a quantidade de trabalhos encontrados na busca primaria em **(B)** estão os artigos selecionado paralelo ao ano e quantidade.

Na figura 3 é visto as principais palavras-chave utilizadas nos estudos selecionados. Este achado revela que os pesquisadores identificaram como principal microrganismo isolado a bactéria do gênero *Clostridium* spp. que confirma em estudo anteriores [1, 3] a relação de infecções humanas graves por contato com material em decomposição e como peça chave na elucidação de crimes que envolvem a análise tanatomicrobriótica [5,6].

Figura 3. Principais palavras-chave dos estudos selecionados.

Na tabela 1 foi relatado o perfil tanatomicrobiômico gerado pelo sequenciamento do amplicon do gene 16S rRNA, analisamos estudos de casos com os órgãos internos (corações, cérebro, coração, fígado e baço) de 37 cadáveres humanos de casos criminais reais e com a utilização do sequenciamento de amplicons se torna mais fácil, pois consiste em uma técnica molecular que envolve a amplificação de regiões específicas do DNA, seguida de sequenciamento para identificar a diversidade microbiana presente em uma amostra. Na tanatomicrobioma, essa técnica é crucial, pois permite a análise detalhada dos microrganismos presentes em diferentes estágios da decomposição, fornecendo insights sobre os processos bioquímicos que ocorrem e ajudando a entender melhor o tempo decorrido desde a morte. Essa abordagem torna-se essencial, pois não só aprimora o conhecimento sobre a ecologia microbiana em ambientes post-mortem, mas também tem aplicações práticas em áreas da medicina forense. [4,5,6]

A eletroforese, o sequenciamento de alto rendimento e as análises filogenéticas de sequências do gene desempenham papéis fundamentais no estudo do tanatomicrobioma. A eletroforese é essencial para verificar a qualidade e a integridade do DNA extraído antes do sequenciamento, garantindo que as amostras estejam adequadas para as etapas subsequentes. O sequenciamento de alto rendimento permite a obtenção de grandes volumes de dados de sequências de DNA de maneira rápida e eficiente, proporcionando uma visão abrangente da diversidade microbiana presente em amostras post-mortem. As análises filogenéticas dessas sequências de genes são cruciais para identificar e classificar os microrganismos, permitindo a construção de árvores filogenéticas que revelam as relações evolutivas entre as espécies. Com a utilização dessas técnicas, é possível haver uma compreensão detalhada dos processos de decomposição, melhorando a precisão na estimativa do tempo de morte e contribuindo para avanços em estudos forenses. [1,3]

Tabela 1. Tabela dos principais métodos aplicados nos estudos.

Local do estudo	Alvo	Técnica aplicada	Gene de interesse	Tempo da análise	Autor
XXXXXXXXXXXXX	Intestino delgado posterior e do cólon	Análise ribossômica e Eletroforese em gel gradiente desnaturante(DGGE)	16s RNA	Primeiras 24h	Ángel A et al.,2022
XXXXXXXXXXXXX	*Comensais.*	Genômica microbiana	XXXXX	XXX	Dash H.R et al.,2020
Coletados de Montgomery, Alabama e Pensacola, Flórida. E analisada no Laboratório Thanatos em Montgomery, Alabama.	10 cadáveres, sendo do sexo F e M. *Clostridium sp, Pseudomonas sp, Pantoea sp, Streptococcus sp, Firmicutes e Proteobacteria.*	Sequenciamento baseado em amplicon das regiões hipervariáveis V1-2 e V4.	16S rRNA	6–58 h	Sino CR et al.,2018
XX	45 cadáveres submetidos a estudos microbiológicos forenses, analisado fígados e baços. bactérias putrefativas, anaeróbios obrigatórios, *Clostridium spp*	Análises filogenéticas de sequências do gene	16S rRNA	XXXX	Java et al.,2017
FAC da Universidade do Tennessee	Três indivíduos doados microbiota do solo envolvidas na decomposição humana. *Proteobacteria, Firmicutes, Actinobacteria, Bacteroides e Acidobacteria*	Sequenciamento de alto rendimento (HTS) de sequências de DNA de diferentes bactérias	16S rRNA	1-12 dias	Garriga A J et al.,2017
XXXXXXXXXXXXX	27 cadáveres humanos. Anaeróbios obrigatórios, *Clostridium spp*	Sequenciamento de amplicons.	16S rRNA	3,5-240 horas	Gulnaz T et al.,2016

Essas técnicas combinadas garantem a liberação de resultados fidedignos, essenciais para aplicações práticas, como na medicina forense. Ao fornecer uma identificação precisa dos microrganismos e suas funções, os pesquisadores podem estimar com maior precisão o intervalo post-mortem, auxiliando na resolução de casos criminais e na investigação de mortes. Além disso, o sequenciamento de amplicons permite uma análise focalizada de regiões específicas do DNA microbiano, aumentando a sensibilidade e a especificidade da detecção de microrganismos relevantes. Esse conjunto de técnicas robustas e complementares proporciona uma compreensão abrangente e detalhada da ecologia microbiana post-mortem, contribuindo para avanços científicos e aplicações práticas significativas. [4,5,6]

O auxílio das técnicas, possibilitou analisar em um curto tempo de apenas horas a identificação de microorganismo que poderiam está presente em uma análise de cadáveres post-mortem, além disso esse tempo é crucial para medicina forense, logo, com a identificação dos microrganismo *Clostridium* sp, *Pseudomonas* sp, *Pantoea* sp, *Streptococcus* sp, *Firmicutes* , *Proteobacteria*, *Proteobacteria*, *Bacteroides* e *Acidobacteria* pode-se descobrir onde e quando o indivíduo veio a obtido, principalmente associado aos microrganismo que podem se proliferar em determinas regiões e ambientes propícios, com associação ao clima e tempo, contribuindo para medicina legal. [2,4,5]

Tabela 2. Tabela dos casos relatados e da eficácia das análises.

Casos relatados	Órgãos utilizados	Eficácia da análise	Cálculo do intervalo pós-morte (ipm)	Autor
1	Intestino delgado posterior e do cólon	Boa	PMI 0h	Ángel A et al.,2022
XXXXXXXXXXXXX	Corpo humano	Boa	XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXX	Dash H.R et al.,2020
10	Corações	Boa	$P < 0,05$	Sino CR et al.,2018
45	Fígados e baços	Boa	XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXX	Java et al.,2017
3	Corpo humano	Boa	XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXX	Garriga A J et al.,2017

Com base nos dados apresentados na tabela 2, é observado que todos os estudos tiveram uma boa eficácia quanto a análise dos resultados, uma vez que, com as técnicas utilizadas conseguiram através da tanatomicrobioma analisar e identificar os principais microrganismo colonizadores do corpo humano após a morte, além disso, dados significativos como determinados órgãos de indivíduos de diferentes locais, que possibilitaram identificação do intervalo post-mortem(IPM). [3,6]

A diversidade dos órgãos analisados, possibilitaram a identificação de diferentes tipos de microrganismo presentes na decomposição durante o período post-mortem, onde os filos bacterianos conduzem essa separação devido a proliferação no crescimento próximo às amostras dos primeiros estágios do processo de decomposição e *Firmicutes* por exemplo, conduzem a separação das amostras dos estágios finais.[4,6]

3. CONCLUSÕES

A compreensão do tanatomicrobioma representa um avanço significativo nas ciências forenses, pois oferece novas ferramentas para a análise e resolução de casos criminais. Este conjunto de microrganismos presentes em corpos em decomposição permite a investigação da cronologia dos eventos post-morte, ajudando a estabelecer a data do falecimento e a identificar possíveis movimentos do corpo após a morte. O estudo do tanatomicrobioma, portanto, não apenas aprimora a precisão das investigações forenses, mas também expande o leque de técnicas disponíveis para os profissionais da área. [4,6]

Além disso, o tanatomicrobioma proporciona insights valiosos sobre os processos de decomposição, influenciando diretamente a reconstrução das condições e circunstâncias ao redor de uma cena de crime. A capacidade de mapear as mudanças microbianas ao longo do tempo contribui para a compreensão dos padrões de decomposição, o que pode ser essencial para a determinação da hora e do local da morte. Assim, o avanço nas técnicas de análise do tanatomicrobioma estabelece uma nova fronteira na ciência forense, com potencial para transformar a prática investigativa e aumentar a eficiência na resolução de crimes. [4,5,6]

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Cui, C., Song, Y., Mao, D., Cao, Y., Qiu, B., Gui, P., Wang, H., Zhao, X., Huang, Z., Sun, L., & Zhong,

Z. (2022). Predicting the Postmortem Interval Based on Gravesoil Microbiome Data and a Random Forest Model. *Microorganisms*, *11*(1), 56. https://doi.org/10.3390/microorganisms11010056.

[2] Dash, HR, Das, S. Assinaturas de comunidade epinecrótica e do Thanatomicrobiome para estimativa do intervalo de tempo post-mortem em cadáver humano. *Appl Microbiol Biotechnol* **104** , 9497–9512 (2020). https://doi.org/10.1007/s00253-020-10922-3

[3] CR Bell, JE Wilkinson, BK Robertson, GT Javan, Diferenças relacionadas ao sexo no tanatomicrobioma em amostras de coração post-mortem usando regiões de genes bacterianos V1-2 e V4, *Letters in Applied Microbiology* , Volume 67, Edição 2, 1 de agosto de 2018, Páginas 144–153, https://doi.org/10.1111/lam.13005

[4] Javan, G., Finley, S., Can, I. *et al.* Human Thanatomicrobiome Succession and Time Since Death. *Sci Rep* **6**, 29598 (2016). https://doi.org/10.1038/srep29598

[5] Javan GT, Finley SJ, Smith T, Miller J, Wilkinson JE. Sec. Microbiology Evolutionary Genomics. The Minimum Biological Energy Quantum. *Front Microbiol*. 2017 Oct 29;8:2096. https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.020966

[6] Adserias-Garriga J, Hernández M, Quijada NM, Rodríguez Lázaro D, Steadman D, Garcia-Gil J. Daily thanatomicrobiome changes in soil as an approach of postmortem interval estimation: An ecological perspective. *Forensic Sci Int*. 2017;278:388-395. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.07.017

v. 14, n. 4, p. 177-180, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

O papel da entomologia nas ciências forenses: Uma revisão de literatura

H.D.C. Santos[a,*], E.C. Silva[b], J.G.N. Aguiar[b], L.F. Gonzaga[c]

[a] *Acadêmico do Curso de Farmácia na Faculdade Pitágoras Bacabal (MA), Brasil*
[b] *Acadêmico do Curso de Farmácia na Faculdade Pitágoras Bacabal (MA), Brasil*
[c] *Docente do Curso de Farmácia da Faculdade Pitágoras Bacabal (MA), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: hemersonadiv@gmail.com. Tel.: +54-98-99211-7943.*

Keywords: Dípteros, Insetos, Medicina legal, Ciências forenses, Intervalo *post-mortem*.

1. INTRODUÇÃO

A perícia médico-legal baseia-se na análise das alterações macroscópicas que advém da decomposição dos corpos humanos, a partir dos avanços da ciência e de novos estudos, teve-se a necessidade de novas metodologias para a obtenção de resultados confiáveis Assim, surgiu as ciências forenses, caracterizada pela área das ciências naturais com o objetivo de fornecer investigações de crimes, como a análise de substâncias tóxicas, verificação de maus tratos e de morte violenta ou natural [1].

Em um contexto histórico, as pesquisas referentes a Entomologia Forense iniciaram-se no Brasil a partir de 1908, concretizadas pelos pesquisadores Edgard Roquete Pinto e Oscar Freire, que investigaram sobre a diversidade de insetos necrófagos nas regiões da Mata Atlântica fundamentada no livro de Mégnin 1894. A fauna entomológica brasileira contém uma diversidade de espécies, porém a divulgação da ciência entomológica e a falta de profissionais forenses provoca o desencadeamento de poucos estudos na área [2].

Após a morte iniciam-se fenômenos no processo de decomposição e putrefação, ocasionando modificações físico-químicas nos corpos favorecendo a atração e proliferação de insetos, sendo os primeiros a chegarem no local de crime [3]. À vista disso, o comportamento dos insetos no processo de decomposição, proporcionou o surgimento da Entomologia Forense, isto é, a ciência que estuda os insetos e os artrópodes, com o intuito de viabilizar provas legais para auxiliar na investigação criminal [4]. Com base nisso, o problema principal deste estudo é: quais as variabilidades na Fauna de Insetos no Intervalo *Post-Mortem* (IPM)?

Essa variação de fauna afeta a precisão das estimativas do Intervalo *Post-Mortem* (IPM) e complica a aplicação de modelos forenses. Diante do exposto, o objetivo deste estudo é identificar quais as variabilidades da fauna de insetos no intervalo *post-mortem* e suas implicações na entomologia forense.

2. METODOLOGIA

A pesquisa é caracterizada como uma revisão de literatura de abordagem qualitativa. O levantamento bibliográfico desenvolveu-se mediante pesquisas nas bases bibliográficas Google Acadêmico, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e PubMed, com intervalo temporal dos últimos cinco anos, entre 2020 a 2024, em que se aplicou os descritores, a partir dos padrões estabelecidos pela DESC, tendo como descritores os seguintes termos: Dípteros, Insetos, Medicina legal, Ciências forenses, Intervalo *post-mortem*. Para a coleta dos dados foram aplicados critérios de inclusão e exclusão citados.

2.1 Critérios de inclusão e exclusão

Para elaboração dos resultados, utilizou-se critérios de inclusão como selecionar artigos científicos, li-

vros e periódicos relacionados à entomologia forense e sua relevância nas ciências forense, publicados nos idiomas português e inglês, nos últimos cinco anos, entre 2020 a 2024.

Para os critérios de exclusão, descartou-se artigos que não evidenciaram a temática proposta, publicados fora do intervalo de tempo pré-estabelecido, não estiverem na forma de acesso livre na íntegra e não dispor dos descritores contidos na estratégia de busca.

2.2 Análise e produção do quadro

A análise estatística e a produção do quadro, foram realizadas através do programa Microsoft Office Excel, onde os dados foram instituídos e organizados, para posterior análise qualitativa e confecção do quadro referente a cada uma das análises.

3. RESULTADOS

Os resultados foram realizados mediante a pesquisa dos descritores selecionados e obteve-se 48 artigos encontrados na íntegra. Após a triagem dos artigos e aplicação dos critérios de inclusão, selecionou-se 11 artigos que abordam a temática e integrou a amostra da pesquisa, assim restaram 37 artigos, que não se enquadravam na temática.

4. DISCUSSÃO

A Entomologia Forense trata do comportamento dos insetos em relação a um cadáver humano contribuindo nas investigações de crimes, esclarecendo a identidade do corpo, causa de morte, o lugar onde aconteceu e principalmente o tempo entre a morte e a data que se encontrou o cadáver, o Intervalo *Post-mortem* (IPM) [5]. Para os insetos, cada estágio da decomposição representa uma fonte de energia e alimento, permitindo abrigo, reprodução e oviposição [6].

A estimativa do IPM consiste em analisar a sucessão de insetos e a idade dos insetos imaturos no corpo em putrefação que se iniciam em cerca de quatro minutos após a morte do indivíduo, dependendo dos fatores bióticos e abióticos, como a umidade e a temperatura [7]. As fases da decomposição são: inicial (fresco), putrefação (inchaço/gasosa), decomposição ativa, fermentação (decomposição avançada) e esqueletização [5].

Outrossim, há dois métodos para ser calculado o IPM: o Grau-Dia Acumulado (GDA) e o Período de Atividade do Inseto (PAI). O método GDA consiste em analisar a temperatura mínima e a velocidade do desenvolvimento dos insetos no cadáver. Já o método PAI investiga o desenvolvimento dos imaturos, a média de temperatura e umidade no ambiente. Desse modo, o profissional verifica em que fase o inseto foi coletado e o tempo que chegou até a fase adulta [8].

As fases de decomposição permitem a habitação de uma diversidade de espécies, sendo 60% da fauna cadavérica constituída de artrópodes das ordens Díptera e Coleóptera [8]. Deste modo, devido aos estágios de evolução dos insetos em um cadáver torna-se perceptível a estimativa do IPM, permitindo fornecer um tempo mínimo e máximo entre o momento do óbito e o momento que foi encontrado [9].

A utilização das moscas para calcular o Intervalo *Post-mortem* (IPM), é em virtude do conhecimento da duração do ciclo de vida desses insetos, do seu padrão de sucessão entomológica e desenvolvimento embrionário durante o processo de degradação cadavérica. Dessa maneira, a degeneração segue estágios já previstos sendo acompanhado pelo processo de oviposição: ovo, larva I, larva II, larva III e pupa, até a eclosão de uma nova mosca adulta, baseando com os fatores bióticos e abióticos da região onde foi encontrado o cadáver [10].

Os insetos da ordem Díptera (moscas e mosquitos) é considerada uma das maiores ordens do filo Arthropoda, com cerca de 150.000 espécies, à vista disso representa um valor importante para a Entomologia Forense [8]. A ordem Díptera está com maior frequência em todas as fases da decomposição, isto é, são os primeiros colonizadores, usufruindo do cadáver para oviposição e alimentação, principalmente os da família *Calliphoridae*, *Sarcophagidae* e *Muscidae* [11].

As informações biológicas e o desenvolvimento pós-embrionário dos dípteros determina a estimativa de Intervalo *Post-mortem* (IPM). Para mais, destaca baseando-se em estudos, que para interesse forense há presente nove famílias de dípteros, evidenciando a mais frequente a *Sarcophagidae*, com 2.500 espécies, seguida por 840 espécies da *Muscidae* e 1.500 espécies da *Calliphoridae* [12].

Quadro 1. Variabilidade de espécies (insetos) no Intervalo *Post-mortem (IPM)*.

Ordem	Família	Espécie	Local	Autor
Díptera	*Calliphoridae*	*Chrysomya albiceps*	Minas Gerais – MG	Bordoni et al., 2023
	Calliphoridae	*Chrysomya albiceps*	Campina Grande – PB	Guimarães, 2022
		Chrysomya megacephala		
		Chrysomya putoria		
		Cochliomyia macellaria		
	Muscidae	*Musca domestica*	Arapiraca – AL	Jesus, 2021
	Calliphoridae	*Chrysomya megacephala*		
	Calliphoridae	*Chrysomya megacephala*	Minas Gerais – MG	Paula et al., 2020
		Chrysomya putoria		

Os insetos da ordem Díptera é considerada uma das maiores ordens do filo dos artrópodes, com três famílias de importância nas ciências forenses: *Calliphoridae*, *Muscidae* e *Sarcophagidae*. De acordo com o quadro 1, aborda o trabalho realizado em Alagoas com carcaças de raposa e gato, após a coleta das moscas e das larvas, já em seu estado de pupação, identificou-se duas espécies a *Chrysomya megacephala* (*Calliphoridae*) e *Musca domestica* (*Muscidae*) [7].

Conforme o quadro 1, Bordoni observou em seu estudo com carcaças de porco a maior predominância das ordens Díptera e Coleóptera. No decorrer dos estágios de decomposição, após 20 (vinte) dias atinge-se a fase da esqueletização, sobrando os ossos, couros e cartilagens. Na fase do inchamento do corpo, inicia-se a atividade das larvas da ordem Díptera, onde há presença de tecidos moles contribuindo para ovipação, substrato e alimentação dos imaturos [13].

As moscas da família *Calliphoridae*, conhecidas como moscas-varejeiras, são atraídas pelo corpo após sofrer processos de fermentação e decomposição, ainda mais se o óbito apresentar sangue e feridas [12]. No estudo de Minas Gerais, afirma que a família *Calliphoridae* estava em maior predominância na carcaça no início do processo de decomposição, devido a presença de antenas muito sensíveis capazes de perceber os gases da putrefação, tendo destaque as espécies *Chrysomya megacephala* e *Chrysomya putoria* [13].

Em coletas realizadas em Campina Grande, estado da Paraíba, Guimarães analisou-se 12 cadáveres, o Intervalo *Post-mortem* foi calculado por meio do Método Grau-Dia Acumulado (GDA), utilizando as espécies *C. albiceps*, *C. megacephala*, *C. putoria* e *C. macellaria* encontradas na fase fresca e gasoso da decomposição. Ademais, enfatizam a presença da espécie *C. albiceps* em 75% dos cadáveres [14]. Em outro estudo realizado em Minas Gerais, constataram mediante exames macro e microscópicos a espécie *C. albiceps* mais abundante em seu experimento [15].

5. CONCLUSÃO

A Entomologia forense ao estudar o comportamento dos insetos necrófagos por meio do seu ciclo biológico de vida, possibilitou determinar o Intervalo *Post-mortem* (IPM), uma ferramenta crucial para as investigações criminais. A fauna brasileira apresenta uma abundância de artrópodes das ordem Díptera, porém é notável a escassez de estudos sobre a entomologia forense no Brasil apesar da riqueza de insetos necrófagos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] L. S. Vieira. O uso de animais em pesquisas de entomologia forense : Uma abordagem bioética. *Trabalho de Conclusão de Curso*, Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense (2020).

[2] C. H. G. Neto; L. B. Cortinhas; P. M. Mendonça; M. L. Duarte; T. A. N. Barbosa; M. M. C. Queiroz. *Dípteros necrófagos do Brasil : contribuições à entomologia forense*, Editora Autografia, Brasil (2023) 29-40.

[3] T. T. Onofre. Uso da entomologia forense nas investigações criminais em Alagoas. *Trabalho de Conclusão de Curso*, Universidade Federal de Alagoas (2020).

[4] T. B. Freitas; R. L. Caetano; J. V. Barbosa; C. Carriço; Z. T. Pinto. Entomologia forense: análise da produção científica no Brasil. *Revista SUSTINERE*, **11**: 8-20 (2023).

[5] H. A. B. Teles; X. S. Passos; T. L. S. Oliveira. Aplicabilidade da entomologia nas práticas forenses: uma revisão narrativa. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, **15** (2022).

[6] J. Verdi; W. S. A. Filho. A entomologia forense e a importância das coleções entomológicas. *Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada*, **7** (2023).

[7] L. O. Jesus. Insetos Forenses em animais mortos de forma acidental. *Trabalho de Conclusão de Curso*, Universidade Federal de Alagoas (2021).

[8] R. T. S. Marinho. A importância da entomologia forense no processo médico-legal. *Trabalho de Conclusão de Curso*, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá (2022).

[9] T. C. Lenz; J. C. Kuss; E. R. Adami; A. M. Santos. Entomologia forense: a importância dos insetos na estimativa do intervalo pós-morte. *Revista Extensão em Foco*, **11** (2023).

[10] I. N. Ribeiro. Revisão bibliográfica dos dípteros de interesse forense no nordeste brasileiro. *Monografia*, Universidade Estadual do Piauí (2021).

[11] F. K. Cestari; M. M. Favalesso; E. Caron; C. J. R. M. Rosário; S. T. J. Reis; R. A. Torres. Decomposição cadavérica de suínos e sazonalidade da entomofauna: contribuição para uma tafonomia médico-veterinária. *Archives of Veterinary Science*, **29** (2024).

[12] E. S. Oliveira. Dípteros de importância forense no Brasil. *Open Journal Systems*, **2**: 068-072 (2020).

[13] A.A. de Paula; M.B. Costa; E.N. Vianna; T. de Filippis; P.A. Marinho. Ocorrência de membros da Ordem Diptera (Linnaeus, 1758) em carcaça de suíno (Sus scrofa domesticus) em área urbana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Criminalística*, **9**: 7-14 (2020).

[14] S. E. F. Guimarães. Padrões de colonização de cadáveres por dípteros e sua aplicabilidade para a entomologia forense. *Dissertação de mestrado*, Universidade Federal de Pernambuco (2022).

[15] L.S. Bordoni; T.J.G. do Couto; I.M.B. Pereira; T. de Filippis; P.A. Marinho; A.J. Silva; F.C. Santos; P.H.C. Bordoni. A multidisciplinaridade das Ciências Forenses aplicada em exame necroscópico de cadáver putrefeito: da Necropapiloscopia à Entomologia Forense. *Revista Brasileira de Criminalística, **12**: 109-118 (2023).*

v. 14, n. 4, p. 181-186, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Análise haplotípica de marcadores Y-STR em uma amostra populacional do Estado do Piauí

A.E.T. Silva[a], F.B. Britto[a], L.M.S.C. Silva[a], A.G. Soares-Reis[b,*]

[a] *Universidade Federal do Piauí, Departamento de Biologia, Teresina, Brasil.*
[b] *Instituto de DNA Forense, Departamento de Polícia Científica da Polícia Civil do Piauí, Teresina, Brasil.*
**Endereço de e-mail para correspondência: adilana.soares@pc.pi.gov.br. Tel.: +55-86-999025477*

Keywords: Cromossomo Y; Y-STR; DNA Forense; Genética de Populações; Microssatélites.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a genética forense é uma das ferramentas que auxiliam na resolução de crimes [1]. Nesse contexto, o cromossomo Y desempenha um papel crucial, tanto na elucidação de crimes sexuais, como em casos relacionados à paternidade. Os marcadores Y-STR permitem rastrear linhagens paternas e distinguir entre o DNA da vítima e do agressor em casos de violência sexual [2]. Ademais, transmitidos em conjunto de um único progenitor, o cromossomo Y apresenta agrupamentos de genes, denominados de haplótipos [3]. Esses haplótipos são considerados «unidades genéticas» herdadas integralmente, o que os tornam ferramentas importantes na comparação de perfis de DNA [4]. Os polimorfismos de marcadores moleculares denominados Short Tandem Repeats-Y (STR-Y) são encontrados em regiões do cromossomo Y e compreendem sequências curtas de DNA repetidas em tandem e podem fornecer informações relevantes sobre a composição genética de uma população específica [5]. Para a utilização de marcadores Y-STR é necessário conhecer a distribuição de seus alelos na população a qual o indivíduo está inserido [6]. No contexto do estado do Piauí, localizado no Nordeste do Brasil, com fronteiras compartilhadas com os estados do Ceará, Pernambuco, Bahia, Tocantins e Maranhão, compreender a constituição genética da população é de grande importância. O Piauí compreende 224 municípios em uma área total de 251.611,929 km², com uma população de 3.271.199 pessoas, com um índice de razão de sexo para o Piauí em 2022 foi de 95,81, indicando que para cada grupo de 95,81 homens, há 100 mulheres [7]. A ancestralidade da população atual do Piauí apresenta contribuições europeia, africana e indígena [8].

Nesse sentido, do Instituto de DNA Forense (IDNA) do Departamento de Polícia Científica do Piauí (DEPOC/PI), é o órgão responsável pela investigação pericial utilizando a genética forense no Estado do Piauí. Desse modo, estabelecer a frequência haplotípica de Y-STR de uma amostra da população piauiense, é de grande relevância, tanto para compreender a variabilidade genética desta população e auxiliar nos cálculos estatísticos, quanto para a interpretação de perfis em amostras de mistura. O presente estudo tem como objetivo realizar uma análise da frequência haplotípica de 23 marcadores STR do cromossomo Y (DYS576, DYS389I/II, DYS448, DYS19, DYS391, DYS481, DYS549, DYS533, DYS438 (penta), DYS437, DYS570, DYS635, DYS390, DYS439, DYS392, DYS643 (penta), DYS393, DYS458, DYS385a/b, DYS456 e Y-GATA-H4), em uma amostra populacional formada por 50 indivíduos masculinos do *staff* da Polícia Civil, visando avaliar a contribuição desses marcadores, por meio de parâmetros estatísticos, na prática forense e no estudo da diversidade genética da população, além de incrementar o banco de exclusão interno do IDNA.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Aspectos éticos

O Comitê de Ética da Universidade Federal do Piauí (CEP/UFPI) aprovou este estudou e dispensou a necessidade do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme o protocolo CAAE 74986823.0.0000.5214, por se tratar de uma pesquisa envolvendo análise de banco de dados.

2.2. Amostra do estudo e coleta dos dados

Neste estudo, a amostra destinada à análise dos marcadores STR-Y é composta por 50 indivíduos do sexo masculino, todos pertencentes ao corpo funcional da Secretaria de Segurança Pública do Piauí. Todos os perfis genéticos empregados foram obtidos do banco de dados interno do IDNA.

2.3 Processamento das amostras na rotina laboratorial

Na prática laboratorial, as amostras de referência são obtidas do indivíduo por meio da mucosa bucal utilizando um *swab*, que são submetidas, a processamento com o kit SwabSolution™ para extração, empregando-se o agitador térmico. Para a identificação dos 23 marcadores Y-STR em amostras masculinas, é realizada a amplificação com o kit PowerPlex® Y23 (Promega). A reação de PCR é realizado no termociclador de PCR convencional Veriti™ 96-Well Thermal Cycler e conduzida de acordo com as recomendações do fabricante. Os produtos resultantes da PCR são submetidos a eletroforese capilar em analisador genético 3500 XL. Os dados são analisados por meio do software GeneMapper® ID-X v1.6 (Applied Biosystems), que converte os dados em eletroferogramas e tabelas contendo o perfil alélico.

2.4 Análises estatísticas

As estimativas de frequência alélica, diversidade gênica (DG), alelos efetivos e a diversidade genética intra-populacional, observadas a partir do gráfico de PCoA (Análise de Coordenadas Principais), foram obtidas utilizando o software GenAlEx v. 6.5 [9]. Outras análises estatísticas pertinentes à genética forense, como a frequência haplotípica e a diversidade haplotípica (DH) foram derivadas do software Arlequin v. 3.5.2.2 [10]. A eficácia dos parâmetros forenses foi avaliada por meio da Capacidade de Discriminação (CD), calculada pela divisão do número total de haplótipos distintos pelo número total de indivíduos na população analisada, a Probabilidade de Coincidência Haplotípica (PCH) foi determinada como PCH = 1 – DH. Ademais, os haplótipos obtidos neste estudo foram comparados com 103.280 haplótipos genotipados em todo o mundo pelo conjunto de marcadores Y23, utilizando a opção “Estimate Frequency” no banco de dados Y-HRD, através dessa ferramenta buscou-se compreender a distribuição e a frequência dos haplótipos específicos desta amostra populacional em um contexto global.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos 129 alelos diferentes distribuídos nos 23 Y-STR, em um intervalo de 9 a 32, com a presença notável de alelos intermediários, como 12.2 no marcador DYS458 e 18.2, no DYS385. O marcador DYS385 demonstrou 23 combinações de alelos diferentes, conforme demonstrado na Tab. 1. É válido salientar, no entanto, que ao comparar essas frequências entre marcadores distintos, deve-se levar em consideração a baixa distribuição de alelos em alguns marcadores, o que implica nessa frequência mais alta para os citados alelos. A determinação das frequências alélicas para Y-STRs tem a sua importância apenas para a estimativa da diversidade gênica, isso porque, a ausência de recombinação nesses marcadores implica que as inferências forenses devem ser efetuadas com foco no haplótipo [11].

Tabela 1. Frequência alélica dos 23 Y-STR analisados.

Alelo	DYS576	DYS389 I	DYS448	DYS389 II	DYS19	DYS391	DYS481	DYS549	DYS533	DYS438	DYS437	DYS570
9						0,040			0,040	0,100		
10						0,540		0,040	0,060	0,240		
11						0,420		0,120	0,180	0,080		
12		0,100						0,440	0,620	0,560		
13		0,720			0,080			0,300	0,100	0,020		
14	0,040	0,180			0,600			0,100			0,260	
15	0,020				0,260						0,600	0,060
16	0,100				0,060						0,140	0,080
17	0,220											0,380
18.2												
18	0,260		0,100									0,260
19	0,260		0,480									0,080
20	0,080		0,220									0,100
21	0,020		0,160				0,120					
22			0,040				0,420					0,020
23							0,220					0,020
24							0,100					
25							0,060					
26							0,080					
27												
28				0,200								
29				0,380								
30				0,340								
31				0,060								
32				0,020								

Continuação...

Alelo	DYS635	DYS390	DYS439	DYS392	DYS643	DYS393	DYS458	DYS456	YGATAH4	DYS385 Genótipos	DYS385
9					0,120					11,14	0,380
10			0,040	0,020	0,540		0,020			17,19	0,020
11			0,380	0,340	0,180				0,400	12,14	0,020
12			0,460	0,040	0,080	0,160			0,540	10,14	0,020
13			0,100	0,520	0,060	0,640	0,020	0,040	0,060	11,15	0,040
14			0,020	0,080		0,200	0,020	0,060		13,14	0,080
15					0,020		0,040	0,600		11,13	0,020
16							0,300	0,200		15,16	0,040
17							0,320	0,100		15,17	0,020
18.2							0,020			14,17	0,020
18							0,200			10,11	0,020
19	0,020						0,040			12.2,14	0,020
20	0,060						0,020			15,18	0,020
21	0,180	0,040								13,17	0,020
22	0,180	0,100								13,16	0,040
23	0,420	0,280								11,12	0,020
24	0,100	0,440								13,18	0,020
25	0,040	0,100								17, 20	0,020
26		0,020								15,15	0,040
27		0,020								13,13	0,040
28										11,11	0,020
29										12,12	0,040
30										14,14	0,020
31											
32											

A diversidade gênica dos 23 Y-STRs examinados neste estudo variou de 0,448 a 0,850, a média foi calculada em 0,660. Notavelmente, o DYS385 sobressaiu como o marcador com a maior diversidade gênica, apresentando um índice de 0,850, conforme a Fig. 1.

Figura 1. Valor da diversidade gênica para cada locus.

Esse resultado era previsível, considerando a natureza multicópia desse marcador. O DYS385 está localizado em duas regiões no braço longo do cromossomo Y, separadas por 40 mil pares de base. Consequentemente, sua análise pode gerar dois alelos distintos, ambos considerados na interpretação, assemelhando-se a um genótipo. Contudo, é importante ressaltar que, para a contagem de Y-STRs que compõem o haplótipo, o DYS385 é tratado como um único *locus*. Nesse contexto, é interessante observar resultados semelhantes em outros estudos de populações brasileiras [12-15], onde o DYS385 também apresentou a maior diversidade gênica. Além disso, a média da diversidade gênica próxima a 0,660 foi consistentemente observada nesses estudos, indicando uma tendência uniforme nesse aspecto entre as populações brasileiras analisadas.

Ainda analisando os marcadores mais polimórficos, o DYS576 (0,814), DYS458 (0,778) e o DYS570 (0,776) se destacam significativamente, principalmente, por sua natureza de simples cópia que apresenta uma alta variabilidade genética, muito semelhante ao multicópia DYS385. Dois desses marcadores não estavam incluídos no kit comercial Yfiler™ que analisa 17 Y-STR (DYS576 e o DYS570). A inclusão desses marcadores no kit PowerPlex Y23 aumenta a capacidade discriminatória, e destaca a importância do uso de kits que analisam mais de 23 marcadores.

A genotipagem das amostras de 50 indivíduos do sexo masculino revelou um total de 50 haplótipos distintos, todos únicos para essa população, o que resultou em uma frequência haplotípica de 0,020 nesta amostragem. A avaliação da diversidade haplotípica (DH), reflete a probabilidade de diferenciação entre haplótipos de dois indivíduos escolhidos ao acaso. Desse modo, a DH demonstrou uma diversidade de 1, ou seja, 100% de chances de os indivíduos testados serem diferenciados com base nos haplótipos analisados, resultado já esperado considerando que os haplótipos únicos observados. A Capacidade de Discriminação (CD) também atingiu o valor máximo de 1. Considerando isso, as chances de diferenciar individualmente cada sujeito são de 100%. Em contraste, a Probabilidade de Coincidência Haplotípica (PCH), inversamente relacionada à diversidade haplotípica, foi de 0. Isso significa que, para esta amostra populacional, a probabilidade de iden-

tificar coincidências haplotípicas é nula. Em alguns estudos com amostras populacionais mais amplas, também foram observados haplótipos únicos usando 23 marcadores Y-STR. Joshi et al. (2021), ao examinar haplótipos de 23 marcadores em 203 homens não aparentados residentes no estado de Nagaland, no nordeste da Índia, identificaram um total de 203 haplótipos únicos [16]. Da mesma forma, Turrina (2015) investigou uma amostra populacional ainda mais extensa, composta por 410 homens saudáveis não aparentados originários do Nordeste da Itália, foi observado um haplótipo único para cada indivíduo, resultando em 410 haplótipos exclusivos [17]. É importante ressaltar que na literatura consultada não foi observado estudo com a análise de 23 Y-STRs que envolvesse uma amostra com menos de 100 indivíduos, especialmente considerando a população brasileira, o que pode impactar na interpretação dos resultados deste trabalho.

Com base nisso, é válido salientar, que a alta diversidade e baixa PCH, observada nos haplótipos do presente estudo, pode estar associada à limitada amostragem da população analisada. Conforme Purps et al. (2014), que analisou 19.630 cromossomos Y, o aumento no número de marcadores avaliados está associado a melhor poder de discriminação entre indivíduos [18]. Em um estudo que avaliou a capacidade de discriminação (CD) de um conjunto de 17 marcadores do cromossomo Y para a população do estado de Goiás observou-se um índice de 0,9819. Em contraste, os painéis contendo 23 e 27 marcadores apresentaram uma CD de 1 [19]. Esses resultados indicam que a capacidade de discriminação é ampliada quando comparado com outros kits multiplex que utilizam uma quantidade menor de polimorfismos.

Assim, para reduzir a dimensionalidade dos dados, permitindo a representação gráfica da variação entre as amostras, obteve-se um gráfico de PCoA, para avaliar a distância genética intrapopulacional. Cada ponto no gráfico corresponde a uma amostra ou observação, e a distância entre esses pontos reflete a dissimilaridade genética [20]. Neste contexto, é notável a presença de dois subgrupos distintos, um no quadrante esquerdo e outro no quadrante direito, conforme ilustrado na Fig. 2.

A existência desses agrupamentos de pontos pode sugerir a presença de subpopulações distintas ou padrões de similaridade entre as amostras, onde pontos próximos uns aos outros geralmente compartilham características mais semelhantes, sugerindo a presença dos dois subgrupos na população estudada. Essas variações podem ser resultado de diferentes origens étnicas, migrações ou outros eventos históricos que moldaram a composição genética da população ao longo do tempo [21].

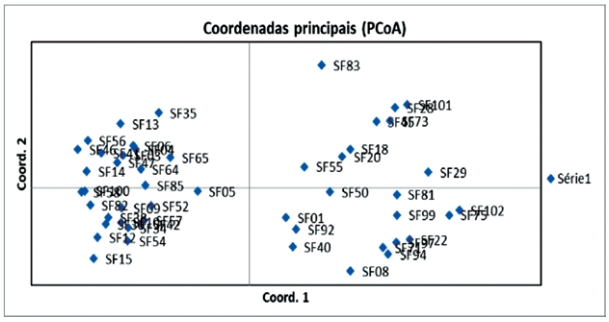


Figura 2. Análise de Coordenadas Principais para as 50 amostras empregadas neste estudo.

Quando comparados aos 103.280 haplótipos registrados no banco de dados YHRD, apenas três correspondências foram encontradas. Assim, dois haplótipos correspondiam a população brasileira, associados a uma metapopulação de origem nativo americana e um dos haplótipos era originado nos Estados Unidos, associado a uma metapopulação mista, predominantemente caucasiano americano. Assim, dentre as 50 amostras investigadas, 47 não apresentaram correspondências com os haplótipos incluídos no banco de dados. Este resultado pode ressaltar a elevada diversidade genética da população do Piauí, sugerindo uma singularidade genética significativa nesta população. Assim, diversos estudos têm investigado conjuntos de 23 marcadores Y-STR em populações variadas, revelando uma grande diversidade genética. No contexto brasileiro, um estudo realizado no Rio Grande do Sul, envolvendo uma amostra de 150 homens saudáveis, encontrou padrões de DH, PCH e CD semelhantes aos relatados neste estudo para a população do Piauí [23].

Esses resultados destacam a elevada diversidade genética desses locais em específico, além do alto poder discriminatório desses marcadores, desempenhando papéis fundamentais na investigação forense e no estudo da genética populacional.

4. CONCLUSÕES

A análise da frequência haplotípica de 23 marcadores Y-STR em uma amostra populacional do Piauí, composta por 50 indivíduos do sexo masculino, revelou resultados expressivos e relevantes para a genética forense. Os resultados demonstram uma Capacidade Discriminatória de 100%, assim como, para a Probabilidade De Coincidência Haplotípica que se mostrou nula. Essas características são cruciais em investiga-

ções forenses, pois fortalece a precisão na identificação de perfis genéticos.

A diversidade gênica média revela uma variação considerável nos alelos dos marcadores STR do cromossomo Y na população analisada. Destaca-se que o marcador DYS385 apresentou a maior diversidade gênica (0,850), corroborando achados em estudos anteriores em populações brasileiras. A natureza multicópia do DYS385, que gera dois alelos distintos, contribui para essa elevada diversidade. Os resultados obtidos ressaltam a importância da inclusão de marcadores adicionais em painéis de genotipagem, como os que analisam 23 Y-STR, que ampliam a capacidade discriminatória e a precisão nas análises forenses. Além disso, o fato de haver apenas 3 correspondências de haplótipos entre os dados deste estudo e o banco de dados YHRD, em contraste com os 47 haplótipos que não apresentaram correspondências, destaca a notável diversidade dos haplótipos do Piauí. Por fim, a aplicação desses achados à realidade da Polícia Civil do Piauí, especialmente no Instituto de DNA Forense, destaca a relevância da manutenção de bancos de dados internos para aprimorar a eficácia das análises genéticas, contribuindo assim para a resolução eficaz de casos criminais no estado.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Polícia Técnico-Científica, especialmente ao Instituto de DNA Forense, expressamos nossa gratidão pelo fornecimento dos dados que tornaram possível os resultados apresentados neste estudo. Além disso, estendemos nossos agradecimentos a todos os profissionais que colaboraram fornecendo as amostras biológicas e autorizando sua utilização para fins de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] B.A. Pierce. Genética: um enfoque conceitual. 5 ed. Guanabara Koogan, Brasil (2016).

[2] B.P. Nogueira; L.R.M. Alves; L.F. Vilela. Y-STR como ferramenta na responsabilização do autor de crimes sexuais. Episteme Transversalis, 11 (2020).

[3] A.C.S. Dente. Estudo de marcadores do cromossoma Y com interesse forense em imigrantes de países africanos no Centro e Sul de Portugal. Tese de mestrado, Biologia Molecular e Genética, Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências (2019).

[4] M.R. Borges-Osório; W.M. Robinson. Genética Humana. 3 ed. Artmed Editora (2013).

[5] L. Roewer. Y-chromosome short tandem repeats in forensics - Sexing, profiling,and matching male DNA. Wiley Interdisciplinary Reviews: Forensic Sci Int Genet, 1, n. 4 (2019).

[6] G.G.B.L. Ribeiro. Análise genética de marcadores do tipo STR e INDEL em cromossomos sexuais humanos em populações remanescentes de quilombos. Tese de doutorado, Universidade de Brasília (2009).

[7] IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Piauí: IBGE, 2022. Retirado em: 06/02/2024, de https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/panorama.

[8] T.R. Lopes. Análise do perfil genético da população do estado do Piauí por marcadores informativos de ancestralidade. Tese de mestrado, Universidade Federal do Piauí (2013).

[9]R. Peakall; P.E. Smouse. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic Software for teaching and research. Bioinformatics, 28, n. 19, 2537-9 (2012).

[10] L. Excoffier; H.E. Lischer. Arlequin suite ver 3.5: a new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows. Molecular ecology resources, 10, n. 3, 564-567 (2010).

[11] C.F. Chianca. Diversidade haplotípica de 23 Y-STRS em uma amostra da população do Distrito Federal (Brasil): um território que surgiu do nada a realidade. Dissertação de mestrado em Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, (2013)

[12] C.C. Góis. Estudo de frequências alélicas e 12 microssatélites do cromossomo Y na população brasileira de Araraquara e da região da grande São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo (2006).

[13] D.P. Martins. Caracterização da população do Estado de Mato Grosso, Brasil para marcadores STR do cromossomo Y. Tese de doutorado, Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto (2019).

[14] T.J.B.F. Palha., et al. Y-chromosomal STR haplotypes in a population from the Amazon region, Brazil. Forensic Sci Int Genet, 166, n. 2-3, 233-9 (2007)

[15] E.V. Wolfgramm., et al. Genetic analysis of 15 autosomal and 12 Y-STR loci in the Espírito Santo State population, Brazil. Forensic Sci Int Genet, 5,3 12-23 (2011)

[16] B. Joshi., et al. Genetic portrait of 23 Y-STR loci in the Naga tribes of Nagaland, India. Int J Legal Med, 136,2 (2022).

[17] S. Turrina., et al. Haplotype data and mutation rates for the 23 Y-STR loci of PowerPlex® Y 23 System in a Northeast Italian population sample. Int J Legal Med, 129,4 (2015)

[18] J. Purps., et al. A global analysis of Y-chromosomal haplotype diversity for 23 STR loci. Forensic Sci Int Genet, 12,100, 12-23 (2014).

[19] G.O.L. Arão., et al. Banco de Dados de Perfis Genéticos Y específicos como Ferramenta na Investigação de Crimes Sexuais. Tese de mestrado, Pontifícia Universidade Católica de Goiás (2019).

[20] A.F. Zuur; E.N. Leno; G.M. Smith. Statistics for Biology and Health - Analysing Ecological Data, Springer, New York (2007).

[21] B.A. Beiguelman. Interpretação Genética Da Variabilidade Humana. Sociedade Brasileira de Genética, Brasil (2008).

[22] S. Willuweit; L. Roewer. The new Y Chromosome Haplotype Reference Database. Forensic Sci Int Genet, 15 43-8 (2015).

[23] N.N. Da Fré., et al. Genetic data and de novo mutation rates in father-son pairs of 23 Y-STR loci in Southern Brazil population. Int J Legal Med 129, 1221–1223 (2015).

v. 14, n. 4, p. 187-192, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Frequências Alélicas de Marcadores STR Autossômicos em Amostra de Indivíduos do Estado do Piauí

L.M.S.C. Silva[a], F.B. Britto[a], A. E.T. Silva[a], R.R.S. Lima[b], A.G.S. Soares-Reis[b,*]

[a] *Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina (PI), Brasil*
[b] *Instituto de DNA Forense (IDNA), Departamento de Polícia Técnico-Científica da Polícia Civil do Piauí, Teresina (PI), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: adilana.soares@pc.pi.gov.br*

Keywords: DNA; Genética Forense; frequências alélicas, marcadores autossômicos.

1. INTRODUÇÃO

O estado do Piauí, localizado na região Nordeste do Brasil, possui atualmente cerca de 3.271.199 habitantes, distribuídos em uma extensão territorial de 251.755,481 km² [1]. A população piauiense tem uma miscigenada com povos indígenas, africanos, portugueses, assim como de outras regiões do país, apresentando uma ampla diversidade, cuja compreensão pode ser um parâmetro para pesquisas envolvendo o material genético.

Considerado importante no armazenamento de informações essenciais para a vida e capaz de individualizar um organismo, o estudo do DNA proporcionou avanços em diversas áreas da ciência [2]. Atualmente, na genética forense, as análises utilizam principalmente regiões denominadas *Short Tandem Repeats* (STRs), que consistem em repetições de sequências curtas de DNA, as quais são distribuídas abundantemente no genoma [3], possibilitando o estudo de frequências alélicas em uma população de interesse, uma vez que possuem alta taxa de mutação e alto conteúdo informacional, tornando-se de extrema importância para a resolução de casos criminais [4]. Além disso, esses marcadores polimórficos possibilitam o estudo de frequências alélicas em uma população de interesse, uma vez que possuem alta taxa de mutação e alto conteúdo informacional, tornando-se de extrema importância para a resolução dos casos periciais na genética forense [5].

O cálculo das frequências alélicas de uma população é importante para a análise das variações genotípicas presentes nela, bem como para o armazenamento e a comparação de dados referentes a essas frequências [6]. Em razão da diversidade alélica populacional, um estudo local pode discordar de uma frequência estimada em populações maiores, pois os dados nem sempre são representativos para grupos menores [7].

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo determinar as frequências alélicas de 23 marcadores STR autossômicos (D3S1358, D1S1656, D2S441, D10S1248, D13S317, Penta E, D16S539, D18S51, D2S1338, CSF1PO, Penta D, TH01, vWA, D21S11, D7S820, D5S818, TPOX, D8S1179, D12S391, D19S433, SE33, D22S1045 e FGA) em uma amostra populacional de 82 indivíduos selecionados do *staff* da Polícia Civil do Piauí, visando também a sua aplicação nas práticas forenses, após avaliados os parâmetros estatísticos; Ainda, objetiva-se a implementação de um banco de exclusão no órgão, de forma a aplicá-lo como ferramenta de controle interno.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Aspectos éticos

O projeto de pesquisa do presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), conforme o protocolo CAAE 74986823.0.0000.5214. Os dados obtidos foram empregados exclusivamente para a finalidade prevista no estudo realizado. Além

disso, trata-se de uma pesquisa com banco de dados, portanto, não houve manipulação de material biológico.

2.2. Amostra populacional do estudo e coleta de dados

Para a análise alélica de 23 marcadores STR autossômicos, foram obtidos os perfis genéticos de amostras de referência coletadas de 82 integrantes da Polícia Civil do Piauí. Os dados foram disponibilizados pelo Instituto de DNA Forense do Piauí (IDNA/PI), órgão responsável pela execução de exames periciais em genética forense de amostras provenientes das investigações criminais no estado. Os profissionais, mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) do IDNA, contribuíram com o seu material genético para a formulação da base de dados local.

2.3. Análise dos dados

Os dados obtidos na eletroforese capilar foram analisados pelo software GeneMapper® ID-X v1.6 (Applied Biosystems), o qual gerou os eletroferogramas e tabelas de genótipos. Através dele, foram selecionados e copiados os resultados interpretáveis, sendo 43 masculinos e 39 femininos. Os perfis genéticos foram organizados em uma planilha no programa *Microsoft Excel 2013*. Posteriormente, foi realizada a avaliação quantitativa das frequências alélicas, dos valores de Heterozigosidade observada (Ho), Heterozigosidade esperada (He) e dos testes para o Equilíbrio de Hardy-Weinberg (HWE), utilizando o *software* GenAlEx v. 6.5 [8]. Demais parâmetros estatísticos de interesse para a genética forense, incluindo a Diversidade Gênica (GD), Poder de Discriminação (PD), Probabilidade de Coincidência Aleatória (PM), Poder de Exclusão (PE), Conteúdo de Informações Polimórficas (PIC) e Índice de Paternidade Típico (TPI), foram obtidos por meio do *software* STRAF v. 2.1.5 [9].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação quantitativa dos 23 marcadores STR autossômicos possibilitou a obtenção das frequências alélicas para cada *locus*, assim como a identificação de 261 alelos distintos nos 82 indivíduos estudados, sendo 43 homens e 39 mulheres. Os alelos variaram entre 2.2 a 37 repetições de sequências, como mostra a Tab. 1.

Tabela 1: Análise de frequências alélicas dos 23 marcadores STR na amostra populacional analisada.

Marcador	Número de alelos	Intervalo de variação dos alelos	Alelos mais frequentes	
			Alelo	Frequência
D3S1358	6	14-19	16	0,329
D1S1656	15	10-19.3	15	0,183
D2S441	8	10-16	11	0,335
D10S1248	7	11-17	14	0,396
D13S317	7	8-14	11	0,329
Penta E	16	5-21	12	0,207
D16S539	7	8-14	12	0,317
D18S51	15	10-23	14	0,159
D2S1338	12	15-26	17	0,226
CSF1PO	9	7-14	12	0,293
Penta D	13	2.2-15	9	0,201
TH01	8	6-10	7	0,262
vWA	10	11-20	16	0,311
D21S11	15	27-37	30	0,232
D7S820	8	7-14	10	0,274
D5S818	8	7-14	11	0,378
TPOX	7	6-13	8	0,427
D8S1179	10	9-17	13	0,268
D12S391	14	13-24	19	0,171
D19S433	11	11-17.2	14	0,299
SE33	26	12-34	16	0,140
D22S1045	9	10-18	15	0,396
FGA	20	14-33.2	20	0,159

O marcador SE33 apresentou a maior quantidade de alelos, com o total de 26, seguido do FGA. O locus D3S1358, por outro lado, expressou o menor número de alelos, totalizando 6. A frequência dos alelos do SE33 não havia sido estabelecida na população do estado do Piauí anteriormente.

Em virtude do seu alto polimorfismo, poder de exclusão, discriminação e heterozigosidade do *locus* SE33 justifica seu valor em análises forenses[10].

Ademais, para o *locus* TPOX um único alelo apresentou frequência de aproximadamente 43%. Paralelamente, em todos os trabalhos semelhantes consultados e conduzidos em populações brasileiras [11-16], o TPOX se revelou o marcador com a menor quantidade de informações, em virtude da sua baixa variação alélica, além da elevada frequência de apenas um alelo. No entanto, esse *locus* continua implementado no conjunto do programa CODIS e nos *kits multiplex*, pois é de grande importância para as investigações forenses, tendo em vista que o seu menor conteúdo informativo e a pequena taxa de mu-

tações podem ser de bastante interesse nos casos de paternidade criminal [17].

Além disso, não foi encontrado nenhum alelo raro (frequência <0,005), assim como não houve a identificação de alelos exclusivos da população.

Comparando também as frequências obtidas em outro estado da região Nordeste, em um estudo com 15 STR autossômicos [12], com as calculadas neste trabalho, observou-se que os alelos mais frequentes de 11 marcadores (D18S51, D2S1338, CSF1PO, TH01, vWA, D21S11, D7S820, D5S818, TPOX, D8S1179 e D19S433) também foram os mais observados no estado piauiense. Além disso, os alelos 16 (D3S1358), 11 (D13S317) e 12 (D16S539) apresentaram frequências próximas de 30% em ambos os grupos. Dessa forma, percebe-se um padrão semelhante nas distribuições alélicas dos *loci* verificados em diferentes populações.

Em relação à Heterozigosidade observada (Ho) na amostra populacional, os marcadores Penta E e SE33 revelaram os maiores números, com 0,960 e 0,950, respectivamente, enquanto o menor valor foi obtido pelo marcador D22S1045, sendo 0,730. A média desse parâmetro foi determinada em 0,836. Já os valores referentes à Heterozigosidade esperada (He) variaram entre 0,689 (TPOX) e 0,926 (SE33), tendo a média resultado em 0,812. Os dados de Ho foram superiores aos de He em 16 dos 23 marcadores analisados, mas não com grandes diferenças, estando as duas médias muito próximas, conforme evidenciado na Fig. 1.

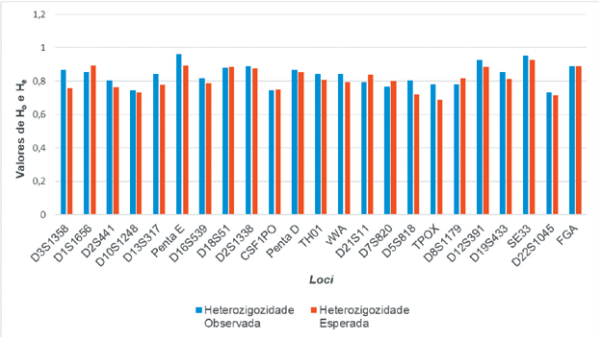


Figura 1. Valores correspondentes à Heterozigosidade observada (H_o) e Heterozigosidade esperada (H_e) de cada *locus*.

Em uma pesquisa realizada na população do estado de São Paulo, em que foram analisados 22 marcadores de 547 indivíduos, a média dos valores de Ho e He foi de 0,813 [13]. Em estudo realizado com 767 indivíduos pernambucanos, utilizando 23 STR autossômicos, os números médios de Ho e He foram 0,815 e 0,820, respectivamente [14]. Com esses dados, é possível observar que as médias para a heterozigosidade das populações dos citados estados seguem as mesmas características da amostra populacional avaliada, já que apresentam valores similares para um conjunto semelhante de *loci*.

Além da heterozigosidade, o teste para avaliar o equilíbrio de Hardy-Weinberg revelou que a maior parte dos *loci* não apresentou *p*-valores significativos em relação ao desvio do equilíbrio, indicando uma grande quantidade de casamentos aleatórios na população. Entretanto, três marcadores evidenciaram números significantes estatisticamente, sendo eles D18S51, D8S1179 e FGA, como exposto na Fig. 2.

Com o objetivo de diminuir as chances de cometer o erro estatístico do Tipo I, ou seja, rejeitar a hipótese nula (H0), que afirma que a amostra populacional analisada se encontra em equilíbrio gênico, e ela ser verdadeira, foi necessário realizar a correção de Bonferroni. A partir disso, um novo p-valor de 0,000217 foi obtido. Porém, os três *loci* permaneceram muito abaixo do nível de significância calculado posteriormente.

Em um estudo conduzido com mais de 500 indivíduos da população do Rio de Janeiro [15], alguns marcadores também apresentaram desvio no teste e, por isso, a correção de Bonferroni foi utilizada. Com o novo p-valor, nenhum *locus* apresentou desvios significativos. Dessa forma, percebe-se que os valores muito abaixo do nível de significância, mesmo após a correção, o que pode ser explicado pelo número pequeno de indivíduos amostrados

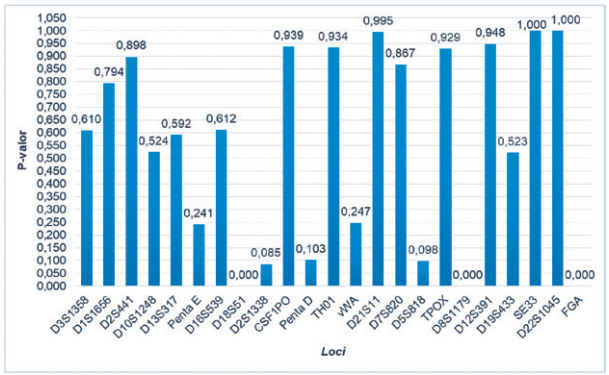


Figura 2. P-valores para o teste do Equilíbrio de Hardy-Weinberg (HWE) de cada marcador.

Tabela 2. Valores de cada marcador referentes aos parâmetros estatísticos de interesse forense. GD= Diversidade Gênica; PIC= Conteúdo de Informações Polimórficas; PM= Probabilidade de Coincidência Aleatória; PD= Poder de Discriminação; PE= Poder de Exclusão e TPI= Índice de Paternidade Típico.

Locus	**D3S1358**	**D1S1656**	**D2S441**	**D10S1248**	**D13S317**	**Penta E**	**D16S539**	**D18S51**
GD	0,763	0,897	0,768	0,736	0,783	0,899	0,790	0,890
PIC	0,720	0,881	0,726	0,689	0,748	0,885	0,753	0,873
PM	0,119	0,033	0,095	0,124	0,093	0,033	0,091	0,037
PD	0,881	0,967	0,905	0,876	0,907	0,967	0,909	0,963
PE	0,726	0,702	0,608	0,499	0,678	0,926	0,631	0,751
TPI	3,727	3,417	2,563	1,952	3,154	13,667	2,733	4,100
Locus	**D2S1338**	**CSF1PO**	**Penta D**	**TH01**	**vWA**	**D21S11**	**D7S820**	**D5S818**
GD	0,882	0,754	0,858	0,812	0,799	0,844	0,806	0,727
PIC	0,865	0,707	0,836	0,779	0,766	0,820	0,772	0,677
PM	0,038	0,104	0,052	0,076	0,080	0,051	0,070	0,153
PD	0,962	0,896	0,948	0,924	0,920	0,949	0,930	0,847
PE	0,776	0,499	0,726	0,678	0,678	0,586	0,542	0,608
TPI	4,556	1,952	3,727	3,154	3,154	2,412	2,158	2,563

Locus	**TPOX**	**D8S1179**	**D12S391**	**D19S433**	**SE33**	**D22S1045**	**FGA**
GD	0,693	0,821	0,892	0,820	0,932	0,720	0,893
PIC	0,637	0,793	0,876	0,792	0,921	0,671	0,877
PM	0,167	0,062	0,033	0,073	0,019	0,140	0,033
PD	0,833	0,938	0,967	0,927	0,981	0,860	0,967
PE	0,563	0,563	0,850	0,702	0,901	0,479	0,776
TPI	2,278	2,278	6,833	3,417	10,250	1,864	4,556

Foram avaliados parâmetros estatísticos de interesse forense, constatando-se que o marcador SE33 apresentou a maior Diversidade Gênica (GD) (0,932), maior Conteúdo de Informações Polimórficas (PIC) (0,921), maior Poder de Discriminação (PD) (0,981) e menor Probabilidade de Coincidência Aleatória (PM) (0,019). O *locus* TPOX apresentou valores mais baixos em relação aos demais marcadores avaliados, exibindo a menor GD (0,693), PIC (0,637), PD (0,833) e maior PM (0,167). Entretanto, os números para os parâmetros do TPOX, embora inferiores aos outros, ainda são bastante informativos, conforme Tab. 2.

Além disso, no que se refere ao Poder de Exclusão (PE) e ao Índice de Paternidade Típico (TPI), o PENTA E e o D22S1045 alcançaram os maiores e os menores resultados, respectivamente. Enquanto o primeiro obteve uma PE equivalente a 0,926 e um TPI de 13,667, o segundo atingiu 0,479 e 1,864, nessa mesma sequência. Já o valor do PDComb foi 99,37%, e o PE-Comb foi de 96%, o que significa que o conjunto dos marcadores empregados para a análise é altamente eficaz na distinção de indivíduos.

Ao comparar esses resultados com as pesquisas realizadas nos estados de Pernambuco e Bahia [14] [16], percebe-se que, de maneira geral, os valores dos parâmetros citados reproduzem o mesmo padrão do presente estudo, em que os aspectos relacionados ao nível de conteúdo de um marcador estão associados à quantidade de alelos que ele apresenta.

Analisando ainda um estudo executado em populações Ameríndias do Brasil [18], um projeto de banco de dados STR para habitantes de todo o mundo [19] e uma pesquisa desempenhada em indivíduos do país de Portugal [20], os quais foram contribuintes para a formação do povo piauiense, foi constatado que variabilidade genética da população também influencia diretamente na capacidade de exclusão de um marcador, assim como nos valores de TPI, o que foi igualmente percebido no presente trabalho.

4. CONCLUSÕES

Através da obtenção do perfil genético de 82 indivíduos componentes do *staff* da Polícia Civil do Piauí, foram avaliadas as frequências alélicas de 23 *loci* de STR com interesse forense. Neste estudo foram realizados cálculos de parâmetros forenses tais como a média da Heterozigosidade observada e Heterozigosidade esperada que indicam um alto percentual de heterozigotos na população. Já o teste para o equilíbrio de Hardy-Weinberg mostrou que a maioria dos marcadores não apresentou desvios significativos estatisticamente, evidenciando a elevada variabilidade genética dos indivíduos.

Em relação aos parâmetros estatísticos, todos os *loci* apresentaram valores consideráveis para GD, PIC, PD, PE, TPI e, consequentemente, menores Probabilidades de Coincidências Aleatórias. Dessa forma, é notório que esses parâmetros, combinados com os dados de frequências obtidos são importantes para as análises forenses desta população.

Salientamos que, para assegurar resultados mais significativos, é essencial que sejam incluídos mais genótipos, bem como a inclusão de uma amostragem mais heterogênea da população, incluindo amostragem de outras regiões do Piauí.

Ainda assim, as informações apresentadas podem contribuir de maneira eficiente no estabelecimento do banco de dados a ser utilizado como ferramenta de controle interno no IDNA, possibilitando investigações mais seguras no estado do Piauí.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos profissionais do Departamento de Polícia Científica e da Polícia Civil do Piauí, por terem disponibilizado seu material biológico para a construção do banco de dados, contribuindo para a realização da pesquisa. Ao Instituto de DNA Forense do Piauí, em especial, aos Peritos Criminais Janaína da Silva Rodrigues e José de Jesus Cardoso, por ter oferecido todo o suporte na colheita dos resultados.

REFERÊNCIAS

[1] IBGE. Cidades e estados/ PI. Retirado em 24/01/2024, de https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pi.html

[2] M. C. Araújo. O DNA como ferramenta de identificação humana e a sua importância no trabalho da perícia criminal. (2018).

[3] M. A. Aguiar. Técnicas de biologia molecular na genética forense (2017). Retirado em 12/07/2023, de http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/2772.pdf

[4] F. Corte-Real; D.N. Vieira. *Princípios de Genética Forense*. Imprensa da Universidade de Coimbra, Portugal (2015).

[5] H. Figueiredo. Avaliação das frequências alélicas de 15 marcadores STRs na população de pessoas nascidas no estado de Mato Grosso do Sul. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Católica João Bosco (2009).

[6] C. Phillips *et al*. Analysis of global variability in 15 established and 5 new European Standard Set (ESS) STRs using the CEPH human genome diversity panel. *Forensic Sci Int Genet*. **5**: 155–169 (2011).

[7] C. Phillips et al. Analysis of global variability in 15 established and 5 new European Standard Set (ESS) STRs using the CEPH human genome diversity panel. Forensic Sci Int Genet. 5: 155–169 (2011).

[8] R. Peakall; P. E. Smouse. GenALEx 6.5: Genetic Analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research- An update. *Bioinformatics*. **28**: 2537–2539 (2012).

[9] A. Gouy; M. Zieger. STRAF- A convenient online tool for STR data evaluation in forensic genetics. *Forensic Sci. Int. Genet*. **30**: 148–151 (2017).

[10] M.A. Bhinder et al. SE33 locus as a reliable genetic marker for forensic DNA analysis systems. *Turk J. Med. Sci*. **48**: 611-614 (2018).

[11] V. R. C. AGUIAR *et al*. New CODIS core *loci* allele frequencies for 96,400 brazilian individuals. *Forensic Sci. Int. Genet*. **13**: 6–12 (2014).

[12] S.G. Castro. Estudo de frequências alélicas de 15 STRs autossômicos na população paraibana. *Dissertação de Mestrado*, Departamento de Biologia Celular e Molecular, Universidade Federal da Paraíba (2013).

[13] G. Valle-Silva *et al*. Analysis and comparison of the STR genotypes called with HipSTR, STRait Razor and toaSTR by using next generation sequencing

data in a Brazilian population sample. *Forensic Sci. Int. Genet*. **58**: 102676 (2022).

[14] B. Sampaio *et al*. Allelic frequencies distribution and forensic parameters of 23 autosomal *Short Tandem Repeats* in the population of the state of Pernambuco, Brazil," Leg. Med. **59**: 102112 (2022).

[15] T. Hessab *et al*. Genetic data on 17 STR autosomal *loci* for a sample population of the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Forensic Sci. Int. Genet*. **14**: 4–5 (2015).

[16] N.B.P. Santos *et al*. Allele frequencies and forensic data of 25 STR markers for individuals in Northeast Brazil. *Genes* (*Basel*). 14: 1185 (2023).

[17] D. R. Hares. Expanding the CODIS core loci in the United States. *Forensic Sci. Int. Genet*. **6**: 52–54 (2012).

[18] C.M.S. Becker. Diversidade genética de populações ameríndias Guarani e Kaingang do Brasil baseada em STRs autossômicos de aplicação forense. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Paraná (2019).

[19] T.S. Frontanilla; G. Valle-Silva; J. Ayala; C.T. Mendes-Junior. Open-access worldwide population STR database constructed using high-coverage massively parallel sequencing data obtained from the 1000 genomes project. *Genes* (*Basel*). **13**: 2205 (2022).

[20] R.C. Silva. Parâmetros populacionais e forenses da população do sul de Portugal: Atualização dos dados genéticos dos *loci* STR usados na casuística forense. *Dissertação de Mestrado*, Universidade de Lisboa (2016).

v. 14, n. 4, p. 193-196, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

O Poder da Genética Forense: Como os Bancos de Perfis Genéticos estão auxiliando na resolução de Crimes no Brasil

S.M. Peixoto[a,*], S.L.A. Maia[a], M.J.F. Primo[a], R.P. Giesta[b]

[a] *Universidade Federal do Ceará, Fortaleza (CE) , Brasil*
[b] *Perícia Forense do Estado do Ceará, Fortaleza (CE)), Brasil*
Endereço de e-mail para correspondência: suellenmatias@alu.ufc.br. Tel.: +55-85-987194857.

Palavras-chave: DNA forense, genética forense, identificação criminal, crimes, biologia forense e banco de perfil genético.

1. INTRODUÇÃO

A Genética Forense, ou DNA Forense, auxilia a justiça através da aplicação de técnicas de genética e de biologia molecular. A genética forense é usada para fins de paternidade criminal, que também está dentro do âmbito das investigações criminais, além da identificação de restos mortais não somente em contexto de desastres ou zonas de guerra, mas também em outras situações, como acidentes automobilísticos, corpos em avançado estado de putrefação ou já ossificados, dentre outras; Para ser eficaz na associação, é essencial utilizar conhecimentos científicos e métodos de análise apropriados, pois amostras físicas e biológicas que não são coletadas e preservadas corretamente podem resultar em resultados sem valor científico para investigações criminais [1]. Os vestígios de crimes também podem ser provas materiais valiosas, se identificados e analisados corretamente. Nesse contexto, destaca-se a importância do perito criminal, responsável por fazer a coleta e garantir a preservação do material biológico coletado na cena do crime. Entre as evidências, destacam-se as amostras biológicas, como fluidos corporais, cabelo, unha e pele [1]. No DNA existem regiões polimórficas, onde há sequências específicas e repetitivas de nucleotídeos que podem ser usadas para identificar e diferenciar cada pessoa. Devido a isso, a análise dos seus polimorfismos permite à ciência criar um perfil genético único para cada indivíduo [2]. Jacques e Minervino [3] destacam a importância de entender a diferença entre DNA e perfil genético. Enquanto o DNA é uma molécula que contém muitas informações sensíveis, como a predisposição a doenças, por exemplo, o perfil genético é uma pequena parte extraída das regiões não codificantes do DNA. Este perfil genético não pode revelar características físicas ou de saúde, sendo utilizado apenas para a individualização. Para agilizar a identificação de criminosos, os perfis genéticos, obtidos de suspeitos, são comparados com aqueles armazenados em um banco de dados, que contém amostras de pessoas já registradas por outros crimes [1]. A primeira aplicação importante da genética forense no país ocorreu em 2009, durante a identificação das vítimas do acidente aéreo do voo AF 447 (Rio-Paris), da Air France. Neste evento, foi possível a identificação de 50 passageiros com a utilização de um software que comparava o perfil genético dos corpos com amostras de DNA de familiares [2,3]. Com a implantação do banco de DNA no Brasil, foram alcançados resultados muito significativos. Esta iniciativa ajudou a resolver crimes não solucionados há mais de 10 anos e auxiliou na identificação das vítimas da tragédia em Brumadinho/MG [5]. Com o intuito de compartilhar e comparar perfis genéticos entre os laboratórios oficiais dos estados brasileiros, o Ministério da Justiça, a Secretaria Nacional de Segurança Pública (SENASP), a Polícia Federal (PF) e as Secretarias de Segurança Pública Estaduais fundaram a Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos (RIBPG), pelo Decreto nº 7.950/2013. A RIBPG tem como objetivo manter e comparar perfis genéticos como ferramenta auxiliar da justiça, atuando na apuração criminal, na instrução processual e na identificação de pessoas desaparecidas [6]. Atualmente, os Bancos de Dados de DNA são utilizados em mais de 60 países, onde perfis genéticos são confrontados em busca de coincidências que possam relacionar suspeitos a cenas de crime ou

conectar diferentes crimes entre si. A INTERPOL, uma organização intragovernamental composta por 195 países membros, facilita o compartilhamento e o acesso a dados sobre crimes e criminosos, incluindo dados genéticos forenses entre perfis locais e internacionais [6]. O objetivo desta revisão de literatura é descrever e analisar os resultados obtidos através do uso dos bancos de perfis genéticos na resolução de crimes, reforçando a importância da genética no contexto forense. Para a produção do presente estudo, foi realizado uma revisão de literatura, por meio de pesquisa bibliográfica e eletrônica, explorando livros, artigos e relatórios de dados estatísticos, sendo que os mesmos foram todos relativamente atuais. A busca pelos artigos se deu nas plataformas digitais "Google Acadêmico" e "Scielo". Com os seguintes descritores: "DNA forense", "genética forense", "identificação criminal", "crimes", "Biologia forense" e "Banco de perfil genético". Para a análise quantitativa, foram coletados dados do relatório da RIBPG, de novembro de 2023, no site do Ministério de Justiça e Segurança Pública. Os dados foram plotados em planilhas utilizando-se o software Excel® do pacote Office da Microsoft para a elaboração dos gráficos.

2. RESULTADOS

No décimo nono Relatório da Rede Integrada de Bancos de Perfis Genético (RIBPG), os perfis genéticos eram compartilhados no sistema da RIBPG por 21 laboratórios estaduais, 1 laboratório distrital e 1 laboratório da Polícia Federal, dentre os quais: Alagoas, Amazonas, Amapá, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Paraíba, Pernambuco, Paraná, Rio de Janeiro, Rondônia, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. A principal novidade, do último semestre, foi a instalação do banco de perfis genéticos do Estado do Tocantins. Há, portanto, uma conexão interestadual com representantes de todas as regiões do país [1,7]. Os laboratórios da RIBPG são regularmente utilizados em busca de coincidências que permitam relacionar suspeitos a locais de crime, e identificar pessoas. Na Lei nº 12.654, regulamentada em 2012, foi permitida a coleta obrigatória do material biológico do condenado para análise de seu perfil genético, o que possibilitou que uma grande quantidade de amostras fosse integrada ao banco de dados, auxiliando em casos criminais com suspeitos desconhecidos [2]. Entre 2010 e 2012, o sistema também passou a receber perfis genéticos de cadáveres desconhecidos, familiares de pessoas desaparecidas e vestígios relacionados à violência sexual [2,7]. As ações estabelecidas pelo Comitê Gestor da RIBPG, entre os anos de 2018 a 2020, também levaram ao crescimento da quantidade de perfis genéticos no sistema que compõem o Banco Nacional de Perfis Genéticos (BNPG) [4]. O "Projeto de Coleta de Amostra de Condenados" foi o primeiro a ser estabelecido, e determinava que condenados por crimes dispostos no Art. 9°-A, da Lei n° 7.210/1984, deveriam, obrigatoriamente, ter seu perfil molecular coletado para fins de identificação criminal. Há, atualmente, um total de 155.157 perfis genéticos de condenados cadastrados. Outro dado importante é que, atualmente, 82% das coincidências do tipo "vestígio x indivíduo" cadastrado criminalmente estão relacionadas a indivíduos condenados [6]. Vale destacar, também, o relevante papel dos bancos de perfis genéticos na identificação de pessoas desaparecidas, que através da execução de campanhas, como a "Campanha Nacional de Coleta de DNA de Familiares de Pessoas Desaparecidas", obteve mais de 1.600 amostras de familiares de pessoas desaparecidas, durante a campanha em 2021. Por meio do compartilhamento dos perfis genéticos ingressados no BNPG, pelos bancos de perfis genéticos estaduais, auxiliou no estabelecimento de vínculos de 17 pessoas desaparecidas com seus familiares [6]. Através da construção de árvores genealógicas dos perfis de Familiares de Pessoas Desaparecidas (8.262 perfis cadastrados atualmente) inseridos no BNPG, até o último semestre de 2023, foi possível estabelecer vínculos genéticos entre familiares e 316 pessoas desaparecidas [6]. Em 2022, também ocorreu a "Campanha Nacional de Coleta de DNA de Pessoas Vivas Sem Identificação", cujo objetivo era a coleta de amostras biológicas de indivíduos vivos, mas sem identificação, internados em hospitais, clínicas ou abrigos brasileiros, com atual valor de 120 perfis genéticos cadastrados. Também foi observado um crescimento de 10,6% na quantidade de perfis da categoria Restos Mortais Não Identificados (9.156 perfis genéticos), no último relatório [6,7].

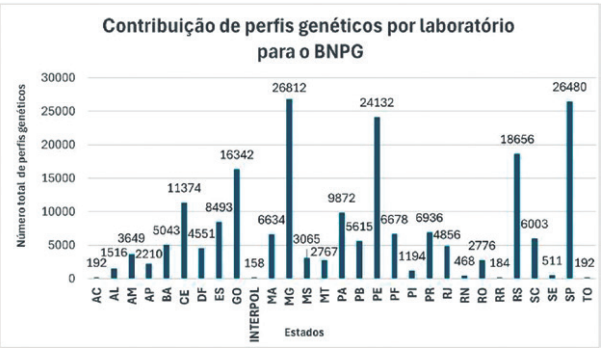


Figura 1: Contribuição absoluta de perfis genéticos de cada laboratório da RIBPG para o BNPG, até 2023. Adaptado de [6].

Desde de 2014 observa-se um crescimento constante dos bancos de perfis genéticos brasileiros. Apenas em 2020, devido a pandemia do COVID-19, a taxa

de crescimento do programa não cresceu como o esperado, mas o programa voltou a acelerar entre 2021 e 2022, atingindo seu ápice em 2023, com o número total de 207.359 perfis genéticos no BNPG, sendo o laboratório do estado de Minas Gerais o que mais contribuiu com perfis genéticos cadastrados, totalizando 26.812 perfis, como mostrado na Fig. 1 [6]. Dentre os perfis genéticos que se observa no BNPG há uma maior proporção de perfis genéticos de condenados (74,83%), seguido de vestígios (14,58%), restos mortais não identificados (4,42%) e familiares de pessoas desaparecidas (3,98%). Quase todos os laboratórios da RIBPG contribuem majoritariamente com perfis da categoria de condenados, com exceção do laboratório da Polícia Federal e a Interpol, os quais contribuem de forma maior com perfis de vestígios criminais. Nesse contexto, uma ação estratégica para o RIBPG foi o "Projeto de Processamento de Backlog de Vestígios de Crimes Sexuais", que vem incentivando a análise de vestígios de crimes sexuais e, consequentemente, ampliando o número de perfis de vestígios de crimes nos bancos de perfis genéticos. De acordo com os dados coletados no relatório de 2023 do RIBPG, 41,3% dos perfis genéticos oriundo de vestígios inseridos nos bancos de perfis genéticos estão relacionados a crimes sexuais. Atualmente, o sistema da RIBPG utiliza alguns indicadores principais para melhor compreensão do impacto dos resultados obtidos com o seu uso, sendo um deles a investigação auxiliada; que nada mais é do que um procedimento de investigação criminal onde o banco de perfis genéticos contribui de forma significativa para o processo investigativo. Outros indicadores são as coincidências confirmadas, que ocorrem quando há correspondências entre vestígios ou entre vestígios e indivíduos criminalmente cadastrados. O indicador "investigações auxiliadas" é similar ao de "casos resolvidos"; no entanto, um "caso resolvido" precisa de outras provas para estabelecer a culpa ou a inocência dos acusados, dependendo, assim, do resultado do processo judicial.

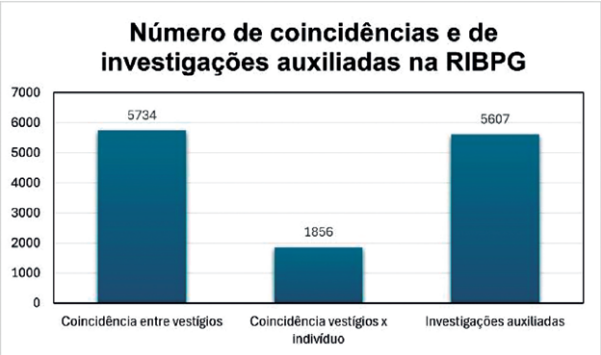


Figura 2: Número de coincidências e de investigações auxiliadas na RIBPG, até 2023. Adaptado de [6].

Como mostrado na Fig. 2, o sistema da RIBPG apresentou, no relatório de 2023, ao poder público, um total de 7.588 coincidências confirmadas, e auxiliou em 5.607 investigações, mostrando o impacto direto na eficiência do sistema de justiça criminal. Um exemplo notável da importância dos bancos de perfis genéticos na resolução de crimes é o caso de um ataque sexual no Distrito Federal, em fevereiro de 2023. A vítima foi violentada sexualmente por um desconhecido, e amostras de DNA coletadas foram inseridas nos bancos de perfis genéticos do Distrito Federal e Nacional. Em abril de 2023, um crime semelhante ocorreu em Goiás, e o perfil genético do suspeito foi adicionado ao banco. A análise genética confirmou que o mesmo autor estava envolvido em ambos os crimes, evidenciando a eficácia do sistema em conectar casos isolados e identificar criminosos em série [6]. As iniciativas mencionadas impactam diretamente a eficiência do sistema de justiça criminal, permitindo a identificação rápida de suspeitos e a resolução de casos que poderiam ficar sem solução. Como é possível observar no estado de Pernambuco, que apresenta uma taxa de 47,2% de casos em aberto, alertando a urgência de ações e programas no combate e na identificação de criminosos [8].

3. DISCUSSÃO

A inclusão de mais vestígios de crimes e de perfis de condenados no banco de dados aumentou a capacidade de elucidar crimes e de identificar criminosos, resultando em um aumento nas investigações auxiliadas pela RIBPG. As coincidências confirmadas entre vestígios e entre vestígios e indivíduos cadastrados não apenas resolvem casos específicos, mas também identificam conexões entre diferentes crimes. Os relatórios semestrais são ferramentas valiosas para avaliar o crescimento no número de investigações auxiliadas e de coincidências confirmadas, e, através deles, é possível observar um crescimento constante desses parâmetros, demonstrando a melhoria na eficiência da RIBPG, e um aumento da funcionalidade dos bancos de perfis genéticos como valiosa ferramenta de investigação criminal. Além disso, ressalta-se o aumento no uso dos bancos de perfis genéticos em busca de desaparecidos no Brasil, e espera-se que essa ferramenta se torne cada vez mais eficaz nessa categoria. Portanto, é fundamental enfatizar que prudência e cautela são essenciais em processos que envolvem dados sensíveis, como informações genéticas. Proteger esses dados não impede o progresso científico, desde que se respeite os direitos humanos. É crucial implementar um con-

trole rigoroso sobre o uso desses dados, restringir o acesso, realizar avaliações frequentes da eficácia na resolução de crimes e manter um forte compromisso com padrões éticos [9]. Ademais, dado o exposto na presente revisão, pode-se afirmar que a genética forense é fundamental para a resolução de crimes, graças aos avanços tecnológicos em biologia molecular e à criação do banco de perfis genéticos.

4. CONCLUSÃO

O fortalecimento e a expansão dos bancos de perfis genéticos são essenciais para que a genética forense desempenhe cada vez mais um papel crucial na investigação criminal e na identificação de pessoas desaparecidas. Os perfis genéticos são capazes de fornecer evidências concretas que orientam e aceleram investigações. A implementação de projetos nessa área, como os mencionados nesta revisão, são fundamentais para consolidar o uso do DNA e dos bancos de perfis genéticos como ferramentas indispensáveis na busca por justiça no Brasil.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] A. E. Dos Santos. As principais linhas da biologia forense e como auxiliam na resolução de crimes. *Rev. Brasi. Crimin.* **7**: 12–20 (2018).

[2] A. Andreassa. et al. Introdução à Biologia Forense. Millenium ed. Brasil (2016) 250-304.

[3] G.S. Jacques; A.C. Minervino. Aspectos éticos e legais dos bancos de dados de perfis genéticos. *Revista Perícia Federal* **9**: 17–20 (2007).

[4] C.M. Lemos; C.C. Gasparin. O Impacto do banco de dados de DNA na elucidação de crimes no Brasil–uma revisão de literatura: Banco de Dados de DNA no Brasil. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences* **6**: 805-828 (2024).

[5] B.T. De Souza; F. Fiorentin; V. Aleixo; C.B. Silva. Criação de banco de dados genéticos prevista na lei 12.654/12: uma revisão sobre o histórico e sua utilização. *Rev. Brasi. Crimin.* **12**: 36-51 (2023).

[6] Brasil, XIX Relatório da Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos (RIBPG). Brasília, Nov, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/sua-seguranca/seguranca-publica/ribpg/relatorio.

[7] A.F. Brito; A. N. Pontes. Estudo Sobre Identificação Humana Por Dna, Banco Nacional De Perfis Genéticos e a Obrigatoriedade da Lei 12654/2012. *Rev. Brasi. Crimin.* **9**: 75–84 (2020).

[8] M.H.F. Ekert et al., DNA forense aplicado na identificação de vítimas de crimes em Pernambuco, Brasil. *Rev. Brasi. Crimin.* **5**: 14-17 (2016).

[9] C. Marques; E. Abdalla. Banco nacional de perfis genéticos criminal: uma discussão bioética. *Revista Brasileira de Bioética* **8**: 31-46 (2012).

v. 14, n. 4, p. 197-201, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Análise Preliminar de Locais de Morte no Rio de Janeiro em 2022: Impactos na Entomologia Forense

A.B.B. Rego[a,*], J. Oliveira-Costa[b]

[a] *Instituto de Criminalística Carlos Éboli, SEPOL, Rio de Janeiro (RJ), Brasil*
[b] *Instituto Médico-Legal Afrânio Peixoto, SEPOL, Rio de Janeiro (RJ), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: andrebordeauxrego@gmail.com. Tel.: +55-21-99968-3015.*

Keywords: Investigação; Putrefação; Necropsia; Perícia; Intervalo *Post-Mortem*.

1. INTRODUÇÃO

O Rio de Janeiro, alinhado com a média nacional, apresenta índices elevados de violência, com uma taxa de homicídios de 21,4 mortes por cem mil habitantes, segundo os dados mais recentes disponíveis [1]. Talvez devido ao alto volume de casos, o estado está entre aqueles com a menor taxa de resolução de homicídios [2], atingindo apenas 23% em 2021. Além disso, há um significativo número de "homicídios ocultos" [1], quando homicídios são classificados como mortes violentas de causa indeterminada.

Nesse contexto, a entomologia forense, ciência que envolve o uso de insetos e outros artrópodes em investigações criminais, surge como uma ferramenta potencialmente poderosa. É um ramo das ciências forenses historicamente utilizado na estimativa do Intervalo *Post-Mortem* mínimo (IPMmin) – o tempo mínimo decorrido desde a morte até a descoberta do corpo – através do cálculo do tempo de colonização dos corpos por insetos necrófagos [3-4]. Os usos da entomologia, no entanto, não se resumem ao cálculo, auxiliando também na identificação de envolvidos, na determinação das circunstâncias da morte, na determinação de abandono ou maus tratos, entre outros [5-6].

Este estudo tem como objetivos principais: (1) Quantificar e qualificar os locais de encontro de cadáver como estudo de viabilidade de um serviço de perícia de local em entomologia forense, e (2) proporcionar informações detalhadas sobre os locais de encontro de cadáveres para melhorar a modelagem e aplicação dos estudos em entomologia forense.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para atingir esses objetivos, analisamos laudos periciais de locais realizados pelo Instituto de Criminalística Carlos Éboli (ICCE) e pela Divisão de Homicídios da Capital (DHC), que realizam os exames em locais de encontro de cadáver na região da capital fluminense, além dos respectivos laudos de necropsias realizados pelo IMLAP. Também foram avaliados os exames entomológicos efetivamente realizados pelo Laboratório de Entomologia Forense Médico Legal (LEFML), buscando-se os locais relacionados a estes exames.

A coleta de dados foi realizada, em um primeiro momento, por meio de busca no Sistema de Polícia Técnica (SPTWeb) pelo "Relatório de Laudos" de "Locais de Morte/Encontro de Cadáver" realizados durante o ano de 2022 pelo ICCE. O período ficou delimitado a esse ano principalmente para evitar o efeito da pandemia e evitar locais examinados antes de 2020, pois apenas recentemente os laudos passaram a ser incluídos no SPTWeb de forma rotineira. Após isto, foi conduzida a mesma busca em laudos confeccionados pelos peritos lotados na DHC. Os critérios de avaliação incluíram:

1. Se o corpo estava em ambiente interno ou externo em relação a algum imóvel.
2. O estado de decomposição dos corpos, classificados como recentes (até a mancha verde abdominal), em putrefação (fase enfisematosa à esqueletização), ou alterados por outros motivos (carbonizados ou em despojos cadavéricos).
3. Menção de fauna cadavérica ou ausência desta nos laudos.

4. Conclusões sobre a natureza e/ou circunstâncias da morte nos laudos.
5. Realização de exame entomológico pelo Laboratório de Entomologia Forense Médico-Legal (LEFML) do Instituto Médico Legal Afrânio Peixoto (IMLAP).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Visão geral dos Locais Examinados

Primeiramente, foram listados 840 laudos de perícia de "Locais de Morte/Encontro de Cadáver", sendo 368 examinados pelo ICCE e 472 pela DHC. Após a análise dos dados de exames realizados pelo laboratório de entomologia, percebeu-se que onze exames de locais realizados pelo ICCE e sete pela DHC não retornaram nas buscas pelo sistema. Isso sugere que essas "Requisições de Exames Periciais" podem ter sido requisitadas de forma genérica, prejudicando a busca. Além disso, houve outros 35 locais (29 pelo ICCE e 6 pela DHC) que não foram atendidos por motivos diversos. Portanto, o número total de locais avaliados foi de 874, sendo 396 realizados pelo ICCE e 478 pela DHC.

3.2. Análise dos Casos pelo ICCE

3.2.1. Ambiente do Encontro do Cadáver

Do total de locais examinados, 11 não puderam ser classificados, por não ter ficado claro nas descrições de locais ou no relato do registro de ocorrência. Contudo, em 246 casos (32,1%) os corpos foram encontrados no interior de imóveis, e 139 (35,1%) em ambiente externo.

3.2.2. Estado do Cadáver

Corpos recentes foram a maioria (72%) dos casos examinados, sendo 285 laudos, enquanto 110 em avançado estado de decomposição representaram 27,8% dos casos. Apenas um laudo de cadáver carbonizado foi recuperado na presente amostragem.

3.2.3. Natureza dos Locais Segundo os Laudos

Alguns laudos de locais não estavam disponíveis por motivos diversos, seja por se encontrarem ainda pendentes no sistema, por estarem sob sigilo, ou mesmo por não terem sido realizados exames de locais, totalizando 50 laudos nessas circunstâncias. Dos laudos disponíveis, a maior parte não chegava a uma conclusão sobre a circunstância ou natureza da morte: em 95 laudos (27,5%), o laudo se limitava a uma constatação simples, de descrição do local e do cadáver. Considerando aqueles que chegavam a uma conclusão, as diagnoses mais comuns foram: suicídios por enforcamento (62 casos, 17,9%), mortes sem assistência médica (58 casos, 16,8%), suicídios por projeção de prédios (47 casos, 13,6%), ocorrências de trânsito (33 casos, 9,5%) e acidentes em geral (18 casos, 5,2%).

3.2.4. Laudos de Necropsia

Os laudos de necropsia disponíveis foram mais numerosos, pois há casos os exames de locais não foram requisitados, como, por exemplo, de cadáveres encontrados em corpos hídricos. Além disso, não havia laudos pendentes, dessa forma, apenas 10 laudos não estavam disponíveis, por estarem sob sigilo. Grande parte dos laudos de necropsia também restou sem conclusões: em 90 casos (23,3%) devido a alterações decorrentes da putrefação, e em 36 casos (9,3%) a conclusão dependia de exames laboratoriais complementares. As causas mais comuns de morte foram: ação contundente (88 casos, 22,8%), enforcamento (67 casos, 17,4%), mortes naturais em decorrência de enfermidades (63 casos, 16,3%) e por projéteis de arma de fogo (12 casos, 3,1%).

3.2.5. Análises Entomológicas

Do total, 89,9% não fazia qualquer menção à presença ou ausência de fauna cadavérica, sendo mais comum que essa constatação ocorra apenas no IMLAP (9,1%). Foram realizados 51 exames entomológicos pelo LEFML em corpos provenientes de ocorrências do ICCE.

3.3. Análises Preliminares dos Dados da DHC

Os laudos da DHC ainda não foram examinados em sua totalidade, e os dados apresentados aqui referem-se apenas aos locais examinados até o dia 30 de junho de 2022, restando ainda 231 laudos a serem analisados. Portanto, os dados referentes à Divisão de Homicídios são preliminares.

3.2.1. Ambiente do Encontro do Cadáver

Dos locais examinados pela DHC, 9 não puderam ser classificados. Em 78,9%, os cadáveres se encontravam em ambiente externo, geralmente em vias públicas. Apenas 45 laudos tratavam de cadáveres em locais internos.

3.2.2. Estado do Cadáver

Em mais de 89% dos casos, os cadáveres examinados eram recentes. A proporção de corpos em putrefação era reduzida, com apenas 14 casos examinados, ou 5,5%. Alterações foram mais comuns que em casos analisados pelo ICCE, com 8 casos de cadáveres car-

bonizados (3,1%) e 2 casos encontrados como despojos cadavéricos.

3.2.3. Natureza dos locais

Apenas 15 laudos não estavam disponíveis à busca, a maior parte por estarem sob sigilo. Os locais examinados pela DHC foram mais homogêneos do que aqueles examinados pelo ICCE: A grande maioria dos casos tratava de mortes por armas de fogo (145 casos, 60,2%), seguidos de homicídios por ação contundente (21 casos, 8,7%) e por ação perfurocortante (21 casos, 8,7%). Casos inconclusos ocorreram em menor proporção que os laudos do Instituto de Criminalística, com apenas 29 casos, ou seja, 12%.

3.2.4. Laudos de Necropsia

Os laudos de necropsia em casos de homicídios também apresentavam maior proporção de laudos conclusivos; apenas cerca de 6% deles não foram capazes de estabelecer uma causa, sendo 6 casos (2,4%) devido ao avançado estado de putrefação, 5 casos (2%) em que seria necessário exame laboratorial ainda pendente e em 4 casos (1,6%) o exame resultou expressamente inconclusivo.

3.2.5. Análises Entomológicas

Mais de 91% dos laudos não mencionaram fauna cadavérica, e, novamente, essa observação era realizada quase que exclusivamente pelo IMLAP, com 21 menções. A proporção geral é mostrada na figura 1. Foram realizados 9 exames em insetos de cadáveres provenientes da DHC.

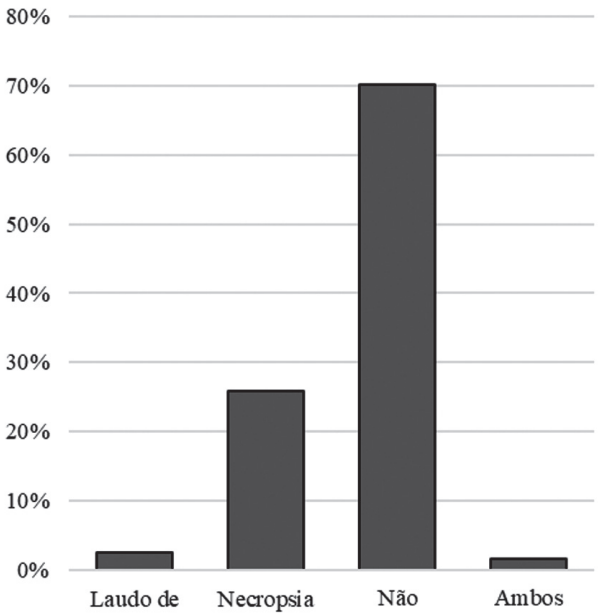


Figura 1. Proporção geral de laudos que mencionam fauna cadavérica.

3.4. Estado de Decomposição e Adulteração dos Corpos

O estado de decomposição parece ser fator significante para que os laudos cheguem a uma conclusão, e isso foi percebido em todos os estratos analisados, seja o laudo de locais, de necropsia, seja proveniente do ICCE ou da DHC, como mostrado nas figuras 2 e 3.

Enquanto laudos de locais examinados pelo ICCE com cadáveres recentes resultam inconclusivos em apenas 15,9% dos casos, essa proporção chega a 69,3% quando o cadáver está em avançado estado de putrefação. Essa diferença é ainda mais acentuada quando se trata dos laudos de necropsia, em que a taxa de inconclusivos é de menos de 13% em cadáveres recentes, mas de 82,7% em cadáveres putrefatos, o que seria esperado, já que o legista não possui o contexto do local para tirar conclusões.

Nos casos de homicídios, os fatores de adulteração dos cadáveres também parecem ser um fator relevante para as conclusões dos laudos de locais: apenas 1 dos 8 locais nessas circunstâncias não resultou inconclusivo, assim como apenas 1 dos 14 laudos de locais com cadáveres putrefatos, sendo necessário observar que em 5 desses locais, não havia laudo de local no sistema, principalmente pela localização do corpo, em curso dágua. Ao contrário dos laudos de necropsia associados a exames de locais realizados pelo ICCE, grande parte das necropsias de homicídios em corpos alterados foi conclusiva em 67% dos casos, ainda que menor que a taxa em cadáveres recentes, que foi de 97%.

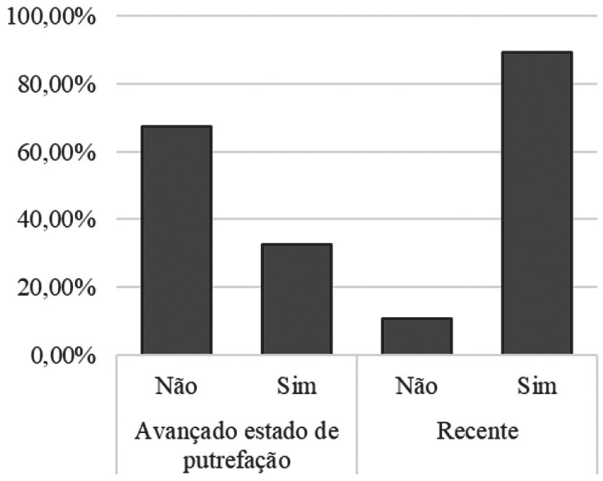


Figura 2. Proporção geral de laudos conclusivos em locais por estado de decomposição do cadáver.

O ambiente em que corpos em putrefação se encontravam também foi diferente entre os laudos de homicídios e os do ICCE; enquanto 88,3% dos laudos de locais do Instituto descreviam cadáveres em locais internos, na DHC esses cadáveres se encontravam em locais externos em 79,2% das vezes, muitas vezes

em locais menos urbanos, em meio à vegetação. Os corpos carbonizados foram encontrados em veículos incendiados, normalmente no interior do porta-malas.

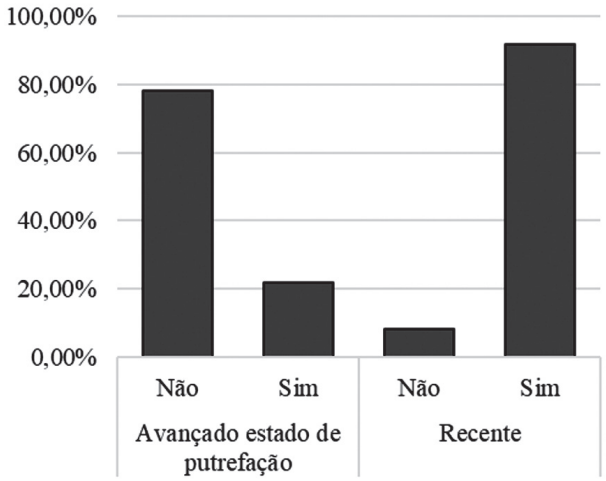


Figura 3. Proporção geral de laudos conclusivos em Necropsias por estado de decomposição do cadáver.

3.5. Considerações Quanto à Entomologia Forense

Os laudos de exame entomológico produzidos em 2022 foram, quase em sua totalidade, produzidos mediante coleta entomológica realizada pelo Laboratório de Entomologia Forense como rotina, não tendo sido encaminhados insetos por peritos de locais ou legistas. Em pelo menos um caso, a relevância da falta de coleta ou da consideração pela evidência entomológica pôde ser observada: o período de atividade de insetos, calculado com base em larvas de último ínstar, foi compatível ao IPM máximo estimado na necropsia e, ao se observar as fotos do local, era evidente a presença de rastros de larvas em dispersão a partir do cadáver, demonstrando que as estimativas calculadas estariam subestimadas.

O Laboratório de Entomologia realizou 75 exames em 2022, sendo 66 desses sobre casos na área da capital. Entretanto, em apenas 30 casos examinados pelo laboratório havia laudos de locais associados. Em busca por essas outras 36 ocorrências, percebeu-se que não houve nem mesmo o acionamento da perícia de local, e isso se deu normalmente por três motivos:

1. A área de encontro do cadáver foi considerada de risco, e a perícia nem sempre conta com apoio das delegacias para o acesso aos locais;
2. O corpo estava às margens de curso d'água; ou
3. Houve atendimento prévio por equipe da Secretaria de Saúde, que atestou o óbito.

Portanto, considerando-se também esses casos em que não foram realizados exames de local, pode-se estimar que em 2022 o número de locais de encontro de cadáver de interesse entomológico seria não de 89, como levantado em um primeiro momento, mas de 135.

Como demonstrado, os locais examinados em que havia cadáveres em putrefação e os cadáveres examinados pelo LEFML não necessariamente possuem grande interseção; quase 55% dos corpos examinados pelo laboratório não foram submetidos à perícia de local, enquanto 75% dos locais examinados não tiveram análises entomológicas posteriores (fig. 4). Esse resultado pode sugerir que o número provável de locais com cadáveres putrefeitos ou alterados seria maior.

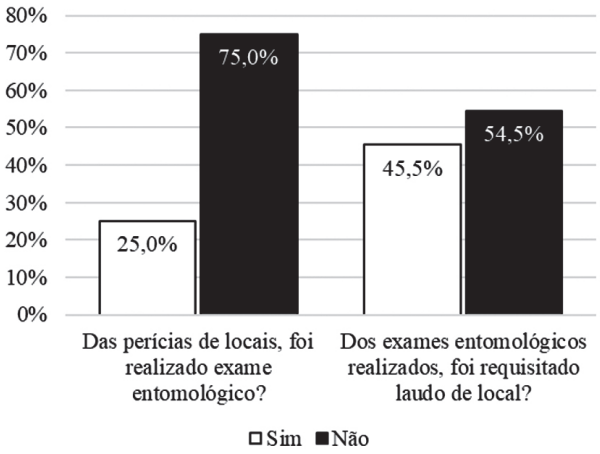


Figura 4. Relação entre laudos de locais com cadáveres putrefatos e a realização de exames entomológicos.

Em contato com agentes policiais lotados em delegacias, foi informado que muitas vezes, devido à alta taxa de laudos inconclusivos nesses casos, opta-se por apenas realizar a remoção do corpo e aguardam pelo resultado das perícias médico-legais, que seriam mais informativas.

3.6. Conclusividade dos Laudos

A fase de putrefação, como já mencionado, é um fator determinante para a conclusividade dos laudos. Em locais com corpos frescos, cerca de 83% dos laudos de perícia de local e aproximadamente 87% dos laudos de necropsia chegaram a uma conclusão sobre a causa da morte. Em contraste, em locais com cadáveres putrefatos, cerca de 67% dos laudos foram inconclusivos, limitando-se a uma simples constatação. Nesses casos, uma grande parte dos laudos de necropsia também resultou inconclusiva (75%) devido ao avançado estado de decomposição.

A conclusividade das necropsias também depende da realização de exames laboratoriais complementares, como exames histopatológicos ou toxicológicos, especialmente em corpos recentes. Aproximadamente 86% dos laudos inconclusivos nesses casos são devido à necessidade de tais exames. Após a liberação dos resul-

tados desses exames laboratoriais, há possibilidade de que o laudo do médico legista seja concluído. Em contraste, a inconclusividade relacionada ao estado avançado de decomposição, responsável por 68% do total de necropsias inconclusivas, dificilmente será sanada.

4. CONCLUSÕES

Este estudo preliminar sobre os locais de morte e encontro de cadáveres no Rio de Janeiro em 2022 revela importantes *insights* sobre a prática da entomologia forense no estado. A análise dos laudos de perícia do Instituto de Criminalística Carlos Éboli (ICCE) e da Divisão de Homicídios da Capital (DHC) destaca algumas tendências significativas.

Primeiramente, observou-se que a maioria dos corpos examinados tanto pelo ICCE quanto pela DHC estavam em estágio fresco de decomposição, no primeiro caso, principalmente compostos por suicídios e mortes sem assistência médica, enquanto no segundo caso, predominavam, em alta proporção, mortes por projéteis de arma de fogo, normalmente em via pública ou próximo a estas.

Cadáveres em avançado estado de putrefação foram a minoria dos casos, compondo 19,4% do total, ou seja, 124 ocorrências. Nos casos de mortes suspeitas examinadas pelo ICCE, eram mais frequentemente observados em ambientes internos, porém, nos casos de homicídios, a maior parte encontrava-se em ambiente externo, normalmente ocultos em meio à vegetação. As diferenças nas características dos casos atendidos pelo ICCE e pela DHC indicam a necessidade de abordagens diferenciadas para a investigação e perícia.

A conclusividade dos laudos de necropsia e de local está diretamente relacionada ao estado de decomposição dos corpos. Enquanto a maioria dos laudos de corpos frescos chegava a conclusões, os casos de putrefação resultaram em laudos inconclusivos em uma proporção significativa. Isso ressalta a necessidade de métodos mais robustos de análise e que o uso sistemático da entomologia forense poderia melhorar a acurácia das investigações.

As comparações dos laudos de locais com cadáveres putrefatos com os registros de exames realizados pelo Laboratório de Entomologia Forense Médico-Legal (LEFML) sugerem não apenas uma subutilização da entomologia, com apenas 25% dos locais relacionados a exames entomológicos, mas também uma possível subamostragem no presente estudo da quantidade real de locais nessas circunstâncias, já que em quase 55% dos exames realizados pelo laboratório, o exame pericial de local não foi sequer requisitado. As dificuldades no acionamento da perícia de local, devido a áreas de risco, proximidade a corpos d'água ou atendimento prévio por equipes de saúde, são desafios que precisam ser enfrentados para garantir a coleta de dados completa e precisa. Cabe ressaltar também que o atestado de óbito fornecido pelo corpo de bombeiros não substitui a análise pericial para descartar a hipótese de crime.

Portanto, este estudo destaca a importância da integração da entomologia forense nas investigações criminais no Rio de Janeiro. Para aprimorar a prática pericial, recomenda-se que a comunidade pericial atente para o cumprimento do procedimento operacional padrão de coleta em entomologia forense, publicado no Intrapol, e para o curso correspondente disponível em EAD, no ambiente AVA, da Academia de Polícia Silvio Terra. Esses passos são essenciais para aumentar a efetividade da entomologia forense na determinação do IPM e na elucidação de casos criminais no estado.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de expressar seus agradecimentos aos Peritos Criminais que auxiliaram na coleta dos dados primários aqui examinados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] D. Cerqueira, S. Bueno. *Atlas da Violência 2024*. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; (2024). 129.

[2] B. Graef. *Onde Mora a Impunidade? Porque o Brasil precisa de um Indicador Nacional de Esclarecimento de Homicídios*. 6ª Ed. Instituto Sou da Paz (2023) 69.

[3] J. H. Byrd. *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. Florida, USA: CRC Press, (2001).

[4] J. Oliveira-Costa. (Ed.). *Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios*. 3 ed. Campinas, SP: Millennium, (2011).

[5] M. Benecke. A brief history of forensic entomology. *Forensic Science International*, Forensic Entomology. v. 120, n. 1, p. 2–14 (2001).

[6] J. Oliveira-Costa. Entomologia Forense para Estimativa de IPM. In: H. C. Hercules (Ed.). *Medicina Legal: Texto Atlas*. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Atheneu (2014) 741–760.

v. 14, n. 4, p. 202-205, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Influência do tempo de coleta nos casos de crimes sexuais com os achados clínicos e a obtenção do perfil genético do agressor

B.S.C. Santos[a,*], V.R.S. Almeida[a], H.V. Dodou Lima[a], T.C.L. Rocha[a], T.O.V. Cunha[a], A.C.V. Arruda Filho[a], S.M.V.B. Rocha[a], T.R.C. Ribeiro[b], A.P. dos Santos[b], M.C.P. Serpa[a], J.O. Lopes[a], A.C.M. Sobreira[a], T.S.M. Novais[a], A.T. Ramos[a], K. Michelin[b]

a Perícia Forense do Estado do Ceará, Fortaleza (CE), Brasil
b Departamento de Polícia Federal, Brasília, Distrito Federal, Brasil
**Endereço de e-mail para correspondência: bruna.carvalho@pefoce.ce.gov.br. Tel.: +55-85-99794-6162.*

Keywords: Crime Sexual; Análise de DNA; Exame Médio-legal.

1. INTRODUÇÃO

A violência contra a mulher é reconhecida como um importante problema de saúde pública e uma violação dos direitos humanos, com um profundo impacto na nossa sociedade, atingindo de maneira indistinta, todas as culturas, classes sociais, níveis de ensino, rendimentos, grupos étnicos e etários (1,2).

A violência sexual, na maioria dos casos, deixa vestígios físicos e moleculares, o que torna indispensável a realização do exame pericial para se comprovar a conjunção carnal. Após a realização da denúncia, a vítima é submetida ao exame de corpo de delito, onde se busca observar a presença de lesões, como escoriações, equimoses, sinais de esganadura, dentre outros, inclusive a presença de sêmen, sendo a presença de sêmen na vagina da vítima uma das provas de conjunção carnal (3).

A coleta de evidências biológicas nos casos de violência sexual é realizada durante o exame médico-legal, no qual são coletados materiais biológicos que supostamente possam conter traços deixados pelo agressor sexual, como secreções vaginais, retais e orais, assim como outros tipos de vestígios. A coleta de amostras biológicas é um importante procedimento na obtenção de provas do contato sexual e identificação do agressor, principalmente quando o exame de constatação é realizado nas primeiras 72 horas após o ocorrido (4, 5).

O exame de DNA é considerado a prova legal mais importante nos tribunais atualmente, pois além de comprovar a ocorrência do contato sexual, possibilita a identificação do agressor (6). Na análise forense, a pesquisa dos marcadores autossômicos do tipo STR's (Short Tandem Repeats), e dos marcadores microssatélites do cromossomo Y, ou Y-STR's, são de grande importância para a identificação do autor do crime. Uma vez que, a maioria dos casos de crimes sexuais envolve agressor do sexo masculino, a análise do cromossomo Y é bastante utilizada na identificação de perfil masculino. (7,8)

O presente estudo teve como objetivo avaliar as correlações existentes entre os achados periciais obtidos através desses exames nas amostras provenientes dos casos de vítimas de violência sexual do sexo feminino atendidas na Perícia Forense do Estado do Ceará, no período de janeiro de 2020 a dezembro de 2022. A avaliação pretende identificar os possíveis fatores que podem influenciar no resultado final do exame pericial, fornecer elementos que auxiliem no aperfeiçoamento dos procedimentos internos e embasar a formulação de políticas públicas que contribuam no âmbito da segurança pública em nosso Estado.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um estudo do tipo retrospectivo e descritivo a partir da revisão dos resultados de laudos periciais de exames de constatação de crime sexual e identificação de perfil genético nos casos de crimes sexuais, em vítimas do sexo feminino, atendidas nas unidades da Perícia Forense do Estado do Ceará (PEFOCE), no período de janeiro de 2020 a dezembro de 2022.

Os dados foram coletados dos laudos periciais disponíveis através do sistema de gerenciamento dos exames periciais e cadeia de custódia de vestígios utilizados na instituição, denominado Sistema Galileu.

3. RESULTADOS

Foram analisados os dados provenientes de 202 amostras de casos de crimes sexuais, processadas na PEFOCE, no período de 01 de janeiro de 2020 a 31 de dezembro de 2022.

3.1. Intervalo de tempo entre a ocorrência e o exame médico-legal em relação a observação de achados clínicos

Quanto aos achados clínicos observados durante o exame médico-legal, foram descritas lesões indicativas de atividade sexual recente em 72 vítimas (35,82%). Dentre estas, 60 apresentaram lesões vaginais (29,85%) e apenas 12 lesões retais (5,97%). A maioria desses indícios foram observados em vítimas que compareceram à perícia médica até 72h após o momento da agressão (Fig. 1 e 2).

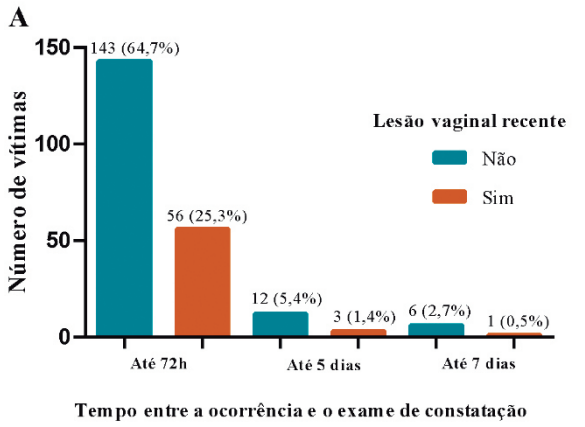


Figura 1. Intervalo de tempo entre a ocorrência e o exame de constatação em relação aos achados clínicos de lesão vaginal.

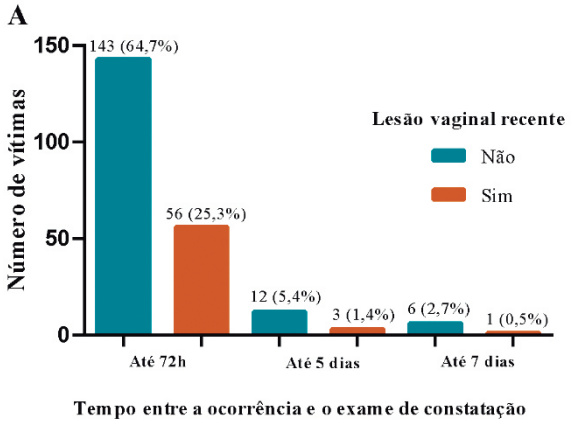


Figura 2. Intervalo de tempo entre a ocorrência e o exame de constatação em relação aos achados clínicos de lesão retal.

3.2. Intervalo de tempo entre a ocorrência e o exame médico-legal em relação a obtenção de perfil genético (perfil autossômico-STR e perfil Y-STR)

A obtenção de perfil genético autossômico único, proveniente do suposto agressor, foi observada apenas nas amostras coletadas nas primeiras 72h da ocorrência, tanto em SV (n=33; 14,9%) como em SR (n=6; 6,1%) (Fig. 3a e 3b).

Constatou-se uma significativa taxa de obtenção de perfil haplotípico (Y-STR) completo em amostras de SV coletadas no intervalo de até 72h (n=94; 42,9%), mantendo essa capacidade de obtenção até 7 dias após a ocorrência, embora com redução significativa. As amostras de SR, por sua vez, apresentaram índice de perfil haplotípico, utilizando marcadores de cromossomo Y (Y-STR), inferior ao encontrado nas amostras vaginais, limitado apenas às primeiras 72h (n=21; 21,4%) %) (Fig. 3c e 3d). Após esse período sua capacidade de obtenção encontrou-se bastante reduzida.

Embora tenha sido observada, através dos gráficos e dos resultados obtidos, uma relação entre o intervalo de tempo em que ocorreu o exame de constatação e os achados clínicos e laboratoriais, não foi possível demonstrar associação significativa entre o fator tempo e os exames aferidos, com valores de p>0,05. Esta condição foi, provavelmente, em decorrência do fato que a maioria das vítimas compareceram ao exame médico-legal no intervalo de até 72hs após o ocorrido.

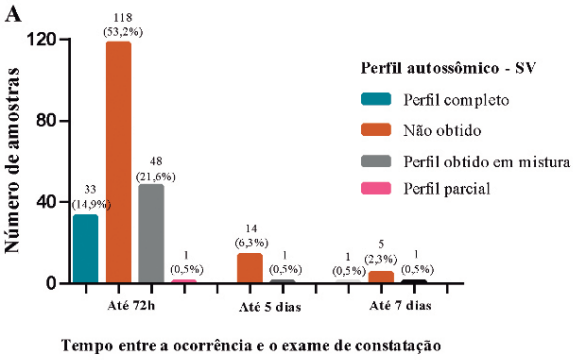


Figura 3a. Intervalo de tempo entre a ocorrência e o exame médico-legal em relação a obtenção de perfil genético autossômico-STR em amostras de *swabs* vaginais.

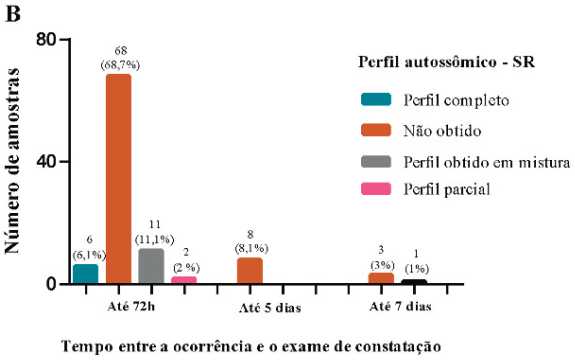


Figura 3b. Intervalo de tempo entre a ocorrência e o exame médico-legal em relação a obtenção de perfil genético autossômico-STR em amostras de *swabs* retais.

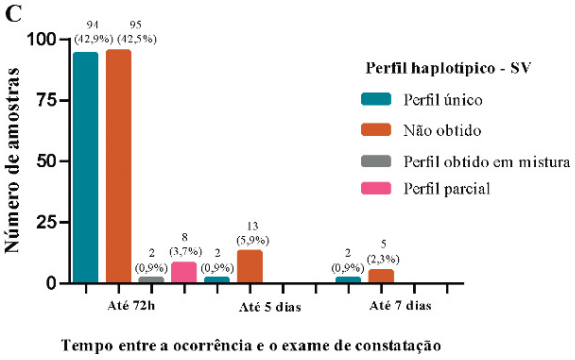


Figura 3c. Intervalo de tempo entre a ocorrência e o exame médico-legal em relação a obtenção de perfil genético perfil Y-STR em amostras de *swabs* vaginais.

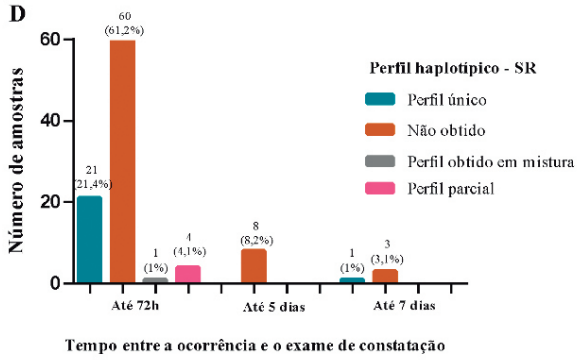


Figura 3d. Intervalo de tempo entre a ocorrência e o exame médico-legal em relação a obtenção de perfil genético perfil Y-STR em amostras de *swabs* retais.

4. DISCUSSÃO

Em nosso estudo a proporção de casos em que houve observação de lesões anogenitais recentes diminuiu à medida que aumentou o intervalo de tempo entre a agressão e a realização do exame de constatação, apresentando uma redução significativa após 72h do ocorrido. Estudos anteriores sugerem que a presença de lesões significativamente importantes se encontra ausente em mais de 50% dos casos de agressão sexual, indicando que as lesões anogenitais apresentam dependência do intervalo de tempo entre a ofensa e o tempo de comparecimento da vítima ao exame médico-legal, possivelmente influenciada pelo processo de cicatrização que se inicia mais rapidamente na região anogenital. (9,10)

Os resultados obtidos demonstraram que a capacidade de obtenção do perfil genético do suposto agressor encontra-se reduzida à medida que aumenta o intervalo entre a coleta da amostra biológica e a agressão, com maior probabilidade de obtenção de perfil em amostras coletadas até 72h após o ato (Gráfico 3). A obtenção de perfil genético do agressor nas amostras se estendeu, apesar do baixo índice, até 7 dias para ambos os tipos de amostras. A análise haplotípica do cromossomo Y apresentou melhor taxa de desempenho, principalmente em *swabs* vaginais, enquanto a análise autossômica apresentou um leve predomínio de obtenção de perfil genético masculino em mistura com material da vítima em comparação com obtenção de perfil masculino único (Gráfico 8), obtido através de extração diferencial.

O perfil genético autossômico poderá ser obtido a partir de células espermáticas em amostras vaginais coletadas até 3 dias após a ocorrência, enquanto esse tempo de obtenção encontra-se reduzido após 24h nas amostras retais. No entanto, perfis de cromossomo Y completos foram detectados com sucesso por até

4 dias, com predominância de perfil parcial em até 6 dias após a relação sexual, o que concede à análise haplotípica maior sensibilidade e persistência em amostras anogenitais. (8,11)

5. CONCLUSÕES

A maioria das vítimas compareceu ao exame médico-legal em até 72h após a ocorrência da agressão sexual, dentro do prazo sugerido para a realização e coleta dos exames, intervalo de até 7 dias, estabelecido nos procedimentos operacionais da Instituição. Entretanto, nossos achados sugerem haver influência do tempo entre a agressão e o comparecimento da vítima para realização do exame de constatação, interferindo nos achados clínicos e laboratoriais.

A análise final dos resultados obtidos através do nosso estudo reforça a importância de estabelecer instruções normativas que visem uniformizar todos os procedimentos envolvidos no atendimento às vítimas de crimes sexuais, os quais devem ser construídos a partir da implantação de políticas de gestão da qualidade na atividade pericial.

AGRADECIMENTOS

À Perícia Forense do Estado do Ceará, que fomentou e incentivou a pesquisa e apresentação de resultados. Aos gestores que permitiram a participação no congresso. Ao XXVII Congresso Nacional de Criminalística gostaria de agradecer aos organizadores, à Revista Brasileira de Criminalística e à Associação Brasileira de Criminalística – ABC pelo apoio concedido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] S. GINO, *et al*. Evaluation of critical aspects in clinical and forensic management of sexual violence: A multicentre Ge. F.I. project. *Forensic Science International*, **314:**110387 (2020).

[2] A. PICCININI, *et al*. How many DNA analyses are performed on adult sexual assault victims in Milan (Italy): a ten-year review. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, **7:** 164-166 (2019).

[3] R. D. PAULINO; T. CONCEIÇÃO; D. DECANINE. Análise de laudos periciais correspondentes a vítimas de estupro em Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Criminalística*, **6:** 38-42 (2017).

[4] I. D. MIZIARA, *et al.* Physical evidence of rape against children and adolescents in Brazil: Analysis of 13,870 reports of sexual assault in 2017. *SAGE Open Medicine,* **10:** 20503121221088682 (2022).

[5] M. TOSELLI; A.C. PACHECO; C.R. DIAS FILHO. PSA positivo, espermatozoides ausentes: vale a tentativa de obtenção de perfil genético masculino? *Revista Brasileira de Criminalística,* **8:** 51-57 (2019).

[6] T. MAGALHÃES, *et al.* Biological evidence management for DNA analysis in cases of sexual assault. *The Scientific World Journal,* **2015** (2015).

[7] Z. JAKOVSKI, *et al*. Forensic approach to analyzing rape cases. F*orensic Science International: Genetics Supplement Series*, **4**:e45-e46 (2013).

[8] K.A. MAYNTZ-PRESS, *et al*. Y-STR profiling in extended interval (≥ 3 days) postcoital cervicovaginal samples. *Journal of Forensic Sciences*, **53**: 342-348 (2008).

[9] L.A. FRYSZERA, *et al.* Sexually assaulted women: results of a retrospective analysis of 850 women in Germany. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, **250**:117-123 (2020).

[10] M. J. MCGREGOR; J. DU MONT; T.L. MYHR. Sexual assault forensic medical examination: is evidence related to successful prosecution? *Annals of Emergency Medicine*, 39:639-647 (2002).

[11] A.E. FONNELOP, *et al*. A retrospective study on the transfer, persistence and recovery of sperm and epithelial cells in samples collected in sexual assault casework. *Forensic Science International: Genetics*, **43**: 102153 (2019).

v. 14, n. 4, p. 206-210, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Tratamento de Não Conformidades em Laboratório de Genética Forense – Estudo de Caso

L.A. Matos[a,*], A.J.A. Silva[a], L.M.R. Silva[b], J.S. Rodrigues[b], A.G. Soares-Reis[b]

[a] *Universidade Federal do Piauí, Teresina (PI), Brasil*
[b] *Instituto de DNA Forense do Piauí do Departamento de Polícia Científica da Polícia Civil do Piauí, Teresina (PI), Brasil*
** Endereço de e-mail para correspondência: leomatos@ufpi.edu.br . Tel.: +55 86 99427-4207.*

1. INTRODUÇÃO

A fase moderna da Genética Forense teve início na década de 1980, a partir da descoberta de regiões altamente variáveis do DNA, sendo estas denominadas DNA *fingerprints* (impressões digitais do DNA), sequências capazes de identificar e particularizar cada indivíduo. Nesse sentido, a Genética Forense tornou-se altamente relevante na área de criminalística, possibilitando a análise de evidências biológicas deixadas nas cenas de crimes e a comparação com o material genético de um indivíduo considerado suspeito, ajudando na resolução de casos e na correta identificação dos suspeitos como inocentes ou culpados [3].

Durante esse período, ocorreu a primeira resolução de caso criminal utilizando-se de amostras de DNA para a identificação do culpado. O caso Leicester, na Inglaterra, foi pioneiro em demonstrar que vestígios deixados na cena de um crime podem ser analisados e comparados com amostras de suspeitos para auxiliar na condenação ou na inocência de tal indivíduo. A partir desse ponto, a Genética Forense tornou-se uma grande aliada nas linhas de investigação, ocasionando a abertura de diversos laboratórios da área ligados à polícia para auxiliar na resolução de crimes.

No Brasil, o primeiro laboratório de Genética Forense surgiu em 1994, no Distrito Federal. Desde então, os avanços nessa área e a disponibilidade de recursos dos governos federal e estaduais têm possibilitado a abertura de novos laboratórios forenses, auxiliando cada vez mais no aprimoramento da segurança pública.

Para o funcionamento adequado de um laboratório de Genética Forense, é necessária a padronização dos procedimentos que são realizados, visando a segurança e confiabilidade dos dados que ali são produzidos. Nesse sentido, existem os Procedimentos Operacionais Padrão (POPs), que são documentos descritivos que uniformizam as práticas para a execução das atividades laboratoriais. Com o uso dos POPs, a metodologia empregada nos ensaios pode ser replicada por outros sem maiores dificuldades e assim garantida a eficácia dos métodos. Além disso, com a padronização dos procedimentos há uma maior segurança, pois abrange todas as etapas de obtenção de DNA de vestígios biológicos.

Em virtude da necessidade de assegurar a validade e consistência dos laudos de Genética Forense emitidos pelas polícias científicas brasileiras, foi instituída pelo Decreto n° 7.950/2013, a Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos (RIBPG), instituição responsável por gerenciar o Banco de Perfis Genéticos no Brasil. A finalidade da RIBPG é a comparação e compartilhamento de perfis genéticos para auxiliar na apuração criminal e instrução processual. Com isso, laboratórios de análise forense de todo Brasil estarão inseridos na rede nacional, contribuindo com o fornecimento de novos perfis genéticos de infratores.

A padronização dos procedimentos de um laboratório, desde a limpeza do local até a emissão dos laudos com os resultados, é de suma importância para rastrear as conformidades das atividades desenvolvidas e aumentar a confiabilidade dos resultados emitidos. Assim, faz-se necessário um sistema para controle de aplicação desses procedimentos. Nesse sentido, os laboratórios devem implementar um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), que deve ser responsável pela verificação e acompanhamento da

aplicação e eficiência dos POPs que estão em uso, além de registrar e corrigir falhas que ocorram durante os processos. O SGQ é apto para lidar com possíveis problemas que apareçam no decorrer da rotina laboratorial, registrar e tratar as não-conformidades, além de planejar e executar as ações corretivas identificando as causas-raiz.

A RIBPG promove auditorias e avaliações nos laboratórios vinculados ou que desejam se vincular a ela. As auditorias e avaliações têm o interesse de averiguar se o Sistema de Gestão da Qualidade está de acordo com a RESOLUÇÃO Nº 12, DE 01 DE AGOSTO DE 2019, que dispõe sobre os requisitos técnicos para a realização de auditorias nos laboratórios e bancos que compõem a Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos.

1.1. Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ)

O Sistema de Gestão da Qualidade gerencia todo o laboratório, pois é responsável por controlar a utilização dos POPs, e verificar se o resultado é válido para a metodologia utilizada; além de analisar se tais protocolos apresentam desvios e, caso apresentem, buscar soluções adequadas para melhorar a eficácia das análises laboratoriais. O SGQ engloba atividades por meio das quais uma organização identifica seus objetivos e determina os procedimentos e recursos necessários para alcançar os resultados desejados, além de gerenciar a interação de processos e recursos necessários para agregar valor e realizar resultados para as partes interessadas pertinentes. Ademais, o SGQ permite que a direção dos estabelecimentos otimize a utilização dos recursos fazendo com que considerem as consequências de suas decisões a longo e curto prazo, apresentando também ações corretivas para as consequências pretendidas e não pretendidas no fornecimento de produtos e serviços [1].

Nesse sentido, um Sistema de Gestão da Qualidade é de extrema importância para o funcionamento e regulamentação de um laboratório. A criação e implementação de um SGQ também é necessário para que laboratórios de Genética Forense do Brasil adentrem a Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos (RIBPG) e se torna condição essencial para o compartilhamento de informações entre as perícias a nível nacional.

Para a elaboração de um Sistema de Gestão da Qualidade é necessário seguir algumas normas pré-determinadas por instituições reguladoras e normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Nesse contexto, um SGQ deve ser capaz de se adaptar no âmbito das complexidades do contexto organizacional, afinal o planejamento é algo contínuo. Cada instituição deve entender suas necessidades e expectativas em um contexto tanto interno quanto externo, pois o sistema será construído sobre esses pontos, tornando cada instituição e SGQ únicos [1].

O SGQ funciona através de diversos processos desenvolvidos dentro da organização pelos colaboradores. Tais processos podem ser definidos, medidos e melhorados, interagindo entre si para entregarem resultados baseados nos objetivos estabelecidos. Assim sendo, um SGQ promove um meio facilitador para o planejamento, execução, monitoramento e melhorias no desempenho de atividades de gestão de qualidade. Uma forma de avaliar a eficácia de um Sistema de Gestão da Qualidade é através da realização de auditorias para identificação de fatores de risco e verificar o atendimento de requisitos de funcionamento do sistema [1].

1.2. Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos (RIPBG)

A Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos é uma ação conjunta entre Secretarias de Segurança Pública, Secretaria Nacional de Segurança Pública (SENASP) e Polícia Federal (PF) com o intuito de compartilhar perfis genéticos obtidos nos laboratórios de Genética Forense. Os perfis genéticos gerados pelos laboratórios pertencentes à rede, caso atendam aos critérios de admissibilidade previstos no Manual de Procedimentos Operacionais são compartilhados com o Banco Nacional de Perfis Genéticos (BNPG). Até maio de 2023, o compartilhamento de perfis genéticos no BNPG era de responsabilidade de um total de 20 laboratórios estaduais, 1 laboratório distrital e 1 laboratório da Polícia Federal.

Os estados do Acre, Piauí, Sergipe, Rio Grande do Norte e Roraima, apesar de apresentarem seus respectivos laboratórios de Genética Forense, ainda se encontram no processo de correção de não-conformidades e adequação aos requisitos da RIBPG para iniciarem o compartilhamento de perfis genéticos.

1.3. Auditorias e Não-Conformidades

Auditorias são processos sistemáticos, independentes e documentados para obtenção de evidências objetivas e avaliação destas para determinação de quais critérios avaliados nas auditorias são atendidos. Para tais auditorias apresentarem eficácia, é necessário a coleta de evidências que são analisadas por uma equipe imparcial. Caso seja identificado algum problema após essas análises, a organização torna-se

responsável por realizar a correção e melhoria do procedimento [1].

Os problemas identificados em auditorias, conhecidos como não-conformidades, são qualquer desvio aos procedimentos do Sistema de Gestão da Qualidade ou não atendimento aos requisitos da norma utilizada como referência.

2. METODOLOGIA

Este trabalho é um estudo teórico analítico sobre o Sistema de Gestão da Qualidade do Instituto de DNA Forense do Piauí (IDNA), inaugurado no dia 11 de novembro de 2019, localizado na Rua Gov. Raimundo Artur Vasconcelos, 971 - Marquês de Paranaguá, Teresina – PI.

O IDNA é o órgão ligado ao Departamento de Polícia Científica do Piauí responsável pelo serviço de coleta, extração, análise e comparação de perfis genéticos, pela realização de perícias em Genética Forense para auxílio de investigações criminais, seja para identificação de autores de crime ou das vítimas, através de exames de confronto genético, confronto genético para crimes sexuais, identificação humana e exames de vínculo genético para paternidade criminal.

Nesse sentido, como todos os laboratórios de Genética Forense, o IDNA precisa desenvolver um Sistema de Gestão da Qualidade. Entretanto, devido ao seu pouco tempo de funcionamento, tal sistema está em fase de aprimoramento, sendo continuamente modificado de forma a se adequar aos requisitos necessários a um laboratório deste tipo, conforme está descrito na Resolução n° 12/ Decreto n° 7.950. Assim, uma série de melhorias têm sido realizadas, com a finalidade de adentrar na RIBPG e ter acesso ao BNPG, podendo compartilhar perfis genéticos a nível nacional, além de receber apoio financeiro e estrutural da rede.

Outrossim, se fazem necessárias auditorias externas para verificação de atendimento aos requisitos da resolução, tais auditorias são responsáveis pela entrada e permanência do laboratório na rede. Assim, o Piauí, como ainda não é participante efetivo da rede, passou pela primeira avaliação no ano de 2022, onde foram detectadas algumas não-conformidades que necessitavam de tratativas. Neste trabalho, foram selecionadas as não-conformidades relacionadas a requisitos de processo, para verificar as providências tomadas, as revisões necessárias dos POPs e se todas as não-conformidades foram tratadas de forma eficaz.

Desse modo, a fase inicial do trabalho ocorreu com a análise dos registros de não-conformidades relacionados a requisitos de processo, resultantes da 1ª Avaliação para Ingresso na RIBPG, conduzida por representantes da comissão da qualidade. Neste trabalho inclui-se também os registros de não-conformidades, decorrentes da auditoria interna realizada entre os dias 02 e 04 de agosto de 2023.

Logo após essa primeira parte, realizou-se a análise dos documentos relacionados a cada RNC, desde Procedimentos Operacionais Padrão, até formulários de preenchimento obrigatório sobre etapas dos procedimentos laboratoriais realizados em cada amostra. Por fim, foi verificado se as RNCs tiveram tratativas eficazes, resolvendo o problema inicialmente identificado, se o tempo de resolução foi cumprido e em como a resolução de tais problemas auxilia a adequação do laboratório para a aprovação na RIBPG.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Instituto de DNA Forense do Piauí (IDNA), encontra-se no processo de adequação às normas estabelecidas pela Resolução n° 12/Decreto n° 7.950, para realizar sua entrada na Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos (RIPGB). Nesse processo, a rede envia auditores especializados para a análise de requisitos relacionados às instalações, pessoal, procedimentos, manuseio de itens de ensaio, relato de resultados, em suma, a verificação do Sistema de Gestão da Qualidade do laboratório.

Nesse sentido, após a primeira avaliação realizada no IDNA, foram identificadas diversas não-conformidades e, dentre elas, quinze estavam relacionadas a requisitos de processo.

Cada não-conformidade identificada foi registrada, conforme procedimento próprio do laboratório, e cada um desses registros recebeu um código para padronização dos documentos gerados. O código se inicia com a sigla RNC (Registro de Não-Conformidade), seguido no número referente a não-conformidade identificada, a data de registro e a sigla representando o nome do servidor responsável pela identificação, exemplo: RNC_09_040123_XXX. Tal registro deve indicar se ensejará apenas uma correção ou ação corretiva, a causa-raiz do problema, tempo necessário para resolução do problema, qual a ação que foi tomada e se foi necessário prorrogar o prazo das tratativas, bem como, se as ações foram eficazes.

Cada não conformidade apresenta uma classe, podendo ser de I, II ou III, responsável por apresentar os riscos para o laboratório e para os resultados apresentados.

Tabela 1 – Tipos de classes de não conformidades.

Classe I	Quando afeta diretamente ou levanta dúvidas sobre a qualidade dos resultados emitidos
Classe II	Quando pode afetar a qualidade do trabalho ou pode afetar as políticas e procedimentos do SGQ ou os requisitos de acreditação, mas não é grave o suficiente para causar preocupação imediata sobre a qualidade dos resultados emitidos, ou quando é recorrente ou sistemática
Classe III	Quando tem uma causa clara e de solução imediata, não comprometendo a qualidade resultados emitidos, e não é recorrente ou sistemática

Desta primeira avaliação, alguns pontos relacionados aos requisitos de processo (tópico 7) estavam em desacordo com as exigências da rede, gerando as não-conformidades descritas na Tab. 1.

Em relação ao tempo de conclusão das ações de tratativas das RNCs, a maioria delas exigiu um tempo extra para que fossem concluídas, ensejando a prorrogação dos prazos até o dobro do tempo, que era em média 60 dias. Destaca-se, principalmente, a entrada de novos servidores no IDNA, sendo necessário, a partir disso, realizar e registrar o treinamento deles nesses procedimentos.

A maioria dos requisitos recebeu ações corretivas que exigiram um tempo a mais para adequação da equipe e dos processos, evidenciando-se o rigor exigido pela RIBPG para garantir a excelência dos perfis que são nela inseridos.

Após as devidas tratativas, o IDNA passou por uma auditoria interna, no mês de agosto de 2023. Nesta avaliação, foram explanados apenas 05(cinco) novas não conformidades, sendo apenas 02(duas) relacionadas ao escopo desta análise. Essas ocorrências são relacionadas aos requisitos 7.1.5 e 7.5.1, demonstrando a maturidade da equipe do SGQ após as ações corretivas relatadas na tab. 1.

Em entrevista com a gerência da instituição destacou que, assim como os outros laboratórios que ainda não integram a Rede, o IDNA tem um pequeno tempo de funcionamento, estando todos ativos há menos de 5 anos, na data desta análise. Verificou-se que mesmo assim há uma preocupação em redigir os procedimentos pautados nas normas exigidas para que possam receber auxílio da rede. Devido ao tempo de funcionamento, quando da primeira avaliação, muitos procedimentos ainda estavam sendo construídos e/ou revisados, na medida em que se registrava um desvio ou uma não conformidade, ou quando o POP não estava claro o suficiente para o entendimento da equipe, sendo que à medida que uma nova versão de um POP era publicado, a versão anterior tornava-se uma versão obsoleta para tal atividade.

Destaca-se que, apesar de não estar efetivo na RIBPG, o IDNA participa de projetos estratégicos fomentados pela SENASP/MJ, a exemplo da Campanha Nacional de Coleta de DNA de Familiares de Pessoas Desaparecidas, realizada em julho de 2021, do projeto de Backlog de Crimes Sexuais e da coleta de material genético de condenados por determinados crimes.

RNC	REQUISITO DA NORMA	CLASSE	DESCRIÇÃO	TRATATIVAS	EFICÁCIA
RNC_10_130123	7.5.1: Garantia de validade dos resultados	II	Ausência de procedimento escrito para monitorar a validade dos resultados obtidos.	Elaboração, treinamento dos servidores e execução do POP-IDNA-34-Garantia e Controle dos Resultados.	Sim
RNC_11_130123	7.4.1: Registros Técnicos	III	Ausência de cálculos estatísticos nos registros técnicos selecionados pelas avaliadoras.	Elaboração de POP para especificação de informações pertinentes contidas nos Registros Técnicos.	Sim
RNC_12_130123	7.4.1: Registros Técnicos	I	Ausência de registros das atividades descritas pelos POPs-02, 28, 34, 56 e 57.	Revisão e treinamento dos servidores nos POPs e preenchimento dos formulários para controle, FOR – 14, 19, 23, 27, 32 e 39.	Sim
RNC_13_130123	7.5.3: Relato de Resultados	II	Ausência de registro de análise crítica do ensaio de proficiência (GITAD) pelo gerente técnico, análise não realizada.	O gerente técnico realizou análise crítica do ensaio GITAD, expondo os resultados para toda equipe.	Sim
RNC_15_130123	7.6.5: Relato de Resultados	I	Ausência de descrição em POP da obrigatoriedade da data de amostragem em laudo pericial ou registro técnico.	Revisão do POP de confecção de laudo pericial e treinamento;	Sim
RNC_16_130123	7.4.1: Registros Técnicos	I	Duplicidade de arquivos, incompletude, ausência de registros técnicos dos Formulário de Acompanhamento de Casos (FACs).	Treinamento da equipe para o correto preenchimento dos formulários utilizados na área técnica.	Sim

RNC	REQUISITO DA NORMA	CLASSE	DESCRIÇÃO	TRATATIVAS	EFICÁCIA
RNC_17_160123	7.8.1: Trabalho Não Conforme	II	Ausência de POP que determine as ações a serem tomadas em caso de Trabalho Não Conforme.	Elaboração do POP-35 – Procedimentos para Trabalho Não Conforme e Ações Corretivas, treinamento e instrução da equipe sobre o preenchimento do devido formulário.	Sim
RNC_20_160123	7.1.2: Métodos Analíticos;	II	A documentação de apoio não estava atualizada de acordo com a lista mestra.	Revisão dos POPs desatualizados, atualização dos formulários e registros utilizados de acordo com os POPs revisados e atualização da lista mestra	Sim
RNC_24_230123	7.1.1: Métodos Analíticos;	I	Ausência de descrição adequada dos procedimentos de análise estatística nos arquivos POP-12, versão 00.	Revisão do POPs-12, versão 00, treinamento dos peritos e técnicos, elaboração dos POPs-12, 24.1 e 24.2.	Sim
RNC_25_230123	7.1.4: Métodos Analíticos;		Ausência de POPs relativos a políticas para relatos de resultados.	Elaboração do POP-30 para estabelecer os requisitos para relato de resultados.	Sim
RNC_26_230123	7.1.4: Métodos Analíticos;	II	Ausência de POPs relativos à interpretação de dados analíticos.	Revisão e treinamento dos peritos no POP-24.2.	Sim
RNC_31_260123	7.8.2: Trabalho Não Conforme	II	Ausência de descrição em POP específico que determine as ações a serem tomadas em caso de trabalho não conforme.	Revisão do POP de Tratamento de Não Conformidade, implementação do formulário de RNC e treinamento dos servidores.	Sim
RNC_39_310123	7.4.1: Registros Técnicos	II	Ausência de descrição em POP específico que exija o registro de todas as avaliações, determinações de impacto e tratativas realizadas para cada não conformidade detectada pelo laboratório.	Revisão do POP, elaboração do formulário para registro e treinamento.	Sim

4. CONCLUSÃO

Ao analisar os Registros de Não Conformidade, é possível observar que grande parte pode estar relacionada ao pouco tempo de atividade do IDNA, que possuía um quadro de pessoal bem reduzido quando da primeira avaliação. Destaca-se que algumas adequações laboratoriais precisam ser construídas ao longo de uma rotina laboratorial intensa, capaz de revelar falhas que possam levar a implementação de melhorias, se utilizadas as ferramentas de gestão corretas.

Apesar da necessidade de expansão de prazos, todos os RNCs identificados foram resolvidos de maneira satisfatória, mostrando o comprometimento da instituição em se integrar a Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos, além de demonstrar que o laboratório está avançando nas suas políticas de padronização de serviços e de registros adequados de não conformidades.

Por fim, destacamos que quanto mais recente o laboratório, mais não conformidades ele pode apresentar, por isso é necessário o treinamento contínuo das equipes responsáveis por todas as etapas do processo e análises. Destaca-se também que é recomendável que haja uma coordenação técnica e de qualidade capacitadas para gerir um SGQ, tornando possível que as correções sejam feitas de maneira adequada, de modo a sanar o problema de maneira eficiente, eliminando a causa-raiz.

O Instituto de DNA Forense avança cada vez mais no controle do seu Sistema de Gestão da Qualidade, corrigindo as falhas encontradas durante as avaliações da Rede e realizando auditorias internas para que se verifique a existência de qualquer outra não conformidade previamente não identificada, tornando possível que, em breve, o laboratório seja incluso na RIBPG, podendo contribuir com a justiça nacional, além de melhorar sua infraestrutura para que o laboratório continue apresentando resultados satisfatórios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ABNT NBR ISO 9000, 2015.

[2] ABNT NBR ISO IEC 17000, 2021.

[3] Brown TA. Clonagem Gênico e Análise de DNA na Ciência Forense. In: BROWN, T. A. Clonagem Gênica e análise de DNA. Porto Alegre: Artmed. 2003.

[4] XVIII Relatório da Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos, 2023.

[5] Resolução n°12/Decreto 7.950; 2019.

v. 14, n. 4, p. 211-213, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

A importância da utilização de Y-STRs em um caso de crime sexual do Laboratório de Genética Forense do Amazonas -LGF

L.B. Muniz-Orlando

Laboratório de Genética Forense do Instituto de Criminalística "Lorena dos Santos Baptista", Departamento de Polícia Técnico Científica, Secretaria de Segurança Pública -SSP, Manaus, (Am), Brasil

**Endereço de e-mail para correspondência: larissamunizorlando@gmail.com. Tel.: +55-92-98182-0097*

Keywords: Violência sexual, genética forense, Y-STR.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO/ PROBELMÁTICA

A violência sexual está presente em qualquer sociedade independente de raça, sexo, idade e classe social. É uma grave violação dos direitos humanos e se define por constranger, intimidar e forçar alguém a ter conjunção carnal por meio de ameaças ou violência [1]. É mais prevalente nos casos em que as vítimas desses crimes são indivíduos do sexo feminino, tendo como responsável indivíduos do sexo masculino [2-4]. No ano de 2023, dos 74.930 estupros ocorridos no Brasil, 88,7% ocorreram em vítimas do sexo feminino, sendo 61,4% em vítimas com idade entre 0 a 13 anos [5]. Sabe-se que os crimes sexuais deixam como consequência não só problemas de saúde física (doenças sexualmente transmissíveis e até lesões), mas também problemas de saúde mental, acometendo a vítima pelo medo, vergonha, dificuldade de falar sobre o ocorrido e de se relacionar com outras pessoas [3]. Portanto, a constatação do DNA de um indivíduo de determinado crime sexual torna-se uma prova suficiente para constatar a autoria de um crime. Os vestígios oriundos desse tipo de crime, apresentam-se como misturas de fluidos corporais provenientes de diferentes indivíduos (feminino e masculino) e estão presentes nos diversos objetos encaminhadas ao laboratório para análise genética (*swabs* contendo secreção vaginal, anal, oral, peças de roupa, preservativos). Assim, o processo de extração de DNA baseia-se na lise diferencial, onde é obtido separadamente a fração espermática (FE) e a fração não espermática (FNE), composta em sua maioria por células epiteliais [6]. No processo de amplificação e análise destas amostras, recorre-se primeiramente aos STRs autossômicos, resultando em duas situações: na obtenção de mistura de perfis (vitima + agressor), nem sempre de fácil interpretação e na obtenção somente do perfil genético da vítima. E esta última situação pode ocorrer porque a quantidade de material masculino encontra-se em pequena proporção quando comparado com a quantidade de material feminino e/ou porque nem sempre se consegue uma separação de DNA total, havendo a perda de parte da fração masculina no processo de extração do DNA (principalmente quando se trata de amostras com muito pouco DNA masculino) [7-11]. Aliado aos STRs, diversos estudos vêm sendo publicados e demonstram para estas situações, a aplicabilidade e eficácia dos Y-STR (STRs de cromossomo Y). Em casos de mistura de dois ou mais contribuintes do sexo masculino, a análise com Y-STR também é eficiente, uma vez que para cada marcador analisado, cada indivíduo apresenta um único alelo (em oposição as complicadas misturas obtidas com o estudo de marcadores autossômicos) [12-13]. Os Y-STRs ainda são capazes de analisar amostras sem espermatozóides, resultantes de ejaculados de indivíduos azoospérmicos ou vasectomizados, ou de situações em que não houve ejaculação. Nestes casos, o material masculino presente na amostra provém unicamente de células epiteliais resultantes do processo de descamação celular [14]. Portanto, pode-se dizer que a tipagem de Y-STR será especialmente útil na análise de amostras de crimes sexuais envolvendo: um ou mais contribuintes de sêmen; homens azoospérmicos ou vasectomizados e na presença

de mistura de outros fluidos corporais (ex.: saliva-pele ou pele-suor) de vítimas femininas e suspeitos de sexo masculino [12-15].

2. DESENVOLVIMENTO

No Laboratório de genética forense-LGF do Instituto de Criminalística "Lorena dos Santos Baptista", da Polícia Civil do Estado do Amazonas, são recebidos diferentes tipos de vestígios para as análises de crime sexual. No caso que aqui será relatado, foram recebidos 02 *swabs* contendo secreção vaginal, coletados no Instituto Médico Legal-IML da Polícia Civil do Estado do Amazonas. No formulário de " autorização para coleta de amostra biológica" do IML, estava relatado que a vítima havia sido abusada sexualmente no período vespertino em um determinado dia da semana. Ela não sabia dizer se tinha sido utilizado preservativo e nem se havia tido ejaculação. A vítima informava também que havia tido relação consentida com o marido na noite anterior ao ocorrido.O suspeito foi encaminhado ao LGF por uma determinada Delegacia da cidade de Manaus para coleta de material biológico (sangue). Foi coletado sangue em tubo (contendo EDTA), após consentimento expresso por meio de assinatura na "Autorização para Coleta de Amostra Biológica". Para as análises de laboratório, as amostras questionadas (02 *swabs* contendo secreção vaginal) foram submetidas ao procedimento de extração do DNA nuclear pelo método de extração diferencial. O DNA extraído foi submetido ao processo de quantificação, realizado no equipamento QuantStudioTM 5 Real-Time PCR Instrument (for Human Identification) e HID Real-Time PCR Analysis Software v1.3, utilizando-se o kit Quantifiler® Trio DNA Quantification, de acordo com protocolo recomendado pelo fabricante. As amostras referência e questionadas foram amplificadas pelo método de PCR com uso do termociclador GeneAmp PCR System 9700, para os marcadores genéticos autossômicos e do cromossomo Y, utilizando-se o kit *Global Filer e kit Y Filer Plus*. A amostra referência foi amplificada diretamente, pelos Kits de amplificação acima citados, sem a necessidade da etapa de extração de DNA. Os produtos de amplificação foram submetidos à eletroforese capilar no analisador genético 3500, e os perfis genéticos obtidos após revelação por fluorescência foram analisados utilizando-se o programa GeneMapper ID-X v.1.6. Com o intuito de estabelecer eventual condição de verossimilhança entre as amostras analisadas, passou-se à análise comparativa dos perfis genéticos obtidos. O resultado demonstrou que na fração FNE foi obtido um perfil feminino e na FE um perfil de mistura de material genético, apresentando perfis alélicos de pelo menos dois doadores e sendo um deles do sexo masculino. Todos os alelos encontrados na fração FNE (presumivelmente perfil da vítima) estão presentes nessa mistura, porém, os alelos da amostra referência do suspeito não coincidem com os outros presentes. Desta forma há perfil de ao menos um outro individuo do sexo masculino, que não o perfil do suspeito. Realizando as análises com os Y-STRs, o resultado corrobora com os achados da literatura. Na fração FNE, foi obtido perfil genético haplotípico de mistura de pelo menos dois doadores do sexo masculino, sendo um deles coincidente com o perfil haplotípico do suspeito. Em tal amostra, anteriormente analisada com STRs, só havia sido obtido perfil genético feminino (Tabela 1).

3. CONCLUSÃO

Diversos estudos reportam os marcadores Y-STR como sendo mais sensíveis do que os STR autossômicos, pois por inúmeras vezes conseguiu-se resultados confiáveis com Y-STR em amostras nas quais quando analisadas com kits de STR autossômicos, não haviam produzido resultados consistentes [3,8,12, 16, 17]. Segundo a referência 17, o DNA masculino só é detectado e interpretado corretamente por meio de microssatélites autossômicos quando presente em proporção maior que 5% e em muitos casos a proporção masculina em relação a feminina é inferior a este valor. Na referência 7, amostras foram analisadas com mistura de material feminino e masculino e também foi demonstrado que quando o material masculino está presente em pequena quantidade é necessário realizar análise com Y-STR. Portanto, a capacidade de detectar e discriminar DNA masculino, possibilita aos marcadores STRs do cromossomo Y um vantajoso acréscimo aos já bem estabelecidos STRs autossômico. Com isso, os Y-STRs possuem valor inquestionável para a investigação criminal, com capacidade de diminuir resultados "falsos-negativos", principalmente em casos específicos nos quais com análise dos STRs não apresentam perfil masculino, ou quando da obtenção somente do perfil genético da vítima e também nos casos de mistura de dois contribuintes masculinos que antes não haviam sidos detectados por STRs. Apesar de algumas limitações da utilização de marcadores de linhagem (nesse caso do cromossomo Y), os estudos contínuos na área da genética forense e elaboração de novos kits para amplificação, trazem cada vez mais soluções para as análises de DNA e a inclusão de novos marcadores, como os já conhecidos RM Y-STR, trazem para as análises mais potência e muito mais importância, podendo diferenciar até mesmo homens de uma mesma família, tornando o trabalho dos peritos criminais mais decisivo e categórico.

Tabela 1. Resultado das análises nas frações FE e FNE das amostras questionadas analisadas

Amostra questionada	Análise autossômica STRs	Análise do cromossomo Y Y-STRs
FNE (fração não espermática)	Perfil único feminino (Presumivelmente da vítima)	Perfil de mistura: (2 contribuintes) – **1 perfil haplotípico: coincidente com suspeito** – 2 perfil haplotípico: coincidente com o perfil da FE
FE (fração espermática)	Perfil de mistura: (2 contribuintes) - 1 perfil: feminino coincide com o da FNE - 2 perfil: **não coincidente** com o suspeito	Perfil único haplotípico **não coincidente com suspeito**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] V. S. Stange. Utilização de marcadores moleculares do cromossomo y para detecção de DNA masculino em vítimas de violência sexual no estado do espírito santo**.** *Dissertação de Mestrado em Biotecnologia*, Universidade Federal do Espírito Santo- UFES (2014).

[2] J. Drezett *et.al.* Influência do exame médico-legal na responsabilização do autor da violência sexual contra adolescentes. *Rev Bras. Cres. Dev. Hum* **21**:189-197 (2011).

[3] K.A. A de Paula. Análise molecular com y-strs em amostras biológicas sem espermatozoides coletadas de vítimas de estupro. *Dissertação de Mestrado em ciências Genômicas e Biotecnologia*, Universidade Católica de Brasília -UCB, Brasília (2012).

[4] C. R. Delziovo *et.al*. Violência sexual contra a mulher e o atendimento no setor saúde em Santa Catarina – Brasil. *Ciência & Saúde Col.* **23**:1687-1696 (2018).

[5] Anuário brasileiro de segurança pública 2023: Fórum Brasileiro de Segurança Pública, São Paulo. 17ISSN 1983-7364 (2023).

[6] P.Gill; A.J Jeffreys; D.J werrett. Forensic application of DNA fingerprints. *Nature* **318** 577-579 (1985).

[7] N. Cerri; U. Ricci; I. Sani; A. Verzeletti; F. de Ferrari. Mixed Stains from Sexual Assault Cases: Autosomal or Y-Chromosome Short Tandem Repeats? *Croatian Medical Journal* **44** 289-292 (2003).

[8] F.C Delfin; B.J Madrid; M.P Tan; C.A de Ungria. Y-STR analysis for detection and objective confirmation of child sexual abuse. *Int J Legal Med* **119** 158-163 (2005).

[9] A. Hall; J. Ballantyne. Novel Y-STR typing strategies reveal the genetic profile of the semen donor in extended interval post-coital cercovaginal samples. *Forensic Sci Int* **136** 58-72 (2003).

[10] W. Parson; H. Niederstatter; A. Brandstatter; B. Berger. Improved specificity of Y-STR typing in DNA mixture samples. *Int J Legal Med* **117:** 109-114 (2003).

[11] I. Sibille; C. Duverneuil; G.L De La Grandmaison; K. Guerrouache; F. Teissiere; M. Durigon; P. De Mazancourt. Y-STR DNA amplification as biological evidence in sexually assaulted female victims with no cytological detection of spermatozoa. *Forensic Sci Int* **125** 212-216 (2002).

[12] A.Betz; G. Babler; G. Dietl; X. Steil; G. Weyermann; W. Pflug. Dys str analysis with epithelial cells in a rape case. *Forensic Sci Int* **118** 126-130 (2001).

[13] M. prinz; K.boll; H. baum; B. shaler. Multiplexing of Y chromosome specific STRs and performance for mixed samples, *Forensic Sci Int* **85** 209-218 (1997).

[14] M. Prinz; A. Ishii; A. Coleman; H.J Baum; R.C Shaler. Validation and casework application of a Y chromosome specific STR multiplex. *Forensic Sci Int*. **120**177-88 (2001).

[15] M.Kayser; A. Cagia; D. Corach; N. Fretwell; C. Gehrig; G. Graziosi; F. Heidorn; S. Herrmann; B. Herzog; M. Hidding; K. Honda; M. Jobling; M. Krawczak; K. Leim; S. Meuser; E. Meyer; W. Oesterreich; A. Pandya; W. Parson; G. Penacino; A. Perez-Lezaun; A. Piccinini; M. Prinz, C Schmitt, PM Schneider, R Szibor, J Teifel-Greding; G. Weichhold; P. De Knijff; L. Roewer. Evaluation of Y-chromosomal STRs: a multicenter study, *Int J Legal Med* **110** 125-133 (1997).

[16] A.F Dekairelle; B. Hoste. Application of a Y-STR-pentaplex PCR (DYS19, DYS389I and II, DYS390 and DYS393) to sexual assault cases. *Forensic Sci Int* **118** 122-125 (2001).

[17] W. Parson; H. Niederstatter; S. Kochl; M. Steinlechner; B. Berger. When Autosomal ShortTandem Repeats Fail: Optimized Primer and Reaction Design for Y-chromosome Shor Tandem Repeat Analysis in Forensic Casework. *Croatian Medical Journal* **42** 285-287 (2001).

v. 14, n. 4, p. 214-218, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Identificação do inseticida fipronil em abelhas mortas no interior do Paraná

I.F. Melo[a,*], R.O. Vilhena[a], B.B. Mileki[b], A. Andreassa[b], F.L.D. Pontes[c], J.F. Santos Filho[d]

[a] *Seção de Química Forense, Polícia Científica do Paraná, Curitiba (PR), Brasil*
[b] *Seção de Crimes Ambientais, Polícia Científica do Paraná, Curitiba (PR), Brasil*
[c] *Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Universidade Federal do Paraná, Curitiba(PR), Brasil*
[d] *Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), Brasil*
**isabella.fmelo@policiacientifica.pr.gov.br*

Palavras-chave: abelhas; fipronil; *Apis mellifera, espectrometria de massa, toxicologia.*

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

As abelhas são os principais animais polinizadores, sendo responsáveis por 75% da polinização de todas as plantações agrícolas e por 90% da polinização de espécies de plantas floríferas [1].

A polinização é uma etapa fundamental do processo reprodutivo das plantas. É quando ocorre a transferência de grãos de pólen das partes masculinas para as femininas das flores [2]. Essa transferência de pólen pode ocorrer por fatores bióticos (entomofilia, quiropterofilia, ornitofilia) ou abióticos (anemofilia, hidrofilia). No caso da polinização pelas abelhas, as operárias, ao forragear os vegetais em busca de pólen e néctar, viabilizam o cruzamento de espécies vegetais, promovendo maior variabilidade genética. Desse modo, os agentes polinizadores têm uma função fundamental para perpetuação das espécies e manutenção dos ecossistemas [3].

O Brasil possui cerca de 10% das 20.507 espécies de abelhas conhecidas no mundo. Com hábitos solitários ou sociais, as abelhas possuem diferenças em forma, tamanho, cor, hábitos de nidificação e população dos ninhos [4]. Estas polinizam até 90% da flora nativa e, além de produzirem mel e alguns produtos medicinais, também contribuem para o reflorestamento e desempenham diversos serviços ecossistêmicos [5].

Por volta de 1839, foram trazidas as primeiras abelhas-de-mel (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) de Portugal para o Brasil. Nas décadas seguintes, outras colônias foram importadas de vários países europeus para diferentes estados brasileiros. Considera-se que as abelhas europeias não se adaptaram bem ao ambiente brasileiro e começaram a se estabelecer definitivamente apenas após cruzamentos com uma subespécie africana liberada acidentalmente na natureza em 1957 [6].

Esse cruzamento resultou em animais híbridos que se espalharam por todo o continente americano, conhecidos popularmente como abelhas-africanizadas. Essas subespécies possuem facilidade de adaptação, prolificidade, rápido desenvolvimento, alta capacidade de produção de mel e própolis, eficiência na polinização e resistência a doenças [7].

Tanto as abelhas nativas, como as africanizadas apresentam papéis fundamentais na polinização de culturas de importância comercial e ecológica, levando a melhorias na gestão dos recursos vegetais cultiváveis e na manutenção dos serviços ecossistêmicos. Todavia, essas têm sido alvo de fenômenos como a morte em massa, causada por fatores como desmatamentos, queimadas, ação dos meleiros, fragmentação de florestas, uso de inseticidas, mudanças climáticas, dentre outros [1 e 8].

O uso indiscriminado de agrotóxicos apresenta-se como um grande risco para as abelhas no Brasil. Dois agrotóxicos sistêmicos (neonicotinóides e fipronil) são os principais causadores de morte em massa e desaparecimento de colônias de abelhas. Esses penetram e permanecem na planta através de seus sistemas floê-

mico e xilêmico. E, por serem sistêmicos, se espalham por todo o organismo vegetal, atingindo também polinizadores, coletores de pólen, néctar, resina, seiva, raízes, folhas, flores, frutos ou sementes [1].

O fipronil é usado como inseticida preventivo de pulverização foliar ou aplicado no solo antes do plantio das sementes, representando grande risco de exposição direta às abelhas [1]. Essa substância apresenta alta toxicidade para invertebrados e, ao ser pulverizada e exposta a condições ambientais, pode ser convertida em metabólitos que podem intensificar seu efeito deletério. Em abelhas melíferas, os valores de DL50 (dose letal mediana) de ingestão do inseticida fipronil variam de 0,00327 a 0,23 µg/abelha e as DL50 de contato encontradas estão entre 0,000157 a 0,013µg/abelha. As diferenças nos valores de DL50 decorrem de diversos fatores, como a variabilidade genética e climática [9]. Ainda, em doses subletais, seja por contato ou por ingestão, as abelhas podem apresentar comprometimento na aprendizagem olfatória e nos movimentos [10].

Nesse sentido, o presente trabalho visa relatar um caso de análise de uma amostra de abelhas mortas, buscando uma metodologia para identificação da substância causadora destas mortes, bem como a identificação da espécie desses animais.

2. PROBLEMÁTICA

Os impactos negativos do uso excessivo de agrotóxicos nas abelhas têm sido observados mundialmente. Em 2006, no continente norte americano, foi observada uma síndrome denominada distúrbio do colapso das colônias. Concomitantemente, este fenômeno foi observado em alguns países da Europa. No Brasil, nos últimos 12 anos, foram registradas perdas de milhares de colmeias de abelhas africanizadas [1 e 7].

Em 29 de dezembro de 2023, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA) publicou um comunicado com a finalidade de suspender a aplicação de agrotóxicos à base de fipronil por meio de pulverização foliar em área total [11]. A medida visa a proteção de abelhas, considerando os diversos casos de mortes desses insetos associados a esse agrotóxico. Há relatos de casos em Minas Gerais, Bahia, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Em alguns desses casos, mais de 500 milhões de abelhas foram mortas em um só ano [12].

Em março de 2023, foram encaminhadas, à Polícia Científica do Paraná (PCP), abelhas mortas, parcialmente deterioradas. Havia suspeita de envenenamento desses animais, encontrados mortos em um apiário no interior do Paraná, totalizando trinta e duas caixas de duas melgueiras. Inicialmente, a investigação suspeitava de um ato criminoso doloso já que, três dias antes dos óbitos, as abelhas estavam apresentando um comportamento agressivo, o que poderia ter gerado insatisfação na vizinhança. Desse modo, a autoridade policial solicitou à PCP a averiguação da presença das seguintes substâncias supostamente utilizadas para intoxicação dos insetos: cipermetrina, clorpirifós e glifosato.

3. DESENVOLVIMENTO

A Seção de Química Forense da PCP recebeu um saco plástico contendo 153,8g de material orgânico de coloração enegrecida e odor adocicado, com características macroscópicas semelhantes a abelhas em estágio inicial de decomposição. Para melhor levantamento de dados, estas foram separadas em duas amostras:

Amostra 01: 0,8g para identificação da espécie, feita pela Seção de Crimes Ambientais;

Amostra 02: 153g para a pesquisa de substância química supostamente relacionada com o óbito destes animais, feita pela Seção de Química Forense.

3.1. Identificação da espécie

A determinação da espécie dos indivíduos analisados foi feita por meio da observação da amostra 01 em um microscópio estereoscópico e da consulta a guias de identificação de abelhas nativas e exóticas. [13 e 14].

O processo de decomposição e as preparações dos insetos para a análise química alteraram características taxonômicas importantes, como coloração e tamanho. No entanto, particularidades principalmente das asas e da conformação do corpo foram preservadas, permitindo sua identificação (Fig. 01 - 03).

Figura 1. Espécimes de insetos analisados.

Pela análise morfológica, foi possível identificar os indivíduos como insetos da Família Apidae pertencentes à espécie *Apis mellifera* Linnaeus, 1758, conhecida como abelha-do-mel. Esta espécie de abelha, originalmente restrita a África, Europa e Ásia Ocidental, atualmente está presente em todos os continentes habitados pelo ser humano [6].

Figura 2. Indivíduo analisado em microscópio estereoscópico, aumento de 4x.

Figura 3. Padrão de venação das asas. Análise através de microscópio estereoscópico, aumento de 4x.

3.2 Pesquisa de substância química

Para a pesquisa de substância química, realizou-se uma extração da amostra 02 com água ultrapura e acetonitrila grau HPLC, na proporção de 1:1, mantendo sob agitação por uma hora. O material em suspensão foi filtrado e, ao extrato obtido, foram adicionados sulfato de magnésio ($MgSO_4$) e cloreto de sódio (NaCl) (4:1), segundo adaptação da metodologia de [14]. O conteúdo foi transferido para um funil de separação e mantido sob refrigeração *overnight* (Fig.4).

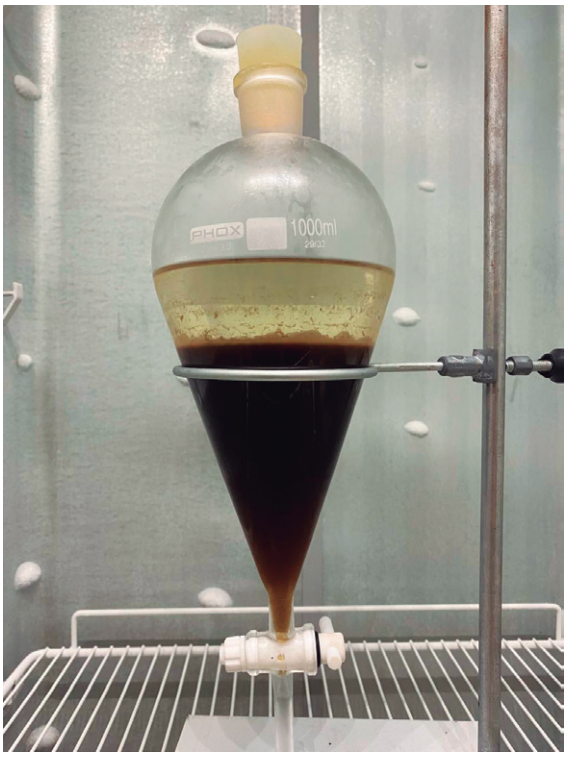


Figura 4. Funil de separação com o material questionado submetido a extração líquido-líquido com efeito *salting out.*

Após a separação das frações aquosas e orgânicas, essas foram secas a 40°C, e submetidas a análises por um espectrômetro de massa com analisador híbrido de tempo de voo-quadrupolo (MicroTOF-Q II, Bruker Daltonics®, Fremont, CA, EUA), do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da Universidade Federal do Paraná (UFPR), e por um Cromatógrafo a gás acoplado a espectrômetro de massa com analisador quadrupolo (Agilent 7890A GC, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, EUA), da Seção de Química Forense da PCP.

Ao avaliar o espectro de massas obtido por análise de inserção direta com espectrômetro de massa com analisador híbrido de tempo de voo-quadrupolo, de ambas as frações extraídas e suspensas em metanol, não foram observados fragmentos de massas característicos dos compostos suspeitos (cipermetrina, clorpirifós e glifosato). Todavia, identificou-se a presença do fragmento 329, o qual era compatível com o agrotóxico fipronil, na fração orgânica. A fim de confirmar a presença de tal inseticida, procedeu-se ao ensaio por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas.

O cromatograma obtido apresentava tempo de retenção (t_r) compatível com o t_r do padrão secundário da substância fipronil (Regent® 800 WG, BASF) (8,77 min). Ainda, a amostra questionada apresentou os principais fragmentos de massas identificados na

amostra padrão e nas bibliotecas espectrais do banco de dados do laboratório (367, 369, 213, 215, 255, 77, 371, 436 m/z), sendo observado o íon base 367 m/z e o íon molecular 436 m/z (Fig. 5). Assim, com base nesses resultados, considerou-se a detecção positiva para a substância fipronil.

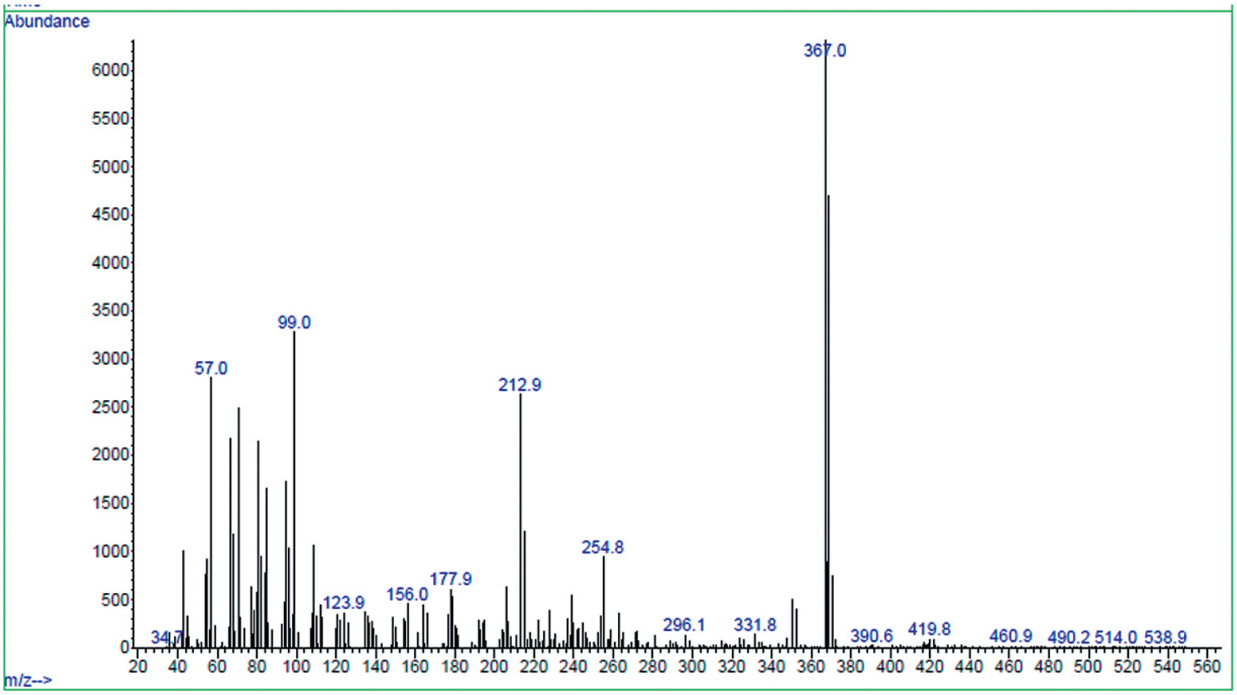


Figura 5. Espectro de massas da amostra questionada. A análise foi realizada em um cromatógrafo gasoso (Agilent 7890A) acoplado ao detector seletivo de massas do tipo quadrupolo (Agilent 5975C Inert XL), empregando coluna HP5/MS de 30m.

4. CONCLUSÕES

O efeito causado pelo uso indiscriminado de agrotóxicos nas comunidades de abelhas demanda maior atenção e ações efetivas para minimizar prejuízos ambientais, financeiros e sociais.

Quanto ao caso abordado neste trabalho, observou-se que a técnica de extração líquido-líquido com efeito de *salting out* utilizando $MgSO_4$ na partição, possibilitou a limpeza da amostra, haja vista se tratar de uma matriz com intensa presença de carboidratos e gordura, macromoléculas que poderiam interferir nas análises. Ainda, por meio da espectrometria de massas, foi possível identificar a presença da substância fipronil, inseticida amplamente associado à toxicidade em abelhas. Cabe destacar que não foram realizadas análises de quantificação. Por isso, não foi possível afirmar se o quantitativo de fipronil identificado nas abelhas era suficiente para proporcionar o óbito desses animais. Outro fator que pode ser apontado é que os insetos apresentaram comportamento anômalo três dias antes de constatarem as mortes. Salienta-se que o fipronil atua nos receptores GABA (gama-aminobutírico), causando comprometimento na orientação olfativa e nos movimentos das abelhas, podendo levar até oito dias para a ocorrência do óbito [12]. Assim, apesar de os dados obtidos não serem suficientes para afirmar quanto ao lapso temporal da intoxicação dos insetos, desde dezembro de 2023, a pulverização utilizando fipronil está suspensa no Brasil. Desse modo, a identificação desse agrotóxico em abelhas mortas pode ajudar na investigação de possíveis irregularidades na utilização de defensivos agrícolas no interior do Paraná.

Nesse contexto, a identificação das substâncias causadoras de mortandade de abelhas apresenta-se como uma etapa essencial para auxiliar na investigação quanto ao uso e à venda irregular de agrotóxicos no Brasil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Polícia Científica do Paraná e à Universidade Federal do Paraná pelo uso das instalações, dados e apoio durante a realização do presente projeto de pesquisa. As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade dos autores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] D. Castilhos. Desaparecimento e morte de abelhas no Brasil, registrados no aplicativo *bee alert*. Tese de doutorado, Departamento de Ciências Animais, Universidade Federal Rural do Semiárido (2018).

[2] D.B. Barbosa; E.F. Crupinski; R.N. Silveira, D.C.H. Limberger. As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. Revista Eletrônica Científica Da UERGS,3(4), 694–703 (2017).

[3] N. Saibt. Determinação multirresíduo de agrotóxicos em abelhas (*Apis mellifera*) empregando MINI-QuEChERS e UHPLC-MS/MS. *Tese de Doutorado*, Departamento de Química, Universidade do Federal de Santa Maria (2022).

[4] F.W. Pereira, R.B Gonçalves, K.D. Ramos. Bee surveys in Brazil in the last six decades: a review and scientometrics. Apidologie 52, 1152–1168 (2021). Retirado em 05/07/2024, de: https://doi.org/10.1007/s13592-021-00894-2

[5] A.B. Santos. Abelhas nativas: polinizadores em declínio. *Natureza Online*, *8*(3), 103–106 (2010).

[6] F.A. Silveira; G.A.R. Melo; E.A.B. Almeida. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Belo Horizonte (2002).

[7] M.M.S. Rego. Toxicidade de agrotóxicos em abelhas africanizadas. Trabalho de Conclusão de Curso de Zootecnia, Centro de Energias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas (2022).

[8] J.M. Rosa; C.J Arioli; R. Abatti; L. Agostinetto; M. Botton. Polinizadores em Perigo: Por que nossas abelhas estão desaparecendo? In: Simpósio Internacional Ciência, Saúde e Território, Lages: Uniplac (2017).

[9] R. Zaluski. Efeito do inseticida fipronil em abelhas africanizadas e na expressão de gene relacionado ao sistema imunológico. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de São Paulo (2014).

[10] E.I.C. Silva. Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Zootecnia. Universidade Federal Rural De Pernambuco (2021).

[11] IBAMA, Comunicado nº17895404-GABIN, de 21 de dezembro de 2023. Retirado em 08/07/2024, de https://www.in.gov.br/web/dou/-/comunicado-n-17895409-gabin-de-21-de-dezembro-de-2023-534745031.

[12] J.C. Oliveira; A. Chalub. Apicultores denunciam a mortandade de abelhas por agrotóxicos e cobram banimento imediato do Fipronil. *Agência Câmara de notícias.* Câmara dos Deputados Federal (2023). Retirado em 11/07/2023, de https://www.camara.leg.br/noticias/1019207-apicultores-denunciam-a-mortandade-de-abelhas-por-agrotoxicos-e-cobram-banimento-imediato-do-fipronil/.

[13] T.M. Francoy; V.L.I. Fonseca. A morfometria geométrica das asas e a identificação automática de espécies de abelhas. *Oecologia Australis,* 14(1): 317-321 (2010).

[14] M.D. Meixner; M.A. Pinto; M. Bouga; P. Kryger; E. Ivanova; S. Fuchs. Standard methods for characterising subspecies and ecotypes of *Apis mellifera*. Journal of Apicultural Research, 52(4): (2013). doi: 10.3896/IBRA.1.52.4.05

v. 14, n. 4, p. 219-222, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Verificação da presença de material genético em veículos envolvidos em ocorrências criminais: percentual de sucesso das análises de DNA de contato do Rio Grande do Sul.

L.S. Beltrami[a,*], A. Danieli-Silva[a], C.X. Machado[a], E. Costa[a], G. Rotava[a], V. Altmann[a]

[a] *Instituto-Geral de Perícias do Rio Grande do Sul,Departamento de Genética Forense, Rio Grande do Sul (RS), Brasil*
[*] *Endereço de e-mail para correspondência: laiana-beltrami@igp.rs.gov.br. Tel.: +55-51-99691-2925.*

Keywords: DNA forense, DNA de contato, veículos.

1. INTRODUÇÃO

A análise de traços de DNA provenientes de contato com diferentes superfícies de interesse vem se tornando rotina em laboratórios forenses à medida que as técnicas de análise DNA evoluem e permitem cada vez mais a obtenção de perfis genéticos a partir de amostras com quantidades mínimas de células [1]. Entretanto, algumas variáveis podem influenciar a quantidade de material biológico disponível nas superfícies, como a porosidade do material, a temperatura ambiente, a umidade relativa do ar e o tempo entre a deposição e a coleta. Esta última variável podendo, inclusive, facilitar eventual contaminação ambiental [2].

Visto que veículos estão envolvidos em ocorrências criminais de diversas naturezas, a análise de amostras de DNA de contato de seus interiores se mostra como ferramenta importante na identificação de agressores [3]. As coletas normalmente ocorrem em superfícies nas quais há maior probabilidade de contato das mãos, como volantes, alavancas de câmbio, maçanetas, entre outras [4] [5]. Estudos também relatam que a coleta das superfícies dos assentos em locais de clima tropical também pode gerar perfis genéticos passíveis de comparação com suspeitos [6].

É diante desse cenário que o presente estudo busca caracterizar o percentual de sucesso na obtenção de perfis genéticos de amostras colhidas de veículos analisadas nos anos de 2022 e 2023 na Divisão de Genética Forense do Instituto-Geral de Perícias do estado do Rio Grande do Sul (IGP-RS).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Seleção dos Casos

Foram selecionados todos os casos concluídos entre os anos de 2022 e 2023 pela Divisão de Genética Forense do IGP-RS nos quais houve a coleta de amostras de material de contato de veículos envolvidos em ocorrências criminais. Foram excluídos das análises os casos em que a coleta era de sangue. As amostras foram coletadas de diferentes locais do veículo, aplicando a técnica de duplo-*swab* ou utilizando um único *swab*. As coletas foram realizadas pelo perito responsável pelo caso em questão, treinado pelo IGP-RS.

2.2 Processamento das amostras analisadas

As amostras de DNA foram analisadas na Divisão de Genética Forense pelos peritos criminais responsáveis pelos casos. As extrações de DNA foram realizadas com os kits comerciais *EZ1 DNA Investigator*, da marca *Qiagen*, e *PrepFiler™ Automated Forensic DNA Extraction*, da marca *AppliedBiosystems*. As amostras foram quantificadas através do kit *Quantifiler® Trio DNA Quantification*, com auxílio do *HID Real-Time PCR Analysis Software*, todos da marca *AppliedBiosystems*. O DNA foi amplificado com os kits GlobalFilerTM PCRAmplification, da marca *AppliedBiosystems, e PowerPlex® Fusion 6C System,* da marca *Promega.* Os perfis genéticos foram analisados nos *softwares 3500 Series Data Collection* e *GeneMapper® ID-X,* todos da marca *Applied Biosystems*.

2.3. Percentual de sucesso na obtenção de DNA

Para verificar a percentual de sucesso na obtenção de perfis genéticos, foi considerada a variável dicotômica perfil genético analisável vs. perfil genético não analisável. Um perfil genético analisável foi considerado quando o resultado dado pelos peritos foi: perfil único, perfil parcial comparável, mistura com um perfil majoritário, mistura comparável e mistura com perfil majoritário parcial comparável. Perfis considerados como não analisáveis englobaram amostras resultantes em quantidade insuficiente de DNA para obtenção de perfil genético, perfil parcial incomparável ou perfil de mistura incomparável.

2.4. Local de coleta

Os locais de coleta dos veículos foram categorizados em: volante, câmbio e/ou freio de mão, maçanetas (interna ou externa) e outros (bancos, painel, chave, entre outros…), conforme informações obtidas nos laudos emitidos por Peritos Criminais do IGP-RS.

2.5. Efeito do tempo no sucesso das análises

Para estimar o efeito do tempo no resultado da obtenção do perfil genético foi calculada a diferença de tempo entre a data da ocorrência policial e as datas da coleta do material e da extração deste, em dias.

3. RESULTADOS

3.1. Amostras analisadas

Um total de 259 amostras foi selecionado para este estudo, de 67 casos diferentes. Desse total, 30,5% das amostras foram coletadas de volantes, 30,5% de câmbios e/ou freios de mão, 27% de maçanetas e 12% de outros locais.

3.2. Percentual de sucesso na obtenção de DNA

Do total de amostras, 64 (24,7%) resultaram em perfis genéticos analisáveis. Com relação às amostras resultantes em perfis genéticos não analisáveis (75,3%), da maior parte delas não se obteve quantidade suficiente de DNA para a análise de perfil genético (48,8%; Figura 1). Tratando-se de misturas, 45% delas tiveram um perfil analisável (mistura, mistura com majoritário e mistura com majoritário parcial).

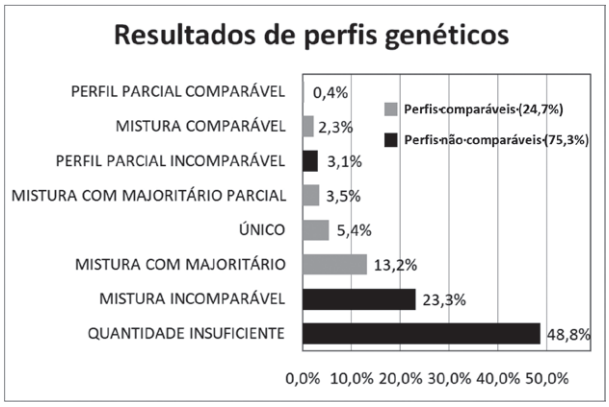


Figura 1. Percentual de sucesso na obtenção de perfis genéticos passíveis de comparação a partir do total de amostras analisadas.

3.3. Local do veículo

O local do veículo do qual se obteve um maior percentual de sucesso de perfis analisáveis foi o volante (32,9%), seguido de câmbio e/ou freio de mão (25,3%), outros locais (22,6%) e maçanetas (15,7%).

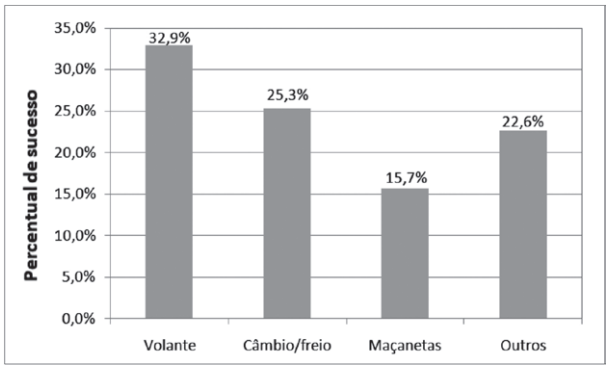


Figura 2. Percentual de perfis genéticos comparáveis obtidos de cada local de coleta.

3.3. Influência do tempo no percentual de sucesso na obtenção de DNA

A média de tempo entre a data da ocorrência policial e da coleta do material foi de 6,72 dias (+/- 11,2). A média de tempo foi similar entre os perfis analisáveis (7,2 dias) e os não analisáveis (6,6 dias). Quando comparado o tempo entre a coleta e a extração de DNA, perfis analisáveis apresentaram, em média, 40 dias a menos do que os não analisáveis (244,2 +/- 39 dias e 284,2 +/- 25 dias, respectivamente).

4. DISCUSSÃO

O percentual de sucesso na obtenção de perfis genéticos revelado no presente estudo parece estar aquém daqueles obtidos em outros trabalhos já publicados. Os resultados mostram que 75,3% das amostras coletadas no Rio Grande do Sul não apresentaram

perfil genético passível de comparação. Já no estudo de Kirgiz e Calloway, 55% das amostras colhidas com a utilização de duplo *swab* não apresentaram quantidade suficiente de DNA para obtenção de perfil algum ou apenas para obtenção de perfis parciais [7]. No entanto, é importante ressaltar que a quantidade de DNA em uma amostra não é o único fator determinante para a obtenção de perfis genéticos comparáveis. Muitas vezes, as amostras podem apresentar elevados índices de degradação ou mistura de diversos contribuintes, impossibilitando comparações futuras, mesmo que estejam na faixa de quantidade de DNA ideal para obtenção de perfis genéticos analisáveis. Vale frisar, também, que Kirgiz e Calloway reportam um estudo experimental controlado, no qual as coletas ocorreram no mesmo dia do uso do veículo [7]. Dessa forma, é possível que o estudo não reflita fielmente as condições reais de carros envolvidos em ocorrências criminais, principalmente no que diz respeito ao tempo entre a ocorrência e a coleta das amostras, tendo em vista que, para o presente estudo, a média de dias decorridos foi de 6,72 dias.

Quando analisados estudos conduzidos com amostras colhidas em veículos relacionados a ocorrências policiais reais, os percentuais de sucesso aproximam-se da realidade do Rio Grande do Sul. Em estudo conduzido com amostras analisadas nos anos de 2003 e 2004, o percentual de sucesso na obtenção de perfis genéticos em amostras colhidas de veículos foi de 22% [4], bastante semelhante à encontrada no presente trabalho (24,7%). Visto que esse estudo foi conduzido há quase 20 anos, seria esperado que, com a evolução das técnicas de análise de DNA, os percentuais atuais de sucesso na obtenção de perfis genéticos comparáveis fossem maiores. Entretanto, é possível atribuir essa ausência de aumento nos percentuais de sucesso a uma possível diferença nos parâmetros de admissibilidade de qualidade de perfis genéticos, os quais não estão claros no artigo mencionado, mas que, com o avanço da gestão da qualidade nos laboratórios forenses, tornaram-se mais rigorosos na atualidade.

Em relação ao local de coleta, os resultados deste estudo demonstram que os volantes foram as superfícies que mais forneceram perfis analisáveis (32,9%). Esse resultado já foi anteriormente demonstrado por Bokyo e colaboradores, onde se observou que, apesar da pouca consistência entre os resultados obtidos dos mesmos locais de coleta em diferentes carros, os volantes foram os locais em que se obteve maior quantidade de DNA [5].

Os resultados do presente trabalho mostraram que um dos grandes desafios na obtenção de perfis genéticos comparáveis é a presença de mistura de material genético de diversos contribuintes nas amostras colhidas dos veículos. Em 42% das amostras foi detectada a presença de mistura, sendo que em 55% dessas, a mistura tornou a comparação com possíveis suspeitos impossibilitada. Esse resultado vai ao encontro ao que foi observado por Bokyo e colaboradores em que, após a análise de 133 perfis genéticos gerados a partir da coleta de amostras de diversos locais de veículos, 22,6% resultaram em perfis de mistura de até duas pessoas e 75,2% apresentaram perfis de mais de três ou quatro pessoas [5]. Nesse mesmo estudo, apenas 2,3% das amostras geraram perfis de fonte única, resultado semelhante ao encontrado para o Rio Grande do Sul (5,4%). Esses resultados podem ser explicados pela natureza das superfícies amostradas, visto que ambientes veiculares normalmente são frequentados por diversas pessoas. Porém, deve se levar em conta a possibilidade de uma preservação inadequada dos veículos previamente à coleta, em casos criminais.

A respeito do tempo decorrido entre a coleta e a extração de DNA dos *swab*s, o menor tempo identificado para as amostras com perfis analisáveis vs. as amostras não analisáveis (40 dias a menos) pode também, em parte, explicar os resultados do presente estudo, visto que o tempo de armazenamento de amostras de DNA pode aumentar os níveis de degradação. Esse resultado é corroborado por Schulte e colaboradores, os quais verificaram que diversas amostras de DNA de contato apresentaram índices de degradação acima dos limiares validados em seu laboratório, sendo que as amostras colhidas com auxílio de água, que é o caso das amostras colhidas no estado do Rio Grande do Sul, apresentaram os maiores índices de degradação com o aumento do tempo de armazenamento [8].

5. CONCLUSÃO

Apesar do relativo baixo percentual de sucesso na obtenção de perfis genéticos comparáveis, deve-se levar em conta a sua importância, uma vez que muitos desses veículos estão relacionados a crimes graves. Dessa forma, a fim de melhorar este número, é necessário empregar esforços para o constante aprimoramento nas técnicas e na celeridade das coletas, bem como na preservação de local de crime, no processamento das amostras e nos avanços das análises de DNA.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos peritos criminais do IGP-RS, em especial aos colegas da Divisão de Genética Forense

por seu trabalho na coleta e análise das amostras analisadas neste trabalho. Agradecemos também à organização do XXVII Congresso Nacional de Criminalística, bem como à Revista Brasileira de Criminalística e à Associação Brasileira de Criminalística – ABC pelo incentivo à ciência forense brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] J. Burrill; B. Daniel; N. Frascione. A review of trace "Touch DNA" deposits: Variability factors and an exploration of cellular composition. *Forensic Sci. Int. Genet* **39**: 8–18 (2019).

[2] S.K. Alketbi; W. Goodwin. The effect of time and environmental conditions on Touch DNA. *Forensic Sci. Int: Genet. Sup. Ser* **7(1):** 701–703 (2019).

[3] M. Pizzamiglio; A. Mameli; D. MY; L. Garofano.. Forensic identification of a murderer by LCN DNA collected from the inside of the victim's car. *Int. Congr. Ser* **1261:** 437 – 439 (2004).

[4] C. Lenz;, L.R. Flodgaard; B. Eriksen; N. Morling. Retrieval of DNA and genetic profiles from swabs taken inside cars. *Int Congr Ser* **1288**: 595 – 597 (2006).

[5] T. Boyko; B. Szkuta; R.J. Mitchell; R.A.H, van Oorschot. Prevalence of DNA from the driver, passengers and others within a car of an exclusive driver. *Forensic. Sci. Int.* **110139** (2020).

[6] J. Gardiner; M.N. Krosch. Casework comparison of DNA sampling success from steering wheels and car seats in tropical Australia. Austr. *J. Forensic Sci* **55(3):** 319–330(2020).

[7] I.A. Kirgiz; C. Calloway. Increased recovery of touch DNA evidence using FTA paper compared to conventional collection methods. *J. Forensic Leg. Med* **47:** 9-15 (2017).

[8] J. Schulte; N. Rittiner; I. Seiberle; S. Kro; I. Schulz. Collecting touch DNA from glass surfaces using different sampling solutions and volumes: Immediate and storage effects on genetic STR analysis. *J Forensic Sci.* **68(4)**:1133-1147 (2023).

v. 14, n. 4, p. 223-225, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Aplicações da Microbiologia Forense em Cenários Criminalistas: Avaliação da Utilidade e Valor Diagnóstico na Resolução de Crimes

E.S. Castro[a], I.T. Souza[a], J.C.C. Dias[a], A.C.N. Souza[a], V.G.N. Fernandes

[a] *Instituto de Criminalística, Superintendência da Polícia Técnico Científica, São Luís (MA), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: edilsonsantoscastroo@gmail.com Tel.: (98) 97027-2903*

Keywords: Microbiologia Forense; Resolução; Investigação; Criminal.

1. INTRODUÇÃO

A Microbiologia Forense revela um lado intrigante e pouco conhecido da investigação criminal: os segredos guardados pelos microrganismos após a morte. Esses pequenos organismos, invisíveis a olho nu, começam a atuar logo após o falecimento, desencadeando um processo de decomposição que, embora inevitável, carrega informações valiosas. Cientistas forenses analisam essas comunidades microbianas para obter pistas sobre o momento e as condições da morte. Com o avanço das tecnologias de sequenciamento de DNA e o maior entendimento da ecologia microbiana, a microbiologia forense se destaca como uma ferramenta inovadora, transformando a forma como elucidamos crimes e trazendo novas esperanças para a justiça.

A Microbiologia Forense é um ramo emergente da ciência com um imenso potencial para auxiliar investigações criminais. Assim como outras áreas da ciência forense, a microbiologia forense pode ajudar a vincular uma pessoa a um crime, determinar a causa da morte e estimar o intervalo pós-morte (PMI), entre outras aplicações. A perícia microbiana envolve a detecção de variações moleculares confiáveis entre cepas microbianas, utilizando essas informações para inferir a origem, as relações ou a rota de transmissão de um determinado isolado. Essa análise forense é especialmente importante na investigação de biocrimes, incluindo bioterrorismo e transmissão deliberada de infecções sexuais, afogamentos, investigação pós morte. [1].

2. RESULTADOS E DISCURSÃO

2.1. *Aplicação da microbiologia forenses em cenários de crimes bioterroristas*

Um exemplo notável da aplicação da análise microbiana forense ocorreu durante os ataques de antraz, conhecidos como Amerithrax, nos Estados Unidos em 2001. Cartas contendo esporos de antraz foram enviadas a vários meios de comunicação e políticos, resultando na morte de cinco pessoas. Embora a tecnologia disponível na época fosse limitada, a análise microbiana ajudou a identificar o agente causador do incidente de bioterrorismo. Este caso destaca o potencial significativo da microbiologia forense na resolução de crimes, especialmente em situações de bioterrorismo.

Atualmente, análises microbianas forenses ainda não são rotineiramente realizadas em muitos países, como a Índia, devido à falta de treinamento específico e protocolos padronizados baseados em evidências. No entanto, com o avanço contínuo das técnicas de sequenciamento e a crescente conscientização sobre a importância dos microbiomas, espera-se que a microbiologia forense se torne uma ferramenta indispensável nas investigações criminais, contribuindo para a elucidação de casos complexos e para a promoção da justiça. [2].

2.2. *Aplicação da microbiologia forenses em investigações crimes sexuais*

Em casos de agressão sexual, a assinatura microbiana do sobrevivente diagnosticado com infecções

sexualmente transmissíveis (ISTs), como gonorreia e herpes genital, pode ser usada para rastrear a origem do patógeno até o suposto agressor. Um exemplo disso é um caso de violação em que a análise genética confirmou a transmissão do HIV, demonstrada por sequências estreitamente relacionadas do vírus entre a vítima e o agressor. O sequenciamento completo do genoma pode estabelecer uma ligação causal sólida em tais casos, superando qualquer dúvida razoável.

A microbiômica mostra-se promissora como uma ferramenta forense para identificação em casos de agressão sexual. No entanto, para que essas evidências atendam aos requisitos legais de prova, é necessário aprimorar a sensibilidade e a especificidade das metodologias utilizadas. Além disso, é fundamental desenvolver protocolos rigorosos que minimizem o risco de contaminação potencial, garantindo a confiabilidade das análises. [3].

O uso de sequenciamento genômico e análise microbiana em investigações forenses pode revolucionar a forma como os casos de agressão sexual são abordados, proporcionando um meio adicional de identificar e responsabilizar os agressores. Com investimentos em pesquisa e desenvolvimento, espera-se que a microbiologia forense se torne uma ferramenta padrão em investigações criminais, reforçando a busca por justiça e a proteção das vítimas.

2.3. *Aplicação da microbiologia forenses em investigações pós-morte*

O intervalo pós-morte (PMI) é um fator crucial para investigadores e autoridades, pois ajuda a restringir a lista de possíveis suspeitos e a entender melhor os eventos que ocorreram. No entanto, estimar o PMI com precisão continua sendo um desafio significativo. O conceito de tanatomicrobioma surge como uma ferramenta promissora para melhorar a estimativa do PMI durante as investigações forenses. Tanatomicrobioma refere-se ao estudo da colonização de microrganismos nos orifícios e órgãos internos do corpo humano após a morte. Esta terminologia relativamente nova destaca a importância dos microrganismos que se proliferam post-mortem e suas potencialidades como marcadores na determinação do tempo desde o falecimento. [4].

Estudos recentes demonstraram que a maioria dos microrganismos encontrados no corpo post-mortem são anaeróbios obrigatórios, como as espécies de Clostridium. Pesquisas utilizando a sequência de amplicons do gene 16S rRNA revelaram alterações estatisticamente significativas nas comunidades microbianas, variando com o órgão, o tempo e o sexo do indivíduo. Esses achados indicam que o tanatomicrobioma pode fornecer informações valiosas sobre o PMI e ajudar a preencher lacunas nas estimativas tradicionais.

A investigação contínua nessa área pode aprimorar a capacidade dos especialistas em medicina forense e microbiologia de resolver o dilema do PMI. Avanços na compreensão do tanatomicrobioma têm o potencial de fornecer uma nova dimensão de precisão nas investigações de mortes suspeitas, contribuindo significativamente para a busca da verdade e a justiça.

2.4. *Aplicação da microbiologia forenses em crimes por afogamentos*

O diagnóstico forense de afogamento, após a exclusão de outras causas de morte, baseia-se na concordância de um conjunto de dados obtidos por análise laboratorial. Tradicionalmente, as diatomáceas (Bacillariophyceae) têm sido usadas para melhorar o diagnóstico de afogamento, pois se espalham para diferentes órgãos após a inalação durante a atividade cardiovascular. No entanto, a confiabilidade deste teste é controversa devido à possibilidade de contaminação e outras limitações.

Em busca de métodos mais precisos, estudos recentes têm analisado o bacterioplâncton (um componente bacteriano do plâncton) como um possível marcador para confirmar o diagnóstico de morte por afogamento. Substratos cadavéricos testados com sucesso incluem amostras de fígado, rim, pulmão e sangue, analisadas por meio de ensaios de PCR molecular utilizando sondas oligonucleotídicas TaqMan marcadas com fluoróforos. Esta técnica permite a detecção rápida e precisa de componentes bacterianos em amostras de fluidos de afogamento, sejam eles hipotônicos (água doce, com detecção de Aeromonas e Plesiomonas shigelloides) ou hipertônicos (água salgada, com detecção de Vibrio e Photobacterium). [5].

A utilização do bacterioplâncton como biomarcador no diagnóstico de afogamento representa um avanço significativo na medicina forense. A técnica de PCR molecular oferece uma abordagem rápida e confiável, superando algumas das limitações associadas ao uso de diatomáceas. No entanto, é essencial continuar aprimorando a sensibilidade e a especificidade desses testes para garantir que os resultados sejam robustos e reproduzíveis. Além disso, o desenvolvimento de protocolos padronizados é crucial para minimizar o risco de contaminação e assegurar a validade das conclusões.

A implementação destas novas metodologias tem o potencial de transformar a prática forense, proporcionando diagnósticos mais precisos e confiáveis em casos de afogamento. Com mais pesquisas e desenvolvimento tecnológico, espera-se que essas técnicas se tornem ferramentas padrão nas investigações forenses, contribuindo para a elucidação de mortes suspeitas e para a justiça. [6].

3. CONCLUSÕES

No entanto, apesar dos avanços significativos, ainda existem desafios a serem superados. A necessidade de aprimorar a sensibilidade e a especificidade das técnicas, desenvolver protocolos padronizados e garantir a minimização de contaminação são aspectos cruciais para consolidar a microbiologia forense como uma ferramenta confiável e essencial nas investigações criminais.

Com o contínuo progresso tecnológico e a expansão da pesquisa, a microbiologia forense promete contribuir de maneira decisiva para a justiça, oferecendo novos métodos para a elucidação de crimes complexos e trazendo respostas para os mistérios deixados pela morte. O futuro desta disciplina é promissor e seu impacto na ciência forense continuará a crescer, auxiliando na busca incessante por verdade e justiça.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer à minha família por todo o apoio em relação às minhas ações, metas, desejos e, principalmente, nessa caminhada em frente à carreira profissional. Agradeço também à minha grande equipe que contribuiu para a construção deste trabalho informativo e construtivo, de suma importância para o futuro. Retribuo ao XXVII Congresso Nacional de Criminalística pela cerimônia revolucionária e a oportunidade de aborda esse tema durante o evento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] MURUGESAN, M et al, Forensic Microbiology in India: A missing piece in the puzzle of criminal investigation system, Indian Journal of Medical Microbiology, v. 44, p. 100367–100367, 2023.

[2] TAMBUZZI, Stefano et al, Applications of microbiology to different forensic scenarios - A narrative review, Journal of Forensic and Legal Medicine, v. 98, p. 102560, 2023.

[3] STEFANO, Tambuzzi et al, Utility and diagnostic value of postmortem microbiology associated with histology for forensic purposes, Forensic Science International, v. 342, p. 111534, 2023.

[4] VENTURA SPAGNOLO, Elvira et al, Forensic microbiology applications: A systematic review, Legal Medicine, v. 36, p. 73–80, 2019.

[5] LEHMAN, Donald C., Forensic Microbiology, Clinical Microbiology Newsletter, v. 36, n. 7, p. 49–54, 2014.

[6] LINDGREN, Petter et al, A likelihood ratio-based approach for improved source attribution in microbiological forensic investigations, Forensic Science International, v. 302, p. 109869, 2019.

C. Marques, Rev. Bras. Crim. 14(4), 226-228, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 226-228, 2025
ISSN 2237-9223

Perfil quali-quantitativo dos exames periciais em armas de fogo apreendidas com adolescentes infratores no biênio 2022-2023 em Natal/RN

C. Marques[a,*]

[a] *Instituto de Criminalística, Instituto Técnico-Científico de Perícia, Natal (RN), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: camila.itep@gmail.com. Tel.: +55-85-99794-1914.*

Keywords: arma de fogo; balística forense; adolescente infrator; perícia criminal.

1. INTRODUÇÃO

A temática da segurança pública tem sido pauta governamental crescente nas últimas décadas. O contexto histórico de colonização exploratória brasileira e a concentração de renda, aliados ao desenvolvimento das grandes cidades e ao crescimento populacional desordenado foram acompanhados de um aumento na desigualdade social do país [1].

Índices elevados de violência são normalmente associados a uma maior desigualdade social regional [2][3]. Dentre os instrumentos mais utilizados para a prática de atos violentos tem-se o emprego de armas de fogo. Nesse cenário, observa-se um número expressivo de exames periciais em armas de fogo advindas de apreensão por menores infratores bem como de índices de violência ocasionada por este grupo[4][5].

O conhecimento das características dessas apreensões bem como dos armamentos advindos desse perfil etário pode auxiliar os gestores públicos a terem um panorama geral dos índices de violência com uso de arma de fogo acometido por menores bem como auxiliar na criação de políticas públicas socioeducativas que objetivem a redução da criminalidade precoce deste grupo.

O objetivo deste trabalho é executar um perfil quali-quantitativo dos exames periciais em armas de fogo apreendidas com adolescentes infratores no biênio de 2022-2023 na cidade de Natal/RN.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a execução desta pesquisa, foi utilizada a base de dados do Instituto Técnico Científico de Perícia do Rio Grande do Norte– ITEP/RN no que concerne às Requisições de Exame Pericial em Arma de Fogo expedidas pela Delegacia Especializada em Atendimento a Adolescente Infrator de Natal – DEA e recebidas pelo setor de balística forense nos anos de 2022-2023. Também foram avaliadas as requisições expedidas por outras Delegacias de Polícia (DPs) sediadas no município de Natal para fins de levantamento comparativo e estatístico.

Além do exposto, os Laudos Periciais publicados pelos peritos do setor de balística forense advindos de requisições da DEA foram avaliados para fins de caracterização e quantificação das armas de fogo apreendidas com menores infratores.

Em relação à metodologia, esta pesquisa se utilizou de uma análise dos dados contidos em todas as requisições periciais expedidas pela DEA e pelas outras DPs de Natal no período mencionado. Foram extraídas informações dos tipos e quantidades de arma de fogo apreendidas, datas de apreensão bem como a eficiência ou não dos armamentos no momento do exame pericial.

Para compilação dos dados, uma planilha no software Excel foi criada para apoio e filtragem rápida de informações. Gráficos e figuras ilustrativas também foram executados para melhor visualização dos resultados obtidos.

3. RESULTADO

Em relação ao quantitativo de exames periciais em armas de fogo requisitados pela DEA, foi obtido um resultado de 16 exames periciais em 2022, representando um total de 12 armas periciadas. Em 2023, foram

C. Marques, Rev. Bras. Crim. 14(4), 226-228, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

realizados 32 exames periciais, representando um total de 30 armas periciadas. Vale citar que, além do exposto, também foram periciados um total de 35 elementos de munição e 02 simulacros de arma de fogo em 2022 e um total de 107 elementos de munição em 2023.

Para os elementos de munição de periciados, tem-se a caracterização de estojos e projéteis deflagrados bem como o teste de eficiência de cartuchos de munição intactos. O quantitativo individual de cada tipo de elemento de munição citado não foi objeto deste estudo.

O perfil de armas de fogo periciadas no período do estudo é ilustrado na Fig. 1.

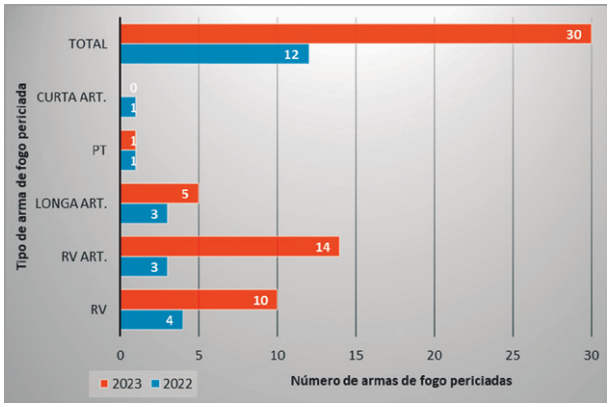


Figura 1. Perfil e quantitativo das armas de fogo periciadas no período

Dentre os tipos de armas de fogo periciados foram constatados revólveres (RV), revólveres artesanais (RV ART.), armas longas artesanais (LONGA ART.), pistolas (PT) e arma curta artesanal com características divergentes de revólveres (CURTA ART.).

Dentre as 42 armas de fogo periciadas, 35 foram eficientes no momento do exame, perfazendo o total de 83,33%.

Os exames em armas de fogo de fabricação artesanal foram sobressalentes em relação às de fabricação industrial e o resultado dessa avaliação é ilustrado na Fig, 2.

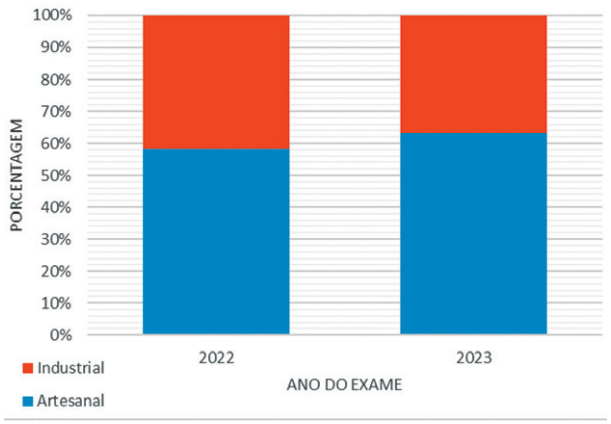


Figura 2. Proporção entre armas de fogo de fabricação artesanal e industrial periciadas no período.

Pelo gráfico é possível observar que em ambos os anos a quantidade de armas de fogo artesanais periciadas foi superior às de fabricação industrial, tendo sido o percentual de 58,3% para o ano de 2022 e 63,3% para o ano de 2023.

A proporção entre a quantidade de requisições de exames periciais advindos da DEA e de outras DPs da cidade de Natal também foi avaliada e o resultado percentual é ilustrado na Fig. 3. O total de requisições de exames pericias em armas de fogo no biênio 2022-2023 advindos da DEA foi de 48 enquanto todas as outras DPs de Natal requisitaram um total de 574 exames no mesmo período.

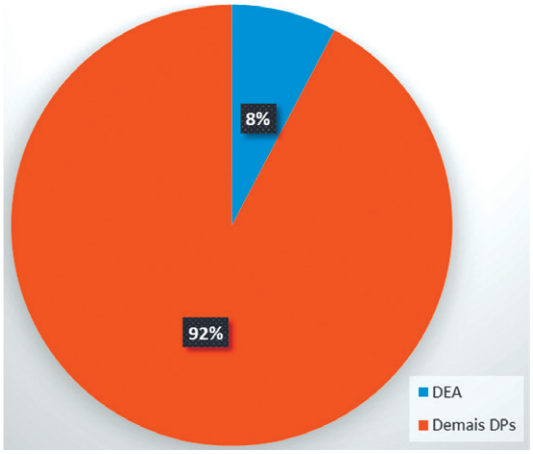


Figura 3. Percentual aproximado de requisições de exames advindos da DEA e das outras DPs de Natal

4. DISCUSSÃO

Os dados obtidos mostraram uma quantidade significativa de apreensões de armas de fogo e elementos de munição com consequentes solicitações de exames periciais advindos de menores infratores na cidade de Natal.

Um ponto a se destacar foi o elevado percentual de armas de fogo de fabricação artesanal que estava em posse desses menores, o que levanta o questionamento sobre onde esses armamentos estão sendo fabricados, quem os está fornecendo para os adolescentes, bem como do risco que os próprios se submetem ao manusear esses tipos de equipamentos, tendo em vista que os mesmos não passam por verificações de segurança apropriadas e não possuem dispositivos de segurança de fábrica que minimizem os riscos para quem os porta.

Os custos associados à compra de armamentos e elementos de munição são elevados, o que pode explicar em partes a elevada proporção de armas de fogo artesanais periciadas, cujo valor é reduzido. Entretanto, o resultado encontrado de 142 elementos de mu-

nição periciados também sustenta a hipótese de que haja um fornecimento desses elementos aos menores infratores para a prática de crimes.

Outro ponto a se destacar é o percentual de exames periciais requisitados pela DEA em relação às demais DPs localizadas na cidade de Natal. O censo de 2022 [6] realizado pelo IBGE mostrou que a população residente em Natal na faixa etária entre 10 e 19 anos representa apenas 12,79% da população total da cidade. Deste grupo, apenas os maiores de 12 anos e menores de 18 anos são representados pela DEA e ainda assim este grupo foi responsável por mais de 8% das requisições de exame pericial em armas de fogo no município, sendo um dado alarmante sobre a criminalização desses menores na região.

Vale ressaltar a elevada eficiência dos armamentos periciados, que representou 83,33% do total. Este dado indica a grande potencialidade lesiva das armas de fogo em posse desses menores e do risco de prejuízo à vida da população vítima da criminalidade imposta por esses transgressores.

5. CONCLUSÃO

Os exames periciais em armas de fogo buscam, dentre outros aspectos, realizar uma identificação detalhada das características dos armamentos bem como executar testes de eficiência e potencialidade lesiva dos mesmos.

Conhecer o perfil de armas de fogo submetidas a exame pericial advindas de adolescentes infratores traz uma ampla perspectiva dos tipos mais usados por esse grupo bem como do potencial lesivo desses armamentos.

Esta pesquisa mostrou que a maior parte das armas de fogo apreendidas com adolescentes infratores é de fabricação artesanal e que as mesmas são eficientes para produção de tiros. Também foi mostrado que o percentual de exames provenientes da DEA em relação a outras DPs de Natal foi elevado, considerando a distribuição etária da população do município.

Esses dados podem servir de apoio para balizar ações da Delegacia Especializada bem como ações governamentais de prevenção da criminalidade neste grupo, com a identificação e erradicação das fontes de fabricação desses materiais, assim como com a implementação de políticas que executem momentos de conscientização desses menores no que concerne ao perigo advindo do manuseio de armas de fogo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] N. Cardia; S. Schiffer. Violência e desigualdade social. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 1, pág. 25-31, (2002).

[2] L. Rezende. Estudo Aponta Relação entre Desigualdade e Criminalidade. FEA-RP.USP, 2020. Retirado em 07/05/2024, de https://www.fearp.usp.br/institucional/item/8353-estudo-aponta-relacao-entre-desigualdade-e-criminalidade.html.

[3] K. Sampaio. A Criminalidade e a Desigualdade Social.Jus.com.br, 2016. Retirado em 07/05/2024, de https://www.jusbrasil.com.br/artigos/a-criminalidade-e-a-desigualdade-social/328605993.

[4] BRASIL, Anuário Brasileiro de Segurança Pública 2023, Ano 17 – 2023, ISSN 1983-7364, (2023).

[5] BRASIL, Ministério da Cidadania, Relatório da Pesquisa Nacional das Medidas Socioeducativas em Meio Aberto no Sistema Único de Assistência Social, (2018).

[6] BRASIL, IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. **Censo Brasileiro de 2022**.

v. 14, n. 4, p. 229-232, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Avaliação da força de ciclagem da pistola Beretta APX 9mm

Paukner, R.L.[a*]; Santos, B.B.D.[a]; Merino, E.[a]; Lara, A.G.[b];
A.R.C. Santos[c]; J.T.S. Geruntho

[a] *Laboratório de Inovação e Metrologia da Polícia Científica, Paraná, (PR), Brasil*
[a] *Academia de Ciências Forenses da Polícia Científica, Paraná, (PR), Brasil*
[c] *Centro de Material Bélico da Polícia Militar do Paraná, Paraná (PR), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: emilio.junior@policiacientifica.pr.gov.br. Tel.: +55-41-99916-5610*

Keywords: Beretta APX 9mm; força ciclagem; mola recuperadora, mola civil; mola militar.

1. INTRODUÇÃO

O Laboratório de Inovação e Metrologia da Polícia Científica (LIM/PCP) junto com o Centro de Material Bélico da Polícia Militar do Paraná (CMB/PMPR), realizou um estudo de avaliação da força do Sistema de Ciclagem do Ferrolho (SCF) das Pistolas Beretta APX 9mm. O estudo foi realizado em virtude das recorrentes falhas apresentadas por esse equipamento em circunstâncias específicas. As falhas observadas são motivadas pela rigidez da mola recuperadora que compõem o armamento, e ocorrem principalmente ao utilizar munições do tipo Treina. A mola em questão não apresenta nenhum defeito aparente, porém devido a sua rigidez, necessita de munições com mais energia e uma empunhadura mais rígida para que o ciclo de ejeção e alimentação ocorra sem problemas. Quando são utilizadas munições no limite inferior das especificações de velocidade, ou a empunhadura é realizada com menos força e estabilidade, a pistola tende a não realizar o ciclo completo do ferrolho e apresentar falhas de ejeção[1]. Para analisar essa questão, foi inicialmente feita uma avaliação comparativa da força do SCF de alguns modelos de pistolas atualmente no mercado. Na sequência foi então avaliado a possibilidade de fadiga da mola original das pistolas Berettas APX 9mm, para verificar se essas molas teriam a sua força reduzida com o passar do tempo, reduzindo consequentemente as falhas.

2. METODOLOGIA

Elaborou-se uma metodologia de ensaio que avaliasse a força exercida pela mola recuperadora ao fazer o movimento de ejeção e alimentação de um estojo. O principal fator no SCF é mola recuperadora, a força exercida por uma mola é um fenômeno que envolve o armazenamento e a liberação de energia [2]. A magnitude dessa força é diretamente proporcional à deformação da mola. Ao deformar uma mola é criada uma força restauradora que busca retornar a mola à sua forma original, a qual é proporcional a deformação aplicada e a uma constante atribuída à própria mola que depende do material constituinte e do formato da mola. Para fazer a comparação entre equipamentos, se faz necessário definir um padrão de deformação que seja equivalente. Esse padrão foi então definido como a distância de compressão da mola quando o ferrolho é puxado à retaguarda até o acionamento da trava do ferrolho, conforme Figura 01 (a). Desse padrão resultou a medida para a compressão que foi correspondente a um deslocamento de 40 mm para pistola Beretta APX [3], 38,8 mm para pistola Glock G17 [4], 45,9 mm para pistola Taurus PT840 [5] e 38,70 para pistola Taurus PT638 .380. Desta forma, pode-se medir durante o ensaio a distância exata da ciclagem e assim obter o valor correspondente do SCF. A montagem do ensaio foi realizada fixando a pistola na torre do dinamômetro com dois grampos mecânicos, e feita a tração da pistola com o dinamômetro, ocasionando o recuo do ferrolho e por consequência a compressão na mola recuperadora, conforme mostrado na Figura 01 (b).

Paukner, R.L. *et al.*, Rev. Bras. Crim. 14(4), 229-232, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

(a) (b)

Figura 1. (a) Distância de deformação usado como padrão acionando a trava do ferrolho. (b) Aparato experimental para medida da força da mola recuperadora.

Inicialmente foram tomadas medidas da força do SCF de 05 pistolas Beretta APX 9mm, para se obter o valor médio tanto da mola militar quanto da mola civil, as duas molas possuem propriedades diferentes sendo a militar mais rígida que a civil (Figura 02).

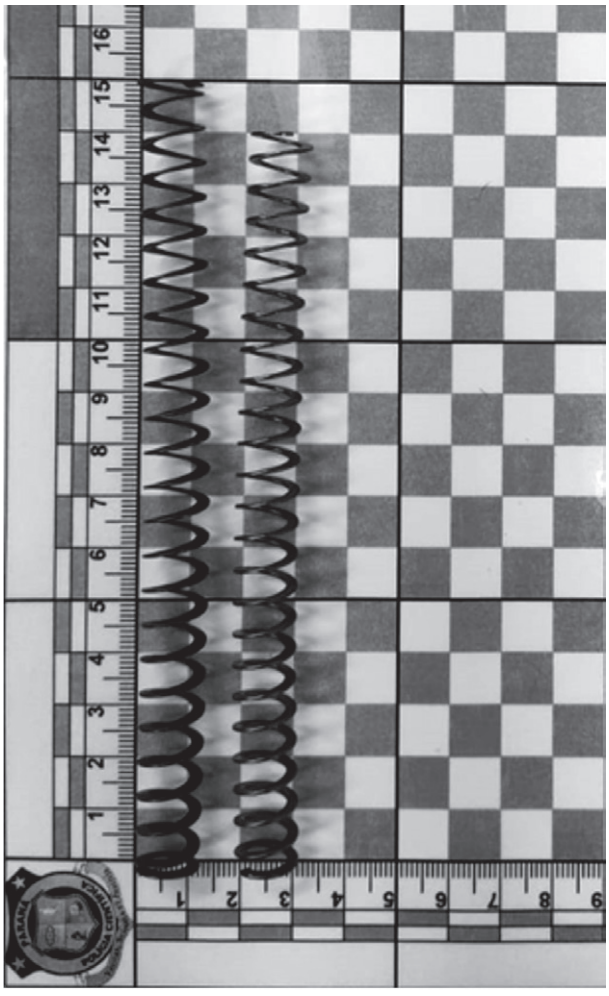


Figura 2. Molas recuperadoras do ferrolho da pistola Beretta APX 9mm. À direita a mola civil comprada do fabricante, e à esquerda a mola militar vinda de fábrica na pistola.

O resultado encontrado foi comparado com outras 03 pistolas de fabricantes diferentes, duas da Taurus e uma da Glock. Na segunda parte dos testes foram selecionadas 02 pistolas Berettas APX 9mm para passarem pelos ensaios de resistência, uma de forma manual e outra de forma automática, para então ser medida a força do SCF para comparação. No primeiro ensaio foram realizados 2500 ciclos de forma manual, sendo medida a força do SCF a cada 500 ciclagens. No ensaio automático eram realizados 500 disparos, media-se a temperatura no cano da arma e então era realizado a medida da força do SCF, a pistola resfriava por 1 minuto e em seguida continuava o ensaio com mais 500 disparos, repetindo o ciclo até chegar nos 2500 disparos totais. Na terceira parte dos testes foi feito um comparativo de forma estática com as pistolas Berettas, com abertura do ferrolho até a sua trava (Figura 03), permanecendo a mola comprimida nessa posição por 24h, 48h, 72h e 144h.

Figura 3. Pistolas Beretta APX 9mm utilizadas para realização do ensaio da deformação estática da molas pelos períodos de 24h, 48h, 72h e 144h. As pistolas se mantiveram na posição como consta na figura para a realização do teste.

Tabela 1. Dados das pistolas usadas neste relatório, e indicação dos ensaios que cada uma participou.

Beretta APX 9mm	AA044397B	Valor médio da força do SCF com a mola militar e a mola civil.
Beretta APX 9mm	AA044400B	
Beretta APX 9mm	AA044407B	
Beretta APX 9mm	AA044412B	
Taurus PT638 .380	KEU81300	Comparação da força da mola recuperadora com outras pistolas.
Taurus PT638 .380	SJR78629	
Beretta APX 9mm	AA005660B	Ciclagem manual 2500 ciclos.
Beretta APX 9mm	AA044396B	

Beretta APX 9mm	AA044410B	Deformação estática por longo período.
Beretta APX 9mm	AA044399B	
Beretta APX 9mm	AA044411B	
Beretta APX 9mm	AA044406B	

2.1. Equipamentos utilizados

Os ensaios foram planejados e realizados pela equipe do Laboratório de Inovação e Metrologia da Polícia Científica do Paraná e do Centro de Material Bélico da Polícia Militar do Paraná. Para a realização do ensaio foram utilizados:

- Conjunto torre e dinamômetro Digital Impac modelo IP-90DI 20Kg certificado de calibração n°37672022 A,
- régua graduada BRASFORT 30cm/12”x1.⅛”, certificado de calibração n°S019478/2023,
- Termo-higrômetro modelo IP-747RH, certificado de calibração n°37662022B,
- Termômetro infravermelho MINIPA modelo MT-3030 -60°C à 550 °C, certificado de calibração n°E2092047880.

3. RESULTADOS E ANÁLISES

Inicialmente foi feita uma verificação dos valores da força do SCF com a mola militar e civil entre 04 pistolas Berettas APX 9mm obtendo um valor médio de 106,50N (desvio 1,49N e erro 0,75N) da mola militar, e 85,10N (desvio 2,63N e erro 1,32N) da mola civil. Após esse ensaio foi definido através do valor médio da força do SCF o valor que seria utilizado para comparação.

3.1. Força do SCF de diferentes pistolas

Os valores obtidos da força do SCF das pistolas Taurus e Glock são mostrados na tabela 02, junto com a força do SCF da Beretta utilizando a mola militar e civil. Foi verificado que essa força tende a ser de 17% a 40% maior na Beretta APX 9mm com a mola militar que nas pistolas da Taurus e Glock e com a mola civil da Beretta.

Tabela 2. Valores obtidos do SCF para diferentes pistolas

Pistola (Modelo)	Força da Mola	Nº de Série
Beretta APX 9mm (Militar)	106,50 N	Média 04 pistolas
Beretta APX 9mm (Civil)	85,10 N	Média 04 pistolas
Taurus PT840 .40	87,80 N	SJR8629
Taurus PT638 .380	72,50 N	KEU81300
Glock G17 9mm	63,22 N	ACSG765

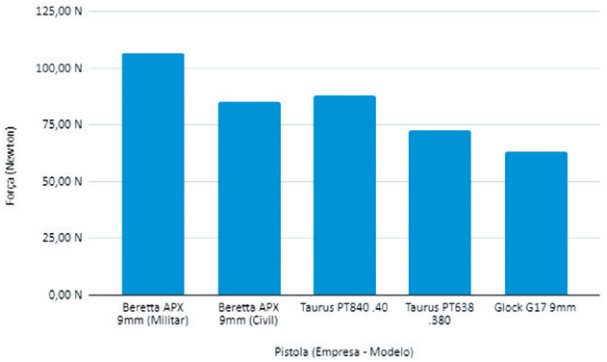


Figura 4. Gráfico de comparação das forças do SCF de diferentes pistolas

3.2. Força da mola recuperadora Beretta APX 9mm ciclagem manual

Os valores obtidos da força da mola recuperadora da Beretta APX 9mm através da ciclagem manual não apresentou variações significativas após 2500 ciclos.

Ciclos (manual)	Força
500	107,50 N
1000	105,50 N
1500	105,50 N
2000	108,60 N
2500	108,20 N

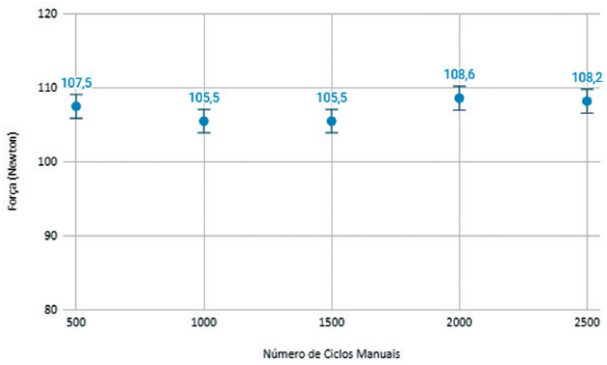


Figura 5. Gráfico de comparação nas pistolas Beretta APX 9mm no ensaio de ciclagem manual

3.3. Força da mola recuperadora Beretta APX 9mm ciclagem automática

Os valores obtidos da força da mola recuperadora da Beretta APX 9mm através da ciclagem automática, apresentou uma queda durante a execução do ensaio, sendo que a temperatura medida no cano do arma-

mento ficou em média na faixa de 145° C a cada 500 disparos. Uma outra medição foi realizada no dia seguinte ao ensaio, obtendo o valor de 102,90N a 26,9° C (linha vermelha no gráfico), mostrando que a variação observada não foi permanente.

Ciclos (Automático)	Força
500	104,50 N
1000	100,20 N
1500	100,50 N
2000	92,60 N
2500	93,60 N

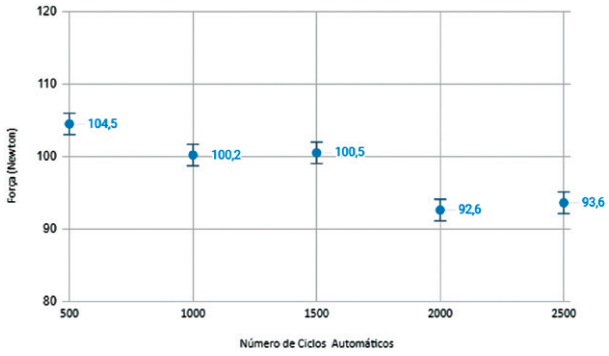


Figura 6. Gráfico de comparação nas pistolas Beretta APX 9mm no ensaio de ciclagem automática

3.4. Força da mola recuperadora da Beretta APX 9mm deformação estática:

Os valores obtidos da força da mola recuperadora da Beretta APX 9mm através da compressão estática por longos períodos, não demonstraram variações significativas permanentes.

Tempo	Força Inical	Força Final	nº série
24 horas	104,10 N	102,40 N	AA044410B
48 horas	102,80 N	105,30 N	AA044406B
72 horas	102,20 N	103,90 N	AA044411B
144 horas	105,90 N	101,00 N	AA044399B

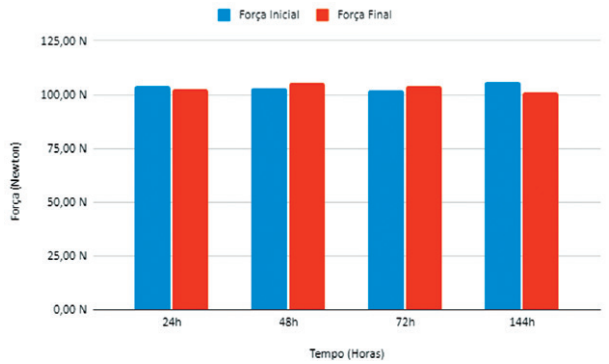


Figura 7. Gráfico de comparação nas pistolas Beretta APX 9mm no ensaio de deformação estática

4. CONCLUSÕES

A força do SCF das pistolas Berettas APX 9mm, com utilização da mola militar, fica entre 17% e 40% maior que de outros modelos avaliados, como Taurus e Glock, e a própria Beretta com a mola civil. Os resultados dos ensaios também demonstram que não há uma variação permanente da força do SCF com o uso, no caso das pistolas Berettas APX 9mm analisadas, podendo-se concluir que as molas utilizadas possuem uma vida útil projetada para muitos ciclos, não perdendo suas propriedades mecânicas. A diminuição momentânea do valor da força do SCF observado durante os ensaios com ciclagem automática, provavelmente se deve a alta temperatura que afeta não só a mola recuperadora, mas outros mecanismos internos da pistola, após a queda da temperatura os valores da força do SCF voltam ao medido anteriormente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] CBC, COMPANHIA BRASILEIRA DE CARTUCHOS. Informação técnica sobre munições do calibre 9x19mm. Ribeirão Pires: CBC, 2023.

[2] SPORTING ARMS AND AMMUNITION MANUFACTURERS' INSTITUTE. Recoil Formulae. SAAMI, 2018.

[3] FABBRICA D'ARMI P. BERETTA S.P.A. PISTOLA MANUAL DE INSTRUÇÕES APX. BRESCIA, ITALY: FABBRICA D'ARMI P. BERETTA S.P.A., 2019.

[4] GLOCK AUSTRIA. Buyer's Guide GLOCK Safe Action ® Pistolas. Deutsch-Wagram AUSTRIA: GLOCK.com, 2016.

[5] FORJAS TAURUS S.A. 800 SERIES INSTRUCTION MANUAL. Avenida do Forte, 511 CEP: 91.360-000 Porto Alegre - RS - Brasil: FORJAS TAURUS S.A, 2012.

v. 14, n. 4, p. 233-236, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Verificação de Métodos para o Ensaio de Força de Puxada do Gatilho

Santos, B.B.D.[a]; Paukner, R.L.[a,*]; Merino, E.[a]; Lara, A.G.[b]; Szafirski, R. S.[a]

[a] *Laboratório de Inovação e Metrologia da Polícia Científica, Paraná, (PR), Brasil*
[a] *Academia de Ciências Forenses da Polícia Científica, Paraná, (PR), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: bruno.belin@hotmail.com Tel.: +55-42-99926-3204*

Keywords: NT-SENASP nº 001/2020; ABNT NBR ISO/IEC 17025; Beretta APX 9mm; Força de Puxada do Gatilho.

1. INTRODUÇÃO

O Pró-Segurança é o Programa Nacional de Normalização e Certificação de Produtos de Segurança Pública, instituído pela Portaria MJSP n° 104/2020, em acordo com o § 3° do art. 17 do Decreto n° 10.030/2019, o qual amplia a competência do Comando do Exército, de estabelecer os requisitos mínimos de segurança e desempenho de Produto Controlado pelo Exército (PCE) ao Ministro de Estado da Justiça e Segurança Pública (MJSP), podendo estabelecer requisitos adicionais aos PCE de interesse da segurança pública, com vistas à padronização de equipamentos, de tecnologias e dos procedimentos de avaliação da conformidade, nos termos do disposto na Lei n° 13.675, de 11 de junho de 2018. A partir disso, o MJSP iniciou a construção de diversas normas técnicas com intuito de melhorar a qualidade dos produtos utilizados pelas forças de segurança em todo território nacional. A primeira norma publicada foi a "*NT-SENASP n° 001/2020 - Pistolas calibre 9x19 mm e .40 S&W*", esta norma técnica foi aprovada pela portaria nº130, de 15/08/2020, e publicada no Diário Oficial da União (D.O.U.) nº 75, em 20/08/2020, Seção 1, página 73.

O presente trabalho trata de analisar um ensaio específico desta norma técnica, o Ensaio de Força de Puxada de Gatilho, presente do tópico 6.3.12, o qual tem por objetivo medir a resistência do acionamento do gatilho e seu curso, verificando a usabilidade da arma quanto ao seu acionamento, sendo que o pico da força esteja entre 2 kgf e 4,5 kgf, inclusos estes valores. A norma não traz uma metodologia detalhada para a realização deste ensaio, o que acabou gerando diferentes métodos utilizados entre laboratórios e operadores para medir essa força. Nesse intuito, avaliamos diferentes métodos de medição utilizando um dinamômetro, buscando verificar possíveis diferenças de valores que podem ocorrer entre os diferentes métodos. Além disso, também foi realizado uma comparação com resultados obtidos pela empresa TECHSS, a qual é uma empresa acreditada pelo INMETRO no escopo desta norma, a fim de validar nossos dados.

2. METODOLOGIA

Os três procedimentos adotados pelo LIM para a realização das medições da força de puxada do gatilho das amostras foram baseados na NT-SENASP n° 001/2020, tópico 6.3.12.1, levando em conta os requisitos metrológicos da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025. Inicialmente, foi verificado se as amostras se encontravam limpas e lubrificadas, de acordo com o manual da arma, sem excesso de lubrificação. Os ensaios foram executados a uma temperatura de 25 ºC, utilizando um dinamômetro que fosse capaz de medir a força linear de puxada do gatilho durante todo o seu percurso, levando em consideração o critério de aceitação da norma técnica da SENASP de que o pico da força esteja entre 2 kgf (~19,61 N) e 4,5 kgf (~44,13 N). Para cada procedimento foram efetuadas 10 medidas de cada amostra, obtendo assim o valor médio do pico da força de puxada do gatilho.

2.1. Amostras

O conjunto amostral foi composto por quatro pistolas semiautomáticas, calibre 9mm, marca Beretta, modelo APX FULL SIZE, as quais são de propriedade da

Secretaria de Segurança Pública do Estado do Paraná. As amostras utilizadas estão especificadas na Tabela 1

Tabela 1. Amostras utilizadas nos ensaios de força de puxada do gatilho.

Amostra	Nº de série	Marca	Modelo	Calibre
1	AA044413B	Beretta	APX	9x19 mm
2	AA044407B			
3	AA044398B			
4	AA044402B			

2.2. Equipamentos utilizados

Para a realização dos ensaios foram utilizados os seguintes equipamentos (Figura 1):

- 01 Conjunto torre e dinamômetro digital Impac, modelo IP-90DI 20Kg (a), certificado N 37672022 A;
- 01 Termo-higrômetro modelo IP-747RH (b), certificado N 37662022 A;
- 01 Dispositivo para acionar o gatilho (c);
- 01 Morsa de bancada nº 4 modular (d);

Figura 1. Equipamentos utilizados para a realização dos ensaios: conjunto torre e dinamômetro (a); termo-higrômetro (b); acionador do gatilho (c); morsa (d) .

2.3. Procedimento 1 (P1)

O primeiro procedimento do ensaio da força de puxada de gatilho consistiu em fazer a medição com a amostra fixada na morsa presa na parede. Utilizando o conjunto torre com fuso e dinamômetro junto do dispositivo acionador do gatilho, este é acionado de forma linear, por meio do movimento da torre, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2. Montagem experimental do procedimento 1. A força de puxada do gatilho foi obtida com a amostra presa na morsa e fixando o dispositivo de acionamento do gatilho no dinamômetro e o acionando de maneira mecânica por meio da torre .

2.4. Procedimento 2 (P2)

O segundo procedimento do ensaio da força de puxada de gatilho consistiu em fazer a medição com a amostra fixada na morsa presa na parede. Utilizando o dinamômetro junto do dispositivo acionador do gatilho, o mesmo é acionado de forma linear e manual na posição posterior da amostra, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3. Montagem experimental do procedimento 2. A força de puxada do gatilho foi obtida com a amostra presa na morsa e fixando o dispositivo de acionamento do gatilho no dinamômetro e o acionando de maneira manual.

Santos, B.B.D. *et al.*, Rev. Bras. Crim. 14(4), 233-236, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

2.5. Procedimento 3 (P3)

O terceiro procedimento do ensaio da força de puxada de gatilho consistiu em fazer a medição com a amostra fixada na morsa presa na parede. Utilizando dinamômetro, o gatilho é acionado empurrando-o na parte frontal, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4. Montagem experimental do procedimento 3. A força de puxada do gatilho foi obtida com a amostra presa na morsa e posteriormente acionado o gatilho empurrando o dinamômetro pela parte frontal.

3. RESULTADOS E ANÁLISES

3.1. Comparação dos Procedimentos

As médias obtidas dos valores do pico da força de acionamento do gatilho para cada procedimento e amostra estão presentes na tabela 2

Tabela 2. Resultados das medida da força de puxada do gatilho.

Nº de série	P1 (N)	P2 (N)	P3 (N)
AA044413B	32,91 ± 0,62	41,85 ± 3,92	36,05 ± 3,10
AA044407B	31,41 ± 0,62	39,75 ± 3,98	35,97± 3,10
AA044398B	34,21 ± 0,62	44,80 ± 3,98	38,67± 3,10
AA044402B	33,31 ± 0,62	45,77± 3,98	38,53± 3,10

Com base na Tabela 2, nota-se a diferença entre os procedimentos de medida. Utilizando o mesmo equipamento, porém com uma metodologia de medida diferente, foi possível obter valores distintos de uma mesma amostra. Este fato está relacionado a vários fatores, dentre eles podemos destacar o posicionamento do dispositivo de acionamento do gatilho, pois se tratando de um sistema de alavanca, o gatilho, pode exigir uma maior ou menor força de ser acionado em relação ao ponto em que é feito o contato com o mesmo. Esta relação do posicionamento com o gatilho está diretamente relacionada com a forma que o método de medição é elaborado, por exemplo, os procedimentos 2 e 3 foram os que apresentaram os maiores desvios das medidas, 3,92 N e 3,10 N, respectivamente, pois é difícil de manter o mesmo posicionamento para todas as medidas nestes ensaios, diferente do procedimento 1 o qual apresentou um desvio de apenas 0,62 N, ressaltando que neste método é possível posicionar o acionador do gatilho sempre no mesmo ponto e assim obtendo valores mais concisos. Desta forma, podemos constatar que há uma grande influência do posicionamento do acionador do gatilho para a medição da força de puxada, o que evidencia que o método de medição afeta o resultado. A diferença entre as medidas de cada procedimento e os seus desvios, estão melhores expostos na Figura 5.

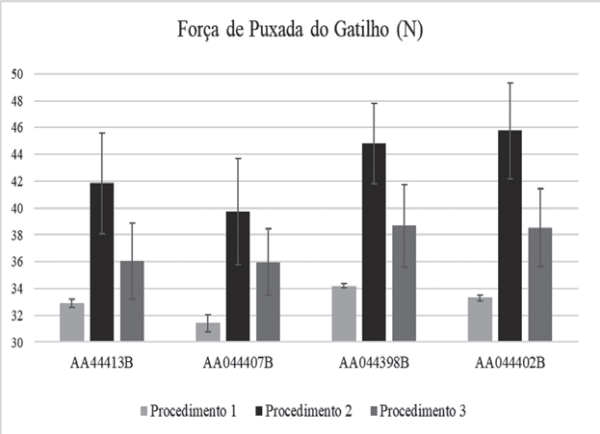


Figura 5. Comparação dos procedimentos para cada amostra. Foi atribuído o desvio padrão das 10 medidas para cada amostra.

3.2. Análise dos resultados do LIM e TECHSS

Para validar os ensaios realizados, foi efetuada a comparação dos valores obtidos pelos diferentes procedimentos do LIM com os valores apresentados pela empresa TECHSS a qual é acreditada pelo INMETRO no escopo da norma SENASP NT-01. A empresa utiliza um sistema conhecido no mercado como *TriggerScan*, o qual trata-se de um instrumento motorizado controlado por computador, projetado especificamente para testar mecanismos de gatilho de armas de fogo. Os resultados são apresentados na Tabela 3.

Observa-se que o procedimento 3 foi o que apresentou resultados mais próximos dos valores relatados pela TECHSS, com valores dentro da incerteza da medição. Porém, o procedimento 1 foi o que apresentou uma menor incerteza de medição, tendo uma melhor reprodutibilidade. O procedimento 2 foi o que apre-

sentou a maior incerteza de medida, o que está ligada aos fatores já apresentados no tópico 3.1.

Tabela 3. Comparação das medidas de força de puxada do gatilho .

Métodos	Medidas de Força da Puxada de Gatilho			
	AA044 413B	AA044 407B	AA044 398B	AA044 402B
TECHSS	36,99 ± 2,27	36,62 ± 2,27	39,37 ± 2,27	38,83 ± 2,27
P1	32,91 ± 0,62	31,41 ± 0,62	34,21 ± 0,62	33,31 ± 0,62
P2	41,85 ± 3,92	39,75 ± 3,92	44,80 ± 3,92	45,77 ± 3,92
P3	36,05 ± 3,10	35,97 ± 3,10	38,67 ± 3,10	38,53 ± 3,10

Nota-se também que há uma correspondência de proporcionalidade entre os valores de puxada medido das amostras para todos os métodos. Isso mostra que os métodos são capazes de caracterizar uma determinada amostra, mesmo havendo uma diferença no valor medido, pois em todas as avaliações foram observadas as mesmas características dos sistemas de acionamento do gatilho.

Podemos constatar que todos os ensaios, considerando os seus desvios, ainda estão dentro do valor definido pela *NT-SENASP nº 001/2020*, em que o pico da força deve estar entre 2 kgf (~19,61 N) e 4,5 kgf (~44,13 N), incluso estes valores.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que os métodos apresentados são válidos para obter o valor da força de puxada do gatilho, uma vez que apresentaram valores dentro do intervalo definido pela norma. É importante destacar que houve variações significativas entre os métodos, porém, nenhuma delas compromete o ensaio ao ponto de que o armamento seja reprovado com base nos padrões da norma.

É possível perceber que quando se restringe os graus de mobilidade do procedimento, há um menor desvio dos valores e por consequência uma menor incerteza de medida, como constatado no procedimento 1 e no procedimento da TECHSS.

Diante dos resultados apresentados, fica evidente a importância da padronização do método de medição da força de puxada do gatilho, buscando obter um método que tenha reprodutibilidade e confiabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Ministério da Justiça de Segurança Pública. **Pró-Segurança**. Retirado em 20/05/2024, de https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/sua-seguranca/seguranca-publica/pro-seguranca

[2] Ministério da Justiça de Segurança Pública. NT-SENASP nº 001/2020 - **Pistolas calibre 9x19 mm e .40 S&W**. 20 de abril de 2020. Retirado em 20/05/2024, https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/sua-seguranca/seguranca-publica/pro-seguranca/normas/portaria-no-130-de-15-de-abril-de-2020-nt-senasp-pistolas-calibre-9x19-mm-e-40-s-w.pdf/view

[3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR ISO/IEC 17025. **Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração**. São Paulo, 2004b.11p.

[4] DAMASCENO, Jailton Carreteiro; ANTONIO, João; DE OLIVEIRA, Sérgio Pinheiro. **Avaliação de dados de medição—Guia para a expressão de incerteza de medição**. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), 2008.

v. 14, n. 4, p. 237-239, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Hit Interestadual no BNPB entre Goiás e Minas Gerais, um relato de caso: a importância da expansão e interiorização do SINAB

R.L. Moura[a,*], E.R. de Oliveira[a], S.F. de Lima[a], J.L.S. Moreira[b], L. Freitas[b], M.F. Batista[b]

[a] *Instituto de Criminalística Leonardo Rodrigues, Superintendência da Polícia Técnico-Científica, Goiás (GO), Brasil*
[b] *Instituto de Criminalística, Polícia Civil de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), Brasil*
* *rodrigolm@policiacientifica.go.gov.br. Tel.: +55-62-98143-7542*

Keywords: balística forense, SINAB, BNPB, expansão, interiorização.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMÁTICA

O Sistema Nacional de Análise Balística (SINAB) integra todas as unidades federativas brasileiras ao Banco Nacional de Perfis Balísticos (BNPB) e é uma recente ferramenta investigativa utilizada no Brasil, tendo início de operação no ano de 2022 [1,2]. Por meio de um sistema de identificação balística (SIB), o SINAB permite o compartilhamento e a comparação dos perfis balísticos contidos no BNPB, tanto em âmbito estadual quanto em âmbito nacional. Isso possibilita a ligação de diferentes crimes entre si, que tenham sido praticados com o uso de uma ou mais armas de fogo em comum e, principalmente, permite a ligação de crimes a armas de fogo apreendidas, identificando aquelas utilizadas em ações criminosas [3,4]. Dessa forma, o BNPB e o SINAB auxiliam de forma decisiva, podendo indicar autoria, na investigação de crimes graves como homicídios, feminicídios, latrocínios, roubos, entre outros. Os números demonstram que a contribuição trazida pelo BNPB / SINAB nas investigações tem sido de grande vulto. Em pouco mais de 2 anos de operação, o Sistema já acumula mais de 2.000 ligações confirmadas, 42.500 elementos de munição cadastrados e quase 80.000 correlações analisadas [5].

Apesar do SINAB já conseguir integrar todas as unidades federativas brasileiras, com pouco mais de dois anos de atividade, ainda há um longo caminho a trilhar para se atingir uma abrangência nacional de fato. Isso porque o SINAB está presente em praticamente todas as capitais, mas ainda não está em grande parte do interior dos estados [6]. Cada estado foi contemplado pelo Governo Federal, por meio de um Acordo de Cooperação Técnica, com pelo menos um SIB [4]. Na maioria deles, considerando a quantidade de SIBs e fatores como recursos humanos e estruturais, é patente a falta de capacidade operacional para atender todo o território estadual, impossibilitando muitas vezes a integração dos interiores a esse Sistema, de modo que este acaba ficando, muitas vezes, restrito às regiões metropolitanas.

Sendo assim, apesar de sua efetividade investigativa, o SINAB ainda traz enormes desafios, dentre os quais podemos destacar: a necessidade de investimento elevado e contínuo e a heterogeneidade dos estados e regiões brasileiras no que tange a tamanho de território, densidade populacional, índices de criminalidade, organização administrativa das Polícias Científicas, entre outros.

2. DESENVOLVIMENTO

Uma série de homicídios ocorridos entre os meses de agosto e setembro de 2023, em um intervalo de pouco mais de 30 dias, deixou em alerta a cidade de Paracatu, no noroeste de Minas Gerais.

Em 14 de agosto, dois homens armados com pistolas invadiram uma construtora e executaram a tiros dois funcionários da empresa, os quais eram pai e filho, e ainda atingiram sem êxito fatal uma terceira vítima (caso 1). Três semanas depois, em 5 de setembro, três indivíduos atiraram mais de 60 vezes contra

um homem, que ainda assim conseguiu sobreviver (caso 2). Já em 20 de setembro, as vítimas foram três irmãos, atacados por homens armados que passaram numa moto, enquanto as vítimas conversavam na porta de casa: dois homens morreram e a irmã mais nova levou um tiro, mas sobreviveu (caso 3).

Na data de 22 de setembro, próximo à cidade de Corumbaíba/GO, na divisa entre os estados de Goiás e Minas Gerais, uma equipe do Comando de Operações de Divisas (COD) da Polícia Militar de Goiás, ao realizar uma abordagem, deu ordem de parada a um veículo Fiat/Argo de cor cinza com registro de furto/roubo. O veículo evadiu e seus três ocupantes abriram fogo contra a equipe policial. Nesse momento, os policiais militares iniciaram a perseguição com troca de tiros, a qual perdurou por alguns quilômetros no sentido Corumbaíba/GO, até conseguirem neutralizar os três agressores ocupantes do veículo, os quais vieram a óbito no local. Na ocasião, dois policiais militares também foram feridos, sendo um deles com um tiro na cabeça.

Durante a perícia de local de crime, realizada pelo Posto de Atendimento de Polícia-Técnico Científica (PAPTC) de Caldas Novas/GO, foram encontradas, junto aos ocupantes do veículo Fiat/Argo, 3 armas de fogo do tipo pistola, nos calibres nominais .40 S&W (arma A), 9mm Luger (arma B) e .380 ACP (arma C).

Após a ocorrência de intervenção policial, foi noticiado que os suspeitos mortos possivelmente seriam integrantes da facção criminosa Primeiro Comando da Capital (PCC) com atuação na cidade de Catalão/GO e estariam retornando da região de Paracatu/MG. A partir dessas informações, a administração do SINAB em Goiás se colocou em alerta. Isso porque, a ocorrência de intervenção policial se deu no interior do estado, onde atualmente não há cobertura ordinária do SINAB, já que o Estado de Goiás dispõe de apenas duas Centrais SINAB: uma na região metropolitana de Goiânia e outra na Região Integrada de Desenvolvimento do Entorno do Distrito Federal (RIDE-DF), sendo esta sediada em Luziânia/GO. Diante disso, a administração do SINAB em Goiás, considerando o histórico de suspeição dos indivíduos envolvidos e seu possível envolvimento com uma facção criminosa, atrelado à inexistência de estrutura para coleta de elementos de munição padrões das armas de fogo naquela regional, entrou em contato com a chefia do PAPTC de Caldas Novas/GO e solicitou o encaminhamento das armas de fogo apreendidas naquela ocorrência, para que elas tivessem seus padrões coletados e inseridos no BNPB. Em seguida, a administração do SINAB em Goiás fez contato também com a administração do SINAB em Minas Gerais, sediada na Central SINAB de Belo Horizonte/MG, informando sobre a ocorrência, apreensão das armas e a suspeita de que os envolvidos estariam retornando da cidade de Paracatu/MG. Diante disso, a Central SINAB mineira prontamente se dispôs a fazer contato com as autoridades locais de Paracatu/MG para o encaminhamento de vestígios balísticos relacionados a crimes graves cometidos naquela região em período próximo. Isso porque, na rotina da Central SINAB de Belo Horizonte/MG, comumente são processados, de forma ordinária, apenas materiais oriundos de ocorrências de sua região metropolitana.

Entre outubro e dezembro de 2023, após análise pericial, os Peritos Criminais da Polícia Civil de Minas Gerais e da Polícia Científica de Goiás identificaram ao todo 9 hits (ligações) que ligavam 3 casos da cidade de Paracatu/MG às 3 armas de fogo apreendidas na ocorrência de intervenção policial ocorrida no Estado de Goiás. Os 3 casos ligados às armas foram aqueles detalhados anteriormente (caso 1, caso 2 e caso 3), que culminaram em 4 homicídios consumados e 3 homicídios tentados. Os *hits* (ligações) se deram conforme a Figura 1:

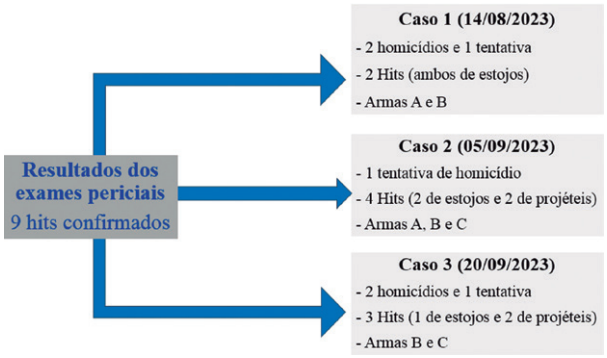


Figura 1. Esquema demonstrando um resumo dos resultados dos exames periciais relacionados.

3. CONCLUSÕES

O caso relatado exemplifica a importância da perícia criminal moderna, que atrela evidências científicas ao uso de tecnologias avançadas, como é o caso do BNPB. Nesse sentido, o BNPB / SINAB não propicia somente suporte à investigação, mas atua de forma direta na elucidação de crimes e no combate a violência, contribuindo de forma ativa para a segurança pública e para a promoção da justiça.

Além disso, e, principalmente, o caso Paracatu/MG-Corumbaíba/GO demonstra a importância e a necessidade de efetiva interiorização e expansão do SINAB, para que todo o território seja integrado ao processamento ordinário do sistema. Esse caso apresentou sucesso devido à iniciativa dos administradores estaduais envolvidos, uma vez que os vestígios balís-

ticos relacionados aos casos não seriam ordinariamente inseridos no SINAB. Logo, nota-se a importância e a necessidade de investimentos em tecnologia, estrutura, recursos humanos e treinamento, visando a expansão e interiorização do Sistema de modo a evitar a perda de ligações no SINAB e, consequentemente, aumentar a capacidade de elucidação de crimes violentos cometidos com uso de arma de fogo.

Ademais, o caso de sucesso em um trabalho conjunto das polícias goiana e mineira, evidencia ainda a importância da integração entre as forças de segurança pública brasileiras no combate ao crime, por meio de ações e projetos coordenados como é o caso do SINAB.

AGRADECIMENTOS

- Superintendência de Polícia Técnico-Científica de Goiás
- Secretaria de Estado da Segurança Pública de Goiás
- Polícia Civil de Minas Gerais
- Comando de Operações de Divisas da Polícia Militar de Goiás
- Posto de Atendimento de Polícia Técnico-Científica de Caldas Novas/GO
- 6ª Delegacia de Polícia Civil de Paracatu/MG

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Brasil. Lei nº 13.964, de 24 de dezembro de 2019. Aperfeiçoa a legislação penal e processual penal. *Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/L13964.htm.* Acesso em: 10 julho 2024.

[2] Brasil. Decreto nº 10.711, de 2 de junho de 2021. Institui o Banco Nacional de Perfis Balísticos, o Sistema Nacional de Análise Balística e o Comitê Gestor do Sistema Nacional de Análise Balística. *Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/decreto/D10711.htm.* Acesso em: 03 outubro 2023.

[3] Comitê Gestor do Sistema Nacional de Análise Balística. Resolução nº 4 – Manual de Procedimentos do SINAB. Brasília, 2023. 23 p

[4] Brasil. Sistema Nacional de Análise Balística - SINAB: Plano de Implementação. *Secretaria Nacional de Segurança Pública. Ministério da Justiça e Segurança Pública (org.)*. Brasília, 2019. 30 p.

[5] Brasil. SINAB – Sistema Nacional de Análise Balística: Power BI. Secretaria Nacional de Segurança Pública. Ministério da Justiça e Segurança Pública. *Disponível em: https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/sua-seguranca/seguranca-publica/sinab.* Acesso em: 10 julho 2024.

v. 14, n. 4, p. 240-243, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Projéteis polymatch: um desafio para o confronto balístico

E.J.J. Mallmann[a,*], T.C.N. Gama[a], B.Z.M. de Castro[a], R.M. da Silva[a], A.S. Gonçalves[a], A.C.B.L. de Mello[a]

[a] *Instituto de Criminalística, Polícia Civil do Distrito Federal, Brasília (DF), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: eduardo.mallmann@pcdf.df.gov.br Tel.: +55-61-99132-0650*

Keywords: Forensic Ballistics; Polymatch; Lead Polymer Coated; Ballistic Confrontation.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Um dos exames da Balística Forense é o de confronto balístico. Neste exame, os projéteis incriminados com áreas cotejáveis, sejam aqueles coletados em locais de crime, sejam aqueles extraídos de vítimas, podem ser utilizados para o exame de microcomparação balística (ou exame de confronto balístico) com outros projéteis incriminados ou com padrões expelidos de armas de fogo questionadas. Considerando que os crimes são cometidos com cartuchos de naturezas diversas, é sempre importante dispor de cartuchos semelhantes para que o critério da adequabilidade seja obedecido no momento em que se realiza o exame de confronto balístico.

2. PROBLEMÁTICA

A Companhia Brasileira de Cartuchos (CBC) lançou em julho de 2022 a sua linha de cartuchos Polymatch, com o argumento técnico de que seus projéteis, um núcleo de chumbo revestido por uma camada polimérica, representariam menor aquecimento e atrito no cano da arma de fogo, aumentando a vida útil destes. Por se tratarem de cartuchos montados com projéteis revestidos de um material de natureza consideravelmente distinta das jaquetas que revestem os projéteis, é natural que as interações com o interior do cano da arma de fogo provoquem marcações distintas. Como forma de verificar o grau de similaridade entre os projéteis encamisados – revestidos por jaquetas de latão – e os projéteis do tipo Polymatch, foi realizado estudo preliminar, analisando inicialmente quinze armas de fogo de três calibres distintos.

3. DESENVOLVIMENTO

Para a realização deste estudo preliminar, foram selecionadas quinze armas de fogo divididas em três grupos de cinco armas. Foram selecionados os calibres .38 SPL, .380 ACP e 9x19 mm, uma vez que representam aqueles calibres com maior casuística de exames neste Laboratório de Balística Forense nos últimos três anos.

3.1. Das amostras e dos padrões coletados e do Sistema Informatizado de Indexação Balística (EVOFINDER®)

As amostras foram nomeadas segundo o tipo de arma, calibre e a ordem de inserção no Sistema EVOFinder®. As amostras de revólveres de calibre .38 SPL foram nomeadas como R38-01 a R38-05. As amostras de pistolas de calibre .380 ACP foram nomeadas como P380-01 a P380-05. As amostras de pistolas de calibre 9x19mm foram nomeadas como P919-01 a P919-05.

De cada arma de fogo examinada foram coletados, além dos padrões inclusos na rotina de exames do LBF, dois padrões com cartuchos do tipo Polymatch. De cada revólver foram coletados cinco padrões, sendo dois encamisados (PP01 e PP02), um de chumbo nu (PP03) e dois do tipo Polymatch (PP04 e PP05). De cada pistola foram coletados quatro padrões, sendo dois encamisados (PP01 e PP02) e dois do tipo Polymatch (PP03 e PP04). Os padrões foram coletados no tanque balístico do Laboratório de Balística Forense do Instituto de Criminalística da Polícia Civil do Distrito Federal, utilizando água corrente como fluido. Para a realização deste estudo preliminar, foi

utilizado o Sistema EVOFinder® como software de indexação balística e de confronto *in silico*.

Após a inserção dos padrões de cada amostra no Sistema Informatizado EVOFinder®, dois padrões de cada arma de fogo foram selecionados para serem confrontados com o bando de dados. Uma vez realizado o confronto *in sílico* para cada padrão selecionado, o Sistema EVOFinder® retornou os possíveis matches para cada amostra, elencados nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente, para os calibres .38 SPL, .380 ACP e 9x19 mm.

3.2. Da análise dos dados e imagens gerados pela rotina de confronto *in sílico*.

Os resultados do confronto *in silico* foram agrupados em tabelas de acordo com as amostras, posições no ranking de possíveis matches e score, iniciando pela Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados para o calibre .38 SPL.

Amostra	PP01 x	Posição	Score	PP03 x	Posição	Score
R38-01	PP02	1	0.426	PP04	1574	0.172
	PP03	390	0.192	PP01	500	0.190
	PP04	475	0.190	PP02	1887	0.169
	PP05	4	0.248	PP03	2802	0.159
R38-02	PP02	1	0.381	PP04	165	0.207
	PP03	41	0.210	PP01	5690	0.148
	PP04	4422	0.148	PP02	1449	0.179
	PP05	2117	0.162	PP03	2717	0.168
R38-03	PP02	1	0.468	PP04	3201	0.157
	PP03	4534	0.138	PP01	2769	0.160
	PP04	1137	0.160	PP02	5021	0.144
	PP05	445	0.171	PP03	545	0.189
R38-04	PP02	2	0.648	PP04	3858	0.160
	PP03	1485	0.170	PP01	127	0.212
	PP04	2003	0.165	PP02	5116	0.152
	PP05	2846	0.159	PP03	5143	0.152
R38-05	PP02	1	0.323	PP04	181	0.223
	PP03	6453	0.124	PP01	4661	0.148
	PP04	3185	0.148	PP02	5057	0.145
	PP05	3053	0.149	PP03	1197	0.184

Analisando os dados da Tabela 1, os padrões encamisados (PP01 e PP02) apresentaram o maior grau de similaridade entre si, o que, além de ir ao encontro do princípio da adequabilidade, ilustra que um material com maior dureza produz microestriamentos mais bem definidos e perenes, quando comparados com os produzidos nos projéteis do tipo chumbo nu e nos padrões do tipo Polymatch. Quantitativamente, o ranking de similaridade trouxe acentuadas diferenças entre os padrões

Quando um dos padrões PolyMatch foi confrontado contra o banco (PP03 *versus* banco), os demais padrões da arma de fogo examinada assumiram scores baixos e posições elevadas no ranking de similaridade.

Da mesma forma como ocorrido com as amostras de calibre .38 SPL, os padrões das pistolas de calibre .380 ACP – ilustrados na Tabela 2 – apresentaram maior grau de similaridade e melhores posições no ranking para os projéteis encamisados (PP01 e PP02). A exceção ficou a cargo da amostra P380-03, uma arma de fogo com raiamento do tipo poligonal, cujos padrões encamisados apresentaram um score de similaridade entre si menor (0.213) que quando comparado a um dos padrões do tipo

Polymatch (0.222). Seguindo a exceção, o confronto entre os dois projéteis do tipo Polymatch da arma P-380-03 apresentaram uma maior similaridade (0.266) e uma melhor posição no ranking (189). Por fim, de acordo com os dados ilustrados na Tabela 3, é possível perceber que há uma concordância com os resultados já ilustrados na Tabela 2, de modo que os padrões encamisados (PP01 e PP02) apresentam maiores similaridades e melhores posições no ranking de possíveis matches.

Tabela 2 – Resultados para o calibre .380 ACP.

Amostra	PP01 x	Posição	Score	PP03 x	Posição	Score
P380-01	PP02	1	0.768	PP04	2177	0.204
	PP03	347	0.258	PP01	601	0.258
	PP04	43	0.294	PP02	2315	0.201
P380-02	PP02	1	0.780	PP04	189	0.230
	PP03	600	0.205	PP01	677	0.205
	PP04	15	0.256	PP02	492	0.211
P380-03	PP02	1552	0.213	PP04	189	0.266
	PP03	1972	0.201	PP01	2177	0.201
	PP04	1202	0.222	PP02	308	0.256
P380-04	PP02	1	0.454	PP04	10	0.197
	PP03	90	0.167	PP01	58	0.167
	PP04	25	0.192	PP02	7	0.203
P380-05	PP02	1	0.823	PP04	780	0.245
	PP03	74	0.276	PP01	205	0.276
	PP04	1236	0.218	PP02	31	0.309

Tabela 3 – Resultados para o calibre 9x19 mm.

Amostra	PP01 x	Posição	Score	PP03 x	Posição	Score
P9x19-01	PP02	1	0.663	PP04	2405	0.170
	PP03	2082	0.164	PP01	2757	0.164
	PP04	89	0.212	PP02	3138	0.152
P9x19-02	PP02	1	0.664	PP04	467	0.206
	PP03	2341	0.165	PP01	2788	0.165
	PP04	384	0.197	PP02	2896	0.162
P9x19-03	PP02	1	0.706	PP04	47	0.247
	PP03	1414	0.190	PP01	1454	0.190
	PP04	490	0.209	PP02	338	0.218
P9x19-04	PP02	1	0.792	PP04	142	0.214
	PP03	1941	0.165	PP01	1927	0.165
	PP04	328	0.194	PP02	735	0.186
P9x19-05	PP02	1	0.819	PP04	1689	0.166
	PP03	1561	0.186	PP01	711	0.186
	PP04	2768	0.166	PP02	2800	0.146

A partir dos resultados quantitativos ilustrados nas Tabelas 1, 2 e 3, procedeu-se ao carregamento das imagens no sistema EVOFINDER® para analisar os confrontos realizados pelo software. Para ilustrar as comparações entre os padrões coletados de armas de fogo, foram geradas figuras para melhor compreensão. A Figura 1 ilustra um confronto positivo entre os projéteis PP01 e PP02 da amostra R38-01.

Figura 1. PP01 e PP02 da amostra R38-01. Zoom 100%.

Na sequência, a Figura 2 ilustra o confronto entre o PP01 e o PP04 da amostra R38-01.

Figura 2. PP01 e PP05 da amostra R38-01. Zoom 100%.

É possível perceber que, em que pese o ranking numérico tenha elencado a confronto entre PP01 e PP05 na posição 4 e com um score de 0.248, o exame visual representou um desafio, uma vez que devido às diferenças de materiais, a coincidência de microestriamentos, e mesmo de larguras, mostrou-se crítica. A Figura 3 ilustra as seis raias de cada um dos projéteis (PP01 e PP05) e suas diferenças quanto aos microestriamentos produzidos pelos ressaltos e cavados da arma de fogo examinada.

Figura 3. PP01 e PP05 da amostra R38-01. Zoom 25%.

De modo geral, independentemente do calibre, os cartuchos do tipo Polymatch apresentaram uma maior escassez de microestriamentos produzidos o que foi possível constatar quantitativamente nas tabelas e qualitativamente nas imagens. A atenção deve estar voltada para resultados como este ilustrado nas Figuras 1, 2 e 3 que, em que pesem tenham trazido o projétil PP05 na quarta posição de possíveis candidatos, revelou áreas com poucas coincidências de microestriamentos.

4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos e analisados neste estudo preliminar, foi possível identificar consideráveis diferenças de similaridade entre os projéteis do tipo encamisados e do tipo PolyMatch. Tais diferenças foram evidenciadas tanto na lista de prováveis matches, por meio de valores atribuídos a scores de similaridade e posição na fila, quanto nas imagens geradas a partir do escaneamento das superfícies dos projéteis, o que denotou a susceptibilidade à deformação com perda de informação de microestriamentos por parte dos projéteis do tipo Polymatch. Estes resultados revelam a necessidade de uma maior atenção na coleta de padrões e exames com incriminados desta natureza, uma vez que potenciais exames de confrontos balísticos com resultados positivos podem estar ocultos.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Balística Forense, bem como ao Instituto de Criminalística e à Polícia Civil do Distrito Federal pela infraestrutura concedida para a realização deste trabalho, bem como aos peritos criminais envolvidos em cada etapa da realização deste estudo preliminar.

À Associação Brasiliense de Peritos em Criminalística pelo apoio financeiro que viabilizou a submissão deste trabalho para o Congresso de Criminalística.

v. 14, n. 4, p. 244-249, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

O SINAB como instrumento de inteligência pericial: estudo de caso com múltiplos vínculos sugestivos de ação de grupo(s) de extermínio no Estado do Pará

T.A.A. Carvalho[a,*], I.F.T. Vilaça[b], D.S. Frade[c], B.V.D. Martins[d]

a , b, c, d Instituto de Criminalística Iran Bezerra, Polícia Científica do Pará, Belém (PA), Brasil
**Endereço de e-mail para correspondência: tarcarvalho@gmail.com. Tel.: +55-91- 98407-5993*

Keywords: Sistema Nacional de Análise Balística; Inteligência Pericial; Grupos de Extermínio; Homicídios; Pará.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

No âmbito brasileiro, a reflexão sobre o espaço urbano se entrelaça diretamente com o desafio da criminalidade violenta, dado o aumento significativo de homicídios registrados no país desde 1960. Esse cenário motivou o Estado e a sociedade brasileira a confrontarem essa problemática com estudos estatísticos, a fim de entender as causas desse fenômeno urbano e, também, identificar os autores desses crimes, visando fomentar políticas públicas de controle social traduzidas em prevenção e punição à criminalidade violenta nas cidades do Brasil [1].

Nesse viés, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e o Fórum Brasileiro de Segurança Pública (FBSP), dedicam-se, desde 2016, a pesquisas e análises estatísticas detalhadas da mortalidade no Brasil, utilizando-se de dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) e do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan) do Ministério da Saúde. De acordo com esses estudos, aproximadamente meio milhão de brasileiros foram vitimados por armas de fogo do ano de 2009 a 2019. O estado do Pará, neste mesmo período, registrou um aumento alarmante de 14,9% nas mortes por armas de fogo, totalizando 28.019 óbitos, números comparáveis aos cenários de guerras civis em países do Oriente [2].

Para mais, Belém, capital do estado do Pará, figura entre as capitais brasileiras com os mais altos índices de homicídio. De acordo com dados do IPEA e do FBSP de 2018, no ano de 2016 Belém registrou uma taxa de 77 homicídios por 100 mil habitantes, tornando-se a capital mais violenta do Brasil [3].

De acordo com Oliveira Neto [4], parte desses homicídios está associada a episódios de chacina, eventos em que grupos de extermínio são frequentemente apontados como os responsáveis, a medida em que fornecem "proteção" na forma de morte, exercendo o papel de "justiceiros" em territórios onde o poder público executa o seu poder de ação de forma ineficiente.

Dados mais recentes dão conta de que em 2024, nenhum município paraense lidera o *ranking* das cidades mais violentas do mundo, cenário esse oriundo de investimentos em nível de planejamento e execução de políticas públicas em Segurança Pública e Defesa Social no Estado [5].

A exemplo disso, podemos citar o investimento da Secretaria Nacional de Segurança Pública (SENASP), que forneceu, a partir do ano de 2022, aos estados brasileiros (dentre eles, o Pará foi um dos cinco pioneiros), equipamentos com tecnologia de ponta para a digitalização e análise de elementos balísticos em imagem 3D (projéteis e estojos componentes de munição de arma de fogo). Esses elementos balísticos capturados têm sido gradativamente armazenados, passando a compor o Banco Nacional de Perfis Balísticos (BNPB), um repositório que está dividido em partições para cada estado brasileiro.

T.T.A. Carvalho *et al.*, Rev. Bras. Crim. 14(4), 244-249, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

O Sistema Nacional de Análise Balística (SINAB) é a ferramenta que permite a interligação de todos os elementos balísticos que estão armazenados no BNPB e viabiliza aos estados a busca desses dados e possíveis correlações que determinem vínculos entre diferentes locais de crime e/ou cadáveres vitimados por uso de uma mesma arma de fogo.

Assim, provas de incidentes com armas de fogo podem ser cruciais para desvendar crimes de natureza homicida, a partir da conexão entre crimes aparentemente independentes, fornecendo informações valiosas e oportunas para investigações criminais no país, viabilizando a colaboração mútua inter agências no âmbito da Segurança Pública e Justiça Criminal, tanto a nível local, como nacional.

2. PROBLEMÁTICA

Considerando-se que a violência letal perpetrada com o uso de arma de fogo na capital paraense é um tema que merece o devido destaque e que deve ser prioritário nos debates e ações públicas e civis, este estudo de caso pretende evidenciar os resultados obtidos a partir do incremento do SINAB, o qual mostrou-se como eficiente ferramenta de inteligência pericial e policial para o estabelecimento de múltiplos elos - até então desconhecidos pelos meios comuns de investigação - entre eventos criminais cujos autores empregaram a mesma arma de fogo para ceifar vidas, facilitando, portanto, a persecução criminal.

Assim, o presente estudo justifica-se pela importância de se estabelecer vínculos entre eventos criminais perpetrados pela mesma arma de fogo em diferentes dias e locais, a fim de se estabelecer indícios necessários à autoria dos crimes ocorridos, sobretudo os homicídios sugestivos de ação de grupos de extermínio no estado do Pará, e, consequentemente, punindo os envolvidos e inibindo novas práticas criminosas dessa natureza.

3. DESENVOLVIMENTO

Foi realizado estudo de caso de uma chacina*, ocorrida no em 2019, no município de Ananindeua-PA, envolvendo a execução de 03 (três) vítimas, evento esse que serviu como ponto de partida para o estabelecimento de múltiplos vínculos, a partir de *hits* (ligações), via SINAB, entre projéteis e/ou estojos presentes em diferentes locais de crime e/ou recuperados de cadáveres, com outros 06 (seis) eventos criminosos envolvendo vítimas fatais, ocorridos em diferentes datas e locais no estado do Pará. A ordem dos casos aqui representada está relacionada à sequência de encontro de correlações entre os mesmos.

3.1. Vínculos diretos /correlações entre os casos

A partir do **Caso 01** (triplo homicídio acima relatado), foram encontrados 03 (três) vínculos diretos entre diferentes casos de homicídio ocorridos de fevereiro de 2019 a julho de 2022, um deles ocorrido na área urbana do município de Santa Bárbara do Pará (**Caso 02**, em 22.07.22) e os outros no bairro Jurunas, no município de Belém (**Caso 03** e **Caso 04**, em 10.02.19 e 06.02.19, respectivamente).

O Caso 03 apresenta vínculo direto com o **Caso 05**, homicídio ocorrido em 31.01.19 no bairro Guamá (Belém- PA), portanto ocorreram em datas próximas, e em bairros divergentes, porém limítrofes geograficamente.

O **Caso 04** possui ligação direta com o **Caso 06** (homicídio ocorrido no bairro Jurunas, em 05.02.19) e o **Caso 07** (homicídio no bairro Cremação, em 02.02.19), ou seja, em datas próximas e em locais adjacentes, bem como também apresentou ligação com o **Caso 03**.

Foram encontradas, também, correlações entre casos previamente apresentados, sendo observadas entre os **Casos 06** e **03**, bem como entre os **Casos 07** e **03**.

As ligações diretas e correlações entre os casos podem ser observadas na Fig.1.

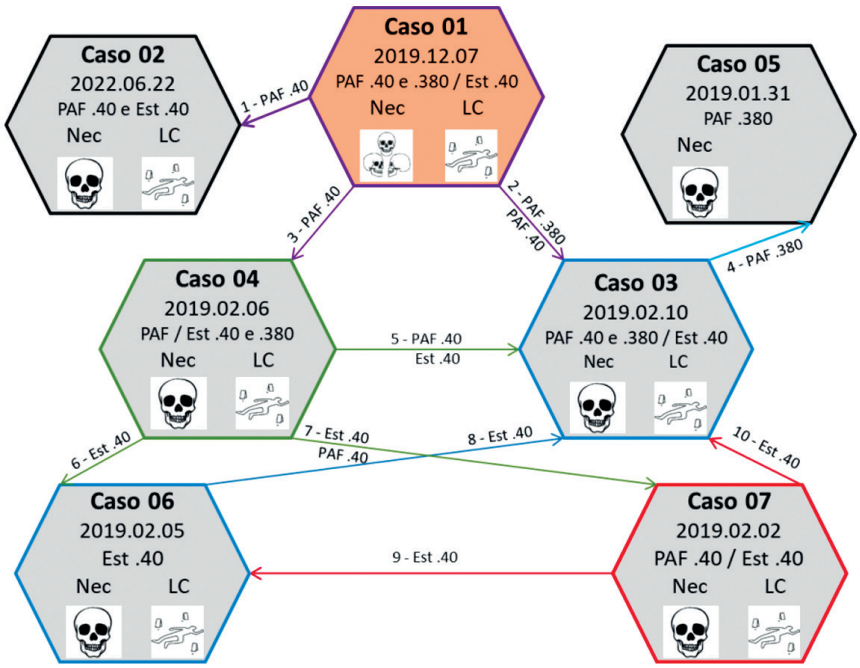


Figura 1. Correlações encontradas via protocolo SINAB.
(Números junto às setas indicam a ordem de correlação encontrada via SINAB).

* Chacina – Para [2-6], o termo refere-se a eventos criminais que envolvem múltiplos homicídios (a partir de três vítimas), sendo empregado pela imprensa brasileira, contudo, não há definição jurídica para o uso do aludido termo.

3.2. Histórico dos casos

O **CASO 01** refere-se ao triplo homicídio ocorrido na noite do dia 07.12.2019, no bairro Maguari, município de Ananindeua, pertencente à Região Metropolitana de Belém (RMB), capital do Pará. Segundo consta no histórico do Laudo de Perícia de Local de Crime, as vítimas foram mortas em via pública, tendo sido perseguidas por um veículo de cor prata, do qual desembarcaram os perpetradores. Não foram encontrados sinais de luta/defesa, além de múltiplas lesões perfurocontusas em regiões vitais (cabeça, abdômen e tórax), em sentido póstero-anterior, sendo encontradas lesões típicas de tiro a curta distância. Destaca-se que foram encontradas buchas plásticas nos exames de necrópsia, indicando disparo a curta distância com arma de fogo de alma lisa.

A **vítima 01** (homem, 31 anos) apresentou 04 (quatro) lesões perfurocontusas com características de entrada de projétil de arma de fogo (PAF), localizadas nas regiões mastoidea direita, sacral direita e 01 (uma) no glúteo direito, sendo a primeira provocada com uso de arma de alma lisa. Foram recuperados: 01 (um) PAF de calibre .40, 01 (um) PAF de calibre .380, diversas esferas em liga de chumbo e 01 (um) fragmento de bucha.

A **vítima 02** (homem, 28 anos) possui 02 (duas) lesões perfurocontusas de entrada de PAF: uma na lateral esquerda do tórax e outra na região supra-escapular esquerda, sendo a última provocada com uso de arma dealma lisa. Foram recuperados: 01 (um) PAF .40, diversas esferas em liga de chumbo e 01 (um) fragmento de bucha.

A **vítima 03** (homem, 39 anos) possui 08 (oito) feridas perfurocontusas, das quais 02 (duas) na região occipital (uma destas com uso de arma de alma lisa), 01 (uma) na região infraescapular, e 01 (uma) na região axilar. Foram recuperados 02 (dois) PAFs de calibre .40, diversas esferas em liga de chumbo e 01 (um) fragmento de bucha.

No local de crime e nas vítimas, foram encontrados 07 projéteis compatíveis com os calibres nominais .40 e .380, 02 (dois) estojos de calibre nominal .40 S&W (com código de rastreabilidade presente), além disso também foram encontrados balins e buchas, indicando o uso de, pelo menos, 03 (três) armas de fogo diferentes.

O **CASO 02** ocorreu em 22 de junho de 2022, em uma residência no município de Santa Bárbara, pertencente à RMB, situado a 40km de Belém. Segundo relatos, 02 (dois) perpetradores desembarcaram de uma motocicleta, adentraram a residência davítima e efetuaram diversos disparos com armas de fogo. A vítima (homem, 24 anos) apresentou 12 (doze) ferimentos perfurocontusos de entrada de PAF, dentre os quais 01 (um) na região nasal, 02 (dois) na região glútea direita, 03 (três) na lateral esquerda do tórax e diversos nas pernas e braços, a maior parte em sentido póstero-anterior. Foram recuperados, no exame de necrópsia, 04 (quatro) PAFs .40 e no local de crime 08 (oito) estojos .40 e 02 (dois) PAFs .40.

Quadro 1. Detalhamento sobre os casos analisados

Caso	Data	Localização (Bairro/ Município)	Itens Analisados		Itens Cadastrados BNPB
01	07.12.19	Maguari / Ananindeua	Necrópsia 1	- 23 Balins e 01 Frag. Bucha - 01 PAF .40 e 01 PAF .380	- PAF .380
			Necrópsia 2	- 06 Balins e 01 Frag. Bucha - 01 PAF .40	- PAF .40
			Necrópsia 3	- 21 Balins e 01 Frag. bucha - 02 PAFs .40	
			Local de crime	- 02 PAF .40 - 02 Estojos .40**	- PAF.40 - Estojo .40
02	22.07.22	Zona urbana / Santa Bárbara	Necrópsia	- 04 PAFs .40	- PAFs .40
			Local de crime	- 08 Estojos .40** - 02 PAF .40	- Estojo .40
03	10.02.19	Jurunas / Belém	Necrópsia	- 02 PAF .40 - 03 PAFs .380	- PAF .40 - PAF .380
			Local de crime	- 01 Estojo .40	- Estojo .40
04	06.02.19	Jurunas / Belém	Necrópsia	- 02 PAFs .380	- PAF .380
			Local de crime	- 04 Estojos .40 - 02 PAFs .40 - 02 Estojos .380	- Estojo .40 - Estojo .380 - PAF .40
05	31.01.19	Guamá / Belém	Necrópsia	- 03 PAFs .380	- PAFs .380
06	05.02.19	Jurunas / Belém	Necrópsia	- 03 PAFs .40	- PAF .40
			Local de crime	- 02 Estojos .40	- Estojo .40
07	02.02.19	Cremação / Belém	Necrópsia	- 01 PAFs .40	
			Local de crime	- 06 PAFs .40 - 02 Estojos .40	- PAF .40 - Estojo .40

O **CASO 03** ocorreu em 10 de fevereiro de 2019, em via pública, próximo ao local de trabalho da vítima, no bairro Jurunas, município de Belém. Segundo relatos, a vítima (homem, 20 anos) foi seguida por homens em um veículo de cor prata, os quais desembarcaram e abordaram a vítima, a qual apresentou 05 (cinco) ferimentos com características de entrada de PAF, dentre os quais 02 (dois) na região temporal esquerda, dorsal direita, lateral direita do tórax, lateral direita do abdômen e 01 (um) no glúteo direito, sendo a maioria em sentido póstero-anterior e da direita para a esquerda. Foram recuperados do cadáver: 02 (dois) PAFs .40 e 02 (dois) PAFs .380. No local de crime foi encontrado 01 (um) estojo .40.

O **CASO 04** ocorreu no dia 06 de fevereiro de 2019, em uma residência no bairro Jurunas, município Belém. Três homens encapuzados desembarcaram de um veículo de cor prata e teriam perseguido a vítima (homem, de 34 anos de idade) na residência onde ocorreu o fato, sendo que foram encontradas oito ferimentos perfurocontusos provocados por PAF nas regiões parietal direita, anterior da coxa, lombar direita, lombar esquerda e posterior do braço, sendo a maior parte em sentido póstero-anterior, da direita para a esquerda. No local de crime foram encontrados quatro estojos de calibre .40 (todos com código de rastreabilidade presentes), dois estojos de calibre .380, um projétil de calibre .40 e outros fragmentos de camisa metálica.

O **CASO 05** ocorreu em 31 de janeiro de 2019 e envolveu uma vítima (homem, 30 anos) que foi atendida em uma Unidade Básica de Saúde (UPA) no bairro Guamá, município Belém. Na vítima foram encontradas 08 (oito) lesões perfurocontusas com características de entrada de PAF, localizadas nas regiões: têmporo-occipital direita, braço direito, escapular direita, braço direito, hipocôndrio direito e perna direita, sendo a maior parte em sentido póstero-anterior e da direita para a esquerda. Foram recuperados: 01 (um) PAF, 02 (duas) camisas e 02 (dois) núcleos de PAF, todos de calibre .380. Não há informação sobre o local de crime dessa vítima.

O **CASO 06** ocorreu no dia 05 de fevereiro de 2019, em uma praça no bairro Jurunas, município Belém. Segundo relatos, a vítima (homem, 19 anos) foi morta por um indivíduo que desembarcou de um veículo de cor prata. A vítima apresentou 04 (quatro) lesões perfurocontusas com características de orifício de entrada de PAF, nas regiões: mastoidea esquerda, escapular direita, infra-escapular direita e mesogástrica, sendo a maior parte das lesões em sentido póstero-anterior. Foram recuperados 01 (um) projétil e 02 (duas) camisas de projétil, todos de calibre .40. No local de crime foram encontrados 02 (dois) estojos de calibre .40 (ambos apresentando código de rastreabilidade) O **CASO 07** ocorreu no dia 02 de fevereiro de 2019, no interior de um estabelecimento comercial (lava à jato) localizado no bairro Cremação, município de Belém. A vítima foi morta por 04 (quatro) homens encapuzados que desembarcaram de um veículo de cor prata. A vítima (homem, 31 anos) apresentou 12 (doze) lesões perfurocontusas com características de entrada de PAF, localizadas nas regiões: frontal direita, parietal direita, occipital à direita, deltoidea esquerda, anterior do braço esquerdo (terço médio), anterior do antebraço esquerdo (terço distal), região escapular esquerda, glútea direita, posterior do braço esquerdo, posterior do antebraço esquerdo (terço médio), posterior da mão esquerda, sendo a maior parte das lesões em sentido póstero-anterior e da direita para a esquerda. No local de crime foram recuperados: 01 (um) cartucho, 02 (dois) PAFs, 02 (duas) camisas de PAF e 04 (quatro) estojos (com código de rastreabilidade), todos de calibre .40.

O detalhamento desses casos, como: informações acerca da data, da localização, da descrição e quantitativo de itens analisados (elementos balísticos), bem como dos itens cadastrados no BNPB, constam no Quadro 1, sendo possível observar que o total de 108 peças foram previamente analisadas pelos peritos para que fossem cadastradas 20 peças, das quais, parte delas apresentou os vínculos estabelecidos, via SINAB, ora apresentados. Esses veículos foram confirmados pelos peritos criminais lotados no Núcleo de Balística Forense da Polícia Científica do Pará (PCEPA).

3.3. Distribuição geográfica dos casos

Maior parte dos casos vinculados ocorreu no município de Belém-PA, mais especificamente no bairro Jurunas (Casos 3, 4 e 6), enquanto que outros dois casos (Casos 5 e 7) ocorreram em bairros vizinhos ao aludido bairro, demonstrando uma prevalência espacial para a prática de homicídios perpetrados pela mesma arma de fogo (Fig 2)

Figura 2 – Distribuição geográfica dos casos relatados na Região Metropolitana de Belém (Fonte: Google Maps,2024. https://goo.gl/maps)

Vilaça [7] evidencia, em seus estudos, que os bairros Guamá, Jurunas e Cremação figuraram-se, nos anos de 2011 a 2013 entre os 05 (cinco) que lideravam o *ranking* dos bairros onde residiam as vítimas de homicídio, bairros esses heterogêneos, pois neles se observam habitações precárias dividindo espaço com novas construções desenvolvidas pelo mercado imobiliário.

Segundo Chagas [8] a situação crítica do Guamá, descrevendo-o como um bairro formado por áreas de

intensa periferização, composto na sua maior parte de favelas, constituindo-se em um dos bairros mais pobres e populosos do município de Belém, onde a ação estatal configura-se, prioritariamente, pela intervenção policial, como forma de controlar a violência existente, sobrepondo-se às ações voltadas ao saneamento básico, à educação, à saúde, ao transporte, ao lazer etc. O autor atenta para a possibilidade da existência de grupos de extermínio no referido bairro, os quais estariam cometendo homicídios na área envolvendo diretamente "pessoas que tinham alguma relação com a criminalidade, tinham praticado crimes no bairro ou mesmo que tinham saído recentemente da prisão". Complementa sinalizando que os bairros Guamá e Jurunas configuram-se como os bairros mais populosos de Belém, apresentando precários indicadores socioeconômicos e destaque para os crimes de homicídio. Ressalta, também, que nos últimos anos esses bairros vêm sendo palco de intensa disputa territorial entre grupos criminosos que controlam o tráfico de drogas na área, de modo que a criminalidade manifesta-se não apenas pela rivalidade existente entre esses grupos, mas, principalmente do efeito que essa rivalidade provoca, traduzida pela necessidade constante de manutenção e expansão do consumo local de drogas.

Derradeiramente, corroborando com [7-8], a partir do presente estudo de caso, foi possível determinar múltiplos vínculos sugestivos da ação de grupo(s) de extermínio nos referidos bairros, dadas: *i)* as condições exaradas descrição dos exames perinecroscópicos da maioria das vítimas, com características típicas de execução, tais como: presença de múltiplas lesões perfurocontusas em regiões vitais (cabeça e tórax e abdome), com frequente ocorrência de lesões no sentido póstero-anterior, como também, lesões típicas de tiro a curta distância; preferência pelas regiões glútea e mastoidea; e ausência de sinais de luta/defesa; *ii)* o frequente relato de que as vítimas teriam sido perseguidas até a consumação de sua morte; *iii)* a via pública como localização prevalente; *iv)* bem como o relato reiterado da presença de um carro de cor prateada para a condução dos autores desses crimes.

4. CONCLUSÃO

O SINAB configura-se como importante ferramenta de Inteligência Pericial/Policial, capaz de estabelecer vínculos entre diferentes eventos criminosos, ligando locais de crime, e/ou cadáveres vitimados pela mesma arma de fogo, de modo a subsidiar o processo de investigação criminal.

A partir do presente estudo de caso realizado, foi possível determinar múltiplos vínculos, sugestivos da ação de grupo(s) de extermínio, dadas as condições descritas.

Portanto, a partir dos vínculos estabelecidos, via SINAB, e validados pelos peritos lotados no Núcleo de Balística Forense da PCEPA, foi possível estabelecer o *modus operandi* e distribuição espacial desses crimes, favorecendo a persecução penal e o estabelecimento de políticas públicas coibitivas para crimes dessa natureza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

L.S. Almeida. Território, poder e violência urbana: agentes territoriais e os crimes violentos letais em Macapá. *Dissertação de Mestrado*, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Pará (2017).

E.M.L.S. Ramos; B.M. Miranda; L.V.A. Araújo. Chacinas de Belém: participação de grupos milicianos e de extermínio nos homicídios de Belém, Pará, Brasil. *Rev. bras. de segur. pública* ***18***: 172-193 (2024).

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; FBSP – Fórum Brasileiro de Segurança Pública. *Atlas da Violência* 1-91 (2018).

S.B. Oliveira Neto. Sangue nos olhos: sociologia da letalidade policial no estado do Pará. *Tese de Doutorado*, Instituto de Sociologia, Universidade de Brasília (2020).

Agência Pará. Cidades paraenses estão fora do ranking das mais violentas do mundo (2024).

V.S. Telles. *A cidade nas fronteiras do legal e ilegal,* Argumentum, Brasil (2010).

I.F.T. Vilaça. Vitimização por homicídio: perfil socioeconômico e criminal das vítimas. *Dissertação de Mestrado*, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Pará (2016).

C.A.N. Chagas. Geografia, segurança pública e a cartografia dos homicídios na Região Metropolitana de Belém. *Boletim amazônico de geografia*. Belém **01**: 186- 203 (2014).

v. 14, n. 4, p. 250-255, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Caracterização física e química de propelentes utilizados em cartuchos para armas de fogo

C.A. Andrade[a,*], J.A. Gomes[a], M.H. Sousa[b]

a Instituto de Criminalística, Polícia Civil do Distrito Federal, Brasília (DF), Brasil
b Faculdade de Ceilândia, Universidade de Brasília, Brasília (DF), Brasil
**Endereço de e-mail para correspondência: charles.fis@gmail.com Tel.: +55-61-99979-9069.*

Keywords: GSR; Gunpowder; Physical and chemical characteristics.

1. INTRODUÇÃO

Quando da realização do tiro, uma série de subprodutos são produzidos em decorrência da detonação da espoleta, da combustão do propelente, de pólvora não comburida e partículas metálicas proveniente do projétil, do estojo e da alma do cano da arma de fogo, esses subprodutos são denominados GSR (*Gunshot Residue*) [1].

A análise de diferentes tipos e classes de GSR pode contribuir para a solução de crimes. Sua presença pode fornecer evidências de apoio em investigações criminais envolvendo armas de fogo, por exemplo, para estimar a distância de tiro, identificação de orifício de entrada de projétil expelido por arma de fogo, estimativa do tempo decorrido desde a realização do tiro e determinação do tipo de munição utilizada [2]. Porém, observam-se significativas diferenças na distribuição de GSR em virtude das variáveis: tipos de munições, tipos armas de fogo, diferentes distâncias entre a arma e o anteparo, além do intervalo de tempo após o disparo [3].

As ciências forenses têm acompanhado a evolução do conhecimento técnico-científico e há atualmente várias áreas de especialização na criminalística, como a antropologia forense, entomologia forense, botânica forense, genética forense, balística forense, geoquímica forense e outros. No que tange à balística forense, existem outras tantas subdivisões e faz-se necessário uma abordagem multidisciplinar para conseguir explicar adequadamente os fenômenos em estudo. Nesse sentido, o estudo e a análise de GSR é uma atribuição da balística forense, em sua interface com a química e a física forenses.

Do universo do que se convencionou chamar GSR, pode-se distinguir duas classes: *Organic GSR* (O-GSR) e *Inorganic GRS* (I-GSR). Enquanto o primeiro é principalmente resíduos oriundos do propelente (pólvora "sem fumaça" - *smokeless powder*) e seus estabilizantes [4]; o segundo são partículas oriundas da espoleta, componentes metálicos usualmente adicionados à chumbo, bário e antimônio [5].

Nesta pesquisa, buscou-se estudar o propelente *in natura*, ou seja, o foco do trabalho é caracterização física e química de propelentes utilizados em cartuchos para armas de fogo.

2. METODOLOGIA

2.1. Objeto de estudo

Existe no mercado (nacional e estrangeiro) de munições uma vasta gama de propelentes, que podem ser classificados e agrupados sob diversos parâmetros: pólvoras negra e sem fumaça; pólvoras de bases simples, dupla e tripla; pólvoras de queima rápida e de queima lenta, etc. Ademais, as pólvoras possuem diferentes apresentações físicas: tubo monoperfurado; disco compacto; disco poroso; esferas; etc. [6].

A legislação brasileira é extremamente rígida quanto à produção, comercialização e utilização de armas de fogo e suas munições; assim, há no país apenas um grande fabricante de munições, a Companhia Brasileira de Cartuchos – CBC, que é responsável pela quase totalidade dos cartuchos para armas de fogo colocados em circulação no território nacional. Porém, cartuchos de outros tantos fabricantes de munições podem ser encontrados no país, seja em

virtude de aquisições regulares, seja como resultado do ingresso ilegal no país.

O objeto de estudo da presente pesquisa são os propelentes (pólvoras) utilizados pela CBC, em comparação com os propelentes utilizados por outros fabricantes. Ser capaz de discriminar propelentes de diferentes fabricantes pode ser extremamente útil na práxis pericial, uma vez que cartuchos apreendidos pela PCDF podem ter diferentes países de origem.

Segundo o fabricante nacional, todas as pólvoras fabricadas pela CBC são de base simples, nitrocelulósicas [7]; sendo que as pólvoras da série 200 são do tipo disco ou disco compacto e destinam-se a armas longas não raiadas e **armas curtas**.

Considerando-se que os revólveres corresponderam ao percentual de 72% das armas apreendidas no Distrito Federal entre os anos de 2007 e 2013 [8] e ao percentual de 66,75% das armas apreendidas pela PMDF na área de atuação do II Comando de Policiamento Regional Oeste – IICPRO (Ceilândia e Brazlândia) [9], dentre as quais, o calibre .38 SPL é o mais comum, tomou-se o cartucho de calibre .38 SPL, de fabricação CBC como paradigma de comparação para esta pesquisa.

A identificação de pólvoras com características físicas e químicas distintas das apresentadas pelo fabricante nacional permite afirmar que essas munições são originárias de outros países.

2.2. Coleta e preparação das amostras de propelentes

Adotou-se como paradigma um cartucho de calibre .38 SPL, dotado de projétil de chumbo nu, pertencente ao lote AZF72, fabricado pela CBC.

Uma vez que os cartuchos .38 SPL e .357 MAGNUM são pertencentes à mesma família de calibres e possuem características geométricas similares – de modo que uma arma de calibre .357 MAGNUM comporta e dispara cartuchos de calibre .38 SPL, embora a recíproca não seja verdadeira –, selecionamos cartuchos de ambos os calibres, de diferentes fabricantes, para a realização deste estudo. Foram selecionados do acervo da SBF-IC/PCDF treze cartuchos dos seguintes fabricantes: CBC (duas amostras), AGUILA, PMC, WINCHESTER, CCI (duas amostras), RP (duas amostras), FRONTIER, FEDERAL, GFL, W-W SUPER.

2.3. Procedimentos experimentais

Cada cartucho foi desmontado utilizando-se um martelo de inércia, separando-se estojo, cartucho e propelente; as parcelas de pólvoras foram acondicionadas individualmente em tubos de *Eppendorf*. A cada operação de desmontagem o martelo de inércia foi cuidadosamente limpo a fim de evitar contaminação das amostras.

Parte da amostra de propelente do cartucho paradigma foi queimada por meio de chama direta, utilizando-se de um maçarico de mão. Essa amostra também foi submetida à análise.

Com cartuchos de mesmo lote do cartucho paradigma foram realizados tiros em ambiente fechado (*indoor*) contra anteparos forrados com tecido de algodão de cor branca, posicionados a 5cm e 30 cm de distância da boca do cano. A cada tiro o cano da arma foi cuidadosamente limpo com escovas de latão e tecido a fim de evitar contaminação das amostras.

Ainda, foram separadas amostras do tecido utilizado como anteparo para realização de medidas espectroscópicas.

3. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

3.1. Espectroscopia Raman

A técnica de espectroscopia Raman vem sendo largamente utilizada em ciências forenses, inclusive no ramo da Balística Forense [10, 11 e 12]. No primeiro estudo, esses pesquisadores demonstraram a viabilidade da técnica para diferenciar pólvoras de diferentes fabricantes a partir de O-GSR encontrados em alvos (partículas macroscópicas de pólvora não comburida, ou parcialmente comburida); no segundo estudo, o grupo demonstrou ser insignificante a parcela de contaminação oriunda de outros tipos de pólvoras anteriores ao tiro teste; nesses dois estudos foram utilizados laser de 532 nm.

O Instituto de Criminalística da PCDF possui o espectrômetro *Renishaw inVia Raman Microscope*, todavia, tal equipamento encontra-se fora de operação necessitando de manutenção corretiva. Por esse motivo, não foi possível conduzir os experimentos necessários utilizando tal técnica.

Contudo, durante a realização dos experimentos, A SPAL recebeu para testes um espectrômetro Raman portátil Cora 100, fabricado pela Anton Paar, equipado com laser de 785 nm. Foi realizada tentativa de obtenção de um espectro Raman da amostra paradigma, porém, o feixe de laser fez com o propelente entrasse em ignição, o que demonstrou que o equipamento portátil não é adequado para a realização deste exame. Mesmo o equipamento portátil utilizando um laser de frequência mais baixa (e, portanto, de menor energia)

que o laser utilizado por [10 e 11], a ignição do propelente fez com que os gases gerados pela combustão rompessem o invólucro da amostra (*vial*).

3.2. Fluorescência de Raio-X (XRF)

A técnica XRF também vem sendo utilizada na pesquisa de GSR [13 e 14]. Em [13] propõe-se a utilização da técnica m-XRF para a detecção de metais presentes em I-GSR, especialmente no caso de espoletas livres de metais pesados (*non-toxic ammunition*). Em seu estudo, o grupo assevera que a técnica m-XRF apresenta vantagem sobre a técnica m-XRF pelo fato de poder varrer uma área de interesse maior em um intervalo de tempo menor, o que favorece a pesquisa de GSR sobre anteparos em casos reais.

Em. [14] também assevera que a técnica m-XRF é mais vantajosa que a técnica m-XRF para a prática forense. Nesse estudo, os pesquisadores avaliaram a possibilidade de uso da técnica para estimação da distância de tiro, em substituição aos métodos colorimétricos, como os teste de Rodizonato de Sódio e de Griess, por exemplo.

O IC-PCDF possui no acervo da Seção de Merceologia Forense um equipamento portátil de XRF (Niton XL2 800) fabricado pela Thermo Scientific que foi utilizado nesta pesquisa com o objetivo de identificar elementos metálicos presentes no propelente.

Em [6] vê-se que diversos aditivos são acrescentados aos propelentes com objetivos distintos: SnO2; Bi2O3; Bi(NO3)3·5H2O; (BiO)2CO3; Bi2Sb2 (utilizados como aditivos de "decopagem" para reduzir o acúmulo de incrustações de cobre no cano); KNO3 e K2SO4 (utilizados como redutores de "clarão" na boca do cano causado pela mistura do oxigênio presente no ar com o hidrogênio e o dióxido de carbono aquecidos provenientes da queima do propelente); TiO2 (utilizado como redutor de atrito/desgaste).

O equipamento Niton XL2 800 da Seção de Merceologia Forense foi utilizado com o objeto de detectar os metais desses compostos, contudo, o equipamento não identificou nenhum deles e apresentou uma resposta que interpretamos como sendo "leitura de erro" (o equipamento identificou proporções acima de 99,9% de alumínio na amostra, enquanto a informação conhecida era a de inexistir esse elemento químico na composição de pólvoras). Diante disso, passou-se a realizar medidas em amostras conhecidas e com alumínio ausente como em papel, madeira e álcool gel, obtendo-se o mesmo resultado com composição acima de 99,9% de alumínio, o que corroborou nossa interpretação do resultado como "leitura de erro". Tal resultado provavelmente se deve ao fato de o equipamento estar calibrado para leitura de ligas metálicas para atender às necessidades específicas da Seção de Merceologia Forense.

3.3. Difração de Raio-X (XRD)

A técnica XRD também vem sendo utilizada na pesquisa de GSR [13, 14 e 15].

Nesta pesquisa, utilizamos um gerador convencional Rigaku/Miniflex operando a 40 kV/30 mA e usando radiação Cu-Kα (1,541 Å). Os dados de XRD foram obtidos com ângulo de varredura 2θ de 5° a 60° com um tamanho de passo de 0,05 ° (2θ) e com tempo de contagem de passo de 5º/min. Uma vez que não houve preparação prévia das amostras (por entendermos que a técnica pode ser usada como ensaio não destrutivo) o suporte de amostras foi mantido estático afim de que as amostras não caíssem no interior do equipamento.

Cada uma das amostras de pólvora foi acondicionada em um porta amostra próprio do equipamento e "fixada" com álcool isopropílico. Foram feitas duas leituras de cada amostra, em alíquotas diferentes.

Os espectros obtidos apresentaram considerável nível de ruído, contudo, visualmente já era possível diferenciar vários dos espectros; embora alguns deles apresentavam grande similitude, conforme pode ser observado na imagem abaixo, que reúne todos os espectros normalizados.

As amostras de fabricação nacional (#1 e #13) possuem espectros bastante distintos entre si, embora também haja certa discrepância dos espectros intra-amostra para o propelente #13.

Mesmo fazendo parte da mesma família de calibres, os cartuchos de calibre .38 SPL e .357 MAGNUM do fabricante CBC utilizam propelentes com perfis químicos distintos.

A técnica mostrou-se bastante promissora sendo possível discriminar, segundo fabricante e calibre, quase todas as amostras. Porém, não foi possível uma discriminação visual direta de todas as amostras.

Nesse contexto, utilizando-se da técnica de Análise de Componentes Principais (PCA da sigla em inglês) foram rodados testes estatísticos com o *software OriginPro 9* a fim de verificar se era possível discriminar 100% das amostras de propelentes examinados segundo fabricante e calibre, uma vez que os espectros obtidos não permitiam uma discriminação visual direta.

A associação das técnicas XRD e PCA permitiu o agrupamento dos espectros intra-amostra e a discriminação dos espectros entre as amostras, o que revela

que sua utilização é bastante promissora na prática pericial.

Inicialmente previamos a hipótese de fazer medidas em fragmentos de pólvora não comburida presentes em um tecido de algodão utilizado como anteparo; contudo, ao realizarmos as medidas no tecido de algodão verificou-se que a intensidade do sinal era substancialmente maior que a dos espectros obtidos diretamente do propelente. Também realizamos medidas em uma folha de papel e um chumaço de algodão, obtendo intensidades muito superiores àquelas obtidas dos propelentes *in natura*, conforme imagem abaixo. Diante disso, a técnica XRD não foi utilizada para pesquisa em anteparos alvo de tiro.

Diante desse resultado, passamos a explorar a técnica de imagens hiperespectrais.

3.4. Imagens Hiperespectrais (HSI)

Nem sempre é possível observar a "olho nu" a presença de GSR em anteparos como roupas, sendo os testes colorimétricos de Griess e o de Rodizonato de Sódio as técnicas mais comuns para sua visualização [16, 17 e 18]. Na SBF utilizamos o teste de Rodizonato de Sódio para a detecção de chumbo em anteparos onde exista a suspeita de ter sido alvo de tiro; tal técnica é largamente utilizada para estimação da distância de tiro e apresenta resultados satisfatórios.

Contudo, diversos são os autores que se utilizam de outras técnicas não-destrutivas para a detecção de GSR para a estimação da distância de tiro, com destaque para a utilização de fontes de luz ultravioleta e fotografia em infravermelho [19 e 20]. Nesse contexto de utilização de conjunto de luzes e filtros adequados, existem autores que lançam mão de equipamentos comumente utilizados por outras seções de perícia que não a especializada em balística forense: Spex Forensics Mini-CrimeScope, modelo MCS 400 [21]; Crimescope CS-16-400 [22], devendo-se assinalar que a SPAL possui um equipamento semelhante, o Superlite 400 fabricado pela empresa alemã Lumatec; VSC 2000 [23], destacando-se que a SPD possui um VSC 2000, um VSC 5000, fabricados pela Foster+Freeman e aguarda a entrega de um VSC 8000. Em todos os casos, essas técnicas baseiam-se na fluorescência de ultravioleta e na luminescência de infravermelho.

A SPD também possui um equipamento HSI Examiner™ 200 QD fabricado pela ChemImage. Com esse equipamento é possível obter imagens hipersepectrais por meio da reflectância de diferentes comprimentos de onda incidentes sobre a amostra analisada. Este é um equipamento que vem sendo utilizado em pesquisas em áreas distintas da análise de documentos, como em pesquisa de tintas automotiva [24] e análise de solos [25].

Nesta pesquisa, utilizamos o HSI Examiner™ 200 QD com a seguinte calibração: Compensation: 100%; Exposure: 0.02; Binning: 2x2; Step Size: 5; Wavelength Range: 400-1100. As amostras de pólvora *in natura* foram posicionadas em placas de Petri para a tomada de imagens e espectros de reflectância. Ademais, foram realizadas medidas no tecido utilizado como suporte para os ensaios de tiro; em uma alíquota da amostra paradigma queima por meio de chama direta e em O-GSR (fragmentos de pólvora não comburida) presentes no tecido suporte com tiros realizados a 5 cm e 30 cm de distância entre a boca do cano e o alvo.

Assim como os espectogramas de XRD, os obtidos por reflectância apresentam algumas diferenças visuais entre si, o que permite distinguir alguns espectros, mas não todos. Esta técnica também se mostrou bastante promissora para identificar e discriminar as amostras de propelente segundo fabricante e calibre. Diante disso, realizamos medidas diretamente sobre grãos de pólvora em quatro pontos distintos de cada amostra e procedemos à análise quimiométrica.

Assim como feito com a técnica XRD, foram rodados testes estatísticos com o *software* OriginPro 9 a fim de verificar se era possível discriminar os propelentes segundo fabricante e calibre utilizando-se de PCA, uma vez que os espectros obtidos não permitiam uma discriminação visual direta.

A utilização da técnica HSI associada à PCA igualmente mostrou-se promissora, pois permitiu agrupar os quatros espectros obtidos intra-amostra e distingui-los de todos os demais agrupamentos, o que revelou que os espectros de reflectância intra-amostra possuem concordâncias que os distinguem dos demais. Em outras palavras, os espectros de reflectâncias das amostras de propelente são distinguíveis entre si segundo o fabricante e o calibre, o que implica em um enorme potencial de aplicação na rotina pericial. Ainda, rodamos os testes de PCA para verificar se era possível agrupar e distinguir os dados obtidos dos espectros da pólvora *in natura*, da pólvora queimada por chama direta, do tecido usado como anteparo do tiro e do O-GSR (grão de pólvora não comburido). Os testes foram rodados apenas para a amostra paradigma (#1).

Este foi o resultado mais promissor de todo o estudo, pois revelou ser possível identificar marca e calibre do propelente utilizado numa eventual ação delitiva a partir de um simples grão de pólvora não comburido presente no anteparo do tiro como, por exemplo, às vestes da vítima. Evidentemente, antes da utilização

desta metodologia na prática pericial, outros estudos devem ser conduzidos para a validação do método; ademais, para que seja possível a indicação de marca e calibre a partir de O-GSR incriminado é preciso que se construa um banco de dados para que se tenham espectros para comparação.

4. CONCLUSÕES

No que diz respeito à pesquisa de GSR, a SBF realiza apenas o exame colorimétrico de Rodizonato de Sódio embora fosse possível realizar exames com maior poder de discriminação e sensibilidade utilizando-se o espectrômetro Raman. Ademais, a pesquisa de GSR poderia ser levada a efeito utilizando-se os equipamentos VSC disponíveis na SPD e o conjunto de luzes forenses o Superlite 400 da Lamatec presente na SPAL.

Quanto à técnica XRF, o equipamento portátil existente na da Seção de Merceologia Forense mostrou-se útil para caracterização de ligas metálicas dos projéteis. Porém, não foi possível utilizá-lo para testes nas pólvoras e nos GSR. Assim, sugere-se a aquisição de um aparelho de m-XRF de bancada que, além da pesquisa de GSR, possui inúmeras outras aplicações no campo das Ciências Forenses.

A técnica XRD, apesar de não ter permitido a análise de GSR conforme planejamento inicial, mostrou-se extremamente poderosa para caracterizar e distinguir os propelentes *in natura*. Em verdade, esta técnica é uma poderosa ferramenta de caracterização química de materiais que possuem estrutura molecular cristalina, o que representa uma infinidade de aplicações na rotina pericial criminal, de modo que igualmente sugerimos a aquisição de um equipamento XRD.

As técnicas XRF, XRD e HSI mostraram-se promissoras para caracterização e diferenciação de propelentes e GSR sendo necessário, contudo, a realização de pesquisa mais aprofundada, utilizando-se maior quantidade de amostras de propelentes de diferentes fabricantes e de diferentes lotes de um mesmo fabricante. Assim, seria possível a criação de um banco de dados desses propelentes e de seus O-GSR para aplicação real na prática profissional deste IC.

Todavia, para a condução desses estudos mais aprofundados, faz-se necessária a aquisição de acervo de munições de diferentes fabricantes, o que implica na compra de munição importada. Tal medida é fundamental para a realização de nova fase de pesquisas, para a construção de bancos de dados, bem como para o atendimento da própria rotina de exames de confrontos balísticos realizada pela SBF.

AGRADECIMENTOS

Pelas prestimosas colaborações e pela atenção dispensada ao longo da pesquisa também agradeço à Agente de Polícia Daniela Siqueira, aos Peritos Criminais da PCDF Eduardo Borges, Rodrigo Corrêa, André Gonçalves, Paula Shimabuko, Paula Giuberti, Luciano Arantes, Bárbara Alves e ao Perito Criminal Federal Eduardo Sato.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] LUCENA, Marcella Auxiliadora de Melo et al. Investigation of the use of luminescent markers as gunshot residue indicators. Forensic Science International 273 (2017): 10-19.

[2] CHARLES, S.; NYS, B.; GEUSENS, N. (2016), Gunshot residue, 2013-2016, 18th INTERPOL International Forensic Science Managers Symposium.

[3] BLAKEY, L. S., SHARPLES, G. P., CHANA, K. and BIRKETT, J. W. (2018), Fate and Behavior of Gunshot Residue—A Review. J Forensic Sci, 63: 9-19.

[4] ROMOLO, F. S., (2004), Organic gunshot residue from lead-free ammunition; These de doctorat; Université de Lausanne.

[5] CAMPBELL, J. A., STIPDONK, M. V., WETZEL, S., KOHLHEPP, B. (2018) Analisys os Metallic Components of GSR from Various Types of Ammunition and Firearms Utilizing an SEM-EDX, The 5th Annual Graduate Student Research Symposium.

[6] BUSSARD, Michael; ALLEN, John B.; KOSOWSKI, David; PRIORI, Charles F. Jr.; Ammo Encyclopedia, 4th Edition. Blue Book Publications, Inc., 2012.

[7] CBC (2016). Informático Técnico nº44 – Pólvoras CBC.

[8] ANDRADE, C. A., (2014), Nota Técnica nº 003/2014-SBF/IC/DPT/PCDF.

[9] SANTOS, D. A., ANDRADE, C. A., (2018), Armas de fogo apreendidas pela Polícia Militar do Distrito Federal em Ceilândia e Brazlândia-DF, no ano de 2017: um estudo descritivo sob a luz da balística forense; Monografia de Especialização; Faculdades LS.

[10] LÓPEZ-LÓPES, M.; DELGADO, J. J.; GARCÍA-RUIZ, C. (2012), Ammunition Identification by Means of the Organic Analysis of Gunshot Residues Using Raman Spectroscopy. Analytical Chemistry 84 (2012): 3581-3585.

[11] LÓPEZ-LÓPES, M.; DELGADO, J. J.; GARCÍA-RUIZ, C. (2013), Ammunition Identification by Means of the Organic Analysis of Gunshot Residues

Using Raman Spectroscopy. Forensic Science International 231 (2013): 1-5.

[12] CHARLES, S.; NYS, B.; GEUSENS, N. (2016), Gunshot residue, 2013-2016, 18th INTERPOL International Forensic Science Managers Symposium.

[13] BERENDES et al., 2006.

[14] LATZEL et al., 2013).

[15] FERNANDES, 2016.

[16] PLATTNER, T.; KNEUBUEHL, B.; THALI, M.; ZOLLINGER, U. (2003), Gunshot residue patterns on skin in angled contact and near contact gunshot wounds. Forensic Science International 138 (2003): 68-74.

[17] GEUSENS, N.; NYS, B.; CHARLES, S. (2019). Implementation and Optimization of the Sodium--Rhodizonate Method for Chemographic Shooting Distance Estimation. Journal of Forensic Science (2019): 1-4.

[18] DALBY, O.; BUTLER, D.; BIRKETT, J. W. (2010). Analysis of Gunshot Residue and Associated Materials—A Review. Journal of Forensic Science 54 (2010): 924-944.

[19] BARREA, V.; FLISS, B.; PANZER, S.; BOLLIGER, S. A. (2018). Gunshot residue on dark materials: a comparison between infrared photography and the use of an alternative light source. International Journal of legal Medicine (2018): published online.

[20] HOFER, R.; GRAF, S.; CHRISTEN, S. The use of unburned propellant powder for shooting-distance determination. Part I: Infrared luminescence. Forensic Science International 280 (2017): 95-102.

[21] Kersh et al., 2014

[22] GIROUX, B.N. (2006) Non-Destructive Techniques for the Visualization of Gunshot Residue. AFTE Journal, Vol. 38, Nº. 4, Fall 2006, pp. 327 – 338

[23] LAKE, H.; MILAM, A.; WASKEL, J. (2012) Visualization of Gunshot Residue Patterns using a Video Spectral Comparator 2000. AFTE Journal, Vol. 44, Nº. 1, Winter 2012, pp. 29 – 37.

[24] FERREIRA, K. B.; OLIVEIRA, A. G. G.; GONÇALVES, A. S.; GOMES, J. A. (2017). Evaluation of hyperspectral imaging visible/near infrared spectroscopy as a forensic tool for automotive paint distinction. Forensic Chemistry 5 (2017): 46-52.

[25] CORRÊA, R. S.; MELO, V. F.; ABREU, G. G. G.; CHAKER, J. A.; GOMES, J. A. (2018). Soil forensics: How far can soil clay analysis distinguish between soil vestiges?. Science & Justice 58 (2): 138-144.

v. 14, n. 4, p. 256-261, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Delimitação com feições SAD69: problemas e recomendações

L.R. Costa[a], H.S. Delabary[b], R.Z. Araujo[c]

[a] *Polícia Científica de Santa Catarina. E-mail: luciano.costa@policiacientifica.sc.gov.br.br.*
[b] *Polícia Científica de Santa Catarina. E-mail: henrique.delabary@policiacientifica.sc.gov.br.*
[c] *Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. E-mail: renato.araujo@ifsc.edu.br.*

Palavras-Chave: Geoprocessamento. Perícia ambiental. SAD69. QGIS. ProGriD.

1. INTRODUÇÃO

A última alteração de limites de uma Unidade de Conservação (doravante nominada apenas como Parque) ocorreu em 2009, por meio de Lei Estadual, que reavaliou e redefiniu os limites do Parque. Os anexos daquela Lei contêm as coordenadas planas aproximadas dos pontos que definem os polígonos do Parque e de suas áreas associadas [1]. Posteriormente (cerca de um ano depois), outro Decreto Estadual estabelece como referência para fins de interpretação e demarcação de limites do Parque, a delimitação em formato *shapefile* elaborada pelo órgão público responsável pela gestão [2].

> *"§ 3º Para fins de interpretação e demarcação dos limites definidos ... fica estabelecida como referência a delimitação em formato shapefile elaborada ...."*

O *shapefile* disponibilizado pela instituição gestora tem servido seu propósito e se tornou a base para a sociedade no que concerne à interpretação dos limites do Parque. O estabelecimento de procedimentos administrativos ou criminais em caso de intervenção não autorizada na área protegida subordina-se à correta e precisa interpretação dos limites, interpretação que é uma atividade rotineira nos exames periciais envolvendo supostos crimes contra o meio ambiente.

A Polícia Militar Ambiental, os órgãos municipais ambientais com poder de proteção e fiscalização, a Polícia Científica, os assistentes técnicos, os advogados e a sociedade em geral, todos se baseiam nos polígonos de demarcação do Parque para argumentar sobre os processos envolvendo autuações naquela Unidade de Proteção.

Este trabalho pretende mostrar que o *shapefile* da delimitação do Parque disponibilizado oficialmente pode levar a três polígonos ligeiramente deslocados um do outro (na ordem de grandeza de metros), o que tem causado dúvidas e confusão para os casos em que as áreas sob discussão estão nas fronteiras do Parque.

Em seguida, serão analisadas as alternativas que podem ter produzido versões com fronteiras ligeiramente diferentes, e para isso serão utilizadas como fonte de referência as coordenadas planimétricas oficiais disponibilizadas na legislação estadual.

Finalmente, serão apresentadas algumas recomendações para os profissionais que trabalham com perícias ambientais, para os órgãos públicos e para os usuários de programas de geoprocessamento em geral.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Sistemas Geográficos de Referência (SGRs) para o Brasil

Sabe-se que os últimos referenciais geodésicos no Brasil foram: Córrego Alegre, Astro Datum Chuá, SAD69, e atualmente o SIRGAS2000. Cronologicamente, o Córrego Alegre foi o primeiro SGR horizontal a ser utilizado no Brasil, até o início da década de 70. Por um curto período foi adotado o Astro Datum

Chuá e, a partir de 1977, o SAD69 passou a ser utilizado oficialmente no país. Em 1996, uma "realização" atualizada do SAD69 passou a vigorar no Brasil, denominada SAD69(96). Em 2005, a Resolução do IBGE nº 1/2005 definiu o SIRGAS 2000 como o sistema de referência para o Brasil. Foi concedido um período de transição não superior a dez anos (já expirado em 2015), onde o SIRGAS2000 poderia ser utilizado em concomitância com o SAD69.

Como é costumeiro na comunidade de geoprocessamento, os sistemas geográficos de referência são representados por códigos EPSG, que são números de até 5 dígitos que representam e catalogam as definições dos diferentes SGRs. O acrônimo EPSG originou-se do atualmente extinto European Petroleum Survey Group [3]. Em termos práticos de nomenclatura EPSG, considerando apenas os sistemas de referência SAD69 e SIRGAS2000, e considerando-se apenas coordenadas planimétricas, tem-se para o Brasil [4]:

A. EPSG 29192 – SAD69 (Rede Clássica). Na descrição do Sistema, obtido do site EPSG Geodetic Parameter Dataset (https://epsg.org), é possível verificar a informação de que, no Brasil, esse sistema foi substituído pelo sistema SAD69(96) (código 5532, deprecated). Uma outra fonte (https://epsg.io) informa o código EPSG:5858 como substituto do código 29192.

B. EPSG 5858 – SAD69(96). A descrição obtida informa que esse sistema substitui o EPSG 29192 e que foi por sua vez substituído pelo código EPSG 31982 (SIRGAS 2000).

C. EPSG 31982 – SIRGAS 2000. Este é o código EPSG utilizado atualmente de forma oficial no Brasil em projetos e levantamento envolvendo geoprocessamento.

O Brasil apresenta uma complexidade adicional, uma vez que há um sistema de referência adicional, não mencionado anteriormente. Além dos sistemas de referência cujos códigos EPSG foram citados (29192, 5858 e 31982), ainda existe um sistema de referência denominado "SAD69/96 Técnica Doppler ou GPS" que está incorporado nas transformações disponíveis no aplicativo ProGriD do IBGE [5].

O IBGE disponibiliza o aplicativo ProGrid para a transformação de coordenadas entre diferentes sistemas geodésicos de referência oficiais utilizados no Brasil. O aplicativo (versão desktop ou versão online) permite a transformação de coordenadas entre os sistemas Córrego Alegre, SAD69 e SIRGAS2000. É uma ferramenta simples e objetiva, para auxiliar a comunidade de usuários de dados geoespaciais na transição para o SIRGAS2000. Neste trabalho, foram utilizadas as três transformações existentes no ProGriD que adotam SAD69 como referencial de entrada. Dessa forma, além dos sistemas cujos códigos EPSG foram citados na seção anterior (EPSGs 29192, 5858 e 31982), ainda existe como possível referencial de entrada dos dados o referencial "SAD69/96 Técnica Doppler ou GPS".

2.2. Fontes do shapefile do Parque

O polígono que representa os limites do Parque está disponível para download em uma plataforma mantida pelo órgão gestor que chamaremos de Mapoteca. As informações estão georreferenciadas e são apresentadas por mapas digitais nos formatos, vetorial, raster e WMS, todos projetados para uso no sistema de referência UTM SIRGAS 2000.

A Mapoteca é amplamente utilizada por órgãos governamentais e sociedade em geral. Pode ser realizado o *download* dos arquivos existentes na Mapoteca, da qual foi extraída a camada correspondente aos limites do Parque, utilizando o Sistema de Referência SIRGAS2000.

Entretanto, a delimitação do Parque também está disponível no website do Órgão Gestor, em formato *shapefile*, porém ressaltamos que esse *shapefile* utiliza o Sistema de Referência SAD69.

Apesar da disponibilidade e praticidade, infelizmente foi originado um problema de ordem prática, uma vez que existem duas fontes oficiais (do Órgão Gestor) que fornecem os polígonos de delimitação do Parque: a Mapoteca e o website, cada um deles com um Sistema de Referência Geográfica diferente (SIRGAS2000 e SAD69).

2.3. Polígono MPT e Polígonos LA

A primeira fonte (a Mapoteca), apresenta essas feições utilizando o Sistema de Referência de Coordenadas catalogado como EPSG:31982, que representa corretamente o Sistema de Coordenadas planimétricas recomendado para o Brasil: UTM 22J SIRGAS 2000. A delimitação obtida doravante será denominada apenas como Polígono MPT.

A segunda fonte, que apresenta os "Limites Atuais" do Parque, doravante denominado apenas como Polígono LA apresenta as feições utilizando Sistema de Referência de Coordenadas catalogado como EPSG:29192, que representa o Sistema de Coordenadas planimétricas UTM zone 22S SAD69.

A princípio, seria indiferente utilizar qualquer dos dois arquivos, pois deveriam produzir o mesmo resultado. No entanto, ao importar os dois arquivos em um software de geoprocessamento, foi observada uma pequena diferença de posicionamento entre os polígonos, que ficam deslocados por distâncias na ordem de um metro (diferença média de 1,2 metros).

Fica registrado que a importação do arquivo com EPSG:29192 pode ser automaticamente sujeito a uma transformação *on-the-fly* pelo software de geoprocessamento, dependendo das configurações estipuladas pelo usuário.

Naturalmente que essa diferença é inadmissível para fins periciais, e, portanto, o usuário decidirá por "reprojetar" o arquivo do website (arquivo LA, que está com EPSG:29192) para o EPSG:31928, que é o recomendado para o Brasil. Rotineiramente, a reprojeção é preconizada para que o arquivo seja corretamente utilizado no software de geoprocessamento, para a obtenção de medidas como distâncias e áreas. Normalmente, a reprojeção não produz nenhum resultado adverso. No entanto, ao reprojetar o *shapefile* obtido do arquivo do site (arquivo LA) para o EPSG:31928, são oferecidas DUAS OPÇOES de transformação pelo software de processamento QGIS [6].

Utilizando a transformação 1, obtém-se o mesmo polígono produzido pela transformação *on-the-fly* (com a mesma diferença da ordem de um metro em relação ao arquivo da Mapoteca). O polígono resultante dessa transformação será doravante denominado LA1 (Figura 1).

Caso o usuário escolha a transformação 2, obterá um polígono que estará deslocado na ordem de mais de três metros em relação ao polígono da Mapoteca (diferença média de 3,6 metros). O polígono resultante dessa transformação será doravante denominado LA2.

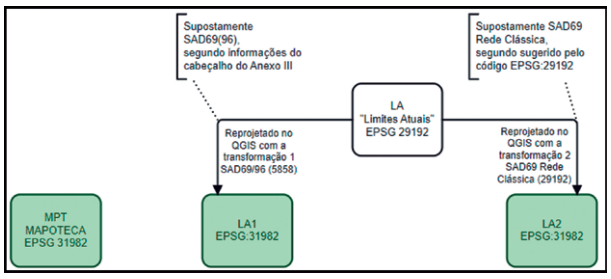


Figura 1 - Três polígonos obtidos para a delimitação do Parque, a depender das decisões tomadas pelo usuário. Os 3 polígonos são ligeiramente deslocados geograficamente, na ordem de metros.

Para selecionar de forma esclarecida, o usuário deveria saber que existem, de fato, três materializações diversas do SAD69: (1) SAD69 Clássico, (2) SAD69/96 e (3) SAD69 Técnica Doppler ou GPS. O usuário deve identificar a que rede os mapas e bancos de dados pertencem, e como eles foram determinados, já que essas 3 redes (SAD69 Rede Clássica, SAD69/96 Rede Clássica e SAD69 Técnica Doppler ou GPS) possuem um padrão de distorção diferente. O emprego inadequado leva a resultados errôneos [5].

Para buscar a definição de qual o polígono correto, foram aqui utilizados dois métodos. O primeiro método se baseia na reconstrução do polígono a partir das coordenadas planimétricas das fronteiras do Parque, apresentadas no Anexo da Lei Estadual. O segundo método se baseia na comparação entre os polígonos obtidos (MPT, LA1 e LA2) e alguns remanescentes físicos dos limites do Parque, na forma de alguns fragmentos existentes de uma "cerca do Parque", existentes fisicamente em algumas regiões remanescentes.

3. RESULTADOS

3.1. Reconstrução do polígono dos limites do Parque a partir das coordenadas dos pontos do Anexo da Lei Estadual

Foi reconstruído o polígono do Parque com base nas coordenadas planimétricas dos pontos existentes no Anexo Lei Estadual, quando nosso grupo alguns problemas básicos nas definições dos pontos. A primeira divergência é o ponto 229 duplicado e com coordenadas diferentes. A segunda divergência é que não está na lista o ponto 299. Provavelmente era o ponto 229 duplicado que teria sido digitado errado. Assumiu-se então que a entrada relativa ao segundo ponto 229 seria na verdade o ponto 299.

A terceira divergência é um conjunto de erros. A partir do ponto 327 até o ponto 340 (14 pontos no total), cada registro é duplicado. Felizmente as coordenadas são também duplicadas, exceto no ponto 335, cujas coordenadas de pontos duplicados são diferentes (diferenças de aproximadamente 38,7mE e 52,3mN). Nesse caso, assumiu-se que as coordenadas corretas seriam da primeira entrada do ponto 335 duplicado.

A quarta divergência é o ponto 687, que ficou sem atribuição e, portanto, foi assumido que não faria parte do polígono.

O quinto problema é que o sistema de referência para o qual as coordenadas estão definidas

não está completamente explícito no cabeçalho do Anexo da Lei Estadual, que cita apenas o sistema SA69 (mas como já vimos, há três referenciais possíveis SAD69)

O conjunto depurado de coordenadas foi então utilizado como entrada para reprojeção utilizando o software QGIS e para reprojeção utilizando a plataforma ProGriD. Para cada plataforma de reprojeção, foram consideradas as três alternativas possíveis para o sistema de referência de entrada.

3.1.1. Reprojeção via QGIS

Considerando algumas informações do cabeçalho, o usuário pode interpretar que se trata de dados SAD69 pós-1996, que levaria à conclusão de que as coordenadas seriam da rede SAD69/96 (EPSG:5858). Ao reprojetar o arquivo com essa escolha do EPSG:5858, obtém-se um polígono coincidente com o polígono LA1 (Limites Atuais com transformação 1, que é a transformação SAD69(96)).

Se o usuário interpretar que as coordenadas se referem a pontos SAD69 Rede Clássica (EPSG:29192), a reprojeção pode proporcionar resultado coincidente com o polígono LA1 ou com o polígono LA2, dependendo da opção de transformação escolhida durante a reprojeção. As possibilidades e resultados estão resumidas e esquematizadas na Figura 2.

3.1.2. Reprojeção via ProGriD

Para garantir a transformação com parâmetros corretos, as coordenadas planimétricas apresentadas no Anexo da Lei Estadual também foram submetidas a processamento através do ProGriD. O programa solicita um endereço de email para que o resultado seja enviado, uma vez que o arquivo de entrada é muito grande. Exemplos de arquivos de entrada existentes no site são úteis para a formatação adequada dos dados de entrada.

Utilizando o processamento do ProGriD sobre a mesma entrada utilizada anteriormente, devidamente formatada, obteve-se os seguintes resultados (veja um resumo e esquema ilustrativo na Figura 2):

Supondo-se como referencial de entrada SAD 69 Rede Clássica, são obtidos pontos coincidentes com o polígono LA2.

Supondo-se como referencial de entrada SAD 69/96 Rede Clássica (*sic*) são obtidos pontos coincidentes com o polígono MPT.

Supondo-se como referencial de entrada SAD 69/96 Técnica Doppler ou GPS, são obtidos pontos coincidentes com o polígono LA1.

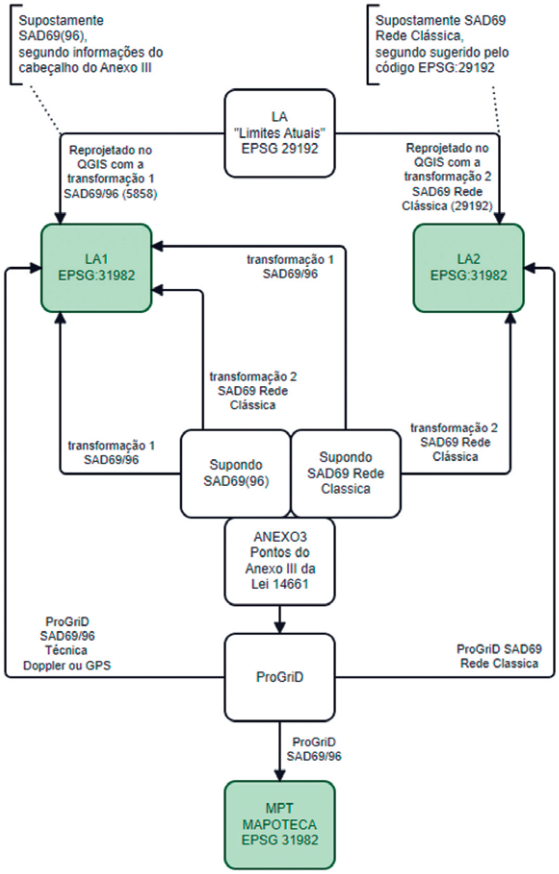


Figura 2 - A tentativa de reconstrução do polígono do Parque a partir da importação e reprojeção das coordenadas informadas, utilizando o software QGIS, leva aos polígonos LA1 e LA2 já descritos anteriormente. Ao utilizar as transformações disponíveis no ProGriD, nosso grupo obteve os polígonos LA1, LA2 e MPT, já descritos anteriormente.

3.2. Comparação entre a "cerca do Parque" e os polígonos do Parque

Um segundo método que foi utilizado para tentar definir qual seria o polígono mais adequado se baseou na existência de alguns fragmentos de uma cerca que delimitaria porções do Parque, Tais fragmentos da "cerca do Parque" são notoriamente conhecidos nas comunidades da próximas e, de forma geral, são respeitados como sendo os limites locais do Parque, tanto pela comunidade local quanto por representantes institucionais (Polícia Militar Ambiental, Polícia Científica e órgãos municipais de gestão do meio ambiente). Em 13/12/2023, vários pontos da cerca foram visitados e nos locais foram tomadas coordenadas geográficas da base dos moirões.

Neste estudo, a obtenção de coordenadas planimétricas precisas foi realizada por meio da técnica de Posicionamento em Tempo Real (RTK) em rede.

Esta técnica utiliza estações de referência para a geração e transmissão das correções ao receptor mó-

vel, via protocolo NTRIP. Para este levantamento foi utilizado a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos sistemas GNSS em tempo real ou apenas RBMC-IP, rede oficial do IBGE. A estação de referência utilizada foi a IFSC, localizada em Florianópolis por ser a Base mais próxima. A transmissão das correções em tempo real para o receptor móvel em campo permite a redução significativa dos erros de posicionamento, garantindo a obtenção de coordenadas com alta precisão, na casa dos centímetros.

O fator limitante para uso do sistema RTK em rede está relacionado ao alcance da transmissão das ondas de rádio. Em nosso caso, a distância entre a estação base (IFSC) e a estação móvel não ultrapassou 25 Km em linha reta, distância plenamente aceitável para este método de posicionamento e da topografia da área a ser levantada.

Os 20 pontos amostrados (já excluídos os outliers) foram importados para o QGIS e comparados com os polígonos até então referidos (polígonos MPT, LA1 e LA2). Os pontos obtidos não coincidem exatamente com nenhum dos 3 polígonos (Figura 3). No entanto, as amostras das coordenadas da cerca evidenciam uma proximidade maior com o polígono LA1 (distância μ=0,19 metros σ=0,14 metros). Os pontos recaem a distâncias maiores do polígono MPT (distância μ=0,62 metros σ=0,21 metros) e do polígono LA2 (distância μ=2,85 metros σ=1,26 metros).

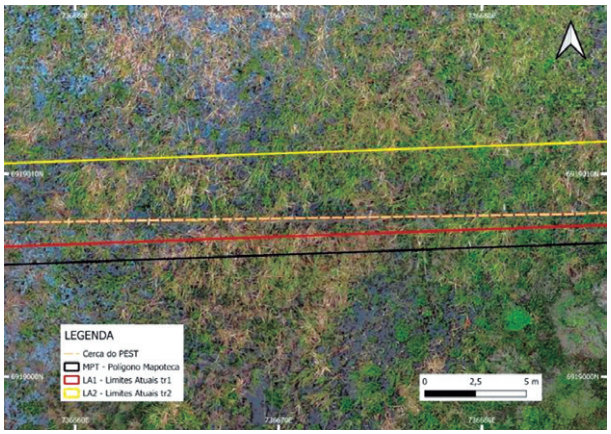


Figura 3 - Os fragmentos da "cerca do Parque" não estão exatamente alinhados com os polígonos analisados, mas estão mais próximos do polígono LA1.

4. DISCUSSÃO

A Resolução do IBGE nº 1/2005 de 25/02/2005 estabeleceu o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), em sua realização do ano de 2000 (SIRGAS2000), como novo SGR para o Sistema Geodésico Brasileiro. Foi concedido um período de transição não superior a dez anos (já expirado em 2015), onde o SIRGAS2000 poderia ser utilizado em concomitância com o SAD69.

O arquivo da Mapoteca proporciona um polígono referenciado usando o sistema EPSG:31982 UTM SIRGAS 2000 (que é o sistema de referência oficial do Brasil, atualmente).

O arquivo dos "Limites atuais" exibido no website do Órgão Gestor apresenta o *shapefile* referenciado formalmente utilizando o sistema de referência SAD69 Rede Clássica (EPSG:29192), em inobservância à Resolução do IBGE nº 1/2005.

O arquivo dos "Limites Atuais" pode proporcionar dois polígonos, dependendo da interpretação do usuário: (1) polígono LA1, supondo que os dados estejam referenciados no sistema SAD69/96 (como sugerido pelas datas do cabeçalho da descrição no Anexo da Lei Estadual); (2) o polígono LA2, supondo que os dados estejam referenciados no sistema SAD69 Rede Clássica (conforme sugerido pelo código EPSG:29192 utilizado no *shapefile* do arquivo).

Ao se utilizar o ProGriD para a transformação das coordenadas do Parque (Anexo da Lei Estadual), obtêm-se os mesmos três polígonos, dependendo da escolha entre três transformações possíveis: SAD 69 Rede Clássica (proporciona LA2); SAD 69/96 (proporciona MPT); e SAD 69/96 Técnica Doppler ou GPS (proporciona LA1).

O polígono da mapoteca (MPT) e os dois polígonos supostamente obteníveis do arquivo dos "Limites Atuais" (LA1 e LA2) não são coincidentes, o que pode trazer problemas para correta caracterização dos locais situados na fronteira do Parque.

Além disso, os pontos obtidos como amostra para a "cerca do Parque" não coincidem com nenhum dos 3 polígonos, embora estejam mais próximos do polígono LA1.

Esses resultados conflitantes levam à conclusão de que realmente não se pode afirmar qual o polígono correto. Qual seria o sistema de referência de coordenadas de origem dos dados das coordenadas planimétricas do Anexo da Lei Estadual? Ou seja, quem criou os polígonos MPT e "Limites Atuais" tria utilizado qual transformação dentre as disponíveis? A seguir serão analisadas as 3 alternativas possíveis.

Alternativa A. Supondo que os dados fossem do sistema SAD69 Rede Clássica, então seria obtido o polígono LA2, tanto ao usar o reproject do QGIS (transformação 2) e também ao utilizar a transformação do ProGrid. É razoável supor que os dados de entrada estejam no sistema SAD69 Rede Clássica, já que isto

está declarado no EPSG do shapefile (EPSG 29192), mas o cabeçalho do Anexo da Lei Estadual leva a supor que não. Além disso, o polígono LA2 obtido é o que fica mais distante da "cerca do Parque".

Alternativa B. Supondo que os dados fossem do sistema SAD69/96, então seria obtido o polígono LA1 (ao usar o reproject do QGIS), mas se obteria o polígono MPT (com a transformação do ProGriD). É razoável supor que os dados sejam desse sistema de referência, devido às datas declaradas no cabeçalho do Anexo da Lei Estadual. No entanto, isso produz dois polígonos diferentes, com preferência para o polígono MPT, por ter sido produzido pelo ProGriD, que é a plataforma oficial de transformação. No entanto, os pontos coletados da "cerca do Parque" ficam mais próximos do polígono LA1 e não do polígono MPT.

Alternativa C. Supondo que os dados fossem do sistema SAD69/96 Técnica Doppler ou GPS, então seria obtido o polígono LA1 (com a transformação apropriada do ProGriD). É razoável supor que os dados sejam desse sistema, pois nesse caso se obtém o polígono que mais se aproxima dos pontos coletados dos fragmentos da "cerca do Parque".

Ao desconsiderar a alternativa A, subsistem dois polígonos viáveis: LA1 e MPT. Se, porventura, o polígono LA1 for estabelecido como o polígono legítimo e oficial, naturalmente ocorreria um conjunto de implicações que tornaria essa opção um tanto quanto onerosa e pouco defensável. A primeira consequência seria a necessidade de reconstruir o polígono do Parque para substituir o existente na Mapoteca.

Ao considerar o polígono MPT como correto, observa-se que a única maneira de obter esse polígono a partir dos pontos do Anexo da Lei Estadual, seria utilizando o ProGriD com a transformação que considere a origem dos dados no sistema SAD69/96. Caso seja este o polígono correto, é importante citar que os pontos coletados junto aos fragmentos da cerca do Parque não coincidem com esse polígono, restando a uma certa distância (μ=0,62 metros σ=0,21 metros).

5. CONCLUSÃO

Diante das discussões deste estudo, nosso grupo produziu as recomendações abaixo como contribuição para o Poder Público e para a sociedade catarinense.

Recomendação 1 - Recomendar ao Governo Estadual para que o Órgão Gestor venha a definir expressamente e inequivocamente quais são os *shapefile*s (UTM 22S SIRGAS 2000 EPSG:31982) que definem corretamente os polígonos do Parque.

Recomendação 2 - Recomendar que os usuários sempre usem *shapefile*s reprojetados para o EPSG:31982, abstendo-se de utilizar as transformações on-the-fly. Seja qual for a rede selecionada para a importação dos pontos (SAD69 Rede Clássica ou SAD69/96), o usuário deve tomar o cuidado adequado ao "reprojetar" os pontos para o sistema de referência UTM 22 S SIRGAS 2000 (EPSG:31982), pois a escolha da transformação indevida pode acarretar erros posicionais da ordem de alguns metros de distância.

Recomendação 3 - Recomendar aos usuários que sempre obtenham a informação ou confirmação da origem dos dados ao utilizar coordenadas SAD69, de modo a não confundir dados SAD69 Rede Clássica, dados SAD69/96 e dados SAD69/96 Técnica Doppler ou GPS. Ao importar no QGIS, atenção para os códigos deprecados. Os que devem ser utilizados são os EPSGs 29192 (SAD69 Rede Clássica), 5858 (SAD69(96)) e 31982 (SIRGAS 2000).

Recomendação 4 - A cerca do Parque não coincide com o polígono de origem Mapoteca. No entanto, a cerca tem sido respeitada pelas comunidades e tem sido utilizada como balizador pela Polícia Militar Ambiental e pela Polícia Científica. Deve ser esclarecido pelo poder público qual o papel exercido por essa propalada cerca do Parque nas regiões nas quais essa estrutura pé remanescente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Santa Catarina. Lei Estadual 14661/2009. Disponível em http://leis.alesc.sc.gov.br. Acesso em 01/08/2023.

[2] Santa Catarina. Decreto Estadual 3446/2010, de 10/08/2010. Disponível em http://leis.alesc.sc.gov.br. Acesso em 01/08/2023.

[3] J. Cain. Coordinate Reference Systems (Best Practices for Assignment, Manipulation and Conversion in GIS Systems). ESRI Petroleum GIS Conference: 39. 2013.

[4] EPSG Geodetic Parameter Dataset: v11.001. Disponível em https://epsg.org. Acesso em 01/04/2023.

[5] IBGE. ProGriD - Transformação de Coordenadas entre Sistemas de Referência Oficiais. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Disponível em [www.ibge.gov.br/geociencias].

[6] QGIS Development Team. QGIS Geographic Information System. Acesso em 01/12/2023. Disponível em https://www.qgis.org/en/docs/index.html.

R.C. Vieira, Rev. Bras. Crim. 14(4), 262-265, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 262-265, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA
Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Desastres naturais e a Perícia Criminal Ambiental: estudo de caso do Rio Grande do Sul

R.C. Vieira[a,*]

[a] *Seção de Perícias Ambientais, Departamento de Criminalística do Instituto Geral de Perícias, Rio Grande do Sul (RS), Brasil*

[*] *Endereço de e-mail para correspondência: renata-vieira@igp.rs.gov.br. Tel.: +55-51-99223-5856.*

Keywords: Análise Forense; Enchentes; Geoprocessamento; Gestão de Desastres; Impacto Climático.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

As enchentes que afetaram o Rio Grande do Sul recentemente foram um resultado de um evento climático extremo, caracterizado por chuvas intensas e contínuas num curto intervalo de tempo. Os volumes de chuva registrados no Rio Grande do Sul no fim de abril e no mês de maio de 2024 foram extraordinariamente altos e sem precedentes em muitas cidades, especialmente nos vales do Taquari, Jacuí e Caí, na Serra Gaúcha, em Porto Alegre e na região metropolitana (Tab.1). Em determinadas regiões, como Porto Alegre (capital do estado), o volume de chuvas ultrapassou 461 mm, acima dos níveis normais para o período (Fig. 1 e 2). Em outros municípios, o acumulado de chuvas superou qualquer estimativa prevista, como Caxias do Sul, onde a precipitação acumulada atingiu 845,3 mm [2]. Este acúmulo extremo de água não pôde ser absorvido pelos solos saturados, resultando em inundações generalizadas. Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia [3], as tempestades foram causadas pela formação de um sistema de baixa pressão combinado com a umidade vinda da Amazônia, exacerbando o volume de chuvas [3].

As consequências dessas enchentes foram devastadoras, afetando 478 municípios do Estado, milhares de moradores e causando grandes danos à infraestrutura local [4]. O governo gaúcho classificou a situação como “a maior catástrofe climática” da história do Estado [5]. De acordo com a Defesa Civil do Rio Grande do Sul, mais de 50 municípios declararam situação de emergência devido aos alagamentos. As inundações destruíram estradas, pontes e edificações, além de interromper o fornecimento de serviços essenciais, como eletricidade e água potável. O prejuízo econômico foi significativo, com perdas estimadas em centenas de milhões de reais, afetando principalmente as áreas agrícolas (perda de lavouras e animais de criação) e industrial (perda da infraestrutura, insumos e produção) [6].

Figura 1. Imagem do satélite Landsat-8 mostra a enchente em Porto Alegre afetando a cidade de Porto Alegre em 8 de maio (Fonte: NASA).

Estudos climáticos indicam que eventos extremos como este têm se tornado mais frequentes e intensos, possivelmente relacionados às mudanças climáticas globais [7].

R.C. Vieira, Rev. Bras. Crim. 14(4), 262-265, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Tabela 1. Precipitação Acumulada nos 20 Municípios Mais Atingidos no Rio Grande do Sul. Dados de 27 de abril a 31 de maio de 2024. [1]

Município	Precipitação Acumulada (mm)	Município	Precipitação Acumulada (mm)
Santa Maria	782,3	Alegrete	734,9
Rio Pardo	780,2	Dom Pedrito	728,3
Caçapava do Sul	777,4	São Francisco de Assis	721,7
Arroio Grande	765,1	Santana do Livramento	715,1
São Gabriel	757,8	Uruguaiana	708,5
Rosário do Sul	752,2	Quaraí	701,9
Jaguarão	749,6	Bagé	695,3
Livramento	741,5	Pelotas	688,7

Figura 2. Enchente catastrófica na região metropolitana de Porto Alegre em maio de 2024 (Fotografia Perito Criminal Raul Sinedino).

2. PROBLEMÁTICA

A atuação histórica da Perícia Criminal Oficial na área ambiental no Rio Grande do Sul tem sido crucial para a proteção e preservação do meio ambiente. Os peritos criminais desempenham um papel fundamental na investigação de crimes ambientais, desde a coleta e análise de evidências até a elaboração de laudos periciais que embasam processos judiciais. Este trabalho minucioso tem contribuído para a responsabilização de infratores e a implementação de medidas corretivas e preventivas. A Seção de Perícias Ambientais do IGP-RS no estado tem evoluído ao longo dos anos, integrando novas tecnologias e métodos científicos para enfrentar desafios como desmatamento ilegal, poluição hídrica e crimes contra a fauna e flora locais (Fig. 3). Desde sua criação em 2002, a Seção tem experimentado um crescimento contínuo na demanda de solicitações, assim como uma vasta possibilidade de áreas de atuação (abrangendo todos os crimes ambientais previstos na Lei de Crimes Ambientais, Lei Federal 9.605/1998).

Para dar conta de uma média aproximada 77 requisições/mês, abordando diferentes assuntos, a Seção de Perícias Ambientais precisa contar com três pilares essenciais: uma equipe multidisciplinar, avanços tecnológicos e capacitações constantes. Se por um lado a equipe multidisciplinar oferece uma visão holística dos desafios e oportunidades, é a tecnologia, em constante evolução, que se torna um aliado poderoso na construção da expertise da equipe. Ferramentas digitais e recursos inovadores otimizam processos, automatizam tarefas e abrem portas para novas formas de trabalhar. O uso cada vez mais constante de RPAS (Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas – popularmente conhecidas como drones) para mapeamento de áreas é um exemplo de como a tecnologia se tornou fundamental para a área ambiental.

Figura 3. Centro Regional de Excelência em Perícias Criminais do Sul – IGP-RS, em Porto Alegre – maio de 2024 (Fotografia Perito Criminal Raul Sinedino).

Analisando os dados das solicitações de desmatamento da Seção, podemos traçar um panora-

ma alarmante do impacto do recente desastre natural no Estado. A alta concentração de pedidos de perícias de desmatamento em municípios da Serra, coincide com as áreas mais afetadas pelos deslizamentos de terra a partir das chuvas (Fig. 4). Em contrapartida, nas regiões centrais, como os vales dos rios Taquari e Jacuí, a subnotificação de exames de desmatamento expõe uma realidade preocupante: a fragilidade da proteção do Bioma Pampa. A Lei de Crimes Ambientais, em sua concepção, falha em contemplar as particularidades únicas desse ecossistema, deixando suas áreas campestres suscetíveis à exploração desenfreada.

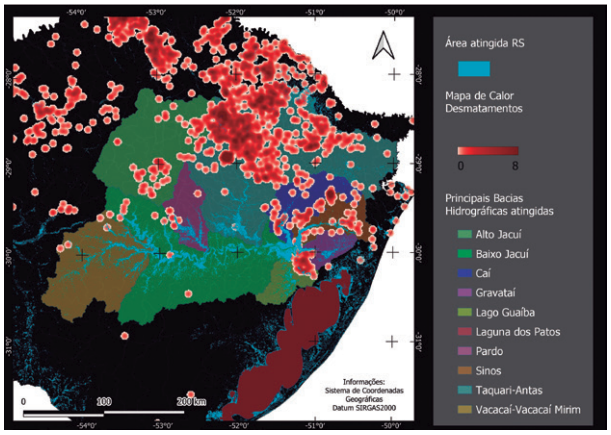


Figura 4. Mapa de calor elaborado a partir de 2813 solicitações de desmatamento da Seção de Perícias Ambientais do IGP-RS, entre 01/01/2015 a 13/06/2024 (Geoprocessamento elaborado pelo Perito Criminal Pedro Bittencourt).

A partir das recentes enchentes, e com a perspectiva do aumento da frequência de eventos climáticos extremos para a região sul, novas frentes de atuação têm emergido na perícia criminal ambiental do estado. Este trabalho visa fazer uma reflexão sobre o tema, avaliando as condições atuais e as perspectivas futuras de atuação, diante desses novos desafios.

3. DESENVOLVIMENTO

As devastadoras enchentes que assolaram o Rio Grande do Sul em maio de 2024 serviram como um duro lembrete da fúria da natureza e da nossa vulnerabilidade diante de eventos climáticos extremos. Mais do que um desastre natural, as enchentes representam uma oportunidade crucial para aprender, refletir e agir com proatividade no caso de novos desastres.

É fundamental investir em infraestrutura resiliente, em sistemas de alerta precoces eficientes e em medidas de mitigação de riscos. Ações como a preservação de áreas verdes, a renaturalização de rios e a construção de barragens adequadas podem minimizar os impactos de futuras inundações e também são fundamentais. Adicionalmente, ações como a criação de planos de contingência robustos, a capacitação de equipes de resgate e a garantia de acesso à ajuda humanitária devem ser priorizadas. A comunicação clara e eficaz entre os diferentes níveis de governo e a comunidade é fundamental para garantir uma resposta rápida e coordenada.

Nesse sentido, a Seção de Perícias Ambientais prevê aspectos onde pode ampliar e aprimorar sua atuação, sendo cada vez mais agentes ativos no caso de novos desastres:

A partir da implantação do Laboratório de Análises Ambientais do IGP-RS, atualmente em andamento dentro da instituição, a compra de viaturas 4 x 4 e de barcos adequados para as coletas de água e sedimento nos cursos naturais permitirão a atuação de pronto atendimento nos resgates necessário da população;

Adicionalmente, a implementação de um laboratório para análises químicas e microbiológicas na área ambiental permitirá uma resposta rápida em casos de vazamentos e contaminação de indústrias poluentes que possam gerar risco a população – como tivemos registro de casos no município de Canoas com atendimento da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler (FEPAM - órgão responsável pelo licenciamento ambiental do estado do Rio Grande do Sul) e do Exército Brasileiro [8];

O mapeamento das áreas atingidas pelos desastres climáticos, viabilizado pelo uso das tecnologias de RPAS já utilizadas na Seção de Perícias Ambientais do IGP-RS, serviria como ferramenta crucial para auxiliar o Poder Público na tomada de decisões preventivas e reconstrutivas;

Os RPAS também são importantes ferramentas no auxílio as equipes de resgates, permitindo o planejamento para acessar áreas com risco, em segurança;

A Perícia Criminal Ambiental também pode atuar em avaliações comparativas de alterações legislativas e danos constatados, para um melhor enquadramento criminal e responsabilização [9];

Além disso, a avaliação de estruturas preventivas existentes anteriormente aos desastres poderia ser realizada junto à Perícias de Engenharia, que permitiriam analisar se a ausência das manutenções necessárias contribuíram para os danos registrados (Exemplo de Porto Alegre) [10].

Adicionalmente, o aprimoramento em ferramentas de geoprocessamento tem permitido uma resposta mais ágil e precisa, facilitando a identificação de áreas de risco e a implementação de estratégias de prevenção. Estas novas atuações refletem a adaptação con-

tínua da perícia ambiental às demandas emergentes, reforçando seu papel vital na defesa do meio ambiente e na proteção das comunidades vulneráveis.

4. CONCLUSÕES

O desastre climático no Rio Grande do Sul trouxe consigo lições valiosas que podem ser aplicadas no planejamento e na atuação em situações futuras de desastre. A partir da vivência dessa tragédia, torna-se crucial repensar as políticas públicas, as infraestruturas e a cultura de prevenção para minimizar os impactos de novas inundações. Em primeiro lugar, as enchentes evidenciaram a necessidade de um planejamento urbano mais resiliente. Isso inclui a revisão de mapas de inundação, a implementação de medidas de contenção de cheias, como diques e áreas de várzea, e a promoção de ocupações mais adequadas do solo, evitando construções em áreas de risco. Em segundo lugar, a vivência das enchentes reforçou a importância da colaboração entre diferentes setores da sociedade: governos, empresas, ONGs e a própria comunidade precisam trabalhar juntos para desenvolver planos de resposta a desastres abrangentes e eficientes.

É neste contexto que a Perícia Criminal Ambiental do IGP-RS pode vir a colaborar cada vez mais, atuando na garantia que a legislação ambiental seja respeitada, mas também, estando preparada para agir no caso de novos eventos climáticos. Através de um planejamento de ação adequado, investimentos em tecnologia e colaboração entre diferentes instituições, podemos minimizar os impactos de desastres naturais e garantir a segurança e o bem-estar da população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Metsul Meteorologia. Chuva que levou às enchentes no Rio Grande do Sul superou 1000 mm. 2024. Disponível em: https://metsul.com/chuva-que-levou-as-enchentes-no-rio-grande-do-sul-superou-1000-mm/. Acesso em: 12 jun. 2024.

[2] Gaúcha ZH. Chuva de maio em Caxias do Sul é cem vezes maior que o consumo anual de água mineral do Brasil. Disponível em: https://gauchazh.clicrbs.com.br/pioneiro/geral/noticia/2024/06/chuva-de-maio-em-caxias-do-sul-e-cem-vezes-maior-que-o-consumo-anual-de-agua-mineral-do-brasil-clwv7upch0041013ugjfbndh4.html. Acesso em: 10 jun. 2024.

[3] Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Boletim Meteorológico Especial: Enchentes no Rio Grande do Sul. Disponível em: https://www.inmet.gov.br. Acesso em: 10 jun. 2024.

[4] Agência Brasil. Governo federal monta sala de situação para acompanhar enchentes no RS. Agência Brasil, Brasília, 2 maio 2024. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/governo-federal-monta-sala-de-situacao-para-acompanhar-enchentes-no-rs. Acesso em: 12 jun. 2024.

[5] A. Biernath; C. Costa; C. Souza. 5 gráficos que mostram dimensão da tragédia das chuvas no Rio Grande do Sul. BBC News Brasil, 6 de maio de 2024. Disponível em: https://www.agazeta.com.br/brasil/5-graficos-que-mostram-dimensao-da-tragedia-das-chuvas-no-rio-grande-do-sul-0524 Acesso em: 10 jun. 2024.

[6] Defesa Civil do Rio Grande do Sul. Relatório de danos e ações durante as enchentes de maio de 2024. Disponível em: https://www.defesacivil.rs.gov.br. Acesso em: 10 jun. 2024.

[7] Agência Brasil. Enchentes no Rio Grande do Sul causam danos significativos. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br. Acesso em: 10 jun. 2024.

[8] O Antagonista. Chuva espalha galões com material tóxico pelas ruas de Canoas no RS. O Antagonista, 3 jun. 2024. Disponível em: https://oantagonista.uol.com.br/noticias/brasil/chuva-espalha-galoes-com-material-toxico-pelas-ruas-de-canoas-no-rs/. Acesso em: 10 jun. 2024.

[9] BBC NEWS. 'Tragédia no RS é responsabilidade também de senadores e deputados que desmontam legislação ambiental', diz secretário do Observatório do Clima. BBC News Brasil, 04 mai. 2024. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/articles/c2894jkwy2eo. Acesso em: 12 jun. 2024.

[10] G1 RS. Falhas de manutenção e de projeto ampliaram nível da inundação em Porto Alegre. G1 RS, Porto Alegre, RS, 14 mai. 2024. Disponível em: https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2024/05/falhas-de-manutencao-e-de-projeto-ampliaram-nivel-da-inundacao-em-porto-alegre-clw15ll0y00s6011hyc1p80ro.html. Acesso em: 12 jun. 2024.

v. 14, n. 4, p. 266-269, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Fortalecendo a Perícia Criminal Ambiental no Rio Grande do Sul: Implantação do Laboratório de Análises Ambientais

R.C. Vieira[a,*], C.C. Bettoni[b], L.R.S. Gris[b]

[a] *Seção de Perícias Ambientais, Departamento de Criminalística do Instituto Geral de Perícias, Rio Grande do Sul (RS), Brasil*
[b] *Departamento de Perícias Laboratoriais do Instituto Geral de Perícias, Rio Grande do Sul (RS), Brasil*
[*] *Endereço de e-mail para correspondência: renata-vieira@igp.rs.gov.br. Tel.: +55-51-99223-5856.*

Keywords: Perícia criminal ambiental; justiça ambiental; Eficiência na Perícia; Proteção Ambiental; Poluição hídrica.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O combate aos crimes de poluição no Brasil é de suma importância no contexto criminal, pois esses delitos não só degradam o meio ambiente, mas também colocam em risco a saúde pública e a qualidade de vida das comunidades. A poluição, seja do ar, água ou solo, resulta em sérios impactos negativos, como a contaminação de recursos hídricos, a emissão de gases tóxicos e a deposição de resíduos perigosos, que podem causar doenças respiratórias, câncer e outros problemas de saúde a longo prazo. A legislação ambiental brasileira, por meio da Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998) [1], estabelece penas severas para infratores, visando a dissuasão e a responsabilização dos agentes poluidores. A atuação efetiva dos órgãos de fiscalização e da perícia criminal ambiental é crucial para a identificação dos responsáveis, a coleta de provas e a promoção da justiça ambiental, garantindo que os danos sejam mitigados e os culpados devidamente punidos [1; 2].

Nesse contexto, a escassez de laboratórios de análises ambientais (químicas e microbiológicas) nos órgãos de perícia criminais oficiais do Brasil representa um obstáculo significativo à investigação e punição de crimes ambientais [3]. Essa carência impede a realização de exames essenciais para determinar a natureza e a extensão do dano ambiental causado, dificultando a coleta de provas e a responsabilização dos infratores [1].

As consequências dessa situação são graves e abrangentes. A impunidade dos crimes ambientais contribui para a perpetuação de práticas nocivas ao meio ambiente, como desmatamento ilegal, lançamento de poluentes em rios e solo, e exploração predatória de recursos naturais [3]. Além disso, a falta de dados precisos sobre a real situação ambiental dificulta a formulação de políticas públicas eficazes para a proteção ambiental [3].

Para solucionar esse problema, é urgente investir na modernização e ampliação da infraestrutura dos órgãos de perícia criminal, incluindo a criação de laboratórios de análises ambientais equipados com tecnologia de ponta e profissionais qualificados [4]. Essa medida permitirá a realização de exames mais precisos e eficientes, contribuindo para a efetividade da investigação e punição de crimes ambientais [5].

Além disso, é fundamental promover a capacitação dos peritos criminais em análises ambientais, garantindo que estejam aptos a utilizar as novas tecnologias e metodologias disponíveis [6]. A articulação entre os órgãos de perícia criminal, as agências de proteção ambiental e as instituições de ensino e pesquisa também é crucial para o desenvolvimento de protocolos e procedimentos adequados para a investigação de crimes ambientais [7].

2. PROBLEMÁTICA

A atuação histórica da Perícia Criminal Oficial na área ambiental no Rio Grande do Sul tem sido fundamental para a proteção e preservação do meio ambiente. Os peritos criminais desempenham um papel crucial na investigação de crimes ambientais, desde

a coleta e análise de evidências até a elaboração de laudos periciais que embasam processos judiciais [8]. Esse trabalho minucioso contribui para a responsabilização de infratores, a implementação de medidas corretivas e a prevenção de novos crimes [8].

A Seção de Perícias Ambientais do IGP-RS (Fig.1) se destaca por sua evolução ao longo dos anos, integrando novas tecnologias e métodos científicos para enfrentar desafios como desmatamento ilegal, poluição hídrica e crimes contra a fauna e flora locais [9]. Desde sua criação em 2002, a seção tem experimentado um crescimento contínuo na demanda de solicitações, demonstrando a importância e a relevância do seu trabalho na luta contra os crimes ambientais [9].

A atuação da Perícia Criminal Ambiental do IGP-RS se traduz em diversos benefícios para a sociedade gaúcha:

- **Garantia da justiça ambiental**: Os laudos periciais fornecem elementos concretos para a responsabilização dos infratores, assegurando a aplicação da lei e a punição dos crimes ambientais;
- **Prevenção de danos ambientais**: A investigação e punição de crimes ambientais servem como um desestímulo para novas práticas nocivas, contribuindo para a preservação do meio ambiente;
- **Subsídio para políticas públicas**: Os dados gerados pela Perícia Criminal Ambiental são essenciais para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes na área ambiental;
- **Conscientização da população**: O trabalho da Perícia Criminal Ambiental contribui para conscientizar a população sobre a importância da proteção ambiental e da denúncia de crimes ambientais.

Embora a Perícia Criminal Ambiental do IGP-RS desempenhe um papel crucial na proteção ambiental e na promoção da justiça no Rio Grande do Sul, sua atuação se vê limitada pela ausência de análises químicas e microbiológicas específicas. Essa carência impede a realização de exames essenciais para a completa caracterização dos danos causados ao meio ambiente, dificultando a coleta de provas robustas e, consequentemente, a responsabilização adequada dos infratores. A falta de análises laboratoriais compromete a investigação em diversos crimes ambientais.

São as análises laboratoriais que fornecem evidências científicas que permitem identificar a natureza e a origem dos poluentes, determinar a extensão do dano ambiental causado e apontar os responsáveis pelo crime. Também é possível comprovar a materialidade do crime de poluição, ou seja, a existência do dano ambiental. Isso se dá por meio da identificação de poluentes específicos, da quantificação dos níveis de contaminação e da demonstração da relação entre a ação humana e o dano causado. As técnicas laboratoriais também possibilitam a rastreabilidade dos poluentes e a identificação dos responsáveis pelo crime. Através da análise da composição química dos poluentes, é possível compará-los com amostras de materiais utilizados em atividades industriais ou agrícolas, por exemplo, ajudando a determinar a origem da contaminação.

Figura 1. Centro Regional de Excelência em Perícias Criminais do Sul – IGP-RS, em Porto Alegre, onde está lotada a Seção de Perícias Ambientais (Fotografia Perita Criminal Renata Vieira).

Visando solucionar e qualificar a atuação da instituição, o IGP-RS está investindo na modernização da infraestrutura da Perícia Criminal Ambiental, incluindo a criação do Laboratório de Análises Ambientais.

3. DESENVOLVIMENTO

As instituições periciais, em sua busca constante pela excelência e modernização, participam ativamente de editais públicos e privados para conseguir recursos financeiros. Através desses mecanismos, podem investir na implantação de novas tecnologias, na aquisição de equipamentos de última geração e na capacitação de seus profissionais. Nesse sentindo, a contemplação com recursos do Fundo de Defesa de Direitos Difusos (FDD) promovido pelo Ministério da Justiça e Segurança Pública e do Fundo para Reconstituição de Bens Lesados (FRBL) promovido pelo Ministério Público do RS foi um marco fundamental para a implantação do novo laboratório de análises ambientais da Perícia Criminal do Rio Grande do Sul, É através da contemplação nesses editais, que está sendo possível a realização

de um planejamento estratégico detalhado para a implantação, a aquisição de equipamentos de última geração, softwares especializados e materiais de consumo e coleta específicos para a realização de análises necessárias.

O primeiro passo foi definir claramente o escopo do laboratório, mapeando os tipos de análises a serem realizadas, os crimes ambientais a serem investigados e as necessidades específicas da região. Foi fundamental compreender a demanda por esses serviços, considerando o histórico de crimes ambientais do Estado, a legislação vigente e as expectativas da comunidade.

Visitar e estudar laboratórios de análises ambientais em outros órgãos renomados é uma fonte valiosa de aprendizado. Essa prática permitiu observar as melhores práticas de gestão, organização e funcionamento, além de identificar soluções inovadoras para otimizar processos e garantir a qualidade dos resultados baseado nas práticas já implementadas e difundidas na área pericial. Para isso, a visita à Polícia Científica de Santa Catarina, na Superintendência de Florianópolis, visando conhecer o Laboratório de Análises de Água e Efluentes – Físico-química foi fundamental (Fig. 2).

Figura 2. Laboratório de Análises de Água e Efluentes da Polícia Cientifica de Santa Catarina (Fotografia Perita Criminal Renata Vieira).

A logística para coleta de amostras é um elemento crucial para o sucesso do laboratório. É preciso projetar um sistema eficiente que garanta a integridade das amostras desde o local do crime até o laboratório. Isso inclui a definição de protocolos de coleta, treinamento adequado dos peritos, aquisição de equipamentos adequados para transporte e armazenamento de amostras e a implementação de um sistema de rastreabilidade para garantir a cadeia de custódia. Nesse sentido o contato e a disponibilidade da Divisão de Laboratórios da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler (FEPAM), órgão licenciador e fiscalizador do Rio Grande do Sul que nos recebeu para intercâmbio técnico de informações, devido a vasta experiência na área, também foi de um auxílio inestimável. O intercambio resultou na capacitação dos peritos criminais pelos dos membros da FEPAM em coletas de água e efluentes, bem como no seguinte escopo laboratorial: DQO, DBO, nitrogênio amoniacal e total, fósforo total, coliformes fecais e sólidos sedimentáveis (Fig. 3 e 4).

Figura 3. Capacitação dos peritos criminais do IGP-RS pelos técnicos do Laboratório de Amostragem da FEPAM em coleta de água e sedimentos, em cursos naturais e empreendimentos (Fotografia Perita Criminal Renata Vieira).

Figura 4. Capacitação dos peritos criminais do IGP-RS pelos técnicos do Laboratório de Amostragem da FEPAM em coleta de água e sedimentos, em cursos naturais e empreendimentos (Fotografia Perita Criminal Renata Vieira).

Graças à captação de recursos do Fundo de Defesa de Direitos Difusos (FDD) e do Fundo para Reconstituição de Bens Lesados (FRBL), o laboratório de análises ambientais da Perícia Criminal do Rio Grande do Sul recebeu um aporte significativo para a aquisição de equipamentos de última geração. Entre os equipamentos de destaque, podemos citar: Espectrofotômetros, Cromatógrafos, Espectrofotômetros de absorção atômica, centrífugas, estufas, balanças analíticas, computadores e softwares específicos para análise de dados.

4. CONCLUSÕES

A implementação de análises químicas e microbiológicas na Perícia Criminal Ambiental do IGP-RS representa um passo crucial para a qualificação da perícia criminal do estado e o fortalecimento da justiça ambiental. Através da realização de exames mais precisos e abrangentes, será possível aprimorar a investigação de crimes ambientais, responsabilizar os infratores de forma mais eficaz e contribuir para a reparação integral dos danos causados ao meio ambiente.

Com a finalização das etapas em andamento, estima-se que o Laboratório de Análises Ambientais estará pronto em 2026 para iniciar suas operações, oferecendo um serviço de excelência para a investigação de crimes ambientais no Rio Grande do Sul. Essa conquista representa um marco importante para a proteção ambiental no estado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 10 jun. 2024.

[2] M. L. SANTOS. Crimes Ambientais: uma análise da legislação e sua aplicação no Brasil. Revista de Direito Ambiental, v. 24, n. 3, p. 45-62, 2019. Disponível em: http://www.revistas.usp.br/rda/article/view/153857. Acesso em: 10 jun. 2024.

[3] V. P. FREITAS. Perícia como requisito para execução da Justiça ambiental. Conjur, 2006. Disponível em: https://www.conjur.com.br/2006-out-10/pericia_requisito_execucao_justica_ambiental/. Acesso em: 13 jun. 2024.

[4] BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Relatório Nacional do Meio Ambiente 2020. Brasília, DF: MMA, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br. Acesso em: 13 jun. 2024.

[5] SINDICATO DOS PERITOS CRIMINAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Modernização da infraestrutura dos órgãos de perícia criminal. São Paulo, 2022. Disponível em: https://sinpcresp.org.br/. Acesso em: 14 jun. 2024.

[6] INSTITUTO BRASILEIRO DE PERÍCIAS OFICIAIS GOVERNAMENTAIS. Como investigar um crime ambiental. 2023. Disponível em: https://blog.ipog.edu.br/tecnologia/como-investigar-um-crime-ambiental/. Acesso em: 14 jun. 2024.

[7] M. G. C. CONDE. Combate aos crimes ambientais: Possibilidades de melhoria nos processos Administrativos e processuais penais em âmbito federal. 2020. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso para Especialista em Gestão de Políticas Ambientais) - Escola Nacional de Administração Pública, Brasília, 2021. Disponível em: https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/6209/1/EGPA_TCC_Marco_Conde.pdf. Acesso em: 14 jun. 2024.

[8] J. B. M. SOUZA. Perícia como requisito para execução da Justiça ambiental. Conjur, 2006. Disponível em: https://www.jusbrasil.com.br/artigos/a-in-aplicabilidade-do-principio-da-insignificancia-nos-crimes-ambientais-reflexoes-acerca-da-jurisprudencia-dos-tribunais-superiores/373852144. Acesso em: 14 jun. 2024.

[9] INSTITUTO GERAL DE PERÍCIAS DO RIO GRANDE DO SUL. IGP contra o desmatamento: Seção Ambiental de Perícias presta auxílio em operação no combate aos danos causados na Mata Atlântica. 2024. Disponível em: https://igp.rs.gov.br/igp-contra-o-desmatamento-secao-ambiental-de-pericias-presta-auxilio-em-operacao-no-combate-ao-danos-causados-na-mata-atlantica#:~:text=O%20IGP%20foi%20integrado%20na,e%20outros%2033%20atendidos%20remotamente. Acesso em: 14 jun. 2024.

v. 14, n. 4, p. 270-274, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Avaliação do contexto geológico e geomorfológico para enquadramento de um empreendimento turístico em área de preservação permanente situado no município de Canela/RS

L.P. Smaniotto[a,*], R.D. Soares[a]

[a] *Departamento de Criminalística, Instituto Geral de Perícias, Porto Alegre (RS), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: larissa-smaniotto@igp.rs.gov.br. Tel.: +55-51-99515-9182.*

Keywords: APP, área de preservação permanente, escarpa, Canela.

1. INTRODUÇÃO

A Lei 12.651/2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, em seu art. 3º, define Área de Preservação Permanente (APP) como "área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com função ambiental de preservar recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas".

Entre os diferentes tipos de APPs que a Resolução CONAMA 303/2002 e a Lei 12.651/2012 listam estão as escarpas e as bordas de tabuleiros e chapadas, pois protegem os ecossistemas e a biodiversidade que abrigam, além de funcionar como barreiras naturais contra a erosão, preservando a integridade da paisagem.

Esse trabalho pericial teve como objetivo avaliar o contexto geológico e geomorfológico da área a qual está inserido um empreendimento turístico no município de Canela/RS, para verificar seu possível enquadramento como APP.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os exames periciais foram efetuados através de levantamento de campo na área questionada, onde foram realizadas observações, medições e registro da posição geográfica de pontos utilizando-se um aparelho receptor de sinais GPS (*Global Positioning System*, Sistema de Posicionamento Global), marca Garmin, modelo GPSMAP 78S. Os pontos foram registrados em coordenadas UTM, Zona 22J, *datum* SIRGAS 2000. Posteriormente, os dados obtidos no levantamento de campo foram processados utilizando-se o programa GPS TRACKMAKER versão 13.9.

Foram realizadas consultas bibliográficas e em bases cartográficas bem como utilizadas imagens de satélite de alta resolução espacial, obtidas no Programa *Google Earth Pro* versão 7.3.1.4507.

Além da análise da documentação pertinente às licenças e plantas baixas do projeto do empreendimento fornecidas por seus representantes.

3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO

A área do empreendimento estava situada na Estrada Banhado Grande, Loteamento Ferradura, município de Canela/RS (Fig 1).

O empreendimento estava em operação, possuindo Licença de Operação (LO) emitida pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Urbanismo e Mobilidade Urbana da Prefeitura Municipal de Canela, para a empresa responsável. A atividade correspondia à "Área de lazer (Parque Temático)", possuindo baixo potencial poluidor, cuja atração principal era uma plataforma transparente projetada na ruptura do relevo sobre o vão, além de estruturas de apoio, como bilhe-

teria, praça de alimentação, loja de *souvenirs*, sanitários, entre outros.

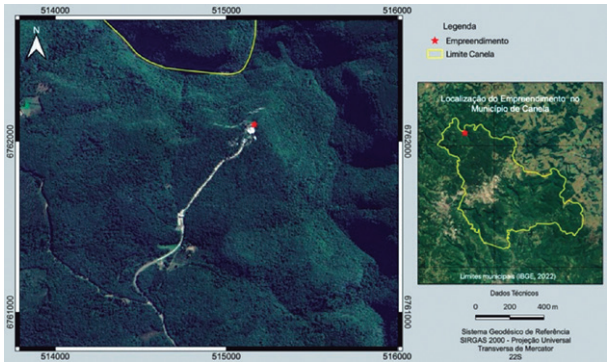


Figura 1. Intervenção sobre imagem de satélite de alta resolução obtida no programa *Google Earth Pro* (Image © 2023 *Airbus*), datada de 13/05/2023, mostrando a localização o empreendimento. (Elaborada no *software Qgis*.)

3.1. Contexto Geológico e Geomorfológico

Para fins de análise da situação local, buscou-se informações geológicas e geomorfológicas de toda a região para sua caracterização num contexto inicialmente macro.

A área está localizada na Bacia do Paraná, sobre a Formação Serra Geral, caracterizada por derrames de basaltos, basalto andesitos, riodacitos e riolito, de filiação toleítica, onde intercalam-se arenitos intertrápicos Botucatu na base e litarenitos e sedimentos vulcanogênicos da porção mediana ao topo da sequência [1]. Estes eventos magmáticos ocorridos na Serra Geral, desencadearam diversas formas de relevo tais como planaltos, serra, degraus e escarpas.

Conforme o mapa de unidades de relevo do Brasil [2], o empreendimento está inserido sobre os terminais escarpados do Planalto Meridional. As formas do relevo apresentam-se bastante abruptas com vales fluviais bem aprofundados. O Planalto Meridional apresenta-se espacialmente descontínuo, fragmentada por áreas de relevo mais dissecado. Esta unidade caracteriza-se por um relevo relativamente plano e conservado, representado por superfícies de aplainamento desnudadas, retocadas e degradadas. As formas do relevo evidenciam a ocorrência de processos evolutivos de dissecação, observando-se áreas bastante conservadas de morfologia planar, outras onde os processos erosivos deixaram rupturas de declive onde evidencia-se o alargamento de vales, deixando resíduos da antiga superfície de aplainamento. Esta unidade apresenta uma sucessão de colinas, separadas por amplos vales. Os topos geralmente, são planos com rupturas de declive nas encostas.

De acordo com o levantamento de dados realizado no local do empreendimento, a altitude medida no local é de cerca de 730 metros, sendo que a encosta a qual está inserida a plataforma turística possui orientação para o noroeste e apresenta ângulo de declividade próximo a 90º, característico de uma ruptura de relevo do tipo escarpa (Fig 2).

Figura 2. Detalhe do relevo escarpado na área do empreendimento.

3.2. Geologia Regional

Segundo o Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE [3], ficou convencionado uma escala de grandezas para representar as complexidades do relevo brasileiro, sendo elas descritas a seguir.

3.2.1. Domínios Morfoestruturais

Compreendem os maiores táxons na compartimentação do relevo. Ocorrem em escala regional e organizam os fatos geomorfológicos segundo o arcabouço geológico marcado pela natureza das rochas e pela tectônica que atua sobre elas. Esses fatores, sob efeitos climáticos variáveis ao longo do tempo geológico, geraram amplos conjuntos de relevos com características próprias, cujas feições embora diversas, guardam, entre si, as relações comuns com a estrutura geológica a partir da qual se formaram. São exemplos de Domínios Morfoestruturais: bacias sedimentares, cinturões móveis remobilizados ou não, plataformas e crátons, de idades geológicas distintas. Conjuntos de batólitos e extensos derrames efusivos também podem constituir domínios, assim como grandes áreas onde a erosão obliterou os efeitos litológicos ou truncou estruturas, como os pediplanos ou as depressões periféricas. São Domínios Morfoestruturais: Depósitos Sedimentares Quaternários, Cinturões Móveis Neoproterozóicos, Crátons Neoproterozóicos e Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas (Fig. 3).

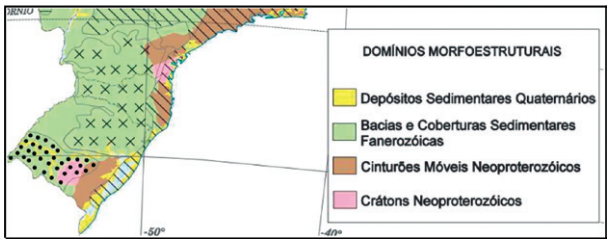


Figura 3. Parte do mapa de unidades de relevo do Brasil [2].

As Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas constituem-se em Planaltos e chapadas desenvolvidos sobre rochas sedimentares horizontais a sub-horizontais, eventualmente dobradas e/ou falhadas, em ambientes de sedimentação diversos, dispostos nas margens continentais e/ou no interior do continente. O empreendimento está localizado na Bacia do Paraná, a qual possui em sua base rochas sedimentares e em seu topo rochas vulcânicas.

3.2.2. Regiões Geomorfológicas

As Regiões Geomorfológicas são o segundo nível hierárquico da classificação do relevo. Representam compartimentos inseridos nos conjuntos litomorfoestruturais que, sob a ação dos fatores climáticos pretéritos e atuais, lhes conferem características genéticas comuns, agrupando feições semelhantes, associadas às formações superficiais e às fitofisionomias. Na sua identificação, também são consideradas, além dos aspectos mencionados, sua distribuição espacial e sua localização geográfica, em consonância com algumas regiões classicamente reconhecidas. São exemplos de Regiões Geomorfológicas o Planalto da Borborema, a Chapada Diamantina, as Chapadas do São Francisco, a Serra do Espinhaço, a Serra da Mantiqueira e o Planalto Meridional.

3.2.3. Unidades Geomorfológicas

O terceiro nível taxonômico refere-se às Unidades Geomorfológicas. Elas são definidas como um arranjo de formas altimétrica e fisionomicamente semelhantes em seus diversos tipos de modelados. A geomorfogênese e a similitude de formas podem ser explicadas por fatores paleoclimáticos e por condicionantes litológica e estrutural. Cada unidade geomorfológica evidencia seus processos originários, formações superficiais e tipos de modelados diferenciados dos demais. O comportamento da drenagem, seus padrões e anomalias são tomados como referencial à medida que revelam as relações entre os ambientes climáticos atuais ou passados e as condicionantes litológicas ou tectônicas.

Os conjuntos de formas de relevo que compõem as unidades geomorfológicas constituem compartimentos identificados como planícies, depressões, tabuleiros, chapadas, patamares, planaltos e serras (Fig. 4).

As Planícies são conjuntos de formas de relevo planas ou suavemente onduladas, em geral, posicionadas a baixa altitude, e em que processos de sedimentação superam os de erosão.

Os Tabuleiros e chapadas são conjuntos de formas de relevo de topo plano, elaboradas em rochas sedimentares, em geral, limitadas por escarpas; os tabuleiros apresentam altitudes relativamente baixas, enquanto as chapadas situam-se em altitudes mais elevadas.

Depressões são conjuntos de relevos planos ou ondulados situados abaixo do nível das regiões vizinhas, elaborados em rochas de classes variadas.

Os patamares são relevos planos ou ondulados, elaborados em diferentes classes de rochas, constituindo superfícies intermediárias ou degraus entre áreas de relevos mais elevados e áreas topograficamente mais baixas.

Os planaltos são conjuntos de relevos planos ou dissecados, de altitudes elevadas, limitados, pelo menos em um lado, por superfícies mais baixas, onde os processos de erosão superam os de sedimentação.

Serras são feição de caráter acidentado elaborada em diferentes tipos de rochas, com presença de cumeadas aguçadas e alongadas e vales estreitos limitados por vertentes de inclinações acentuadas.

A quarta ordem de grandeza constitui a dos Modelados, entretanto, para os objetivos deste parecer, não se faz necessário entrar em detalhes específicos.

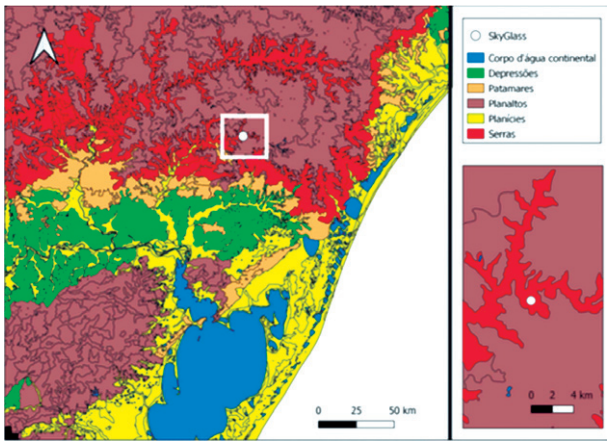


Figura 4. Mapa das unidades Geonorfológicas [2].

3.3. Caracterização Geológica local

A área do empreendimento está assentada sobre a Bacia do Paraná, em rochas basálticas, que caracteri-

zam o topo desta bacia. Geomorfologicamente está localizada na borda do Planalto Meridional (ou Planalto das Araucárias).

Em relação ao relevo, foi possível caracterizar uma região mais elevada (Fig. 5), onde se assentam as estruturas do empreendimento, a qual se mostra relativamente plana em seu topo, sendo limitada por superfície escarpada bem definida próxima a plataforma do empreendimento (Fig. 6) a qual marca a ruptura do relevo, cercado por vales esculpidos por erosão fluvial apresentando espelhos d'água em sua cota mais baixa, no caso em tela o Rio Caí.

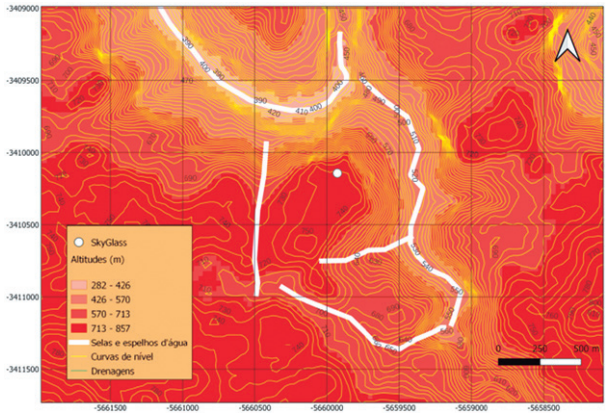


Figura 5. Na região do empreendimento é possível observar as diferentes cotas altimétricas, sendo que a área do empreendimento compreende as maiores altitudes. Nas regiões do entorno do empreendimento, a maior proximidade entre linhas indicam inclinações maiores.

Figura 6. Indicação da superfície de escarpa.

4. CARACTERIZAÇÃO DA APP

A região sul do Brasil possui cerca de 37.762 Km² de relevo classificado como Serra, sendo que o Rio Grande do Sul contribui com uma área de 4.721 Km².

Para fins de entendimento quanto às definições de APPs, buscou-se a Lei 12.651/2012 e a Resolução CONAMA 303/2002, as quais versam sobre o assunto:

Na Lei 12.651/2012, em seu Capítulo II, Seção I, Art 4º, consta a seguinte redação:

> *"Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:*
>
> *IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25º, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;".*

Segundo a resolução CONAMA 303 de 20/03/2002 em seu artigo 3º consta que "Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

> *VIII - nas escarpas e nas bordas dos tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura em faixa nunca inferior a cem metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa;".*

Assim, é possível observar uma clara preocupação dos legisladores em manter uma APP em regiões com tais características.

A partir disto, procurou-se definir a linha de escarpa com os dados obtidos em campo, de imagens de satélite e de curvas de nível, sendo demarcada posteriormente uma faixa de proteção com 100 metros, no sentido oposto a superfície de escarpa, que resultou na Figura 7.

Observa-se, portanto, que parte do empreendimento está ocupando APP (Fig 7).

Figura 7. Intervenção sobre imagem de satélite de alta resolução obtida no programa *Google Earth Pro* (Image © 2023 *Airbus*), datada de 13/05/2023, mostrando parte do empreendimento em. (Elaborada no *software Qgis*).

5. CONCLUSÃO

O local de empreendimento está inserido num contexto de relevo acidentado, em borda de planalto

com topo relativamente plano e limitado por escarpa. Assim, devemos considerar uma faixa de 100 metros, a partir da linha de ruptura do relevo como Área de Preservação Permanente em razão de características geológicas e geomorfológicas, conforme propõe a CONAMA 303/2002.

Portanto, podemos considerar que parte do empreendimento está ocupando área caracterizada como APP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] BIZZI, Luiz Augusto; SCHOBBENHAUS, Carlos; VIDOTTI, Roberta Mary; GONÇALVES, João Henrique (Ed.). Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas e SIG. Brasília: CPRM, 2003. Escala 1:2.500.000. Sistema de Informações Geográficas - SIG.

IBGE. Províncias estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos e regiões fitoecológicas / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - Rio de Janeiro: 179 p. (2019).

[2]https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geomorfologia/mapas/brasil/relevo_2006.pdf, acesso em 07/06/2024.

[3] Manual técnico de geomorfologia / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2009. 182 p. – (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598 ; n. 5).

v. 14, n. 4, p. 275-278, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Utilização de RPA para constatação de volume de disposição inadequada de resíduos sólidos em exame pericial ambiental

S.V.S. Rotta[a,*], L.H.S. Rotta[b], M.P.N. Silva[c]

[a] *Polícia Científica do Paraná, Unidade de Execução Técnico-Científica de Maringá-PR*
[b] *Polícia Científica do Paraná, Unidade de Execução Técnico-Científica de Maringá-PR*
[c] *Polícia Científica do Paraná, Seção de Crimes Ambientais, Curitiba-PR, Brasil*
** Endereço de e-mail para correspondência: simone.santana@policiacientifica.pr.gov.br. Tel.: +55-43-99644-8000*

Keywords: RPA; perícia ambiental, resíduos sólidos.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Apesar dos avanços tecnológicos, que propiciaram o desenvolvimento de diversas técnicas eficientes para o tratamento de resíduos sólidos, a disposição no solo ainda é a prática mais utilizada, especialmente no Brasil [1].

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) [2], é proibido o lançamento de resíduos sólidos *in natura* a céu aberto. Dessa forma, avaliar se as áreas de disposição de resíduos possuem critérios técnicos que minimizam impactos ambientais adversos tem sido um trabalho pericial frequente.

Diversos avanços tecnológicos recentes na área de geoinformação possibilitaram a implementação de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) como ferramentas de aquisição de dados para realização de levantamentos aerofotogramétricos [3]. Atualmente, a sigla RPA (*Remotely Piloted Aiercraft* – Aeronave Remotamente Pilotada) é utilizada com maior frequência [4].

A fotogrametria pode ser definida como a obtenção de informações confiáveis a partir de fotografias e compreende duas áreas principais: a métrica e a interpretativa. Interessa neste trabalho a fotogrametria métrica, que é aplicada na determinação de informações espaciais, incluindo distâncias, elevações, áreas, volumes, seções transversais, entre outros dados de interesse [5].

Uma subdivisão da fotogrametria convencional é a aerofotogrametria, que trata da obtenção dos dados por meio de fotografias do terreno com o uso de uma câmera de alta resolução acoplada a uma aeronave, podendo esta ser remotamente pilotada (RPA). A principal mudança verificada com a chegada das aeronaves remotamente pilotadas foi referente a logística, expansão na resolução temporal, que trouxe versatilidade aos voos e diminuição de custos [6], [7].

Um dos produtos cartográficos digitais gerados como resultado da aplicação fotogramétrica é o Modelo Digital de Elevação (MDE), que reúne os dados de altimetria, em alta resolução, do terreno mapeado, ou seja, representa a topografia da área de interesse. O outro produto é a ortofoto (ou ortomosaico), que apresenta uma carta bidimensional da região mapeada com informações visuais em visão ortogonal [5], [7].

A aplicação de tecnologias de fotogrametria com uso de aeronave remotamente pilotada (RPA) apresentou acurácia satisfatória para cálculos de volume. Mello (2020) constatou que a aplicação de VANT foi bem sucedida na proposição de quantificação volumétrica de resíduos sólidos dispostos, obtendo resultados métricos que variaram entre 1,5% e 9,4% em comparação aos métodos convencionais de topografia, apresentando-se como uma metodologia alternativa viável [7].

Os resultados obtidos por Rodrigues (2020) mostram que os métodos de obtenção de dados por aerolevantamento com imagens geradas por RPA, comparados com os métodos de topografia terrestre por GNSS, para a obtenção de volume de sedimentos demonstraram que não há diferença estatisticamente significativa entre os dados de volume (m^3) dos métodos (RPA e GNSS), com nível de confiança superior a 95,0% [8]. Dessa forma, é possível aplicar a quantificação volumétrica por meio da utilização de VANT em perícias

ambientais, por ser uma ferramenta de fácil acesso e baixo custo, como por exemplo em áreas de disposição de resíduos sólidos a céu aberto.

No presente trabalho foi utilizado RPA para a obtenção de imagens para realização de exame pericial ambiental de constatação de disposição inadequada de resíduos sólidos a céu aberto ocorrido em zona urbana do município de Maringá-PR e para o cálculo de volume dos resíduos sólidos constatados no local, a fim de materializar crime ambiental.

2. PROBLEMÁTICA

O exame pericial em questão foi requisitado pela Delegacia de Polícia do 1º Distrito de Maringá-PR em terreno baldio localizado na zona urbana de Maringá-PR a fim de identificar o tipo de material depositado no solo, quantidade, área com depósito desses resíduos e se há comprometimento do meio ambiente. O presente terreno foi autuado em Inquérito Policial pela prática do artigo 54 da Lei de Crimes Ambientais – causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possa resultar em danos à saúde humana, ou que provoque a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora [9].

O terreno de interesse pericial está inserido no Bioma Mata Atlântica e inserido em fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual. Considerando o mapa de bacias hidrográficas do Paraná, o local de exame pericial está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Pirapó.

Apresenta formato retangular, com área de 1,76 ha. De acordo com o macrozoneamento da Lei Revisada do Plano Diretor de Maringá – PR (Lei nº 1.424/2024), o terreno de interesse é classificado como área de ocupação imediata e é adjacente à área de proteção ambiental na direção noroeste e à área de proteção do manancial na região norte [10], [11].

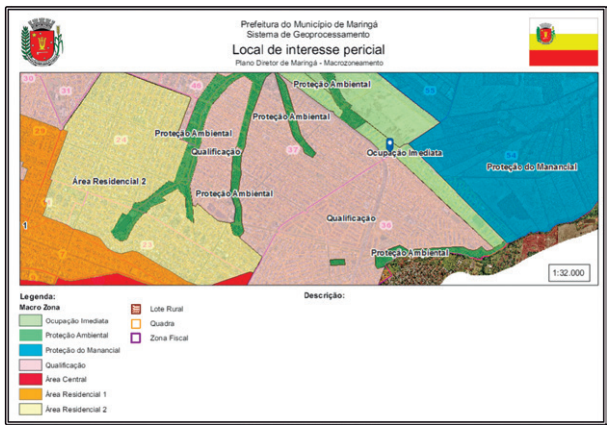


Figura 1. Mapa de zoneamento urbano de Maringá-PR, com o local de interesse pericial indicado em marcador azul. Fonte: Plano Direto de Maringá – IPPLAM [11]. Acesso em: 24/06/2024.

3. DESENVOLVIMENTO

Em campo, o exame pericial se deu por meio de inspeção visual, obtendo-se informações, dados, medições, fotografias e coordenadas geográficas de pontos de interesse. O exame foi realizado por meio da análise direta dos vestígios no local, georreferenciados com auxílio de GPS, marca *GARMIN*, modelo *Etrex LEGEND H*. Além disso, realizaram-se tomadas fotográficas ao nível do solo por meio de câmera fotográfica da marca *Canon* (modelo *EOS 70D*) e tomadas fotográficas aéreas com o auxílio de RPA – Aeronave Remotamente Pilotada – marca *DJI*, modelo "*Phantom 4*", em altura de 50m. Também foram utilizadas imagens de satélite oriundas do *Google Earth Pro*, *Google Maps*, *Rede MAIS* [12] e *IPPLAM* [11] para complementação dos exames de local. Também foi utilizado o *software Quantum GIS 3.20.2* [13] para realização de mapa do local.

Após a aquisição das fotografias aéreas por RPA, foi realizado processamento fotogramétrico das imagens por meio do *software Agisoft Metashape*, que utiliza a sobreposição entre as imagens para a geração de uma nuvem de pontos que resulta em produtos cartográficos digitais, como o ortomosaico e MDE (Modelo Digital de Elevação) [14].

Figura 2. Local de interesse pericial indicado em marcador vermelho e polígono amarelo. Fonte: Google Earth Pro. Imagem obtida em: 02/03/2024. Acesso em: 24/06/2024.

Figura 3. Vista do terreno de interesse obtida por RPA em 15/03/2024, com destaque para o polígono que evidencia a região com disposição de resíduos de poda.

Constatou-se a presença de disposição de resíduos sólidos de poda sobre o solo, composto por grama e galhos dispostos na região noroeste do terreno (Fig.3). Também foi possível observar a presença de resíduos sólidos de construção civil depositados no solo.

Ao efetuar o processamento das imagens obtidas via RPA por meio do *software Agisoft Metashape*, por meio da nuvem de pontos obteve-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) e ortomosaico com resolução espacial de 1,13 cm por pixel e que por meio destes produtos foi possível realizar o cálculo de área e volume dos resíduos sólidos de poda e construção civil constatados na região norte do terreno. A alta resolução espacial permite a visualização de detalhes do terreno com maior precisão.

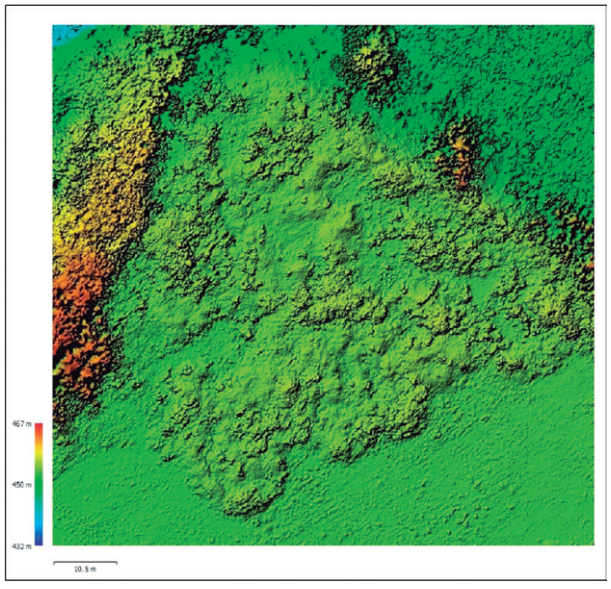


Figura 4. Modelo digital de Elevação obtido por meio de processamento digital de imagens pelo *software Agisoft Metashape*.

Por meio do processamento digital de imagens, a partir da nuvem de dados 3D, foi possível constatar que a área de disposição inadequada de resíduos sólidos de poda e construção civil corresponde a aproximadamente 3.700m² e o volume corresponde a aproximadamente 7.000m³. A constatação desses valores proporciona embasamento adequado para a tomada de decisão das autoridades.

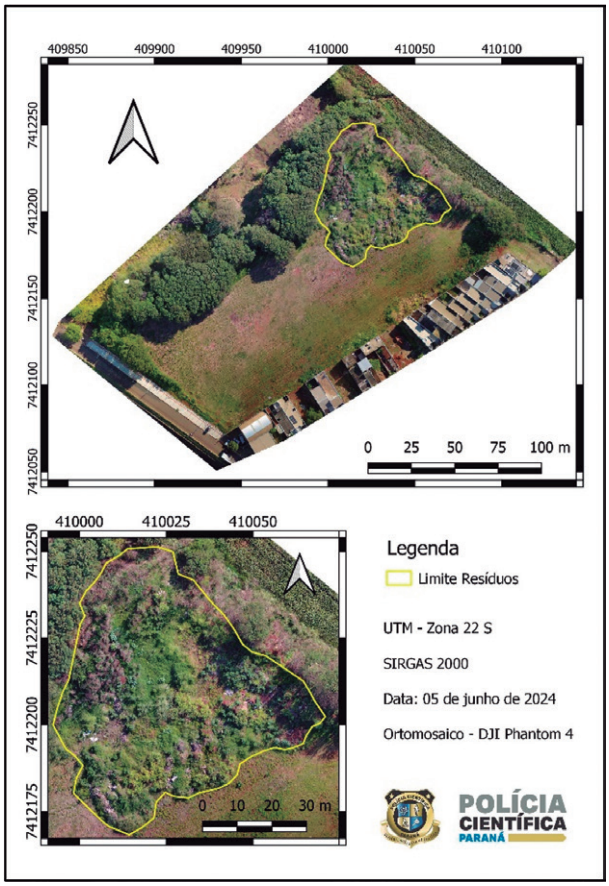


Figura 5. Ortomosaico obtido por meio de processamento digital de imagens pelo *software Agisoft Metashape*, com destaque para a área em que foi constatada a disposição inadequada de resíduos sólidos.

4. CONCLUSÃO

Constatou-se a disposição inadequada de resíduos sólidos dos tipos poda e construção civil (predominantemente classe A – CONAMA 307/2002) [17] sobre o solo a céu aberto, em área de 3.700m² e volume de 7.000m³, descumprindo uma proibição contida na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010). Por meio do processamento digital de imagens realizado a partir de imagens aéreas obtidas via RPA, foi possível determinar os valores de área e volume de disposição inadequada de resíduos no terreno de interesse de modo acessível e com baixo custo.

A medição topográfica realizada por RPA permite a obtenção de dados com precisão satisfatória, de baixo custo, fácil acesso e financeiramente viável para

ser utilizada em órgãos públicos e pode ser considerada uma ferramenta importante para a aplicação de cálculos de área e volume em exames periciais ambientais, principalmente em casos de lixões, aterros ou movimentação de solo [3].

Outra vantagem expressiva da aplicação de aerofotogrametria via RPA é a capacidade de gerar pontos em todas as faces da superfície a ser medida, inclusive sobre o topo da pilha de resíduos, fato este restrito em algumas áreas, fazendo com que se previna situações que possam ocasionar riscos à segurança e à saúde do profissional de segurança pública [15].

AGRADECIMENTOS

Agradecimento à Seção de Crimes Ambientais da Polícia Científica do Paraná pelo apoio fornecido na execução do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento. Disponível em: *https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis*. Acesso em: 12/06/2024.

[2] BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.

[3] C.C.S. Mello; G.F. Simões. Avaliação do ganho de vida útil em uma célula de um aterro sanitário de grande porte durante a operação com utilização de VANT. X Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental (REGEO), 2023.

[4] V.X. Aguiar. VANT, uma ameaça à Fotogrametria? ANEA Artigos. ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos SA, 2013.

[5] C.D. Ghilani; P.R. Wolf. Geomática. 13ª edição. São Paulo: Pearson, 2013.

[6] F.A.V. Boeira et al. Comparação de volume de aterro obtido via aeronave remotamente pilotada (RPA) e GNSS/RTK. 25º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária (ENACOR). Foz do Iguaçu, 2023.

[7] C.C.S. Mello. Aerofotogrametria com VANT: aplicações no monitoramento operacional de aterros sanitários. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2020.

[8] B.T. Rodrigues. Topografia na validação de modelo de terreno obtido por meio de aeronave remotamente pilotada – RPA. *Tese de Doutorado*. Universidade Estadual Paulista, 2020.

[9] BRASIL. Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.

[10] BRASIL. Lei Municipal nº 1.424, de 18 de janeiro de 2024.

[11] Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Maringá (IPPLAM). Macrozoneamento do Plano Diretor de Maringá. Disponível em: *https://www.ipplam.com/mapas-interativos*. Acesso em: 24/06/2024.

[12] Programa Brasil M.A.I.S. Disponível em: *https://plataforma-pf.sccon.com.br*. Acesso em: 15/03/2024. Includes material © (2022). Planet Labs Inc. All rights reserved.

[13] Equipe de Desenvolvimento QGIS (2024). Sistema de Informações Geográficas QGIS. Projeto da Fundação Geoespacial de Código Aberto. Disponível em: *http://qgis.osgeo.org*.

[14] Manual do usuário do programa *Agisoft Metashape* na versão profissional. Disponível em: *https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_1_8_en.pdf*. Acesso em 27/06/2024

[15] D.A. Rodrigues; A.L.C.F. Gallardo. Vantagens da aerofotogrametria pro drone na obtenção de dados topográficos em estudos de lixões e aterros sanitários. VII Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade. Anais. São Paulo, 2028.

[16] Polícia Científica do Paraná – Banco de dados da Seção de Crimes Ambientais, 2024.

[17] Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, DF.

v. 14, n. 4, p. 279-283, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Achados médico-veterinários legais em caso de abandono de um cão (*Canis Lupus Familiaris*): protocolo pericial criminal a partir da experiência goiana

D.S. Araújo[a,*], B.E. Patini[a], C.K.S. Roque[a], T.H.C. Silva[b,c], L.B.M. Leite[d]

a Instituto Médico Legal Veterinário, Superintendência da Polícia Técnico Científica de Goiás (GO), Brasil
b 4ª Coordenação de Polícia Técnico-Científica, Superintendência de Polícia Técnico-Científica de Goiás (GO), Brasil
c Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Estadual de Goiás (UEG), Goiás, Brasil
d Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiás, Brasil

**Endereço de e-mail para correspondência: daniel.araujo@policiacientifica.go.gov.br Tel.: +55-62-98214-5539.*

Keywords: *Pets*; Animal doméstico; Maus-tratos; Bem-estar; Medicina-veterinária legal.

1. INTRODUÇÃO

No século XXI, os termos e situações como abandono, maus-tratos e Bem-Estar Animal (BEA) têm sido alvo de grande discussão. A mudança de conceitos e quebra de paradigmas pela sociedade brasileira, consequentemente, sua conduta e posicionamento em relação a tais temas, são notórias e repercutem em atualizações jurídicas direcionadas à maior proteção animal e ao crescente número de Organizações não Governamentais e voluntários relacionados à causa animal [1].

Uma das novidades jurídicas que impacta diretamente no modo como os animais estão inseridos na sociedade, é a consolidação da afetividade como elemento constitutivo da família, fundamentando o conceito da família multiespécie [2]. Essa premissa jurídica, associado ao aumento do número de animais inseridos nas famílias (estima-se que cães e gatos estão em 50% dos lares brasileiros, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [3]), exige maior demanda de cuidados e atenção dos animais por parte dos profissionais [1, 2].

Para que seja provido bem-estar a um animal de companhia, é essencial o oferecimento da guarda responsável pelo responsável ou tutor do *pet*. A "descoisificação" do animal, que envolve não o tratar como mera propriedade, importa no dever do responsável a proporcionar uma vida saudável e aconchegante, em que todas as necessidades fisiológicas, psicológicas e comportamentais do animal estejam incluídas [2, 4].

Todavia, o ato de abandonar animais é realidade rotineira no Brasil, que acarreta uma série de situações negativas para a população brasileira em geral [5].

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), no ano de 2022, existiam aproximadamente 30 milhões de animais abandonados nas ruas do Brasil, entre cães e gatos, sendo crescente o número de abandono [6].

O alto índice de animais em situação de rua impacta a saúde pública, o meio social, o equilíbrio econômico e ecológico do país. Especificamente, reverbera na crescente reprodução desorganizada, na propagação de zoonoses, em implicações ambientais, em ampliação de gastos com monitoramento populacional e incômodo ligado às condutas dos animais [7].

Dentre as causas de abandono de animais domésticos, destaca-se a ausência de entendimento e planejamento do tutor ou responsável [8], sendo comum obter a guarda do animal por simples entusiasmo ou modismo, sem procurar saber como criá-los ou as condições ambientais e econômicas adequadas. Sendo assim, a simples manifestação de atitudes pelos animais de companhia não previstas pelo tutor gera o abandono

destes animais, como objeto qualquer, muitas vezes soltos em vias públicas ou em abrigos [9].

No campo da responsabilidade penal, a comprovação de autoria e materialidade do fato são imprescindíveis para a consecução da justiça, cabendo, sobretudo, à perícia criminal, estabelecer e identificar os parâmetros objetivos e científicos para determinar a ocorrência do fato delituoso [10].

Dentre os crimes contra os animais, os maus-tratos são os mais comuns, mesmo que a responsabilização penal ainda seja incipiente [11]. De acordo com o conselho Federal de Medicina Veterinária, considera-se maus-tratos "qualquer ato, direto ou indireto, comissivo ou omissivo, que intencionalmente ou por negligência, imperícia ou imprudência provoque dor ou sofrimento desnecessários aos animais" [12].

No âmbito jurídico, a lei de crimes ambientais, em seu art. 32, estabelece os maus-tratos como crime [11]. O abandono, por sua vez, está inserido nas condutas caracterizadoras dos maus-tratos, uma vez que, por serem sencientes [9], ao serem abandonados, os animais entram em sofrimento físico e psicológico, desprovidos de comida, água e abrigo.

A comprovação do abandono é complexa e depende da análise de sinais característicos, de forma que este estudo de caso visa discutir quais os elementos que podem materializar o abandono e, consequentemente, auxiliar as autoridades judiciais a tipificar os maus-tratos.

Nesse contexto, os objetivos desta pesquisa são apresentar e discutir achados em necropsia médico-veterinária legal que corroborem a hipótese de o animal ter sido abandonado, analisando a complexidade de tratamento, e o estado de sofrimento por determinado lapso temporal, sem o devido tratamento médico.

2. METODOLOGIA

A pesquisa, desenvolvida em abordagem qualitativa, é do tipo estudo de caso, sendo que a escolha ocorreu pela clareza dos achados médico-veterinários e por ser significativo nos elementos presentes quando comparado a casos semelhantes [12].

Ancorada em revisão de literatura sobre bem-estar animal, direitos dos animais e a respectiva responsabilidade penal em caso desrespeito ao ordenamento jurídico, este texto científico também encontra fundamento na *expertise* dos pesquisadores, peritos criminais da Superintendência de Polícia Técnico-Científica de Goiás, para estabelecer caminhos padronizados para realização de perícias da mesma natureza, caracterizando, portanto, pesquisa sobre a própria prática – pesquisa-ação [13]

Partiu-se do seguinte caso selecionado: após atendimento de urgência e emergência em Clínica Médico Veterinária na zona metropolitana de Goiânia, o canino foi a óbito e seu corpo foi refrigerado até o momento de remoção por equipe policial da Superintendência de Polícia Técnico Científica de Goiás para o Instituto Médico Veterinário Legal.

Aplicou-se o Protocolo de Perícia em Bem-Estar Animal (PPBEA) [14], norteador das avaliações quanto às liberdades nutricional e sanitária do espécime, conjugada à realização de exame externo do corpo animal, interno de cavidades e específico de vísceras e sistemas biológicos.

Realizou-se a avaliação do escore de condição corporal (ECC) específico para cães [15], assim como análise da anatomia comparada para caninos de características específicas ao espécime apresentado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características físicas do espécime eram compatíveis a canino (*Canis Lupus Familiaris),* filhote, macho, semelhante a exemplares da raça Rottweiler, com pelagem preta com marrom (Fig. 01).

Figura 1. Animal doméstico – objeto do exame pericial

No exame físico externo, constatou-se sinais clínicos de morte ocorrida, insensibilidade geral no organismo, ausência de movimentos cardíacos e respiratórios e córneas opacas. O espécime apresentava evidências de tricotomia nos membros torácicos e pélvicos para acesso venoso e atendimento médico-veterinário.

Foram encontradas miíase entre as almofadas do metacarpo e digitais no membro torácico direito e na mandíbula em região lateralizada à direita, próximo à comissura labial direita, sem acometimento muscular, sem evidências de tratamento, demonstrando sofrimento na linha do tempo pelo espécime (Fig. 2 e 3).

Figura 2. Miíase em membro torácico direito.

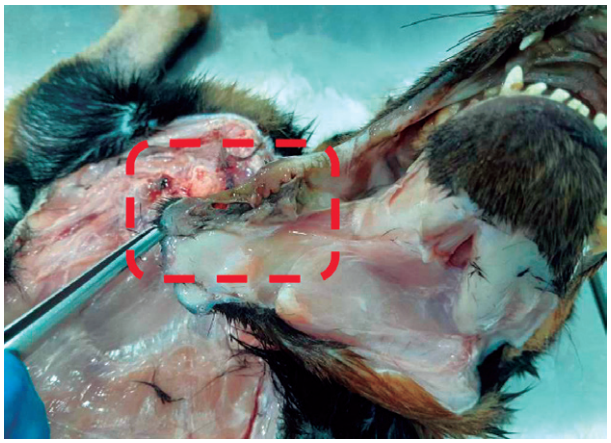


Figura 3. Miíase em região submandibular direita.

O escore de condição corporal do animal foi 2 (dois), ou seja, condição de subalimentado, haja vista presença de costelas, vértebras lombares e ossos pélvicos facilmente visíveis, ausência de gordura palpável e saliências ósseas visíveis, com perda de massa muscular. A condição corporal está relacionada à privação ou restrição alimentar no local em que o espécime era mantido pelo tutor.

Da análise da parte posterior, na região anal, o espécime manifestava presença considerável de fezes amolecidas caracterizando diarreia clínica e aguda (Fig. 4).

Figura 4. Fezes diarreicas em região anal.

No exame interno, iniciado por incisão mento-pubiana superficial, efetuou-se o afastamento da pele e musculatura adjacente. Os órgãos da cavidade abdominal e torácica foram observados *in situ*. As alterações apresentadas foram: hemoperitônio, hepatomegalia com congestão e necrose de bordos com apresentação amarelada semelhante à lipidose hepática, presença de refluxo biliar com formação de lama biliar, aumento de volume renal com fluidez de substância hematoide ao corte e necrose cortical bilateral, hemopericárdio, congestão e edema agudo de pulmão, além da presença de grave intussuscepção intestinal com intenso processo inflamatório e colite ulcerativa (fig. 5 a 10).

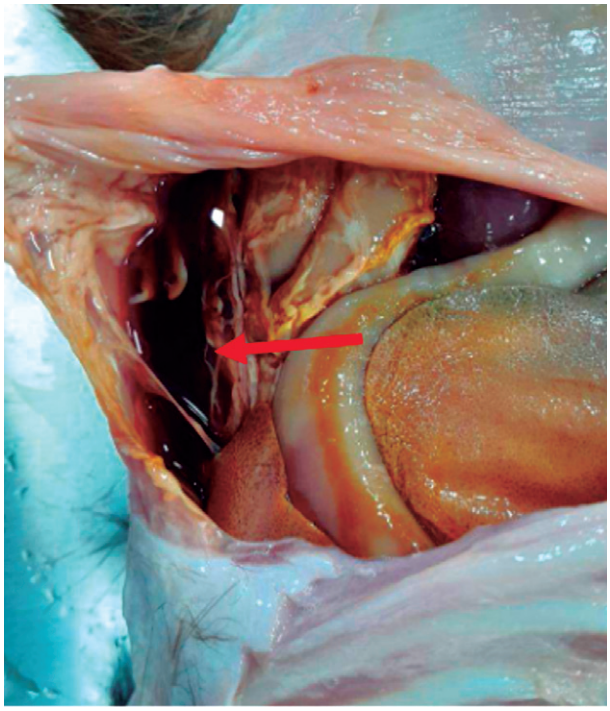


Figura 5. Hemiperitônio.

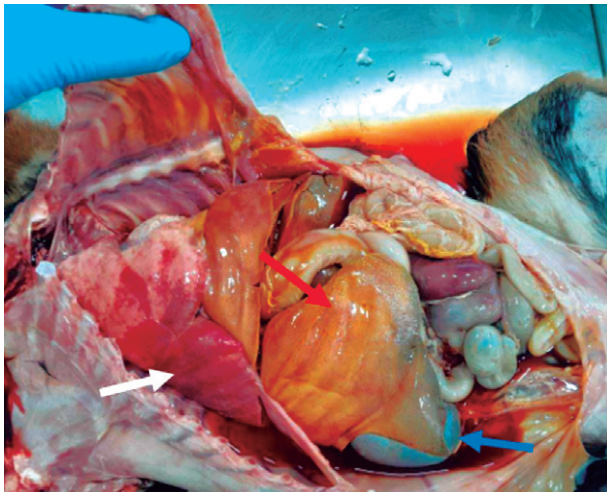


Figura 6. Fígado (seta vermelha), pulmão (seta branca) e rim (seta azul)

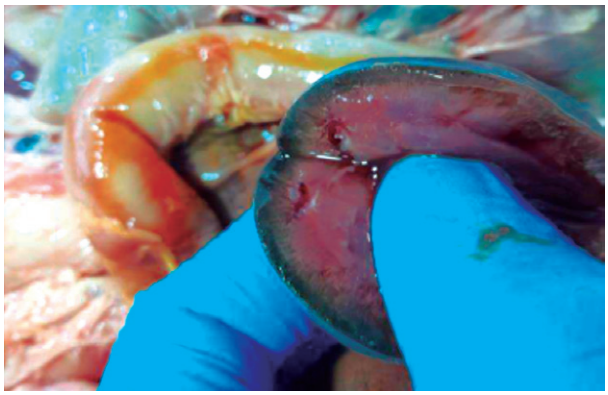


Figura 7. Necrose de camada cortical do rim.

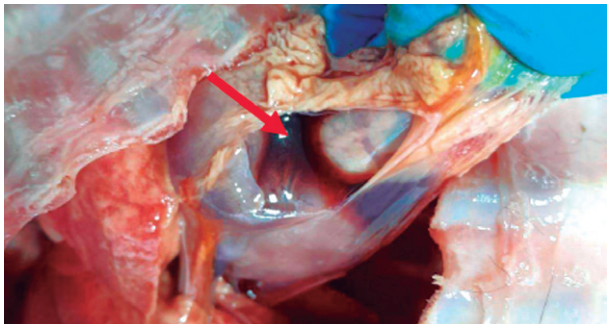


Figura 8. Hemopericardio.

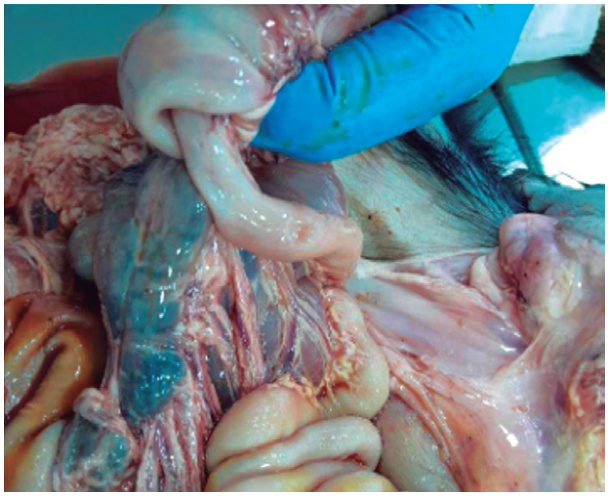


Figura 9. Intussuscepção em intestino grosso.

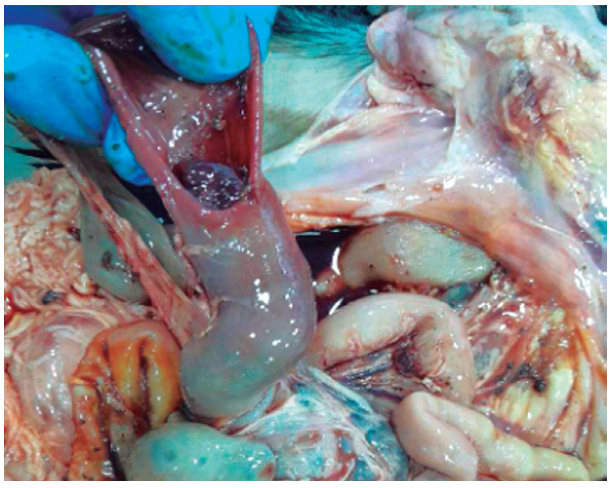


Figura 10. Intussuscepção em intestino grosso.

O grave quadro de intussuscepção intestinal com colite ulcerativa pode determinar importante contaminação da cavidade abdominal, quando do extravasamento de conteúdo intestinal, além de ocasionar situação grave de septicemia.

No exame necroscópico médico-veterinário realizado, baseado no diagnóstico morfológico macroscópico, constatou-se que o animal apresentava quadro grave de intussuscepção intestinal combinada com colite ulcerativa, além de que foi considerado pela condição corporal externa, sofrimento crônico.

A causa morte foi considerada por septicemia com insuficiência renal aguda, determinando-se, também, que o espécime já manifestava alterações em sua condição de saúde quando do abandono pelo tutor.

4. CONCLUSÕES

Infere-se da pesquisa que, apesar de complexa, a materialidade do crime de abandono pode ser identificada por meio de minuciosa análise necroscópica.

Entretando, para que seja possível a responsabilização penal, é preciso identificar a autoria, ou seja, quem é o tutor ou responsável pelo animal abandonado. Logo, para elucidação dos casos, quando não conhecido o responsável, é preciso observar outros meios de prova, como perícias indiretas em fotografias ou testemunhas do fato.

Por fim, tratando-se da necropsia elucidativa, estabelece-se o seguinte caminho para a confirmação do abandono como forma de maus-tratos: a) adoção de um protocolo de avaliação (sugere-se o PPBEA); b) realização de exame físico externo (b.1. descrever lesões; b.2. descrever sinais e tempo de morte, se houver; b.3. identificar e descrever sinais patológicos, a exemplo de miíase; b.4. identificar e descrever sinais biológicos, a exemplo de fezes diarreicas); c) definição do Escore Corporal (ECC) específico para o espécime; d) realização de exame físico interno (d.1. observar e descrever alterações nos órgãos (diagnóstico morfológico macroscópico), como congestão, mudança de coloração e necrose; d.2. descrever lesões nos órgãos e derramamento interno de substância biológica; d.3. quando possível e necessário, realizar exames complementares microscópicos e laboratoriais); e) determinar a causa das lesões ou a *causa mortis*; f) constatar se houve sofrimento biológico relacionado ao abandono e se as lesões, quadro clínico é anterior ou posterior ao abandono.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Polícia Científica de Goiás e ao Instituto Médico-Veterinário Legal de Goiás pela atuação na elucidação de crimes contra os animais do estado de Goiás, bem como à Revista Brasileira de Criminalística e à Associação Brasileira de Criminalística (ABC) pelo apoio concedido.

REFERÊNCIAS

[1] P.P Santos. A necessidade de consolidação dos fundamentos dos direitos dos animais domésticos no Brasil: bem-estar animal, combate aos maus-tratos e ao abandono. *Dissertação (Mestrado em Direito) — Universidade de Brasília, Brasília* (2021).

[2] T.R. Vieira; V. S. G. Cardin. Antrozoologia e Direito: o afeto como fundamento da família multiespécie. *Revista de Biodireito e Direito dos Animais, Brasília* 3.1: 127-141 (2017).

[3] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Pesquisa. *Pesquisa Nacional de Saúde 2019*. Ciclos de Vida. Rio de Janeiro (2021).

[4] S.J.C. Pereira *et al*. O problema de abandono de animais domésticos: um estudo realizado em Colinas do Tocantins (Tocantins, Brasil). *Anais da Jornada de Iniciação Científica e Extensão* (2019). Retirado em 03/12/2023, de https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/jice/10jice/paper/view/9726.

[5] M.C.S. Azevedo.; M.P. Flores; J.R. Rodriguez. Consideração moral de animais e o nomos de Robert Cover: a dimensão jurídica do movimento pelos direitos animais. *Revista Direitos e Garantias Fundamentais*, v. 20, n. 2 (2022).

[6] C. dos Santos Duarte; *et al*. Abandono de animais no Brasil: consequências geradas à sociedade. *Revista Ensino, Saúde e Biotecnologia da Amazônia*, 2(esp.), 56-59 (2020).

[7] J.C. BONIN; S.J. MAKIOLKI; L. HÜLSE. O problema do abandono dos animais domésticos e a importância da educação cidadã em uma escola de Educação Básica de Timbó Grande, Santa Catarina. *Devir Educação* [em linea]. vol. 4, nº 2, p. 251-271 (2020).

[8] F.L.Z. COLTRO. Animais e o planejamento urbano: reflexões sobre o não humano nas cidades. *Revista Gestão & Sustentabilidade*. Chapecó, Santa Catarina, 2019.

[9] T.H.C. Silva; L.R. Jordão. Maus-tratos contra os animais: uma análise da efetividade punitiva em Goiás. *Revista Brasileira de Direito Animal* 18.1: f282310-f282310 (2023).

[10] Brasil. Resolução nº 1236, de 26 de outubro de 2018. Define e caracteriza crueldade, abuso e maus-tratos contra animais vertebrados, dispõe sobre a conduta de médicos veterinários e zootecnistas e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 29 out. (2018).

[11] Brasil. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 13 fev. (1998).

[12] M.M. Venturaa. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. *Revista SoCERJ* 20.5: 383-386 (2007).

[13] M. Thiollent. Metodologia da pesquisa-ação. Rio de Janeiro: Cortez editora (2022).

[14] J. Hammerschmidt; C.F.M. Molento. Identificação de maus-tratos contra animais por meio de um protocolo de perícia em bem-estar animal. *Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP*. 13:89: (2015).

[15] L.F. Rodrigues. Métodos de avaliação da condição corporal de cães. *Mestrado em Ciência Animal Universidade Federal de Goiás* (2011).

v. 14, n. 4, p. 284-288, 2025
SSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Contribuição dos achados necroscópicos, análise toxicológica e anatomopatologia em um caso de intoxicação de animais domésticos ocorrido em Bela Vista de Goiás no ano de 2024: relato de caso

D.S. Araújo[a*], L.B.M. Leite[b]

[a] *Instituto Médico-Veterinário Legal, Superintendência da Polícia Técnico Científica de Goiás, Goiânia (GO), Brasil*
[b] *Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiás, Brasil*

**Endereço de e-mail para correspondência: daniel.araujo@policiacientifica.go.gov.br. Tel.: +55-62-98214-5539.*

Keywords: Medicina veterinária legal; patologia veterinária forense; bem-estar animal

1. INTRODUÇÃO

Sobre os principais crimes notificados e cometidos contra os animais de companhia, a intoxicação exógena costuma ser comum. Em estudos anteriores, as intoxicações fatais têm como causa principal os pesticidas, sendo 50,4% causadas por carbamatos, 18,9% por rodenticidas anticoagulantes, 5,1% por organofosforados e 3,4% por rodenticidas não anticoagulantes [1,2]. O ato de intoxicar animais enquadra-se entre condutas vedadas pela Lei de Crimes Ambientais, Lei número 9.605/98, previsto no Artigo 32, onde praticar ato de abuso, maus-tratos, ferir ou mutilar animais silvestres, domésticos ou domesticados, nativos ou exóticos, é crime e tem como pena detenção de três meses a um ano, além da multa [3,4].

Este tipo de crime pode ser materializado, porém depende do reconhecimento adequado dos sinais clínicos, lesões anatomopatológicas características dos casos de intoxicação que levam a óbito, associados com a identificação laboratorial por exame toxicológico, esse conjunto de análises são arcabouços para estabelecer o diagnóstico definitivo do agente tóxico [1,5,6]. Em geral, situações onde existe suspeita de intoxicação, a identificação do agente é de grande importância. Sendo assim, quando um animal vem a óbito, para um diagnóstico preciso é ideal a realização da análise anatomopatológica associada ao exame toxicológico, ampliando a possibilidade de confirmação dos casos suspeitos [7,8].

A forrma de execução do exame necroscópico é importante e possui papel fundamental no esclarecimento dos fatos e determinação da causa *mortis* do animal, pois através dos achados de necropsia pode-se suspeitar o agente causador, por meio do perfil de lesões. A histopatologia veterinária forense é exame complementar no diagnóstico de intoxicações, visto a análise minuciosa dos tecidos e sistemas biológicos [6,9].

2. METODOLOGIA

Foi realizado exame necroscópico em sala especializada para este tipo de exame no Instituto Médico Legal Veterinário da Superintendência de Polícia Técnico-Científica de Goiás da cidade de Goiânia. Os animais acometidos supostamente por intoxicação criminal intencional na cidade de Bela Vista de Goiás, Goiás, foram transferidos congelados para o referido Instituto na cidade de Goiânia. Tratava-se de dois gatos domésticos (*Felis silvestres catus*), adultos, fêmeas e sem característica de raça aparente. Figura 1. O histórico da ocorrência foi adotado como anamnese antes da realização de exame físico externo e exame interno. Os cadáveres após serem identificados foram submetidos a exame pericial necroscópico com ampla fotodocumentação, utilizando-se a técnica de *Ghon* modificada, que consiste de abertura do crânio e da cavidade toraco-abdominal para remoção dos órgãos em blocos anatômico e funcionalmente relacionados,

totalizando quatro blocos [10]. Os órgãos de eleição foram removidos dos blocos e examinados detalhadamente, realizando-se registro fotográfico.

Figura 1. Material recebido para exame necroscópico

Concomitantemente ao exame de necropsia, coletou-se amostras para análise toxicológica e para exame anatomopatológico. Para o exame toxicológico, foram colhidas amostras de fígado, rim e conteúdo estomacal (cerca de 30 gramas de cada), que eram identificadas, acondicionadas em tubo falcon plástico estéril e congeladas à -18C. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Toxicologia Forense, acompanhadas de requisição de exame pericial de análise toxicológica para identificação de substância toxicante quando presente. Para a análise anatomopatológica, foram coletadas amostras de rim, fígado, pulmão e encéfalo, fixadas em formalina tamponada a 10%, processadas e as lâminas coradas com Hematoxilina e Eosina (HE) para depois serem visualizadas sob microscopia óptica. Para avaliação das lesões encontradas no encéfalo, pulmão, rim e fígado, tanto do ponto de vista da macroscopia como da microscopia, foram seguidos critérios utilizados em livros-textos de referência, atentando-se para lesões oriundas da ação de compostos tóxicos, sendo principalmente aquelas que provocam degeneração e outros tipos de lesões reversíveis ou não às células que compõem os tecidos destes órgãos [2,7,11]. Por fim, foram tabulados em MS Excel 2019 dados sobre achados macroscópicos, microscópicos e aspectos da substância toxicante.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os dois animais demonstraram um padrão de lesões, descritas a seguir.

Pelagem externava-se com algumas sujidades, tipo grãos de areia e folhas secas, além de se apresentar demasiadamente molhada por substância hematoide extravasada por boca e narinas. Mucosa oral e língua apresentavam-se cianóticas.

Musculatura esquelética na porção ventral do pescoço bastante hiperêmica. Apresentava grande quantidade de substância hematoide acumulada em cavidades torácica e cavidade abdominal. Traqueia apresentava hiperemia excessiva em todo seu trajeto, com maior evidência em seu terço inicial, perceptível estreitamento da luz, presença de espuma brancacenta, configurando o quadro de colapso traqueal. Figura 2.

Pulmão com focos hemorrágicos difusos em todos os lobos, presente edema, congestão e porções friáveis quando pressionados. Fígado apresentava congestão, aspecto de necrose centrolobular hepática, além de regiões com embebição por bile. Figura 3.

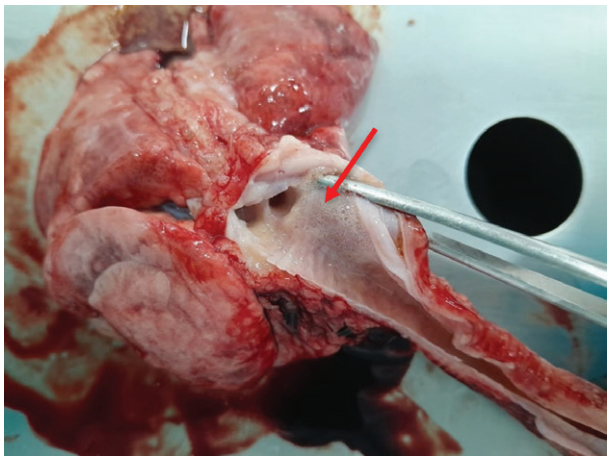


Figura 2: colapso traqueal com espuma brancacenta

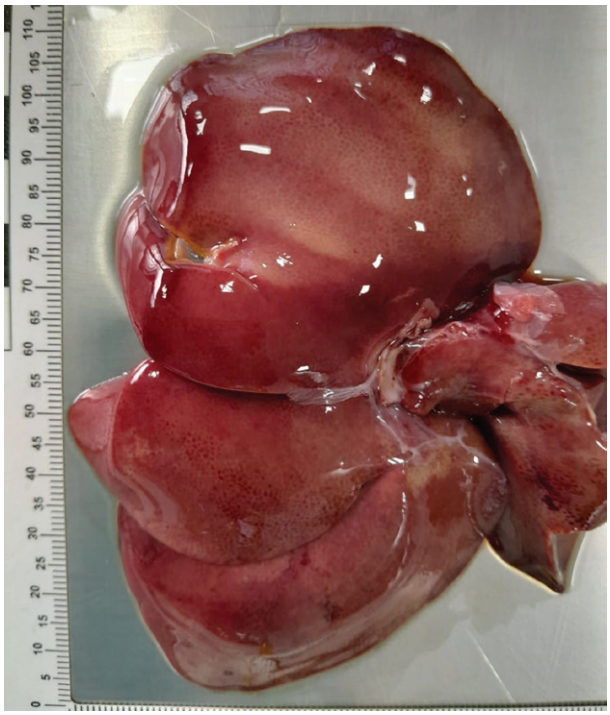


Figura 3: fígado congesto com marcação centrolobular (aspecto pontilhado em vermelho escuro)

D.S. Araújo, L.B.M. Leite, Rev. Bras. Crim. 14(4), 284-288, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

As alças intestinais estavam distendidas devido presença de gases no interior destas, configurando quadro de meteorismo, processo ligado à autólise de material biológico. No interior do estômago encontrou-se material de consistência líquida a pastosa, de aspecto pegajoso e coloração bege com presença de diversos grânulos de cor preta em tamanhos variados, compatível com situações de intoxicação intencional por via oral com Aldicarb (chumbinho), um pesticida do tipo carbamato. Figura 4.

Figura 4: conteúdo estomacal contendo "salpicado" de partículas de cor preta

Presença de grande quantidade de líquido no saco pericárdico. Em geral, quadros de intoxicação que geram o resultado morte, estão associados à insuficiência cardiorrespiratória ou choque hipovolêmico. Em geral é comum estas serem a primeira e segunda principal causa de morte. Durante a realização da necropsia houve remoção de fragmentos para avaliação anatomopatológica, sendo estes fixados com a finalidade de evitar a degradação tecidual por enzimas presentes nas próprias células, fenômeno denominado autólise; preservando assim a estrutura e composição molecular dos tecidos. Em necropsias forenses é comum o material histológico encaminhado para exame estar em processo de decomposição, no entanto, uma vez recebido o material o mesmo deve ser processado [7,12]. A análise microscópica do fígado, rim e encéfalo do espécime intoxicado apresentou diversas alterações, sendo muitas características de processos degenerativos e fenômenos cadavéricos [6,7]. Nas lesões ora provocadas por intoxicação foi observado hiperemia, com estase sanguínea, onde ao corte de órgãos parenquimatosos há aumento de sangue fluindo pela superfície, que também se encontrava mais avermelhada. Microscopicamente muitos vasos, principalmente os capilares, encontram-se congestos [9]. Figura 5 e 6.

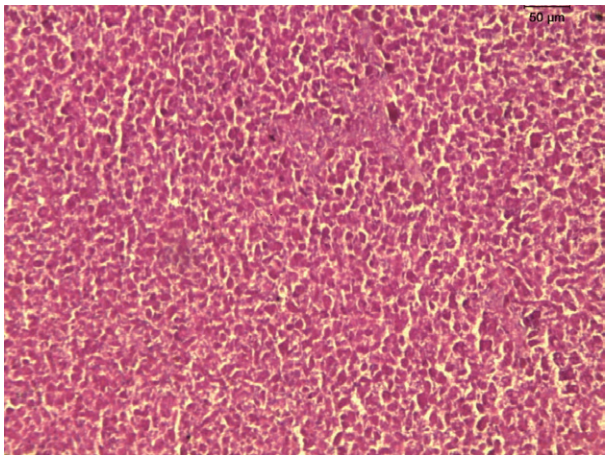


Figura 5: congestão hepática

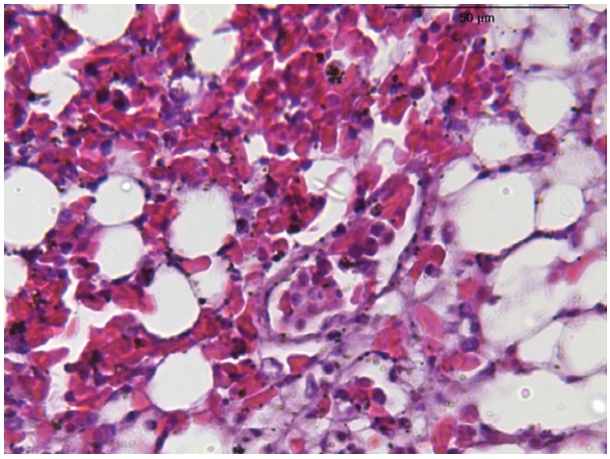


Figura 6: congestão pulmonar

A via de excreção dos metabólitos gerados pelo agente toxicante é comum pelo sistema reanal, ocasionando intensa reação de hiperemia no tecido renal, sendo que a fácil distinção entre camada medular e cortical fica prejudicada, e as duas camadas terão um aspecto de semelhança na intensa cor vermelha. Figura 7.

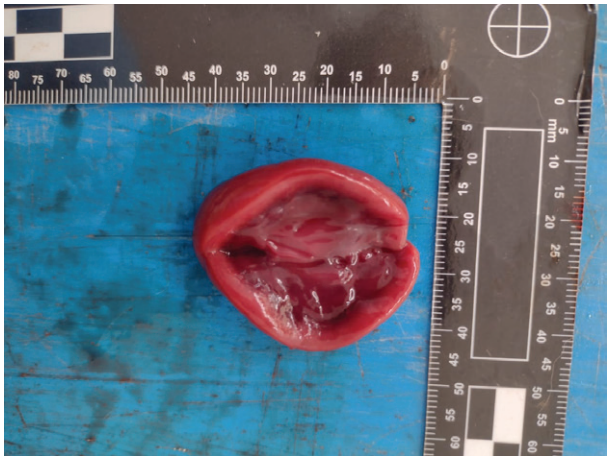


Figura 7: rim em intensa hiperemia das camadas cortical e medular

Na microscopia a lesão necrótica no tecido renal fica evidente, sendo os túbulos renais bastante acometidos. Figura 8.

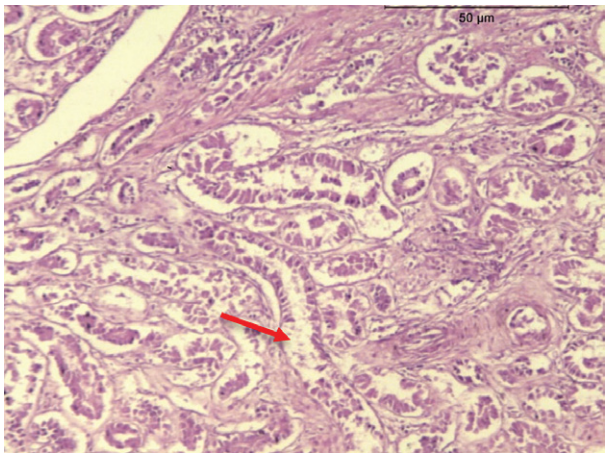


Figura 8: necrose tubular no rim

Na avaliação histológica do encéfalo deve-se atentar para artefatos e alterações post mortem gerados no manuseio e processo de extração deste, visto que a geração de lesões neste momento pode induzir certa confusão com lesões ante mortem [8]. Portanto, a correlação entre os achados das lesões nos casos de intoxicações criminais em questão condiz com o descrito na literatura, desta forma fortalecendo a importância da Patologia Veterinária Forense para concluir laudos criminais de corpo de delito na perícia criminal veterinária [13]. Diante da presença comum de casos envolvendo intoxicação intencional na rotina médico-veterinária, é importante a capacitação do profissional perito criminal médico veterinário para o estabelecimento do diagnóstico definitivo para a causa *mortis* do animal ora periciado. O direcionamento do diagnóstico se dá pela interpretação dos achados macroscópicos e microscópicos, concluindo a materialização do fato em questão. Em geral, a literatura científica cita que a associação entre exame necroscópico médico-veterinário, análise toxicológica e avaliação anatomopatológica soluciona até 95% dos casos com suspeita de intoxicação.

Para o caso em questão, houve congruência dos achados macroscópicos, histológicos (anatomopatologia) e análise toxicológica, sendo esta última com resultado positivo para um pesticida do tipo carbamato conhecido comercialmente por Aldicarb.

4. CONCLUSÕES

Baseado no diagnóstico morfológico macroscópico é possível perceber que o perfil de lesões pressupõe intoxicação via oral, visto presença de material estranho no conteúdo estomacal com características semelhantes a inseticida do tipo carbamato.

A avaliação anatomopatológica contribuiu na diferenciação do diagnóstico, sendo por fim o agente toxicante identificado pela análise toxicológica.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao Instituto Médico Legal Veterinário da Polícia Técnico-Científica de Goiás bem como aos organizadores do Congresso de Criminalística por oferecer espaço para que seja compartilhado conhecimentos básicos para atuação em medicina veterinária legal, disciplina jovem e emergente dentro do rol da medicina-veterinária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] KLAASSEN, C.D.; CASARETT, L.J.; DOULL, J.; KLAASEN, C. D. - Casarett and Doull's Toxicology-The basic science of poison. 8º ed., New York: McGraw-Hill Education, 2013. 1454p. [2] MACGAVIN M.D., ZACHARY J.F. Bases da Patologia em Veterinária. 5ed. São Paulo: Elsevier Editora, 2013. 1344p.

[3] BRASIL. Lei nº 69, de 29 de agosto de 2014. Título IV. Dos crimes contra animais de companhia. Brasília: Diário Oficial da União, 2014. 21 R. bras. Ci. Vet., v. 25, n. 1, p. 17-21, jan./mar. 2018

[4] BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Lei de Crimes Ambientais. Brasília: Diário Oficial da União; 1998.

[5] BYARD, R.W.; BOARDMAN, W. The potential role of forensic pathologists in veterinary forensic medicine. Forensic Science Medicine Pathology, v.7, n.3, p. 231-232, 2011.

[6] COOPER, J.E.; COOPER, M.E. Forensic veterinary medicine: a rapidly evolving discipline. Forensic Science Medicine Pathology, v.4, n.2, p. 75-82, 2008.

[7] CUMMINGS, P.M.; TRELKA, D.P.; SPRINGER, K.M. Poisoning. In: __. Atlas of forensic histopathology. Cambridge University Press, New York, cap. 5, p. 78-83, 2011.

[8] MCDONOUGH, S.P.; GERDIN, J.; WUENSCHMANN, A. et al. Illumiating Dark Cases Veterinary Forensic Pathology Emerges. Veterinary Pathology, n.52, v.1, p5-6, 2015.

[9] WANG, Y.; KRUZIK, P.; HELSBERG, A. et al. Pesticide poisoning in domestic animals and livestock in Austria: A 6 years retrospective study. Forensic Science International. v.169, p.157- 160, 2007.

[10] FINKBEINER, W.E., CONNOLLY, A. URSELL, P.C. DAVIS, R.L. Autopsy Pathology: A Manual and

Atlas. 2a ed. Elsevier Health Sciences, Philadelphia, 2009. 359p.

[11] JUBB, K.V.V.F., KENNEDY, P.C., PALMER, N.C. Pathology of Domestic Animals 5. ed., vol. 1, Edinburgh: Saunders Elsevier, 2007.

[12] Tremori, Tália Missen; Rocha, Noeme Sousa. Exame do corpo de delito na perícia veterinária (ensaio). Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 12, n. 3, p. 30-35, 2014.

[13] XAVIER, F.G.; RIGHI, D.A.; SPINOSA, H.S. Fatal poisoning in dogs and cats – 16 – year report in a veterinary pathology service. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, v.44, n.4, p.304-309, 2007.

v. 14, n. 4, p. 289-294, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Aplicação de técnicas de sensoriamento remoto para materialização de crime ambiental de desmatamento em área de preservação permanente (APP)

S.R. Silva[a], M.Q. Moreira[a,b,*], C.S. Fernandes[a], J.A.S. Sá[a,c,d], F.C.L. Ferreira[a]

[a] *Programa de Pós-graduação em Ciências Forenses (PPGCF), Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), Marabá (PA), Brasil*

[b] *Polícia Científica do Tocantins, Araguaína (TO), Brasil*

[c] *Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém (PA), Brasil*

[d] *Polícia Científica do Pará, Belém (PA), Brasil*

**Endereço de e-mail para correspondência: eng.murilloqueiroz@outlook.com. Tel.: +55-63-99988-0058.*

Keywords: sensoriamento remoto; desmatamento; crime ambiental.

1. INTRODUÇÃO

A Lei 9.605/1998, conhecida como a Lei de Crimes Ambientais, estabelece as práticas lesivas ao meio ambiente e determina sanções administrativas e penais para aqueles que praticam as condutas nela especificadas. Uma vez que o Estado tipifica uma conduta como infração penal, é necessário que todo um processo de apuração seja realizado para se identificar dentre outros itens, a materialidade e a autoria [1].

O Código de Processo Penal (CPP) pátrio determina, em seu artigo 158, que "quando a infração deixar vestígios, será indispensável o exame do corpo de delito, direto ou indireto". O CPP ainda estabelece que os vestígios de ação delituosa deverão ser avaliados por meio de técnicas adequadas ao objeto de análise [2].

Para o caso de crimes ambientais, várias são as técnicas utilizadas para materializar os diversos tipos de condutas ilícitas previstas na legislação ambiental. Uma delas é o sensoriamento remoto.

Sensoriamento remoto é, em linhas gerais, a técnica de obter informações à distância. Trata-se de processo de detecção e monitoramento de características físicas de determinada área pela radiação refletida e/ou emitida à distância, geralmente realizada por satélites ou aeronaves equipadas com sensores especiais [3].

Este trabalho visa realizar um estudo de caso de utilizações de técnicas de sensoriamento remoto aplicadas na identificação e materialização de conduta ilícita de desmatamento em área de área de preservação permanente, conduta tipificada no artigo 38 da Lei de Crimes Ambientais.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

No caso avaliado, foi realizado um levantamento pericial em município do norte do Estado do Tocantins, onde havia duas áreas de supressão vegetal recente à época da perícia, as quais foram vistoriadas *in loco*, situadas às margens do Rio Tocantins, corpo hídrico federal. Foi utilizado, no levantamento pericial, um veículo aéreo não tripulado (VANT ou popularmente conhecido como "drone": fabricante DJI, modelo Mini 2, pertencente a um dos autores do texto) para a realização de fotografias áreas e registro da área de supressão.

3. PROBLEMÁTICA

Além de identificar as áreas de supressão vegetal, faz-se necessária realizar o levantamento da área total desmatada, o que pode se tornar um grande desafio considerando a extensão de terreno avaliada.

Para tanto, foram coletadas as coordenadas geográficas de pontos internos às áreas vistoriadas para que fosse possível realizar a utilização de ferramentas de sensoriamento remoto para se estimar a área submetida à supressão, as quais serão explorados nas seções posteriores.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1. SENSOR ELETRO-ÓPTICO

Os sistemas imageadores eletro-óptico são compostos por detetores que transformam a energia eletromagnética num sinal elétrico, que pode ser transmitido à uma estação remota [4]. Uma das ferramentas disponíveis nacionalmente para utilização destes sensores são os satélites CBERS, que é o Programa CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite), desenvolvido pela parceria entre Brasil e China que visou a construção de satélites avançados de sensoriamento remoto [5].

O satélite CBERS-04A foi lançado em 20 de dezembro de 2019, opera numa órbita sol-síncrona, possui uma resolução temporal de 31 dias, está projetado para uma vida útil de 5 anos e é equipado com câmeras para observações óticas de toda a superfície terrestre, sendo estes os seguintes instrumentos ópticos disponíveis: câmera multiespectral e pancromática de ampla varredura (WPM), que possui resolução de 2 e 8 m, câmera multiespectral (MUX) e câmera imageadora de campo largo (WFI) [6].

É possível obter as imagens do satélite CBERS-04A por meio do catálogo de imagens disponível em plataforma digital *online*.

4.2. RADAR

A expressão "RADAR" é uma sigla que aglutina a seguinte expressão "*Radio Detection and Ranging*". Trata-se do mecanismo pelo qual um sistema detetor emite um pulso de radiação eletromagnética e recebe uma porção refletida do pulso transmitido devido a interação deste com o alvo, registrando características físicas desta resposta [4].

Este sistema opera com radiações eletromagnéticas denominadas micro-ondas, que são produzidas por sistemas eletrônicos e são aplicados no espectro do comprimento de onda de 1 mm até 1 m [7].

O radar de abertura sintética (*Synthetic Aperture Radar* – SAR) possui uma antena de pequeno porte, mas possui a capacidade de simular uma antena bem maior, o que melhora a sua capacidade de resolução [8].

Atualmente, os dados SAR gerados pelo Programa *Copernicus* da ESA (*European Space Agency*) por meio dos satélites *Sentinel,* estão disponíveis gratuitamente por meio do endereço eletrônico https://browser.dataspace.copernicus.eu/.

A missão Sentinel-1 é formada por dois satélites de órbita polar, que geram imagens SAR na banda C, e podem ser utilizadas para a realização de estudos ambientais diversos [7].

4.3. ÁREA DE ESTUDO

Trata-se de uma área situada à margem esquerda do Rio Tocantins (lado do Tocantins), em proximidades de zona urbana do município de Filadélfia-TO, na região de divisa entre os Estados de Tocantins e Maranhão.

Foram identificadas duas áreas (vide Figura 1), próximas uma da outra, submetidas à supressão vegetal à corte raso e para verdade de campo foram tomadas fotografias aéreas por meio da utilização de VANT, as quais estão ilustradas nas imagens abaixo.

Figura 1. Áreas submetida à supressão vegetal à corte raso – Área 1 (esquerda) e Área 2 (direita).

Por meio da utilização de ferramentas computacionais e as imagens de satélites disponibilizadas gratuitamente (os passos serão apresentados nos tópicos posteriores), foi possível montar a composição a seguir, que ilustra as duas áreas conjuntamente (Figura 2).

Figura 2. Áreas de estudo – composição obtida através das imagens do CBERS 4A.

4.4. Metodologia de Aplicação Sensor Imageador Eletro-óptico (CBERS-04A)

4.4.1. Aquisição de Dados CBERS 04A

As imagens de alta resolução CBERS-4A foram obtidas através do catálogo de imagens do Instituto

Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) no endereço eletrônico (http://www.dgi.inpe.br/catalogo/explore), com imageamento realizado em 12 de outubro de 2021.

Estas imagens orbitais podem ser obtidas gratuitamente neste catálogo, com resolução espacial de até 2 metros. As imagens da câmera WPM do Satélite CBERS-4A tem 8 m (oito metros) de resolução espacial nas faixas do visível e infravermelho, e de 2 m (dois metros) da banda pancromática.

4.4.2. Processamento de dados CBERS-04A

Por meio do processo de fusão de imagens (função *Pansharpening*) foi melhorada a resolução dos arquivos. As etapas de empilhamento de bandas e fusão das imagens para 2 m de resolução espacial do CBERS-4A foram realizadas no *software* Quantum GIS - versão 3.18.3 (QGIS 3.18.3). De modo geral, o processamento ocorreu de acordo com o mostrado na Figura 3 abaixo.

Figura 3. Passos realizados para obtenção das imagens do satélite CBERS-04A.

4.4.3. Resultados Obtidos CBERS-04A

Nas imagens abaixo (com resolução espacial de 2 m), realizando-se diferentes composições de bandas (a fim de destacar as áreas analisadas), observou-se com clareza as áreas afetadas pelo desmatamento na região estudada. Na Figura 4 apresentam-se as composições com imagens do CBERS-04A, com resolução de 2 m: esquerda - composição formada pelas bandas 3-4-3 e direita - composição formada pelas bandas 4-2-3.

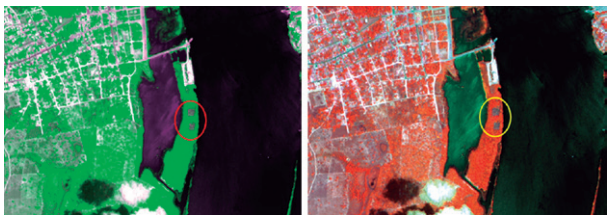


Figura 4. Composições com imagens do CBER-04A, com resolução de 2 m.

Utilizando-se as ferramentas disponíveis no *software* QGIS, foram realizadas as medições das áreas das superfícies as quais foram submetidas à ação delituosa. As áreas de supressão vegetal estimadas foram: para a Área 1, um total aproximado de 4697 m²; para a Área 2, um total aproximado de 3650 m²; as duas áreas totalizaram aproximadamente 8347 m² de vegetal desmatada (vide Figura 5).

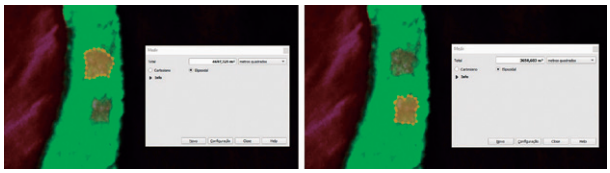


Figura 5. Medição da área desmatada das Áreas 1 e 2.

4.5. Metodologia de Aplicação de Sensor RADAR

4.5.1. Aquisição de Dados SAR

Foram obtidas imagens do satélite Sentinel-1 gratuitamente disponibilizadas pela *European Space Agency* (ESA), através do endereço eletrônico https://browser.dataspace.copernicus.eu.

As imagens adquiridas possuem as seguintes características: plataforma orbital: S1A; Modo Sensor: *Interferometric Wide Swath Mode* (IW); Banda C; Tipo: *Ground Range Detected* (GRD); Polarizações: VH e VV; na região tocantinense do dia 11 de outubro de 2021.

4.5.2. Processamento de Imagens SAR

Para o pré-processamento, foi utilizado o *software Sentinel Application Platform* (SNAP), com as seguintes etapas de trabalho: Entrada de dados e visualização de bandas, Seleção de subconjunto (*Subset band*), *Apply Orbit File*, *Radiometric Calibrate*, Filtragem de manchas (*Speckle Filter*), Correção geométrica de terreno (*Range-Doppler Terrain Correction*), conversão dos dados de linear para decibéis (dB), Composição RGB e exportação de imagens, as quais estão mostradas na Figura 6.

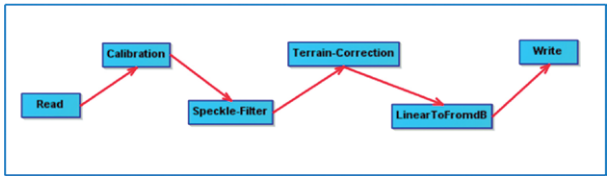


Figura 6. Etapas do pré-processamento realizadas no *software* SNAP.

4.5.3. Resultados Obtidos Imagens SAR

Ao realizar o processamento da imagem como mostra o diagrama anterior, foi possível obter as seguintes imagens que mostram as áreas submetidas à degradação (Figura 7): a imagem superior esquerda mostra a visualização da banda de polarização VH; a imagem superior direita mostra a banda de polarização VV; enquanto a imagem inferior trata-se de uma composição colorida RGB. A composição foi obtida da seguinte forma: *red*: Sigma 0 VH; *green*: Sigma 0 VV; *blue*: Sigma 0 VV – Sigma 0 VH.

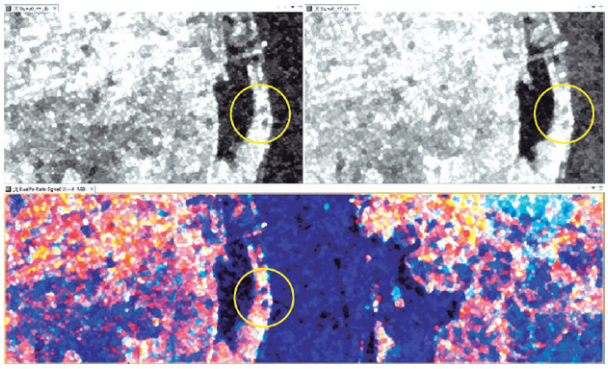


Figura 7. Imagens de RADAR obtidas pelo satélite Sentinel-1 e pré-processadas no SNAP.

As imagens anteriores mostram que é possível visualizar as regiões submetidas a ação delituosa, o que demonstra a factibilidade de sua utilização para materializar o fato (vide também Figura 8). Entretanto, ressalte-se que a ferramenta SNAP não possui uma função para fácil obtenção das medidas das áreas afetadas, sendo necessário exportar os produtos pré-processados para completar o estudo destas por meio de outros sistemas de informações geográficas (SIGs), como o Google Earth ou o QGIS.

Utilizando-se as ferramentas disponíveis no *software* QGIS, foram realizadas as medições das áreas das superfícies as quais foram submetidas à ação delituosa. As áreas de supressão vegetal estimadas foram: para a Área 1, um total aproximado de 4770,6 m²; para a Área 2, um total aproximado de 3461,1 m²; as duas áreas totalizaram aproximadamente 8231,7 m² de vegetal desmatada.

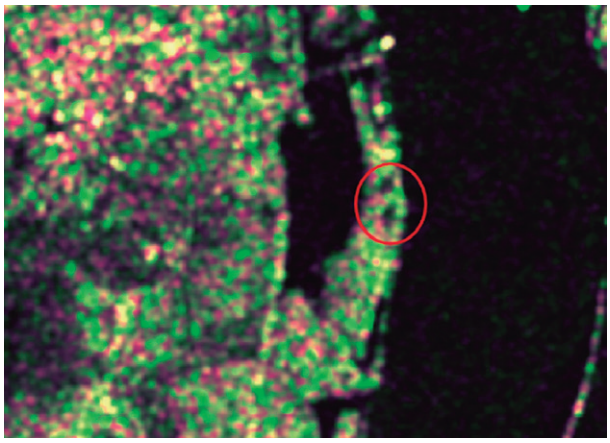


Figura 8. Imagem SAR na composição colorida RGB exportada para o estudo em outros SIGs.

4.6. Comparação das Metodologias

Utilizando-se os catálogos de imagens disponíveis gratuitamente nos endereços eletrônicos já mencionados, foi possível realizar a busca de imagens em tempo pretérito para se verificar a temporalidade do cometimento da conduta ilícita. Entretanto, a disponibilidade dos arquivos de imagens disponíveis depende da resolução temporal da plataforma de sensoriamento.

O SIG Google Earth Pro é uma ferramenta gratuita e de relativa fácil utilização, que também possui um recurso que permite observar imagens pretéritas, entretanto, a atualização de imagens não obedece a uma resolução temporal específica.

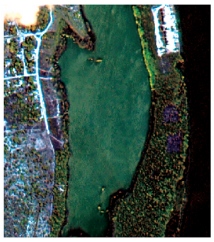
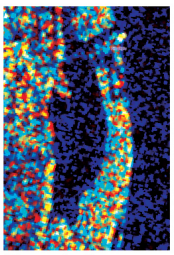
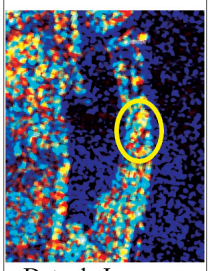
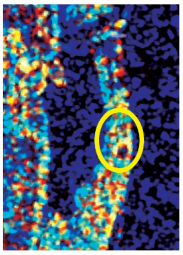
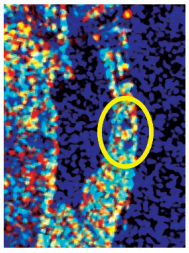
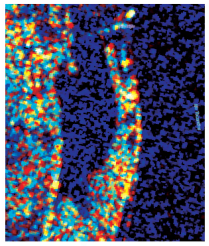
Na Tabela 1 foi realizada uma breve comparação dos resultados obtidos ao verificar imagens de períodos anteriores com o fito de se avaliar a temporalidade da ação delituosa.

Todas as ferramentas citadas neste trabalho até o momento têm a vantagem de serem gratuitas. O Google Earth Pro apresenta uma interface intuitiva e de fácil utilização, entretanto, suas ferramentas são limitadas e não existe padrão para a temporalidade das imagens (resolução temporal), situação observada na avaliação do caso estudado, pois somente com as imagens disponíveis neste *software* não foi possível perceber a existência do delito (dado o tempo decorrido entre as duas imagens disponíveis – vide Tabela 1).

As imagens do satélite CBERS-04A são gratuitas e têm uma resolução temporal de 31 dias, ou seja, seria possível observar o desenvolvimento temporal do desmatamento. Contudo, dada a pequena extensão da área do caso estudado, a qual poderia ser desmatada em questão de poucas semanas, a "janela" de observação poderia não capturar o "ritmo" do desmatamento da área. Além disso, são necessários conhecimentos específicos de processamento das imagens em *softwares* como o QGIS, que é uma ferramenta muito poderosa e possui muitos recursos, entretanto, apresenta-se mais complexa e demanda uma curva de aprendizado do usuário.

As imagens de SAR capturadas pelo Sentinel-1 também são disponibilizadas sem custo e possuem uma resolução temporal de 12 dias, a qual pode permitir um estudo temporal mais aprimorado em relação ao CBERS-4A (como pôde ser verificado com as imagens SAR, o desmatamento começou com a Área 2 e posteriormente foi realizado a supressão da Área 1 – Vide Tabela 1). Para tanto, também são necessários conhecimentos específicos de processamento das imagens no *software* SNAP, o qual, embora possua ferramentas avançadas para realizar o tratamento dos arquivos gerados pela plataforma, pode não ser suficiente para realizar todo o trabalho de análise, sendo necessária a aplicação de outro SIG para finalizá-la.

Tabela 1. Comparação das imagens obtidas por diferentes meios.

Ferramenta	Imagens				
	Antes	Depois			
Google Earth Pro	Data da Imagem: junho/2021	Data da Imagem: setembro/2023			
CBERS-4A	Data da Imagem: 11/07/21	Data da Imagem: 11/08/21	 Data da Imagem: 11/09/21	Data da Imagem: 12/10/21	
Sentinel 1	 Data da Imagem: 31/07/2021	 Data da Imagem: 24/08/2021	 Data da Imagem: 05/09/2021	 Data da Imagem: 17/09/2021	 Data da Imagem: 11/10/2021

5. CONCLUSÃO

Com a realização deste estudo de caso, conclui-se que os sistemas de sensoriamento remoto podem desempenhar um papel muito importante na materialização de condutas ilícitas lesivas ao meio ambiente como queimadas e desmatamento.

Para o caso exposto, foram utilizados dois sistemas de sensoriamento (imageador eletro-óptico e RADAR) a fim de mostrar que, a partir da utilização de duas técnicas diferentes, seria possível chegar ao mesmo resultado. Ao final, foi realizada uma comparação temporal dos resultados obtidos por meio de três programas computacionais, onde ficou demonstrado que, para o caso avaliado, somente a utilização da ferramenta Google Earth Pro não seria suficiente para realizar o estudo da área afetada.

Considerando a natureza do caso avaliado, a técnica que utiliza sensor imageador eletro-óptico se mostrou mais vantajosa que aquela que utiliza RADAR, uma vez que, para aquele, todas as etapas da avaliação podem ser realizadas em somente um SIG, enquanto neste, é necessário utilizar pelo menos dois SIGs para concluir a análise. Entretanto, salienta-se que a utilização conjunta das ferramentas citadas colabora para a obtenção de um resultado mais assertivo por parte do investigador, devendo este estar atento às principais vantagens de cada uma delas e à pertinência da utilização das características de cada uma ao caso concreto.

Ressalte-se, também, a importância da disponibilização gratuita das imagens de satélite, que viabilizam a obtenção de resultados econômicos e satisfatórios para a análise pericial.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESPA (Termo de outorga 046/2021), ao CNPq (Processo 307370/2022-4) e à CAPES (Processo 88881.927473/2023-01: Práxis extensionista, conhecimento pluriuniversitário e a Pós-graduação na Amazônia sul oriental. IES:Unifesspa) pelo aporte financeiro e pelo suporte às pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Brasil. Lei Nº 9605, de 12 de Fevereiro de 1998: Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Retirado em 18/05/2024, de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm

[2] Brasil. Decreto-Lei Nº 3689, de 3 de Ourtubro de 1941: Código de Processo Penal. Retirado em 18/05/2024, de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3689.htm.

[3] G. Varghese *et al*. Remote sensing technology for environmental forensic. *Detritus* : *Multidisciplinary Journal for Waste Resources & Residues*. ***18***: I-III (2022).

[4] E. M. L. M. Novo; F. J. Ponzoni. Introdução ao Sensoriamento Remoto.

[5] INPE. CBERS – História. Retirado em 18/05/2024, dehttp://www.cbers.inpe.br/sobre/historia.php.

[6] INPE. Câmeras Imageadoras CBERS 04A. Retirado em 18/05/2024, de http://www.cbers.inpe.br/sobre/cameras/cbers04a.php.

[7] E.C. Moraes. Fundamentos de Sensoriamento Remoto. *In*: Curso de Uso de Sensoriamento Remoto no Estudo do Meio Ambiente. INPE: São José do Campos (2002). Retirado em 18/05/2024, de http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2005/06.14.12.18/doc/CAP1_ECMoraes.pdf?linktype=relative&ibiurl.clientinformation.citingitem=sid.inpe.br/sergio/2005/06.13.16.47.

[8] J. R. Jensen. Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres. São José dos Campos (SP), Brasil: Parêntese (2009).

[9] J. A. S. Sá *et al*. Identificação de Bancos de Areia Situados na Região da Baía do Guajará Mediante Redes Neurais Convolucionais Profundas e Imagens de Radar de Abertura Sintética (SAR). *Proceedings of XIX Brazilian Symposium on GeoInformatics*. 164-169 (2018).

v. 14, n. 4, p. 295-299, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Entre Feiras e Gaiolas: Levantamentos das Perícias em Aves Traficadas no Rio de Janeiro entre 2019 e 2023

A.B.B. Rego[a,*], C.C.C. Alves[a], C.S. Maués[a], D.M. Sant'Anna[a]

[a] *Instituto de Criminalística Carlos Éboli, SEPOL, Rio de Janeiro (RJ), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: andrebordeauxrego@gmail.com. Tel.: +55-21-99968-3015.*

Keywords: Thraupidae; Psittacidae; Passeriformes; Tráfico de animais; Crimes contra a fauna.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o país com a maior biodiversidade do planeta [1], e sua conservação enfrenta desafios significativos devido, principalmente, à alteração e perda de habitat, de acordo com o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção [2]. A situação é agravada no Rio de Janeiro, estado totalmente inserido no bioma Mata Atlântica, o mais desmatado do país e que possui o maior número de espécies ameaçadas [3]. Paralelamente, o tráfico ilegal de animais silvestres é o segundo maior vetor de ameaça às espécies [2]. Trata-se de um problema global que afeta especialmente as aves devido à sua diversidade e valor no mercado clandestino. Segundo os dados disponíveis no 1º Relatório Nacional sobre o Tráfico de Fauna Silvestre [4], esse grupo representa mais de 80% do total de apreensões do IBAMA, sendo a maioria composta por pássaros.

A prevalência desse grupo é tão significativa que os órgãos ambientais têm buscado, ao longo dos anos, aprimorar constantemente os sistemas de controle e fiscalização sobre a posse desses animais, principalmente por meio de anilhas [5]. Embora essas anilhas sejam suscetíveis a fraudes, tais irregularidades podem ser detectadas através de exames periciais ou específicos [6].

Ao examinar detalhadamente as espécies apreendidas e as circunstâncias envolvidas, este trabalho visa não apenas destacar a diversidade de aves afetadas pelo tráfico ilegal, mas também evidenciar a importância das técnicas forenses na compreensão e combate a essa prática criminosa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento realizado baseou-se nas ocorrências atendidas pelo Serviço de Perícias da Cidade da Polícia Civil do Rio de Janeiro (SPCID) no período de 2019 a 2023, concentrando-se principalmente nos procedimentos da Delegacia de Proteção ao Meio Ambiente (DPMA). A análise incluiu a contagem de espécimes e sua identificação taxonômica, classificação como nativos, exóticos ou domésticos, além da caracterização de maus-tratos, conforme determinado nos laudos periciais. A localização das apreensões e a natureza das ocorrências foram baseadas nas informações registradas nos Registros de Ocorrência. A análise sobre maus-tratos será mais bem desenvolvida em trabalho à parte.

Os tipos de ocorrências foram agrupados em duas categorias principais: 1) "guarda doméstica", quando a apreensão envolvia indivíduos considerados consumidores finais, abrangendo também situações como torneios nos quais os proprietários apresentavam seus pássaros; e 2) "comércio clandestino", que englobava apreensões durante todo o processo desde a captura até a venda final ao consumidor, incluindo atividades como caça, transporte, venda ou guarda para comercialização de animais capturados.

Além disso, foi realizada uma avaliação da qualidade e da autenticidade das anilhas de identificação encontradas nos animais. Foram consideradas apenas as anilhas que atendiam aos padrões oficiais conhecidos, enquanto as anilhas de criadores que não pareciam tentar simular as anilhas oficiais foram desconsideradas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período analisado, foram registradas 195 ocorrências envolvendo aves, totalizando 2.237 animais examinados e resultando na produção de 205 laudos. Destes, 2.086 pertenciam à fauna silvestre nativa do Bra-

sil. A Tabela 1 apresenta as principais espécies nativas examinadas. Ao longo dos anos, observou-se um crescimento nesse tipo de ocorrência: apenas 2 laudos foram emitidos em 2019, aumentando para 16 em 2020, 45 em 2021, 37 em 2022 e 105 em 2023. A média de animais examinados por laudo variou de 8,1 em 2022 a 13 em 2019, mantendo-se no geral em cerca de 11 aves.

3.1. Diversidade de aves examinadas

Foram identificadas 82 espécies de aves no período, das quais 63 pertencem à fauna silvestre nativa do Brasil. As demais espécies são classificadas como domésticas ou exóticas. O grupo mais prevalente foi o dos Passeriformes, que representou 95% dos animais examinados, distribuídos em 45 espécies, principalmente da família Thraupidae. As quatro espécies mais numerosas desse grupo foram o trinca-ferro (*Saltator similis*), com 435 indivíduos, o canário-da-terra (*Sicalis flaveola*), com 417 indivíduos, o coleirinho (*Sporophila caerulescens*), com 334 indivíduos, e o tiziu (*Volatinia jacarina*), com 302 indivíduos. Essas quatro espécies foram significativamente mais frequentes do que as demais, sendo que a quinta espécie mais comum, o curió (*Sporophila angolensis*), foi examinado em 100 ocasiões.

Os Psittaciformes constituíram aproximadamente 4% dos animais estudados, com 10 espécies identificadas, destacando-se os papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*), com 36 indivíduos, e os periquitões-maracanã (*Psittacara leucophthalmus*), com 20 indivíduos. Além desses grupos, foram registradas uma espécie de Falconiformes, uma de Piciformes e duas de Strigiformes, que ocorreram com menor frequência, totalizando apenas 6 animais, e não foram incluídos na tabela.

Os tizius foram a quarta ave mais frequentemente apreendida, o que demonstra uma pressão do mercado clandestino para a captura dessa espécie. Considerando que o Anexo I da Resolução Conama nº487 de 2018 [7] considera a "Demanda do Tráfico" como justificativa para inclusão de espécies elencadas para controle mais rígido por genotipagem, os dados aqui apresentados sugerem que a inclusão de *V. jacarina* nessa listagem seja pertinente.

Algumas das espécies apreendidas são consideradas ameaçadas de extinção, notadamente bicudos (*Sporophila maximiliani*) e pixoxós (*Sporophila frontalis*). Segundo o ICMBio no Volume III do Livro Vermelho [8], os pixoxós encontram-se classificados como Vulneráveis (VU) principalmente pela perda e fragmentação de habitat, além da pressão de captura para abastecimento do mercado clandestino. O caso dos bicudos é diferente e mais grave: foi a espécie ameaçada mais recorrente, com 62 animais apreendidos. Os bicudos são considerados Criticamente Ameaçados (CR) no Brasil, Regionalmente Extintos no Rio de Janeiro e, de acordo com o Livro Vermelho, o decréscimo observado nas populações da espécie seria explicado por capturas para o tráfico de fauna, visto que esta espécie se adaptaria bem a ambientes alterados.

Outras espécies estão classificadas nacionalmente como Quase Ameaçadas (NT). Embora fora das categorias formais de ameaça, elas merecem atenção nesse contexto. O psitacídeo mais recorrente encontra-se nessa situação: o papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*). Outro caso digno de nota foi um indivíduo de arara-vermelha (*Ara chloropterus*).

Uma circunstância digna de nota, pois causou confusão durante a apreensão em duas oportunidades, foi a "falsificação" de aves, em que os envolvidos tentaram modificar a ave capturada para que fosse comercializada como outra de espécie mais valorizada. em um caso, os infratores utilizaram tinta para pintar a garganta de 3 bigodinhos fêmeas (*S. lineola*) para que fossem confundidos com coleirinhos (*S. caerulescens*), em outras 4 ocorrências, um total de 5 periquitões-maracanã (*P. leucophthalmus*) tiveram as faces descoloridas para que ficassem amareladas, os bicos pintados de preto e as penas caudais cortadas. Assim, eram comercializados como "filhotes de papagaio" (fig. 4).

A composição taxonômica encontrada não difere daquelas observadas em outros levantamentos semelhantes [9, 10], com Passeriformes representando cerca de 95% dos animais apreendidos e Psittaciformes 4%. Aves de outras ordens também ocorreram, embora com frequência muito reduzida: Ocorrências com Columbiformes, Falconiformes, Piciformes, Ramphastiformes e Strigiformes somaram apenas 18 animais, o que não chega a 1% do total.

O trabalho de Mello [10] em particular, que analisou as aves recebidas no Centro de Triagem de Animais Silvestres do RJ (CETAS-RJ) de 2008 a 2014 mostra uma composição de grupos taxonômicos muito semelhantes ao observado no presente levantamento, diferentemente do encontrado no CETAS da PB entre 2007 e 2008 [11]. Neste último, apesar de Passeriformes serem também o grupo mais frequente, isto ocorreu em menor frequência, com uma composição de espécies diferente: das 5 espécies mais frequentes, apenas o canário-da-terra aparece em ambas, e o coleiro-baiano (*Sporophila nigricollis*), que foi a ave mais apreendida naquele estado, foi a 10ª no Rio de Janeiro. Além disso, o segundo maior grupo não foi Psittaciformes, mas Columbiformes, em especial a rolinha *Columbina talpacoti*. Essas diferenças podem sugerir preferências regionais ou apenas disponibilidade de captura.

3.2. Tipos de ocorrência e localidade

As apreensões realizadas em circunstâncias de guarda doméstica (fig. 1-a) foram predominantes, totalizando 141 registros, o que corresponde a 68,8% do total. Por outro lado, as apreensões classificadas como 'comércio clandestino' (fig. 1-b) foram menos frequentes, com apenas 64 registros. No entanto, essas últimas resultaram na maior quantidade de aves apreendidas, totalizando 1.165 animais, uma média de aproximadamente 18 aves por ocorrência. Em contraste, as apreensões de aves em condições de guarda doméstica totalizaram 922 animais, com uma média de cerca de 6,5 animais por ocorrência. A análise estatística utilizando o teste Mann-Whitney U indicou uma diferença significativa ($Z = 13.45$, $p < 0.05$), sugerindo que apreensões classificadas como 'comércio clandestino' resultam, em média, em um número significativamente maior de apreensões por ocorrência.

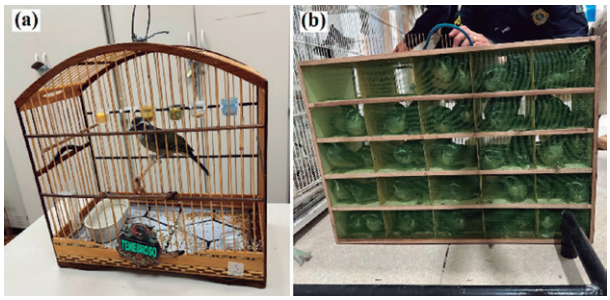


Figura 1. Exemplos de aves apreendidas em situações de: a) Guarda doméstica; b) comércio clandestino.

A maior quantidade de aves por ocorrência em situações de comércio clandestino era esperada. Essa disparidade pode ser ainda mais evidente ao considerarmos casos extremos, como uma ocorrência em 2023, na qual o indiciado possuía 150 pássaros, ou situações menos comuns de comércio clandestino, onde proprietários vendiam ou trocavam uma ou duas aves em feiras livres.

Os tipos de ocorrência também se diferenciam quanto à localização geográfica, como mostrado na figura 2. As apreensões por guarda doméstica mostraram-se mais dispersas pelo território, com uma leve concentração nas zonas Norte e Oeste da capital e na Baixada Fluminense, como observado na figura. Já as apreensões por comércio clandestino foram mais pontuais, concentrando-se principalmente em locais de feiras livres, como a feira de Duque de Caxias e a feira de Areia Branca, em Belford Roxo. Outras feiras também foram identificadas como pontos de destaque, como a feira de Santa Cruz, a feira da Praça Seca e a feira da São Francisco Xavier, todas no município do Rio de Janeiro. Além disso, foram registrados alguns pontos isolados, geralmente relacionados a apreensões feitas em estradas pela PRF.

É importante observar um possível viés territorial nos dados, dado que a grande maioria das ocorrências provém de apreensões realizadas pela DPMA, o que naturalmente resulta em maior número de casos em distâncias mais próximas à delegacia. Outra questão seria a ocorrência de comércio clandestino tão concentrado em feiras livres. Apesar de deixar clara a utilização desses espaços para o cometimento desse crime, essa concentração pode não ser tão proeminente quanto mostram os dados, tendo em vista o crescimento desse tipo de negociação em ambientes digitais, pela internet [12].

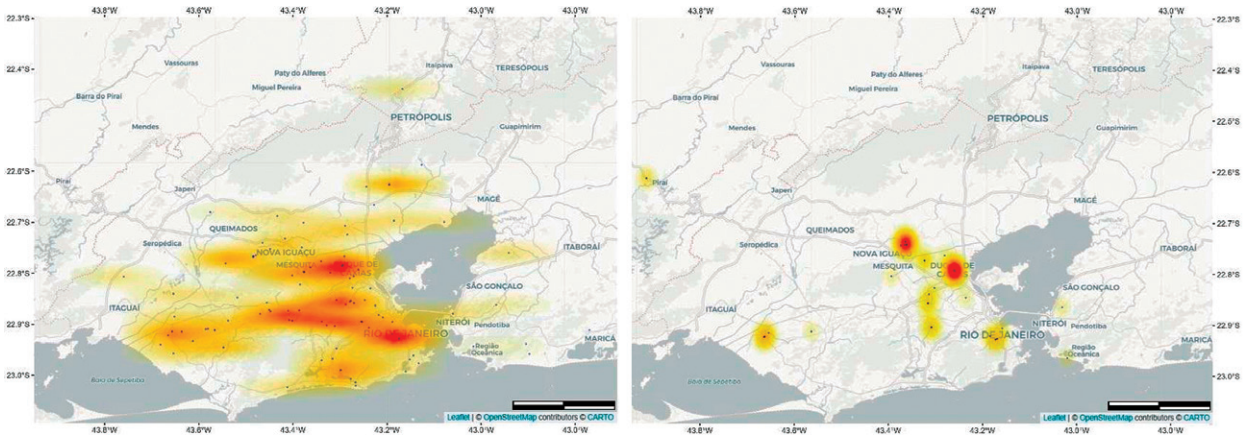


Figura 2. Mapas de calor ilustrando a distribuição das ocorrências de guarda doméstica e comércio clandestino, respectivamente, na região metropolitana do RJ, que concentrou a maior parte das ocorrências (Escala = 20km, σ = 0,5).

3.3. Perícia em anilhas

Das 235 aves que portavam anilhas com aparência de serem oficiais, 215 (91,3%) foram examinadas em 2023. A discrepância em ocorrências mais recentes se deve ao fato de que apenas neste ano o setor passou a ter acesso aos sistemas de consulta junto ao IBAMA (SISPASS/SISFAUNA). Isso permitiu a elaboração de laudos mais detalhados, levando a Delegacia, que anteriormente evitava apreender aves anilhadas, a encaminhar aves suspeitas à perícia, mesmo que estivessem com anilhas. No total, 42 anilhas foram consideradas inidôneas, sendo 40 examinadas em 2023.

Figura 3. Diferentes fraudes em anilhas de Passeriformes - fissura e anilha de tamanho incompatível com a espécie (*S. caerulescens*).

Em 64,3% dos casos, a inidoneidade das anilhas foi devido a adulterações, como estarem abertas ou fissuradas (fig. 3, esq.). Além disso, 33% das anilhas apresentaram inconsistências entre a ave anilhada e as informações registradas, como coleirinhos com anilhas de 2,6 mm de diâmetro registradas como curiós (fig. 3, dir.), ou códigos de aves declaradas como óbito. Apenas uma anilha, de um papagaio-verdadeiro, foi identificada como inequivocamente falsa. As perícias para avaliar adulterações por alargamento ainda estão em fase inicial, pois um paquímetro digital calibrado foi disponibilizado apenas recentemente.

Tabela 1. Quantidade de aves silvestres nativas examinadas entre 2019 e 2023, por grupo taxonômico.

Ordem	Família	Espécies	Número de indivíduos	Categoria de Ameaça
Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	5	LC
Passeriformes	Cardinalidae	*Cyanoloxia brissonii*	15	LC
	Icteridae	*Gnorimopsar chopi*	18	LC
		Icterus jamacaii	5	LC
	Passerellidae	*Zonotrichia capensis*	26	LC
	Thraupidae	*Saltator similis*	435	LC
		Sicalis flaveola	417	LC
		Sporophila caerulescens	334	LC
		Volatinia jacarina	302	LC
		Sporophila angolensis	100	LC
		Sporophila maximiliani	62	CR
		Sporophila frontalis	56	VU
		Paroaria dominicana	38	LC
		Sporophila nigricollis	29	LC
		Thraupis sayaca	11	LC
	Turdidae	*Turdus rufiventris*	19	LC
		Turdus amaurochalinus	9	LC
		Turdus fumigatus	7	LC
		Turdus leucomelas	6	LC
	Outros Passeriformes menos frequentes		86	-
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona aestiva*	36	NT
		Psittacara leucophthalmus	20	LC
		Ara ararauna	6	LC
		Eupsittula aurea	5	LC
		Brotogeris tirica	4	LC
		Forpus xanthopterygius	4	LC
Ramphastiformes	Ramphastidae	*Ramphastos toco*	4	LC
Outras espécies menos frequentes (3 ou menos indivíduos, exceto Passeriformes)			27	-

Figura 4. Periquitões adulterados para simular papagaios. a) descoloramento da face e pintura do bico; b) corte de penas caudais.

4. CONCLUSÕES

Este estudo revelou um aumento significativo nas apreensões de aves no estado do Rio de Janeiro entre 2019 e 2023, evidenciado pelo crescimento no número de laudos emitidos. Esse incremento pode ser atribuído à melhoria nos métodos de fiscalização e à colaboração com órgãos como INEA, PRF e IBAMA, que permitiram a elaboração de laudos mais detalhados e precisos. A predominância de Passeriformes, especialmente espécies como o trinca-ferro, o canário-da-terra, o coleirinho e o tiziu, destaca a alta demanda por essas aves no comércio ilegal. A análise espacial das apreensões mostrou que as apreensões domésticas são mais dispersas, enquanto o comércio clandestino é concentrado em feiras livres específicas, principalmente a "Feira de Caxias". Este estudo enfatiza a necessidade de esforços coordenados entre as autoridades para combater o tráfico de aves, incluindo a intensificação da fiscalização e a melhoria das técnicas de identificação de anilhas. Além disso, a presença de espécies ameaçadas nos laudos ressalta a urgência de medidas de conservação para proteger a biodiversidade local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] M.H. Nash. Biodiversity Index. The Swiftest. (2022). Retirado em 23/06/2024, de https://theswiftest.com/biodiversity-index/

[2] Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I. 1ª ed. Brasília, DF: ICMBio/MMA; 2018. 492 p. ISBN: 978-85-61842-79-6.

[3] D. Menegassi. *Mata Atlântica é o bioma com maior número de espécies ameaçadas do país*. ((O)) eco. (2023). retirado em 28/06/2024 de: https://oeco.org.br/noticias/mata-atlantica-e-o-bioma-com-maior-numero-de-especies-ameacadas-do-pais/

[4] RENCTAS. 1º Relatório nacional sobre o tráfico da fauna silvestre. Brasília: Rede Nacional Contra o Tráfico de Animais Silvestres; 2001. 108 p.

[5] F.J.V. Costa; K.R.G. Monteiro (Coordenação). *Guia de identificação de aves traficadas no Brasil*. Florianópolis: BECONN Produção de Conteúdo. (2016).

[6] R.R. Mayrink. Exame pericial para detecção de fraudes em anilhas oficiais de Passeriformes: Uma ferramenta para o combate ao tráfico de animais silvestres. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Santa Catarina (2016).

[7] Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 487, de 28 de novembro de 2018. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente (2018).

[8] Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume III – Aves. 1ª ed. Brasília, DF: ICMBio/MMA (2018).

[9] C.A.R. Matias; V.M. Oliveira; D.P. Rodrigues; S. Siciliano. Summary of the bird species seized in the illegal trade in Rio de Janeiro, Brazil. *TRAFFIC Bulletin.* 24(2): 83-86 (2012).

[10] E.R. Mello. Aves recebidas no Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS) de Seropédica, Rio de Janeiro, 2008 a 2014: diagnóstico e análise. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2016).

[11] I.S.A. Pagano; A.E.B.A. Sousa; P.G.C. Wagner; R.T.C. Ramos. Aves depositadas no Centro de Triagem de Animais Silvestres do IBAMA na Paraíba: Uma amostra do tráfico de aves silvestres no estado. Ornithologia. 3(2): 132-144 (2009).

[12] Ventura, G. *Mercado predatório: Tráfico de animais cresce em grupos de Facebook e WhatsApp*. O Globo (2023). retirado em 25/06/2024 de: https://oglobo.globo.com/rio/noticia/2023/05/mercado-predatorio-trafico-de-animais-cresce-em-grupos-de-facebook-e-whatsapp.ghtml

v. 14, n. 4, p. 300-304, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Apreensão de aves silvestres em Joinville-SC no período de 2022 - 2023: estudo descritivo da fauna e contribuições dos exames periciais

I.S. Shiraishi[a,*], L.V.L. Barros[a], R.A. Parizzi[a], L.T. Zarpelon[b]

[a] *Divisão de Perícias Ambientais, Polícia Científica de Santa Catarina, SC, Brasil*
[b] *Universidade da Região de Joinville - Univille, Joinville, SC, Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: sepam.srjoi@policiacientifica.sc.gov.br.*

Keywords: biodiversidade; ornitofauna; tráfico; maus-tratos.

1. INTRODUÇÃO

O tráfico de animais silvestres é uma das principais atividades do comércio ilegal no mundo, junto ao tráfico de drogas, de armas e de seres humanos [1], o que representa uma das maiores ameaças à conservação da biodiversidade em escala global [2,3].

A redução de determinadas populações afeta os ecossistemas e as estruturas das comunidades, as quais podem não mais desempenhar sua função ecológica [4]. Um levantamento realizado entre os anos de 1999-2000 aponta que 82% dos animais vítimas do tráfico são aves, principalmente aquelas pertencentes à ordem dos Passeriformes [5].

A estética cativante de suas plumagens, a diversidade de espécies, a habilidade na vocalização e a inteligência das aves são atributos que as tornam cobiçadas pelos criadores e pela população de forma geral [4,6]. A captura de aves na natureza, a destruição de seus *habitats* e a caça predatória são as principais causas do declínio das espécies [3,7]. Atualmente, figuram 257 espécies de aves na Lista Nacional da Fauna Ameaçada de Extinção [8], representando 20,6% da totalidade das espécies animais elencadas.

O Estado de Santa Catarina encontra-se integralmente no Bioma Mata Atlântica, *hotspot* da biodiversidade mundial [9]. Segundo levantamento realizado por Rosário [10], há pelo menos 596 espécies de aves catalogadas no limite estadual. O guia de identificação publicado por Jacobs e Fenalti [11] lista um total de 698 espécies de aves no território catarinense, incluindo as introduzidas e consideradas extintas, mesmo que localmente, distribuídas nas regiões ornitogeográficas: Praias, Costões, Dunas e Restingas; Planície Costeira Sul; Manguezais; Campos Naturais; Floresta com Araucária; Floresta Decidual Alto-Uruguai e Floresta Ombrófila Densa.

Apesar de existirem regulamentos que legalizam o comércio de animais silvestres oriundos de cativeiros credenciados, o tráfico ainda é uma realidade no Brasil. A Lei de Crimes Ambientes, Lei Federal 9.605/1998 [12], traz em seu Art. 10 que é crime: "matar, perseguir, caçar, apanhar, utilizar espécimes da fauna silvestre, nativos ou em rota migratória, sem a devida permissão, licença ou autorização da autoridade competente, ou em desacordo com a obtida". Nesses casos, a pena prevê prisão de seis meses a um ano e multa.

A perícia criminal ambiental tem como principal base a Lei de Crimes Ambientais, sendo que os exames periciais visam avaliar as condutas lesivas ao meio ambiente e esclarecer fatos, pautados na ciência e em provas concretas [13]

Tendo em vista o disposto acima, o presente trabalho teve por objetivo apresentar um estudo descritiva de todas as aves examinadas pelo Setor de Perícias Ambientais da Superintendência Regional de Polícia Científica em Joinville, vítimas de tráfico e/ou posse ilegal, bem como avaliar as condições de abrigo, em observâncias às diretrizes de bem-estar animal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As solicitações dos exames periciais foram realizadas pela Polícia Civil de Santa Catarina.

As aves submetidas a exame pericial durante os anos de 2022 e 2023, pelo Setor de Perícias Ambientais em Joinville-SC da Polícia Científica de Santa Catarina, foram identificadas a nível de espécie, seguindo a nomenclatura científica e a ordem taxonômica recomendada pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos [14], em observância às atualizações mais recentes, elencadas por Pacheco e colaboradores [15]. Utilizou-se o Guia de Identificação: Aves de Santa Catarina [11] para fins de confirmação.

Para a avaliação de bem-estar dos animais, foi observado o disposto na Resolução nº 1.236/2018 do Conselho Federal de Medicina Veterinária e Protocolo de Perícia em Bem-estar Animal – PPBEA [16].

A classificação das espécies ameaçadas foi realizada conforme atualização da Lista Nacional de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção [8], e Lista de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção em Santa Catarina [17]. Todas as informações foram computadas em planilhas utilizando-se do programa Microsoft Excel.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao total foram examinadas 324 aves silvestres (Tab 1) apreendidas pelas forças policiais, relacionadas aos crimes de posse ilegal, tráfico e adulteração de documentos. Foram registradas 48 espécies, distribuídas em 9 famílias e 2 ordens: Passeriformes e Psittaciformes. Os Passeriformes representam 95,4% do total de indivíduos, sendo as famílias Thraupidae e Fringillidae as mais representadas. Quanto aos Psittaciformes, que totalizam 15 indivíduos (4,6%) da família Psittacidae, foram identificadas 8 espécies: *Amazona amazonica, Amazona aestiva*, *Amazona vinacea*, *Ara ararauna*, *Brotogeris chiriri*, *Pionopsitta pileata, Pionus maximiliani* e *Pyrrhura frontalis*.

Tabela 1. Aves apreendidas. Estado de conservação segundo Lista Nacional e Estadual (SC) de Espécies Ameaçadas de Extinção, conforme categorias IUCN: extinta (EX), extinta na natureza (EW), em perigo crítico (CR), em perigo (EN) ou vulnerável (VU).

Táxon	Nome popular	Lista SC	Lista Nacional	Abund.
PASSERIFORMES – Linnaeus, 1758				
Cardinalidae – Ridgway, 1901				
Cyanoloxia brissonii (Lichtenstein, 1823)	azulão			16
Cyanoloxia glaucocaerulea (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	azulinho			1
Cotingidae – Bonaparte, 1853				
Procnias nudicollis (Vieillot, 1817)	araponga			3
Fringillidae – Leach, 1820				
Chlorophonia cyanea (Thunberg, 1822)	gaturamo-bandeira			12
Cyanophonia cyanocephala (Vieillot, 1818)	gaturamo-rei			4
Euphonia pectoralis (Latham, 1801)	ferro-velho			2
Euphonia violacea (Linnaeus, 1758)	gaturamo-verdadeiro			17
Spinus magellanicus (Vieillot, 1805)	pintassilgo			4
Icteridae – Vigors, 1825				
Agelaioides badius (Vieillot, 1819)	asa-de-telha			1
Gnorimopsar chopi (Vieillot, 1819)	pássaro-preto			1
Pseudoleistes guirahuro (Vieillot, 1819)	chupim-do-brejo			3
Passerellidae – Cabanis & Heine, 1850				
Zonotrichia capensis (Statius Muller, 1776)	tico-tico			9
Pipridae – Rafinesque, 1815				
Chiroxiphia caudata (Shaw & Nodder, 1793)	tangará			3
Thraupidae – Cabanis, 1847				
Paroaria coronata (Miller, 1776)	cardeal			7
Paroaria dominicana (Linnaeus, 1758)	cardeal-do-nordeste			1
Pipraeidea melanonota (Vieillot, 1819)	saíra-viúva			3

Táxon	Nome popular	Lista SC	Lista Nacional	Abund.
Ramphocelus bresilia (Linnaeus, 1766)	tiê-sangue	VU		3
Rauenia bonariensis (Gmelin, 1789)	sanhaço-papa-laranja			3
Saltator fuliginosus (Daudin, 1800)	bico-de-pimenta	VU		12
Saltator similis (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	trinca-ferro			75
Sicalis flaveola (Linnaeus, 1766)	canário-da-terra			20
Sporophila angolensis (Linnaeus, 1766)	curió	CR		9
Sporophila beltoni (Repenning & Fontana, 2013	patativa-tropeira		VU	1
Sporophila caerulescens (Vieillot, 1823)	coleirinho			47
Sporophila falcirostris (Temminck, 1820)	cigarrinha-do-sul	EN	VU	2
Sporophila frontalis (Verreaux, 1869)	pixoxó	VU	VU	6
Sporophila lineola (Linnaeus, 1758)	bigodino			2
Sporophila nigricollis (Vieillot, 1823)	baiano			3
Sporophila plumbea (Wied, 1830)	patativa	CR		9
Stephanophorus diadematus (Temminck, 1823)	sanhaço-frade			4
Stilpnia cayana (Linnaeus, 1766)	saíra-amarela			6
Tangara desmaresti (Vieillot, 1819)	saíra-lagarta			1
Tangara seledon (Statius Muller, 1776)	saíra-sete-cores			1
Tersina viridis (Illiger, 1811)	saí-andorinha			4
Volatinia jacarina (Linnaeus, 1766)	tiziu			3
Turdidae – Rafinesque, 1815				
Turdus albicollis (Vieillot, 1818)	sabiá-coleira			3
Turdus amaurochalinus (Cabanis, 1850)	sabiá-poca			1
Turdus flavipes (Vieillot, 1818)	sabiá-una			3
Turdus leucomelas (Vieillot, 1818)	sabiá-barranco			1
Turdus rufiventris (Vieillot, 1818)	sabiá-laranjeira			3
PSITTACIFORMES – Wagler, 1830				
Psittacidae – Rafinesque, 1815				
Amazona amazonica (Linnaeus, 1766)	curica			2
Amazona aestiva (Linnaeus, 1758)	papagaio-verdadeiro			6
Amazona vinacea (Kuhl, 1820)	papagaio-de-peito-roxo	EN	VU	1
Ara ararauna (Linnaeus, 1758)	arara-canindé			1
Brotogeris chiriri (Gray, 1840)	periquito-do-encontro-amarelo			1
Pionopsitta pileata (Scopoli, 1769)	cuiú-cuiú			2
Pionus maximiliani (Kuhl, 1820)	maitaca-verde			1
Pyrrhura frontalis (Vieillot, 1817)	tiriba-da-testa-vermelha			1
TOTAL				**324**

A espécie mais abundante foi *Saltator similis* ("trinca-ferro") com um total de 75 indivíduos (23%), seguido de *Sporophila caerulescens* ("coleirinho"), com 47 indivíduos (15%). A espécie *S. similis* apresenta ocorrência em grande parte do território nacional, principalmente nas regiões sul e sudeste, e é uma das aves mais traficadas no Brasil [2]. Além do nome popular "trinca-ferro", também é conhecido como "bico-de-ferro", "pixarro", "estevo", "papa-banana" e "tia-chica". Possuem hábitos de vida solitários ou em pares, dieta que inclui frutos, sementes e insetos [11].

A alta frequência do gênero *Sporophila* pode ser explicada pela preferência dos comerciantes e da população, uma vez que tais aves costumam ser canoras e de mais fácil manutenção em cativeiro, por serem granívoras [18]. Os trabalhos desenvolvidos por Pa-

gano e colaboradores [18] no estado da Paraíba, por Rocha e colaboradores [19] em Campina Grande/PB e por Costa [20] em Fortaleza/CE também relataram predominância do gênero *Sporophila* em amostragens de aves relacionadas a atividades criminosas.

Em observância à Lista das Espécies da Fauna Ameaçada de Extinção em Santa Catarina [17], foram contabilizados 42 indivíduos distribuídos em 7 espécies, das quais 3 estão na categoria vulnerável (VU), 2 em perigo (EN) e 2 criticamente em perigo (CR). As maiores abundâncias dentro desse grupo foram observadas nas espécies *Saltator fuliginosus* (29%) e *Sporophila plumbea* (22%). Os principais dados encontram-se ilustrados na Fig 1.

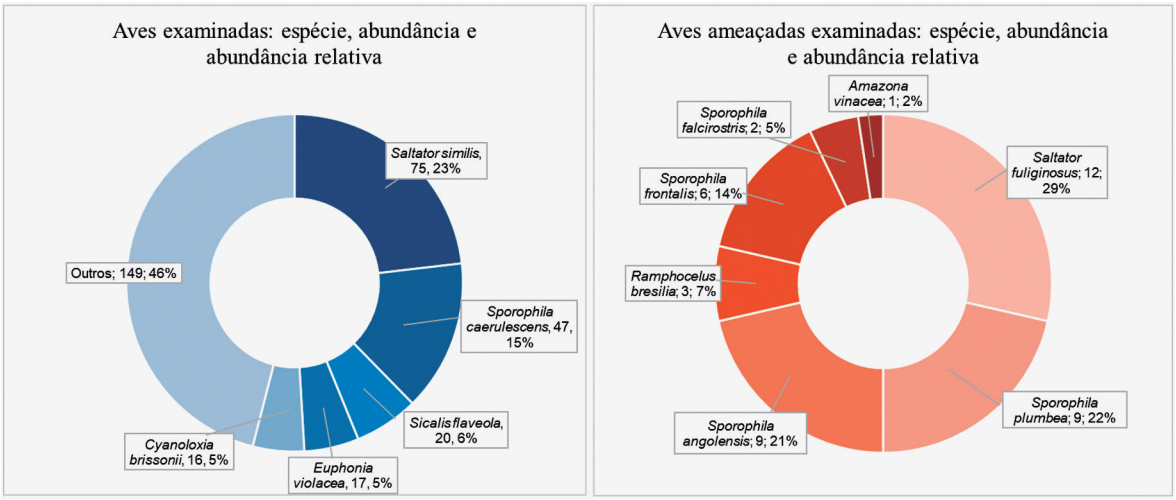


Figura 1. Espécies, abundância e abundância relativa do total de aves examinadas, à esquerda, e das aves ameaçadas de extinção, à direita.

Também foram contabilizados 10 indivíduos que figuram na Lista Nacional da Fauna Ameaçada de Extinção, Portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 444 de 17 de dezembro de 2014 [8], atualizada pela Portaria MMA nº 148/2022 [21], pertencentes a 4 espécies na categoria vulnerável (VU).

Espécies como *Sporophila angolensis* encontram-se sob grande risco de extinção regionalmente, sendo classificada como criticamente em perigo (CR) no Estado de Santa Catarina, mas não na Lista Nacional. Outras espécies desse gênero encontradas (*S. plumbea*, *S. beltoni*, *S. falcirostris* e *S. frontalis*) também figuram em ao menos uma das listas.

Em pesquisa e acompanhamento de atividades de traficantes realizados pela Rede Nacional de Combate ao Tráfico de Animais Silvestres [5], foi estimado que o comércio ilegal da fauna silvestre no Brasil é realizado por cerca de 350 a 400 quadrilhas organizadas, sendo que cerca de 40% também possuem ligações com outras atividades ilegais.

Procedida a avaliação de bem-estar animal, 54 aves (17%) foram encontradas em situação configurável como maus-tratos: sendo 47 por condições inadequadas de limpeza, 1 por acometimento aparente de doença sem o devido tratamento médico-veterinário, 3 com lesões externas e 3 em ambiente inadequado, sem ventilação.

Dentro desse contexto, também é importante ponderar que a captura e restrição de uma ave silvestre à vida em cativeiro, por si só, pode ser tecnicamente configurada como maus-tratos, uma vez que a ave não encontrará condições para expressar seu livre comportamento animal. Além disso, muitos dos animais resgatados das atividades ilegais não retornam à natureza ou ao meio de onde foram capturadas, seja por questões logísticas, falta de recursos financeiros, escassez de profissionais capacitados, longos e custosos processos de reabilitação entre outros.

4. CONCLUSÃO

A biodiversidade brasileira enfrenta sérios desafios à conservação das espécies, sendo que o tráfico e comércio ilegal de animais silvestres é uma das principais ameaças. Tais atividades ilegais não apenas contribuem ao declínio da fauna, mas também perturbam ecossistemas, economias e comunidades, em escala global.

No presente estudo, 324 aves silvestres apreendidas foram submetidas a exame pericial, das quais 42 indivíduos figuram na Lista das Espécies da Fauna Ameaçada de Extinção em Santa Catarina e 10 na Lista Nacional da Fauna Ameaçada de Extinção. Ainda 54 aves foram encontradas em situação configurável como maus-tratos.

Os exames periciais representam uma importante ferramenta no combate ao tráfico de animais, por meio da devida identificação taxonômica, avaliação do estado de conservação e de averiguação do bem-estar animal e possíveis atos de crueldade, informações de grande peso na dosagem da pena aos infratores. Essas informações não apenas contribuem para a aplicação da lei, mas também são essenciais para alertar e sensibilizar a sociedade sobre os impactos negativos do comércio ilegal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] A.S. CHAVAN; E.D. MULEY; S.R. NAPHADE. Animal trafficking and poaching: major threats to the biodiversity. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 11(5): 45-49 (2023).

[2] C.E.F. CRUZ et al. Assessment of Potential Health and Genetic Impacts in Releasing Confiscated *Paroaria coronata* and *Saltator similis*. *bioRxiv* (2020). Retirado em 25/06/2024, de https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.03.10.985473v1.full

[3] A.P. NUNES. Estado de conservação da avifauna ameaçada de extinção ocorrente no Pantanal, Brasil. *Atualidades Ornitológicas* 157: 85-98 (2010).

[4] L.B. RIBEIRO; M.G. SILVA. O comércio ilegal põe em risco a diversidade das aves no Brasil. *Ciência e Cultura* 59(4): 4-5 (2007).

[5] RENCTAS. Rede Nacional de Combate ao Tráfico de Animais Silvestres. 1º Relatório Nacional sobre o Tráfico de Fauna Silvestre (2011). Retirado em 25/06/2024, de http://www.renctas.org.br/

[6] M.R.B. SOUZA; H. MARQUES JUNIOR. Tráfico ilegal uma ameaça contínua para as aves brasileiras. *Revista Interdisciplinar de Pós-Graduação da Faculdade Araguaia* 1(1): 71-82 (2018).

[7] L.F. SILVEIRA; F.C. STRAUBE. Aves ameaçadas de Extinção. In: A.B.M. MACHADO; G.M. DRUMMOND; A.P. PAGLIA. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Ministério do Meio Ambiente/ Fundação Biodivesitas, Brasília (2008).

[8] MMA. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014 (2014).

[9] A.F. COLOMBO; C.A. JOLY. Brazilian Atlantic Forest *lato sensu*: the most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change. *Brazilian Journal of Biology* 70(3): 697-708 (2010).

[10] L.A. ROSÁRIO. As aves em Santa Catarina: distribuição geográfica e meio ambiente. Florianópolis: Fatma 326p (1996).

[11] F. JACOBS; P. FENALTI. Aves de Santa Catarina: guia de identificação. Editora Aratinga: Pelotas 1 ed. 460p (2023).

[12] BRASIL. Lei Federal nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências (1998).

[13] N.G. RIBASKI. Perícia e avaliação ambiental: um olhar pela legislação. Editora Reflexão Acadêmica: Curitiba 1 ed. (2021).

[14] CBRO. Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. Lista das aves do Brasil (2005). Retirado em 25/06/2024, de https: http://www.cbro.org.br/listas/

[15] J.F. PACHECO. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee – second edition. *Ornithology Research* 29(2): 94-105 (2021).

[16] J. HAMMERSCHMIDT; C.F.M. MOLENTO. Protocol for expert report on animal welfare in case of companion animal cruelty suspicion. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science* 51(4): 282-296 (2014).

[17] CONSEMA. Conselho Estadual do Meio Ambiente. Resolução Consema nº 002, de 06 de dezembro de 2011. Reconhece a Lista Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado de Santa Catarina e dá outras providências (2011).

[18] I.S.A. PAGANO. Aves depositadas no centro de triagem de animais silvestres do Ibama na Paraíba: uma amostra do tráfico de aves silvestres no estado. *Ornithologia* 3(2): 132-144 (2009).

[19] M.S.P. ROCHA et al. Aspectos da comercialização ilegal de aves nas feiras livres de Campina Grande, Parnaíba, Brasil. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 6(2): 204-221 (2006).

[20] R.G.A. COSTA. Comércio ilegal de aves silvestres em Fortaleza, Ceará. *Atualidades Ornitológicas* 125(3): p.3 (2005).

[21] MMA. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 148, de 7 de junho de 2022. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção (2022).

v. 14, n. 4, p. 305-309, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Acidente ambiental na Serra Dona Francisca: atuação intersetorial da Polícia Científica de Santa Catarina

I.S. Shiraishi[a,*], L.G.A. Deus[a], G.C. Parabocz[a], T.L. Silva[a], S.C. Lima[a], J.P.P. Vieira[a], R.A. Parizzi, C.S. Liberato, R.C.B. Oliveira, J.L.P. Barneche

[a] *Polícia Científica de Santa Catarina, Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: sepam.srjoi@policiacientifica.sc.gov.br.*

Keywords: valoração ambiental; ácido sulfônico; surfactante; química forense, perícia mecânica.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Na manhã do dia 29/01/2024 foi noticiado um sinistro de trânsito envolvendo caminhão transportando produto químico na rodovia estadual de prefixo SC-418, interior da Área de Proteção Ambiental Serra Dona Francisca, em Joinville/SC. O vazamento do produto afetou o Rio Seco, afluente do Rio Cubatão, o qual é o principal manancial de abastecimento do município, gerando grandes quantidades de espumas e aparecimento de peixes mortos. A Companhia Águas de Joinville – CAJ paralisou, preventivamente, a captação, tratamento e abastecimento de água pela Estação de Tratamento de Água – ETA Cubatão, medida que perdurou por cerca de 20 horas, deixando grande parte de Joinville e região desabastecida.

2. PROBLEMÁTICA

O presente trabalho tem por objetivo circunstanciar os principais resultados da atuação intersetorial da Polícia Científica de Santa Catarina na elucidação do caso-problema apresentado, levando-se em consideração a gravidade dos fatos e sua ampla repercussão.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. Metodologia

As solicitações dos exames periciais foram realizadas pela Divisão de Investigação Criminal da Comarca de Joinville – DIC, da Polícia Civil de Santa Catarina.

3.1.1 Perícias Ambientais

Equipe do setor de Perícias Ambientais compareceu ao local momentos após o acidente, a fim de realizar o levantamento dos danos ao meio ambiente e imageamento aéreo, por meio de Aeronave Remotamente Pilotada – ARP de maca DJI, modelo *Air 2S*.

As variáveis temperatura (T), pH e oxigênio dissolvido (OD) foram obtidas *in loco* com uso de medidor portátil de marca Hach, modelo HQ40D, equipado com sondas Intellical, modelos LDO101 e PHC 101.

A coleta de amostras de água observou o Procedimento Operacional Padrão interno, sendo armazenadas sob refrigeração (3,5ºC) até o processamento.

Para a valoração do dano ambiental, optou-se pela utilização do método do custo de reposição, que apresenta relação com o valor de uso direto (VUD), considerando, para tanto, os custos hipotéticos de recomposição do corpo hídrico degradado somados aos custos inerentes ao fornecimento alternativo de água potável à população, tendo em vista a paralisação da ETA Cubatão.

3.1.2. Análises laboratoriais

Equipe do setor de Química Forense compareceu ao local do acidente para coleta do produto bruto diretamente de bombonas intactas e supervisionou as análises realizadas em laboratórios parceiros.

A identificação do produto químico foi realizada pelas técnicas de Ressonância Magnética Nuclear de próton (^{1}H RMN) e carbono (^{13}C RMN) em Espectrômetro FT-NMR Bruker Ascend III (400 MHz) e de infravermelho (IV) em espectrofotômetro Bruker Invenio-S, com transformada de Fourier e ATR Platinium A223/Q, da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, campus Joinville.

A determinação de tensoativos por MBAS (substâncias reativas ao azul de metileno) foi realizada em espectrofotômetro Nanocolor UV/Vis II Macherey Nagel e a Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO foi determinada pelo método 5210 B, da 23ª edição do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, nos laboratórios da Acquaplant Química do Brasil Ltda.

3.1.3. Perícia Mecânica

O setor de Engenharia Forense realizou exames de perícia mecânica, a fim de avaliar as condições gerais do caminhão-trator e semirreboque e, de forma especial, o sistema de frenagem, conforme requisição da autoridade solicitante.

O disco de tacógrafo foi retirado do veículo pela equipe de perícia, para interpretação. Além disso, foi solicitado ao proprietário do semirreboque os registros do localizador do veículo, que contava com rastreamento.

3.1.4. Perícia de Imagem

Os exames foram realizados por equipe do setor de Perícias em Áudio e Imagem, em arquivo digital com extensão .mp4 encaminhado pela autoridade solicitante, contendo a filmagem realizada por outro motorista, a fim de se determinar a velocidade do caminhão momentos antes do acidente.

O ferramental utilizado consistiu em uma estação computacional dotada de equipamentos e programas adequados para análise e edição de registros de imagem, áudio e vídeos, destacando-se os softwares ImageJ 1.53t, Gimp 2.10.34, VirtualDub 2 (Build 44282) e MediaInfo 23.03.

3.2. Resultados e discussão

3.2.1. Perícias Ambientais

Encontravam-se imobilizados no local a carreta e o caminhão-trator que transportavam o produto químico. Afixado à superfície posterior da carreta, constatou-se painel de segurança de fundo alaranjado e caracteres pretos, ostentando número de risco: 80, correspondente à substância corrosiva ou levemente corrosiva, e número ONU: 2586, correspondente ao ácido alquilbenzenossulfônico. Também se encontrava afixado rótulo de risco de Classe 8 – Substâncias Corrosivas.

Foram contabilizados no local, pelo menos, 43 bombonas em situação de risco ambiental, em diferentes estados de conservação: 8 completamente esvaziadas enquanto outras se encontravam ainda vedadas ou parcialmente preenchidas (Fig 1).

Figura 1. Imagem aérea: visão geral do local de imobilização do veículo e vazamento do produto químico.

Próximo ao local de deposição das bombonas, contatou-se a presença de curso hídrico superficial, afluente do Rio Seco, de forma que eventuais derramamentos do produto químico nas proximidades tendem a ser transportados por ação da gravidade e do relevo em direção ao referido corpo d'água.

Foram determinados os seguintes pontos para coleta de dados e para amostragem (Fig 2):

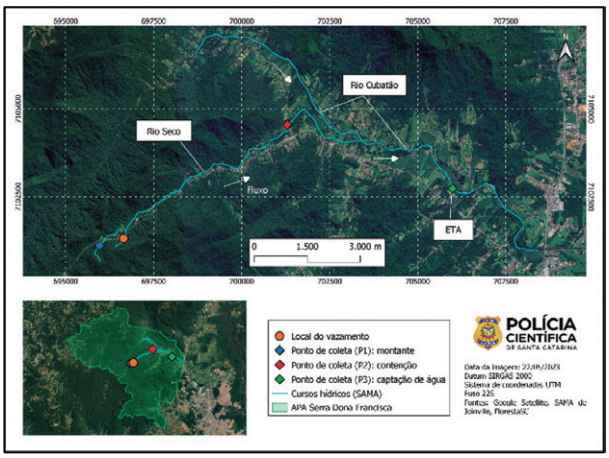


Figura 2. Mapa de localização dos cursos hídricos de interesse e pontos de coleta.

Ponto de coleta 1 (P1) – Montante: em trecho do Rio Seco, a montante do vazamento, próximo da nascente, conforme ponto sob coordenadas geográficas -26.196169º; -49.038821º, foram realizadas análises in loco e coleta de amostra da água para análises laboratoriais, a fim de se caracterizar as condições naturais do curso hídrico. Os resultados são apresentados na Tab 1.

Tabela 1. Resultados dos parâmetros obtidos *in loco* e em laboratório.

Ponto de coleta	T (ºC)	pH	OD (mg.L^{-1})	DBO$_5$ (mg.L^{-1})	Tensoativos (mg LAS.L^{-1})	Espuma	Peixes mortos
P1	18,7	7,53	8,63	3	<0,2	Ausente	Ausentes
P2	22,4	7,42	8,80	12	26,20	Presente	Presentes
P3	23,8	6,99	8,64	32	<0,2	Ausente	Ausentes

Ponto de coleta 2 (P2) – Contenção: Em trecho do Rio Seco, a jusante do vazamento, conforme ponto sob coordenadas geográficas -26.164343º; -48.986035º, foi verificado a instalação de uma barreira de lona visando a contenção de materiais flutuantes. O trecho após a barreira, no entanto, apresentava grande quantidade de espuma branca (Fig 3) e peixes mortos. Nesse ponto, também foram realizadas análises *in loco* e coleta de amostra da água para análises laboratoriais, cujos resultados são apresentados na Tab 1.

Figura 3. Presença de espuma em P2

Ponto de coleta 3 (P3) – Captação: No trecho do Rio Cubatão, após confluência com o Rio Seco, onde se localiza a captação de água da ETA Cubatão, conforme ponto sob coordenadas geográficas -26.180297º; -48.939002º, não foi observado presença de espuma ou de animais mortos. De forma semelhante aos demais pontos de coleta foram realizadas análises *in loco* e amostragem da água para análises laboratoriais, cujos resultados são apresentados na Tab 1.

3.2.2. Análises laboratoriais

As análises químicas do produto bruto resultaram na identificação de isômeros do ácido alquilbenzeno sulfônico e na determinação da concentração de tensoativos por MBAS de 1120000,00 mg/L.

Os valores de DBO, concentração de tensoativos por MBAS das amostras de água e demais parâmetros medidos *in loco* são apresentados na Tab 1.

Em atenção aos resultados dos parâmetros elencados na Tab 1, é possível indicar que a diferença da temperatura entre os trechos dos cursos hídricos está em conformidade ao esperado, sendo que as águas próximas à nascente do Rio Seco estão em local de maior altitude, com temperaturas mais amenas. Já os pontos à jusante, em menores altitudes, encontram-se em ambientes com temperaturas mais elevadas. Não foram verificadas anomalias no pH, no oxigênio dissolvido e na DBO. Entretanto, a concentração de tensoativos no ponto P2 (26,20 mg LAS.L-1) notavelmente excede o valor máximo estabelecido na Resolução CONAMA 357/2005, que é de 0,5 mg.L-1 para águas doces. A concentração de tensoativos foi reduzida significativamente no ponto P3, estando abaixo do limite de quantificação, no trecho após a confluência entre o Rio Seco e o Rio Cubatão; este possui vazão superior àquele, contribuindo na rápida diluição do contaminante.

Os compostos tensoativos, também conhecidos como surfactantes, quando em ambientes aquáticos podem levar à geração de espumas e à redução das taxas de reoxigenação, resultando em deterioração da qualidade da água e toxicidade aos organismos. Os efeitos deletérios aos organismos aquáticos podem ser patológicos, fisiológicos, bioquímicos ou de outras naturezas [1]. Concentrações na faixa de 0,02 a 1,0 mg de LAS por litro (mg LAS. L-1) podem causar danos ao sistema respiratório de peixes [2]. Ressalta-se que a concentração encontrada no ponto P2 (26,20 mg LAS.L-1) foi muito superior à faixa citada. Desta forma, os organismos aquáticos do Rio Seco foram submetidos a condições de toxicidade aguda, sendo este o fator mais provável de mortandade da fauna.

Ainda sobre a concentração dos tensoativos, é válido ressaltar que a Concentração Letal (CL50) do ácido alquilbenzeno sulfônico para *Daphnia magna* de 9,6 – 11,6 mg.L^{-1}(48h) [3], sendo que as concentrações de tensoativos LAS determinadas neste estudo representam apenas uma parcela do produto bruto. O parâmetro CL50 acima citado indica a faixa de concentração capaz de provocar mortandade em 50% da população de *Daphnia magna*, em condições laboratoriais, no período de 48 horas. A espécie modelo utilizada é um microcrustáceo de água doce, repre-

sentando os organismos basais da cadeia trófica, cuja morte tende a afetar o equilíbrio do ecossistema.

3.2.3. Valoração dos danos ambientais

Os custos hipotéticos de recomposição foram estimados a partir de três parcelas: remoção da água contaminada, tratamento e fornecimento alternativo de água potável.

Conforme monitoramento realizado pela ETA, o incremento da concentração da variável tensoativos que reagem com o azul de metileno em decorrência do evento foi de 1,03 $mg.L^{-1}$, no ponto de captação de água (P3). Para o produto bruto, considerou-se concentração mínima de 747.040 $mg.L^{-1}$, tendo em conta o valor de incerteza intrínseco ao método. Quanto ao volume do produto químico que atingiu o meio ambiente, foi considerado o valor mínimo equivalente a oito recipientes de 213 L cada, resultando em 1.704 L. A partir desses dados, calculou-se que o volume de água do curso hídrico passível de tratamento é de 1.235.879,77 m^3. O custo da remoção hipotética desse volume de água foi estimado com base no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), para o serviço motobomba *trash* (para água suja) autoescorvante de 60 $m^3.h^{-1}$ (código 7042), cujo custo horário produtivo (CHP) era estabelecido em R$ 23,67.

Para o tratamento do volume de água contaminado, estimou-se uma média geral de 77,5% de eficiência de remoção de tensoativos (LAS), considerando várias estratégias de tratamento [4-7], Tal eficiência mostra-se suficiente para restabelecer as condições originais do curso

hídrico em um único ciclo. O custo médio considerado foi de R$ 2,02.m^{-3}, conforme dados de diferentes tipos de estações de tratamento [8], corrigido para o mês de janeiro de 2024 em observação ao IPCA.

Sobre o fornecimento alternativo de água potável à população, calculou-se os custos para contratação de caminhões-pipa. Foi informado pela CAJ, que em decorrência do acidente ambiental, a ETA Cubatão permaneceu paralisada durante um período de 20h, deixando de ser produzido e disponibilizado um total de 115.000 m^3 de água tratada. Em consulta à tabela tarifária de serviços7 da CAJ vigente, verificou-se que o custo do fornecimento de água por caminhão-pipa é de R$ 8,42 m^{-3}.

A partir do somatório dos custos hipotéticos do uso da motobomba, tratamento do efluente e utilização de caminhões-pipa, alcança-se o valor total de R$ 3.952.331,80 (três milhões e novecentos e cinquenta e dois mil e trezentos e trinta e um reais e oitenta centavos), o qual representa, de acordo com as premissas consideradas no presente laudo, o valor mínimo dos danos ambientais

3.2.4. Perícia Mecânica

O caminhão-trator apresentava danos generalizados de grande monta, com deformações por toda a extensão da cabine e, principalmente no chassi, tendo ocorrido flambagem das longarinas, queda do motor, câmbio, eixo dianteiro, eixo cardan, rompimento generalizado de mangueiras, quebra de cuícas de freio, entre outros danos, com características de força de ação na direção longitudinal, de sentido anterior para posterior. Além disso, houve desprendimento da cabine, havendo também evidências da ocorrência de fogo.

Procedida a análise no disco de tacógrafo, verificou-se leituras compatíveis com comportamento anômalo do equipamento ou sem qualquer registro de deslocamento do veículo.

Por meio dos dados do localizador do semirreboque, o qual realizava leitura e registro de dados a cada 3 minutos, verificou-se que o último registro do dispositivo se deu cerca de 930 metros antes do local do sinistro, em localidade de curva acentuada, oportunidade em que foi registrada a velocidade de 21 km/h, demonstrando que o veículo se deslocava em velocidade reduzida e compatível com a via naquele instante.

Quanto ao estado de conservação dos sistemas de freios, não foram verificadas falhas, rupturas ou desgaste excessivo de componentes. Por não se encontrar em estado operacional, não foi possível avaliar a integridade do sistema pneumático do caminhão-trator por completo, de modo que não é possível descartar eventuais vazamentos ou defeitos em válvulas ou mangueiras do sistema que possam comprometer a capacidade de frenagem.

Constatou-se que os rodados esquerdos do caminhão-trator e, em menor grau, os rodados traseiros do semirreboque apresentavam indícios da ocorrência de superaquecimento, sugerindo uso severo dos freios e levando em algum momento à ocorrência do fenômeno *fading*.

Com o uso prolongado e incessante do sistema de freios, os conjuntos lona/tambor de freio acabam por não obter refrigeração suficiente, atingindo temperaturas além do limite adequado para operação do sistema, de modo que, a partir de determinada temperatura, o poder de fricção do conjunto é reduzido, podendo ser insuficiente para reduzir a velocidade do veículo.

Ainda, verificou-se que as lonas de freio do eixo anterior do semirreboque se encontravam com afastamento excessivo em relação aos tambores, sugerindo ajuste inadequado dos freios nestas rodas ou alteração posterior ao sinistro.

Desta forma, verificou-se que o conjunto apresentava vestígios de superaquecimento somente em algumas de suas rodas, indicando que houve uma demanda maior do sistema de frenagem nessas rodas em relação às demais. Tal comportamento permite ainda deduzir que os elementos do sistema de frenagem das rodas que não superaqueceram foram menos exigidos em uma condição extrema.

Portanto, a principal hipótese a ser admitida é a de que o sistema de frenagem do veículo foi severamente exigido para as condições de trafegabilidade que se apresentavam, levando a uma sobrecarga e consequente perda de eficácia do sistema, não sendo possível descartar alguma regulagem inadequada ou falha repentina de algum dos elementos do sistema de frenagem como fator contribuinte.

3.2.5. Perícia de Imagem

O exame de estimativa de velocidade por vídeoanálise se baseia no cálculo da velocidade média desenvolvida pelo veículo questionado que figura nas gravações encaminhadas. A equipe efetuou levantamento *in loco* a fim de estabelecer elementos fixos na via como referência, visando estabelecer uma distância linear pela qual o veículo trafegou, definida em 32,2 metros.

Realizou-se a sobreposição das referências com quadros oriundos do vídeo questionado. O trecho utilizado nos cálculos é referente aos momentos em que o para-choque traseiro passa pelos pontos de referência, resultando em um lapso temporal de 1,47 segundo (intervalo de 44 quadros com taxa de gravação de aproximadamente 30 FPS).

Dessa forma, a velocidade média estimada foi de 79,0 km/h (±5,2 km/h), sendo que a velocidade máxima permitida no trecho, conforme sinalização vertical, é de 30 km/h.

4. CONCLUSÃO

O acidente que ocorreu na Serra Dona Francisca evidenciou a fragilidade ambiental da região, a qual é resultante de estradas com curvas acentuadas, em que sinistros de trânsito são comuns, somada à exposição do principal curso hídrico que abastece Joinville.

A atuação da Polícia Científica de Santa Catarina buscou elucidar o caso, tanto na constatação e valoração dos danos ambientais quanto nas possíveis causas e fatores que contribuíram ao acidente. O esforço intersetorial, integrando os conhecimentos das diferentes áreas forenses, possibilita uma visão abrangente da investigação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Rogério Aparecido Gariani do Laboratório de Análise Instrumental da UDESC e aos técnicos da Acquaplant Química do Brasil Ltda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] K. JARDAK; P. DROGUI; R. DAGHRIR. Surfactants in aquatic and terrestrial environment: ocurrence, behavior, and treatment processes. *Environmental Science amd Pollution Research* **23(4)**: 3195-216 (2016).

[2] S.H.VENHUIS; M. MEHRVAR. Health effects, environmental impacts, and photochemical degradation of selected sufactants in water. *International Journal of Photoenergy* **6(3)**: 115-124 (2004).

[3] Sulfatrade Chemicals Industry Company. Ficha de datos de seguridad: ácidos alquilsulfónicos líquidos.

[4] L.L. OLIVEIRA el at. Anaerobic degradation of linear alkylbenzene sulfonate in fluidized bed reactor. *Brazilian Journal of Chemical Engineering* **27(4)**: 539-543 (2010).

[5] I.C.S. DUARTE et al. Development of a method by HPLC to determine LAS and its application in anaerobic reactors. *Journal of Brazilian Chemical Society* **17(7)**: 1360-1367 (2006).

[6] J.L. SANZ et al. Anaerobic biodegradation of linear alkylbenzene sulfonate (LAS) in upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor. *Biodegradation* **14(1)**: 57-64 (2003).

[7] P.H. BRUNNER et al. Occurrence and behaviour of linear alkylbenzenesulphonates, nonylphenol, nonylphenol mono- and nonylphenol diethoxylates in sewage and sewage sludge treatment. *Water Research* **22(12)**: 1465-1472 (1988).

[8] M. VON SPERLING. *Urban wastewater treatment in Brazil*. Department of Sanitary and Environmental Engineering. Federal University of Minas Gerais. Inter-American Development Bank. Brazil (2016) 82-83.

v. 14, n. 4, p. 310-313, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Diagnóstico da perícia ambiental na Polícia Científica do Paraná

A.F.S. Brito[a,*], M.P.N. Silva[a], L. Ono[a], B.B. Mileki[a], A. Andreassa[a], D.M. Gineste[a], A. Pellin[a], I.O. Nascimento[a]

[a] *Seção de Crimes Ambientais, Polícia Científica do Paraná, Curitiba (PR), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: rt.adriel.brito@policiacientifica.pr.gov.br*

Palavras-chave: Perícia Ambiental, Seção de Crimes Ambientais, Polícia Científica do Paraná.

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da ocorrência de delitos ambientais – seja ela um crime contra a flora, fauna, referente à poluição, ou mesmo um crime contra a administração ambiental – cada vez mais se mostra necessário aprimorar e divulgar os serviços periciais prestados em crimes ambientais [1]. Isso certamente perpassa por incorporar indicadores fidedignos na organização estrutural dos órgãos executores de perícias ambientais do país.

Ao buscar uma contínua vigilância em defesa da conservação do meio ambiente, o objetivo elementar da presente pesquisa é compreender melhor o atual contexto de perícias ambientais no estado do Paraná. Em especial, o período posterior à criação da Seção de Crimes Ambientais (SCA) da Polícia Científica do Paraná (PCP), em 17 de dezembro de 2019 [2].

Assim, na direção de subsidiar o planejamento de propostas de gestão e o eficiente emprego dos recursos disponíveis na mencionada instituição, o estudo pretende contribuir para a construção de um histórico da SCA, bem como divulgar o potencial dos serviços periciais ambientais prestados pela PCP.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Frente ao expressivo volume e complexidade da casuística ambiental no estado do Paraná, o trabalho foi conduzido na SCA em três fases concomitantes. A primeira etapa da pesquisa correspondeu ao estudo acerca da organização de outros órgãos periciais do Brasil, visando analisar suas demandas e recursos, tal como procedimentos organizacionais internos. Para viabilizar essa etapa, foram obtidos dados e informações a partir de um levantamento recente realizado em 2023 pela perita oficial criminal Renata Cardoso Vieira, do Instituto Geral de Perícias do Rio Grande do Sul (IGP/RS).

Já o segundo estágio da pesquisa buscou estabelecer um diagnóstico da demanda pericial ambiental interna da PCP. Para isso, realizou-se uma revisão sistemática dos documentos e laudos emitidos pela SCA – com recorte temporal desde sua criação – fruto de uma análise quantitativa e qualitativa concebida a partir do Sistema Gestor de Documentos e Laudos (GDL) da PCP.

Por fim, a última etapa buscou analisar integralmente os dados obtidos nas fases anteriores. Menciona-se que a pesquisa faz parte do plano de ação executado na PCP no âmbito do Programa de Residência Técnica em Ciências Forenses (RESTEC em Ciências Forenses), realizado em parceria com a Universidade Estadual de Maringá (UEM).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, a partir de um levantamento realizado em 2013, a primeira fase da pesquisa possibilitou constatar que no respectivo ano, apenas 35% dos entes federativos do Brasil possuíam uma seção técnica especializada em atendimentos a crimes contra o meio ambiente [3].

Por outro lado, com base em uma consulta mais recente a peritos atuantes na área ambiental no Brasil, foi possível atentar que atualmente ao menos 20 unidades da federação (77%) já possuem uma infraestru-

tura própria e adequada para este tipo de atendimento especializado – Fig. 1.

Figura 1. Destaque em azul para as unidades da federação que possuem uma seção técnica especializada em atendimentos a crimes ambientais.

Por conseguinte, buscando traçar o perfil dos exames periciais atendidos pela Seção de Crimes Ambientais da PCP, foi feita a análise de conteúdo obtida por meio do GDL, tendo sido categorizadas as quatro principais demandas periciais ambientais, conforme ilustra a Fig. 2, em ordem decrescente de solicitações periciais.

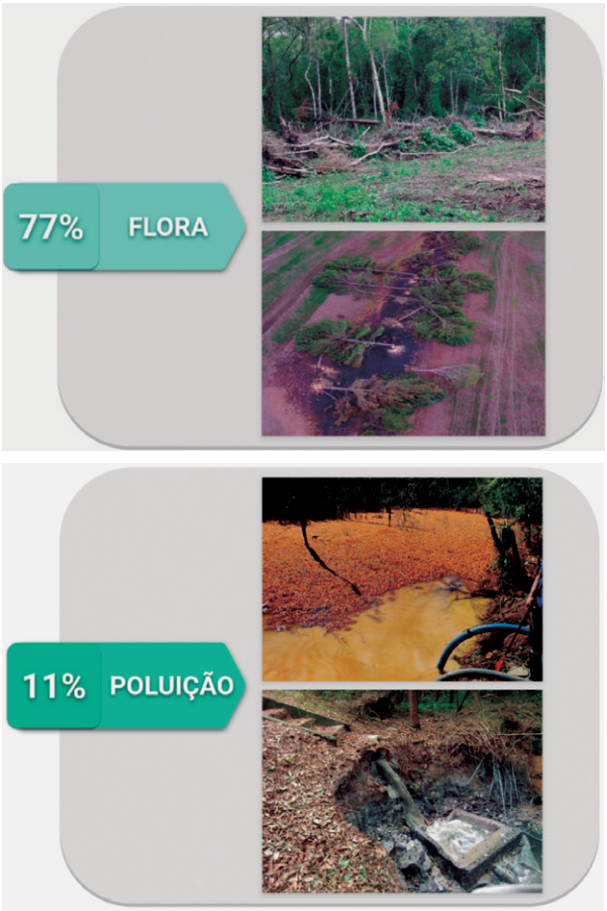


Figura 2. Demanda atual da Seção de Crimes Ambientais da Polícia Científica do Paraná.

Dessa forma, integram-se à casuística do estado os exames diretos e indiretos, a citar: crimes contra a flora, incluindo exames complementares como identificação de espécies vegetais; crimes contra a fauna, incluindo necropsias animais e identificação de espécies; crimes relativos a poluição; de geotecnia ambiental, dentre outros.

Além disso, com o histórico de documentos analisado no estudo, foi possível observar uma tendência de aumento na realização de exames indiretos em local de crimes contra o meio ambiente, correspondendo atualmente a mais de 40% dos exames realizados pela SCA. Os exames indiretos referem-se às análises realizadas de forma remota, através da análise histórica de imagens de satélite.

Ademais, as Fig. 3 e Fig. 4 ilustram, respectivamente, a demanda ambiental histórica da Seção de Crimes Ambientais, e das Unidades de Execução Técnico-Científica da PCP, evidenciando as de maior expressão quanto a exames periciais ambientais realizados no período analisado.

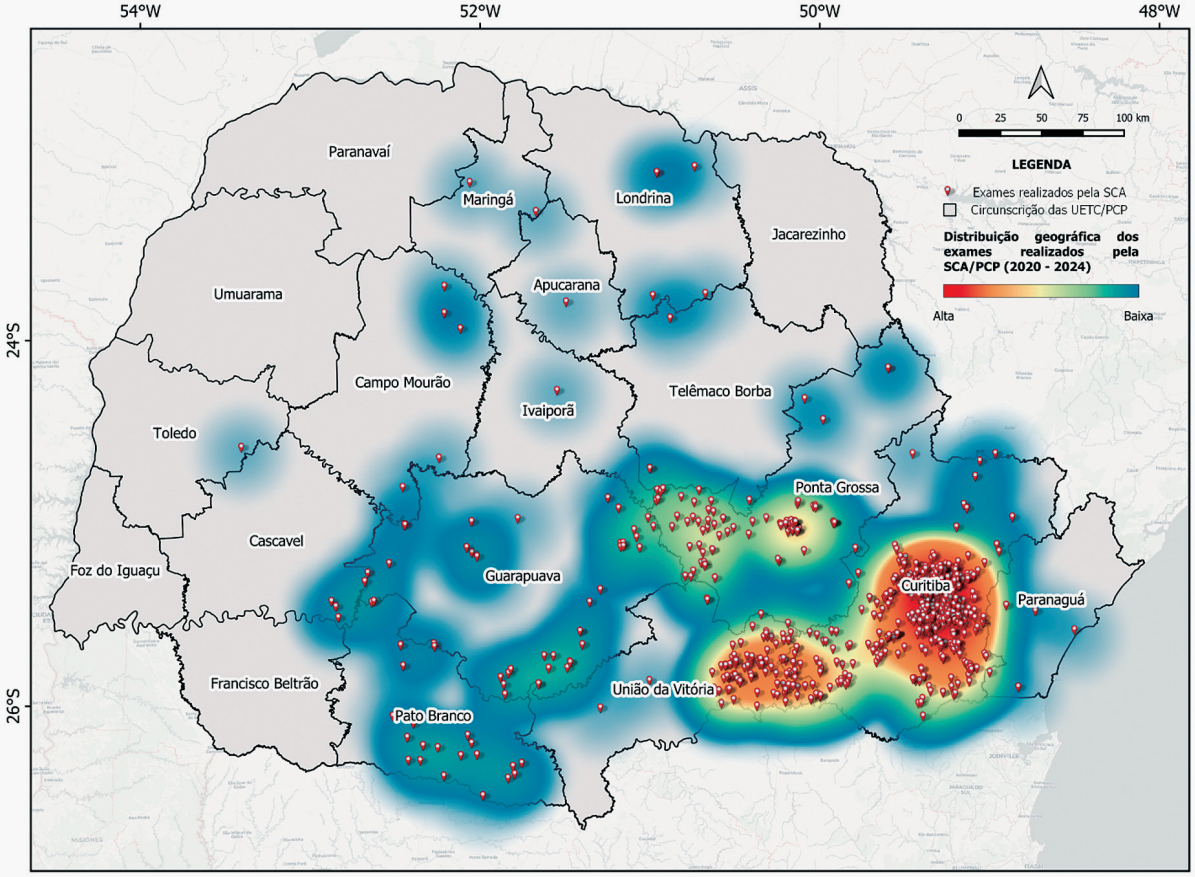


Figura 3. Demanda ambiental histórica da Seção de Crimes Ambientais. Dados obtidos do Sistema Gestor de Documentos e Laudos da PCP.

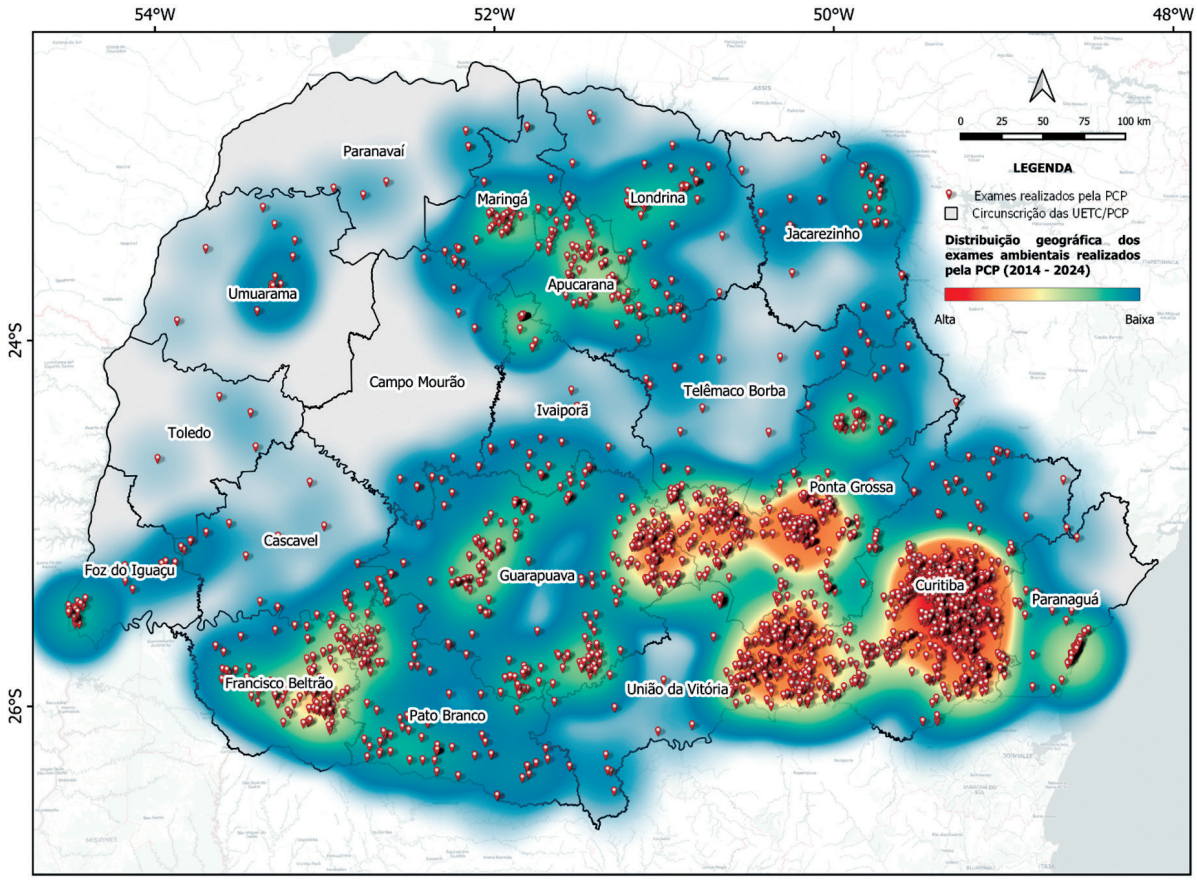


Figura 4. Demanda ambiental histórica da Polícia Científica do Paraná. Dados públicos obtidos da Plataforma Produtividade e Desempenho PCP.

Outrossim, a partir de um recorte temporal de dez anos, a análise dos dados levantados permitiu pormenorizar, ano a ano, a demanda ambiental de todo o estado do Paraná até o primeiro trimestre de 2024 (Fig. 5). Isso evidencia, ainda, um aumento da eficiência dos atendimentos relativos à área ambiental, a partir da criação da SCA.

Figura 5. Demanda ambiental do estado do Paraná nos últimos 10 anos. Dados obtidos do Sistema Gestor de Documentos e Laudos da PCP.

4. CONCLUSÃO

Um acompanhamento mais dinâmico dos exames periciais ambientais da Polícia Científica do Paraná, busca auxiliar a implementação de práticas inovadoras de gestão, proporcionando, em suma, a melhoria da qualidade dos processos e serviços oferecidos pela PCP à sociedade.

Além do mais, a presente pesquisa contribui com a construção do conhecimento, bem como subsidia uma maior otimização dos recursos humanos e materiais da instituição. Como etapas futuras do estudo, os resultados certamente permitem projetar unidades descentralizadas da PCP no interior do estado, o que, consequentemente, poderá proporcionar uma maior celeridade no atendimento das demandas periciais ambientais, e sanar possíveis dificuldades na logística de transporte e deslocamento de equipes periciais.

Por fim, incorporar indicadores fidedignos na organização da SCA da Polícia Científica do Paraná, e utilizá-los para gerir perícias externas e outras atividades-fim, justifica-se como um importante passo para aumentar a efetividade dos serviços periciais prestados, na direção de se alcançar, enfim, contribuições relevantes no âmbito organizacional das Forças de Segurança do Paraná e do país.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Polícia Científica do Paraná pelo uso das instalações, dados e apoio durante a realização do presente projeto de pesquisa. As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade dos autores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Brasil. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Lei de Crimes Ambientais. Brasília: Diário Oficial da União (1998).

[2] SESP-PR. Seção de Crimes Ambientais da Polícia Científica fortalece proteção da fauna e da flora no Paraná. Retirado em 27/05/2024, de: https://www.seguranca.pr.gov.br/Noticia/Secao-de-Crimes-Ambientais-da-Policia-Cientifica-fortalece-protecao-da-fauna-e-da-flora-no (2021).

[3] A. Andreassa. Diagnóstico da Perícia Ambiental Criminal nas Capitais Brasileiras. *Monografia de especialização,* Faculdade Educacional de Araucária (2013).

v. 14, n. 4, p. 314-317, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Relato de caso: traumatologia veterinária forense na Polícia Científica do Paraná

L. Ono[a,*], B.B. Mileki[a], A.F.S. Brito[a], A. Pellin[a], D.M. Gineste[a], A. Andreassa[a], I.O. Nascimento[a], R.A. Tostes[b]

[a] *Seção de Crimes Ambientais, Polícia Científica do Paraná, Curitiba (PR), Brasil*
[b] *Universidade Federal do Paraná, campus Jandaia do Sul (PR), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: larissaono.lo@gmail.com*

Palavras-chaves: Medicina Veterinária Legal, Traumatologia Veterinária, Maus-tratos animais.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O contato dos seres humanos com os animais tem se intensificado ao longo da história. Observa-se uma mudança de comportamento da relação do homem desde o trato com os animais de produção até a humanização dos animais de estimação, denominados pets e atualmente considerados como membros da família [1].

Juntamente com a mudança do contato dos pets com seus tutores, existe o aprimoramento das especializações da Medicina Veterinária. Entre elas está a Medicina Veterinária Legal, que vem crescendo de acordo com a aplicação da Medicina Veterinária no âmbito judicial, principalmente no que diz respeito à área da traumatologia forense, devido ao crescente número de casos de crimes contra a fauna [2]. A Lei Federal n° 5.517, de 23 de outubro de 1968, no artigo 5º, o qual refere-se a competências privativas do médico veterinário, em sua alínea g, dispõe "(sic) a peritagem sôbre animais, identificação, defeitos, vícios, doenças, acidentes, e exames técnicos em questões judiciais" [3 – 5].

O estudo da traumatologia em animais é importante para dar embasamento às análises de lesões e aumentar a robustez de laudos periciais. É importante que a área da traumatologia veterinária forense se desenvolva pois ainda existem poucas publicações relacionadas, sendo necessário que se recorra aos estudos de traumatologia humana [6].

O presente trabalho visa estudar as relações sobre os maus-tratos animais e agressões, com ênfase na traumatologia forense e na Medicina Veterinária Legal. Este trabalho se justifica pela crescente da Medicina Veterinária Legal e pelo aumento dos casos de maus-tratos a animais.

2. PROBLEMÁTICA

As informações contidas neste trabalho foram obtidas a partir de quatro etapas, a saber: exames de imagem, necropsia, maceração e do registro fotográfico.

A primeira etapa foi o exame radiográfico, que apresentava, como finalidade, verificar a presença de descontinuidades ósseas. Na segunda etapa, a necropsia foi realizada a partir da técnica de Virchow adaptada, ou seja, com a análise dos órgãos em suas posições anatômicas e, em seguida, com a sua retirada para exame individual. Já na terceira etapa foi realizada a maceração do crânio, que permitiu uma análise mais aprofundada das lesões ósseas. Por fim, na quarta etapa foi realizado o registro fotográfico durante todo o exame, que auxiliou nas análises e na confecção do laudo pericial.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. Histórico

Em outubro de 2023, a Seção de Crimes Ambientais (SCA) da Polícia Científica do Paraná (PCP) re-

cebeu o cadáver de um cão adulto de porte pequeno, sexo feminino, sem raça definida e pelagem de coloração marrom. A suspeita era de que o animal havia sido atingido na cabeça por algum instrumento. Apesar de o cão ter sido socorrido e levado para atendimento emergencial veterinário, este veio a óbito logo em seguida. Segundo prontuário encaminhado com ofício para a PCP, a suspeita da equipe médica veterinária referente ao óbito era de traumatismo craniano com base nos sinais clínicos que o animal apresentou durante o atendimento.

3.2. DOS EXAMES

Ao exame radiográfico, foram realizadas incidências em todas as regiões do corpo do animal (cabeça, corpo e membros) em busca de fraturas ou de projéteis. Na projeção dorsoventral da cabeça, observou-se a presença de descontinuidade óssea na região do osso occipital do crânio (Fig. 1). Não foram observadas outras fraturas, projéteis, nem outras lesões nas demais regiões examinadas.

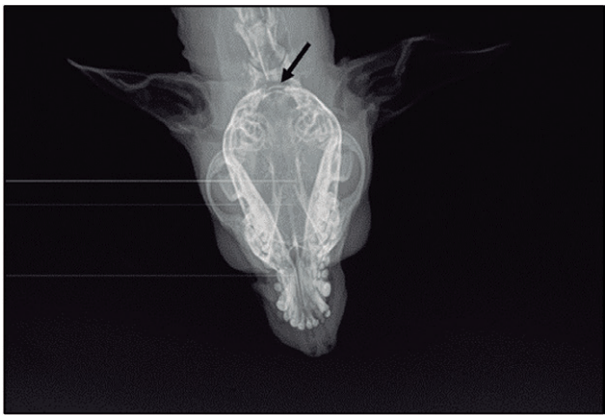


Figura 1. Incidência radiográfica dorsoventral da cabeça do animal periciado. A seta indica a presença de descontinuidade óssea no crânio.

À biometria, o cão apresentou 15,0 cm de comprimento de cabeça (ponta do nariz até a base do crânio), 39,0 cm de comprimento do corpo (base do crânio até a base da cauda), 4,0 cm de cauda e 3,70 kg de massa. Pela escala de LaFlamme [7], que classifica a condição corporal entre 1 e 9, pode-se dizer que o animal apresentava escore corporal 5, ou seja, estava dentro do ideal.

Durante o exame externo do cadáver, notou-se a presença de tricotomia de aproximadamente 5 cm no membro torácico direito, realizada, possivelmente, durante o atendimento médico veterinário. Ambas as córneas se apresentavam opacas e as mucosas oculares estavam hiperêmicas. Havia líquido sanguinolento extravasando da cavidade nasal, bem como em cavidade oral do lado direito (Fig. 2). Não havia lesões aparentes, fraturas palpáveis ou sangue nos pelos do restante do corpo.

Figura 2. Presença de líquido sanguinolento extravasando da cavidade nasal.

A fim de realizar o exame interno, procedeu-se à incisão da pele e à abertura das cavidades torácica e abdominal. Verificou-se que todos os órgãos estavam em sua posição anatômica. Em seguida, foram retirados todos os órgãos das cavidades, sendo realizada a análise de forma individual. Todos os órgãos estavam com sua macroscopia preservada e não havia sangue nem outros líquidos nas cavidades.

Na avaliação da cabeça, observou-se uma extensa área de hematoma na região cervical posterior. No crânio constatou-se: edema e hematoma no tecido subcutâneo do lado direito da musculatura temporal; fratura (descontinuidade óssea) nos ossos occipitais dos lados direito e esquerdo, e parietal direito. A fratura era do tipo fechada cominutiva, ou seja, que gera fragmentos, porém sem abertura da pele e sem afundamento craniano. Notou-se que havia um ponto de origem da fratura com pequeno afundamento do osso parietal em formato triangular e fissuras irradiando para o osso occipital. O cérebro apresentava-se com aspecto hemorrágico e, no momento da retirada da cavidade craniana, havia coágulos (Fig. 3 - 5).

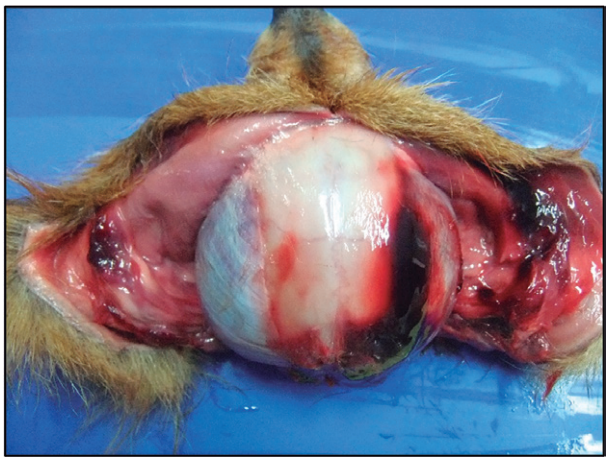


Figura 3. Edema e hematoma no tecido subcutâneo do lado direito do crânio.

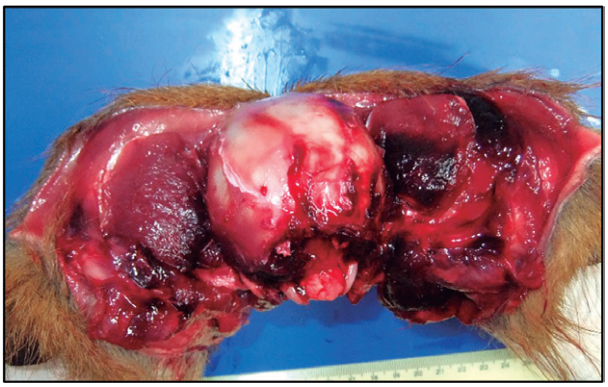


Figura 4. Hematoma na musculatura temporal do lado direito do crânio e em região occipital.

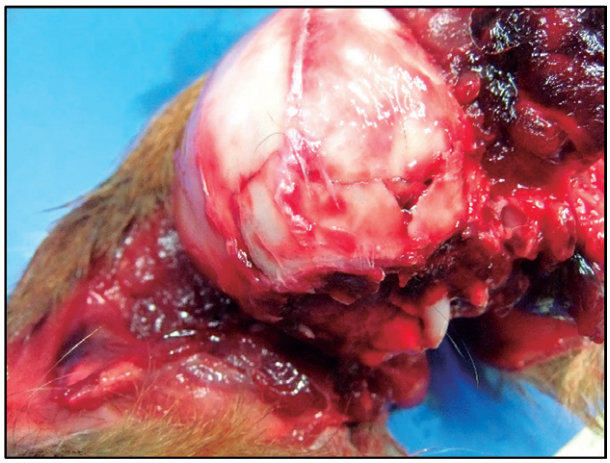


Figura 5. Descontinuidade óssea no osso parietal se estendendo ao occipital.

Posteriormente à realização do exame necroscópico foi procedida à maceração da cabeça. Essa consiste da retirada de todos os tecidos, resultando apenas no crânio do animal, para melhor visualização da fratura. Com a maceração confirmou-se uma fratura cominutiva com seis fragmentos ósseos (Fig. 6 e 7).

Figura 6. Vista dorsal do crânio após a maceração.

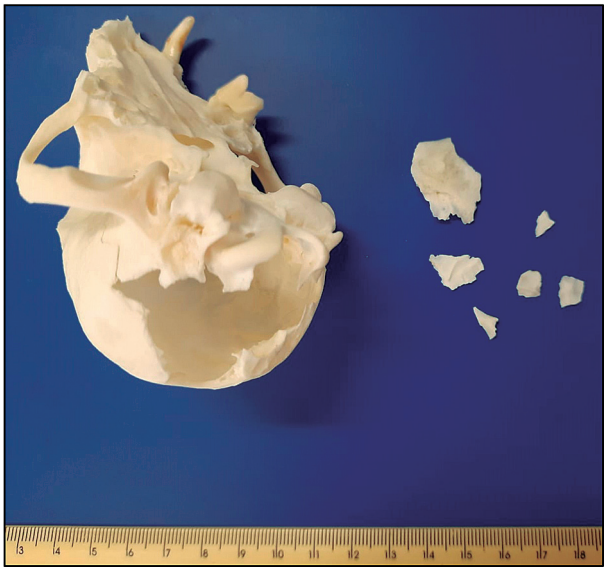


Figura 7. Vista ventral do crânio, evidenciando a fratura.

No caso em questão, no exame externo, não foram observados hematomas na pele. Entretanto, o hematoma presente na musculatura da cabeça indica que o animal sofreu uma lesão não penetrante causada por agente contundente. De acordo com estudos [8], os animais apresentam um suprimento sanguíneo menor que os humanos, fazendo com que possíveis contusões externas sejam raramente observadas na pele, somente sendo visíveis quando a lesão for severa.

Apesar de a agressão não ter provocado hematoma externo, esta foi suficiente para causar a fratura em região de osso parietal direito e occipital de ambos os lados. As fraturas são um tipo de lesão contusa que pode ser classificada como parcial ou total do tecido ósseo em razão de compressão, flexão e/ou torção. O animal apresentou uma fratura total do tipo compressão, uma vez que a mesma apresenta perda da continuidade óssea. E a lesão hemorrágica encontrada no cérebro foi devido ao trauma sofrido [9, 10].

Quando a violência ocorre diretamente no animal, é observada a predominância de fraturas e hematomas na região da cabeça. Estas lesões geralmente levam ao óbito [11]. E seus agentes causadores são objetos rombos como martelos, bastões, pedras, paus, chutes, socos, entre outros [12].

Deste modo, não foi possível definir com exatidão qual o instrumento que ocasionou a lesão mas podemos concluir que o trauma foi gerado por um objeto contundente, pelas características apresentadas. As informações contidas no prontuário médico veterinário corroboram com os achados necroscópicos, uma vez que as alterações neurológicas citadas são compatíveis com o traumatismo cranioencefálico observado.

4. CONCLUSÃO

Após realizado o exame necroscópico no animal, observou-se hematoma na musculatura da cabeça, fratura dos ossos occipital e parietal, além de lesão hemorrágica no cérebro. Desta forma, é possível concluir que o óbito do animal foi decorrente de traumatismo cranioencefálico, cujas lesões contusas observadas no cadáver são compatíveis com aquelas produzidas por instrumentos contundentes. À vista disso, o caso relatado traz à luz o debate relativo ao aumento do número de casos de maus-tratos, justificado pela crescente interação do homem com os animais ao longo do tempo. Portanto, a Medicina Veterinária Legal vem se apresentando como uma importante ferramenta no âmbito judicial e pericial, ainda que existam poucos estudos e classificações sobre a área da traumatologia forense.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Polícia Científica do Paraná pelo uso das instalações, dados e apoio durante a realização do Projeto de Pesquisa. As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade dos autores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] G.L. Francione Introdução aos Direitos Animais: seu filho ou seu cachorro?, 1954, Tradutora: Regina Redha. Campinas: Unicamp; 2013.

[2] E.F Marlet, P.C Maiorka. Análise retrospectiva de casos de maus-tratos contra cães e gatos na cidade de São Paulo. Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci., São Paulo, v. 47, n 5, p. 385-394, 2010. 10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2010.26820.

[3] Brasil. Lei nº 5.517, de 23 de outubro de 1968. Exercício da profissão de médico veterinário. Brasília: Diário Oficial da União; 1968.

[4] Brasil. Lei nº 69, de 29 de agosto de 2014. Dos crimes contra animais de companhia. Brasília: Diário Oficial da União, 2014.

[5] Brasil. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Lei de Crimes Ambientais. Brasília: Diário Oficial da União; 1998.

[6] T.M Tremori et al. Classificação comparada das lesões de ordem mecânica segundo a traumatologia forense no exame de corpo de delito em animais. Rev. Bras. Crimin. v.7, n.2, p.20-25, 2018.

[7] D.P Laflamme. *Development and Validation of a Body Condition Score System for Dogs. Canine Practice*, Vol. 22, No. 1, 1997, pp. 10-15.

[8]M. Merck. *Veterinary forensics: animal cruelty investigations*. 1ª ed, Ames- Iowa, Blackwell Publishing, p.327, 2007.

[9] D. Croce, D. Croce Junior. Manual de medicina legal. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1998.

[10] G.V. França. Medicina Legal. 10. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.

[11] L.T.R. Silva, A.A.F. Oliveira. Traumatologia veterinária forense. In: T.M. Tremori et al. Medicina veterinária forense. São Paulo: Mellennium, 2023. p. 151.

[12] R. Greco, W. Douglas. Medicina Legal - à luz do direito penal e direito processual penal. Niterói: Impetus, 2016. ISBN: 9788576269595.

v. 14, n. 4, p. 318-322, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Análises morfológica, genética e isotópica para identificação de espécie de ave de rapina periciada pela Seção de Crimes Ambientais da Polícia Científica do Paraná

B.B. Mileki[a,*], L. Ono[a], A.F.S. Brito[a], A. Pellin[a], A. Andreassa[a], D.M. Gineste[a], M.P.N. Silva[a], D.M. Ferreira[b], H.T. Castro Junior[b], E.H.C. Oliveira[c,d], R.P.C. Sousa[e], L.F. Silveira[f], J.J. Costa[g], L.H. Mancini[g], A.M.B. Rumbelsperger[g], F.J.V. Costa[h]

[a] *Seção de Crimes Ambientais, Polícia Científica do Paraná, Curitiba (PR), Brasil*
[b] *Laboratório de Genética Molecular Humana, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), Brasil*
[c] *Laboratório de Citogenômica e Mutagênese Ambiental, Instituto Evandro Chagas, Ananindeua (PA), Brasil*
[d] *Faculdade de Ciências Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém (PA), Brasil*
[e] *Laboratório de Evolução, Instituto de Estudos Costeiros, Universidade Federal do Pará, Bragança (PA), Brasil*
[f] *Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo (SP), Brasil*
[g] *Instituto LAMIR, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), Brasil*
[h] *Instituto Nacional de Criminalística, Polícia Federal, Brasília (DF), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência:bruna.mileki@policiacientifica.pr.gov.br*

Palavras-chave: *Spizaetus ornatus*, *Harpia harpyja*, Identificação morfológica, Marcadores moleculares, Isótopos.

1. INTRODUÇÃO

As aves de rapina ou rapinantes são animais carnívoros que apresentam adaptações no corpo utilizados na captura de suas presas. Garras e bicos fortes, além de visão e audição muito eficientes são atributos desse grupo de aves que ocorre em todo o Brasil [1].

Considerado o país com a maior quantidade de espécies de rapinantes do mundo, em 2021 o Brasil apresentava: 5 espécies de urubus (ordem Cathartiformes); 48 espécies de águias, gaviões e falcões (ordem Accipitriformes); e 26 espécies de corujas (ordem Strigiformes) [1-2]. Na Mata Atlântica já foram registradas 74 espécies de rapinantes, sendo 8 endêmicas e 3 consideradas extintas no bioma [3].

As aves de rapina compõem o topo da cadeia alimentar, sendo, em muitos casos, consideradas animais raros e que necessitam de grandes territórios para sua sobrevivência. Por esses motivos, a extinção de uma ave com essas características pode interferir no equilíbrio de muitas espécies a ela ligadas [1].

Nesse contexto, em junho de 2022, a Seção de Crimes Ambientais da Polícia Científica do Paraná (PCP) periciou

duas asas, uma cauda e uma pena avulsa, supostamente de aves de rapina, apreendidas na região metropolitana de Curitiba.

Devido à suspeita de que o material poderia ser de espécies mais frequentes em outros biomas, optou-se pela realização de análises de isótopos, a fim de determinar a origem geográfica dos animais periciados. Além disso, considerando a possibilidade de que esses animais estivessem nas listas de espécies ameaçadas de extinção, foram conduzidas análises morfológicas e genéticas no material, a fim de determinar as espécies. Os exames foram realizados em colaboração com outras instituições públicas brasileiras.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os exames dos materiais encaminhados foram realizados simultaneamente em três etapas distin-

tas: genética, morfológica e isotópica, descritas a seguir.

Inicialmente, as coletas das amostras e o registro fotográfico foram realizados na Seção de Crimes Ambientais da Polícia Científica do Paraná, conforme Fig.1 e Fig. 2.

Figura 1. Asas, cauda e pena avulsa analisadas.

Figura 2. Corte de parte das penas para as análises genética e isotópica.

As amostras foram encaminhadas para as análises genéticas, que ocorreram no Laboratório de Genética Molecular Forense da PCP, no Laboratório de Genética Molecular Humana da Universidade Federal do Paraná (UFPR), no Laboratório de Citogenômica e Mutagênese Ambiental da Universidade Federal do Pará (UFPA) e no Laboratório de Evolução também da UFPA.

Considerando que o material periciado consistia de uma carcaça contendo uma asa direita, uma asa esquerda e uma cauda, além de uma pena avulsa com morfologia distinta do restante, optou-se pela coleta apenas de duas amostras para análise molecular: foram seccionados segmentos de aproximadamente 3 milímetros do bulbo de uma pena secundária da asa direita e da pena avulsa.

A partir do material coletado, procedeu-se à extração do DNA. Em seguida, as análises quanto à quantidade e à qualidade do material foram realizadas através de espectrofotometria, para, em seguida, proceder à amplificação através da reação em cadeia de polimerase[4]. Os produtos de PCR foram purificados e as sequências nucleotídicas obtidas foram alinhadas e então comparadas a um banco de dados de sequências disponibilizado publicamente, para chegar à identificação das espécies.

As análises morfológicas foram procedidas no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP). Havia a dificuldade de identificar a espécie, em função da ausência de estruturas como cabeça e membros pélvicos. Desta forma, foram realizadas análises comparativas com peles de aves taxidermizadas presentes no Museu da USP.

Por fim, também foram realizadas análises isotópicas, na tentativa de se chegar à origem geográfica dos animais. Estes exames ocorreram no Instituto LAMIR da UFPR e no Instituto Nacional de Criminalística da Polícia Federal (PF).

Para tal, foram coletadas sete amostras de penas em diferentes partes das asas e da cauda, a fim de evitar interferências nos resultados em função das trocas de penas que guardam relação com o tempo de acúmulo dos minerais nas estruturas analisadas. Desta forma, procedeu-se ao corte de um fragmento de aproximadamente 3 mm de barbas da ponta das penas. Das asas foram cortados fragmentos da segunda e da décima rêmiges primárias; da cauda foram coletados fragmentos da primeira retriz direita e da quarta retriz esquerda; da pena avulsa foi coletado um fragmento de barba da extremidade.

O método utilizado no Instituto LAMIR da UFPR foi a análise de razão de isótopos estáveis de carbo-

no ($\delta^{13}C$) e de nitrogênio ($\delta^{15}N$) por espectrometria de massa. Em acréscimo, no INC da PF foram realizadas as análises da razão isotópica de carbono ($\delta^{13}C$), nitrogênio ($\delta^{15}N$), oxigênio ($\delta^{18}O$) e hidrogênio ($\delta^{2}H$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Análise morfológica

A partir da primeira análise morfológica da pele, a espécie de ave foi identificada como *Leptodon cayanensis* (Latham, 1790) ou gavião-de-cabeça-cinza. Porém, na segunda análise, foi verificado que se tratava de *Spizaetus ornatus* (Daudin, 1800) (Fig. 3), conhecido como gavião-de-penacho. Tal indefinição deveu-se ao fato de a primeira espécie mimetizar a segunda, ou seja, imitar a coloração ou a conformação da plumagem, como estratégia de defesa.

A análise morfológica da pena solta indicou se tratar de uma ave da espécie *Harpia harpyja* (Linnaeus, 1758) (Fig. 4), sem sombra de dúvidas, tendo em vista o tamanho da pena, que pertence a uma das maiores aves de rapina do mundo.

Figura 3. Gavião-de-penacho – *Spizaetus ornatus* (Daudin, 1800). Disponível em: https://www.wikiaves.com.br/2905167

Figura 4. Gavião-real – *Harpia harpyja* (Linnaeus, 1758). Disponível em: https://www.wikiaves.com.br/524039&t=s&s=10238

3.2. Análise genética

Corroborando com a avaliação morfológica, a análise molecular identificou que o DNA obtido da asa direita pertencia à espécie *Spizaetus ornatus,* conhecida como gavião-de-penacho, com índice de similaridade de sequência de 99,84% a 100%. Já a pena avulsa apresentou índice de similaridade de sequência de 99,8% a 100% com a espécie *Harpia harpyja,* sendo também compatível com o resultado do estudo morfológico.

3.3. Análise isotópica

A interpretação dos dados obtidos na análise dos isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}C$) e nitrogênio ($\delta^{15}N$) permitiu afirmar que se tratava de duas espécies de elevado nível trófico, ou seja, possivelmente predadores, que habitavam ambiente florestal e não apresentavam comportamento migratório. Dessa forma, as análises morfológica e genética das penas e os resultados relacionados com isótopos validaram a informação de que os materiais eram de aves de rapina.

Considerando que, a partir dos dados gerados apenas por estes dois isótopos, não foi possível determinar o local/bioma em que o animal foi morto, de forma complementar, foram realizadas novas análises com outros isótopos, permitindo, assim, verificar possíveis biomas e áreas de ocorrência dos indivíduos analisados.

Com base nos resultados das razões isotópicas de $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$, $\delta^{18}O$ e $\delta^{2}H$, observou-se que as áreas com maior probabilidade de origem são bastante parecidas entre as duas espécies analisadas. As áreas com maior probabilidade ocupam a parte central na região amazônica nos estados do Amazonas, Pará, Rondônia e em regiões localizadas nos estados do Acre e Mato Grosso. Pequena área no noroeste do estado do Paraná e sul do Mato Grosso do Sul também são realçadas. Nos mapas apresentados nas Fig. 5 e Fig. 6 constam os pontos com 25% de maior probabilidade de ocorrência no território brasileiro.

Como o material examinado foi apreendido em uma cidade da região metropolitana de Curitiba - fora dos limites estabelecidos pela análise isotópica - há suspeita de tráfico de animais selvagens [10]. Outro fato que levanta essa suspeita é que os registros de harpia são mais comuns na Amazônia, sendo raros na Mata Atlântica [6].

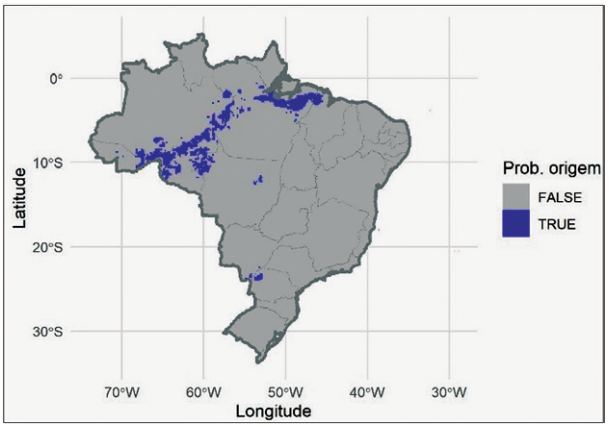


Figura 5. Probabilidade de ocorrência nacional a partir dos isótopos $\delta^{15}N$, $\delta^{13}C$ e $\delta^{2}H$ combinados. Resultado obtido a partir da análise de penas do gavião-de-penacho.

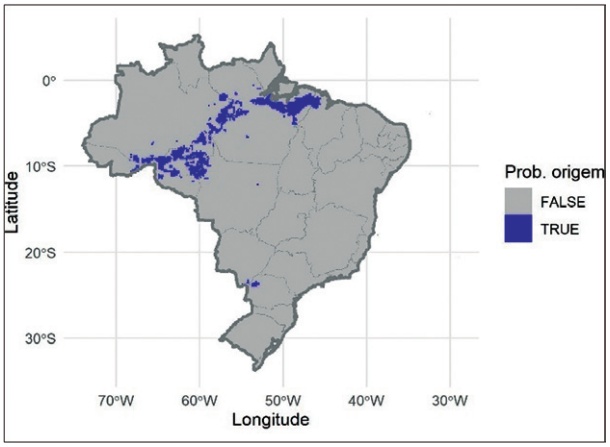


Figura 6. Probabilidade de ocorrência nacional a partir dos isótopos $\delta^{15}N$, $\delta^{13}C$ e $\delta^{2}H$ combinados. Exame realizado na pena de harpia.

3.4. STATUS *DE CONSERVAÇÃO*

De acordo com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), o gavião-de-penacho e a harpia possuem distribuição neotropical, sendo encontrados do México ao norte da Argentina, em regiões florestadas com alto grau de conservação ou com pouca alteração antrópica.

O decréscimo das populações de ambas as espécies está relacionado, principalmente, com ações humanas que levam à perda de habitat, como desmatamentos e incêndios, além da caça, gerando, assim, maior vulnerabilidade das espécies à extinção [1].

De acordo com dados de 2022 da Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN Red List), a espécie *Spizaetus ornatus* apresenta o status "Quase ameaçado (NT)" [5]. Entretanto, a espécie não se encontra no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção do ICMBio de 2018 [6], nem foi incluída na última Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção do Ministério do Meio Ambiente, conforme Portaria MMA Nº 148, de 07/06/2022 [7].

Em relação a *Harpia harpyja,* desde 2021, seu status de conservação na IUCN *Red List* consta como "Vulnerável (VU)" [8]. A espécie apresenta o mesmo status na última Lista Oficial do MMA [7] e no Livro Vermelho do ICMBio de 2018 [6].

Na Lista de Espécies pertencentes à Fauna Ameaçada de Extinção no Estado do Paraná, presente no Decreto nº 6040/2024, a espécie *Harpia harpyja* se encontra com status "Criticamente em perigo (CR)", o que representa um risco extremamente alto de extinção na natureza, em um futuro imediato [9]. No caso de *Spizaetus ornatus*, o risco de extinção é menor, porém não menos preocupante, tendo em vista que se encontra com o status "Em perigo (EN)" na lista de espécies ameaçadas do estado do Paraná.

4. CONCLUSÕES

Ao final das análises morfológica, genética e isotópica, todos os resultados convergiram para a identificação das espécies *Harpia harpyja e Espizaetus ornatus* e, assim, deram maior robustez ao laudo pericial elaborado pela Seção de Crimes Ambientais da PCP.

De forma complementar, a análise isotópica revelou que as aves eram oriundas de região distinta daquela onde foram apreendidas, sugerindo que possam ter sido vítimas de tráfico. O fato de as duas espécies estarem na lista de ameaçadas do Estado do Paraná, com poucos registros de sua ocorrência, reforça a hipótese de tráfico. Por isso, justifica-se o desenvolvimento de trabalhos multidisciplinares como este no combate ao tráfico de animais selvagens.

Portanto, as parcerias estabelecidas com universidades e outras instituições públicas do país são essenciais para gerar conclusões precisas em exames periciais, e, assim, contribuir com a conservação das espécies.

AGRADECIMENTOS

A Seção de Crimes Ambientais agradece ao Laboratório de Genética Molecular Humana da UFPR, ao Laboratório de Citogenômica e Mutagênese Ambiental da UFPA, ao Laboratório de Evolução - Instituto de Estudos Costeiros - da UFPA, ao Museu de Zoologia da USP, ao Instituto LAMIR da UFPR, ao Instituto Nacional de Criminalística da Polícia Federal e ao Laboratório de Genética Molecular Forense da Polícia Científica do Paraná, pela disponibilidade em realizar as análises relativas ao presente trabalho.

Os autores agradecem à Polícia Científica do Paraná pelo uso das instalações, dados e apoio durante a realização do Projeto de Pesquisa. As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade dos autores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Plano de ação nacional para a conservação de aves de rapina. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. Série Espécies Ameaçadas, 5. 136 p. Brasília (2008).

[2] J.F. Pacheco *et al*. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee. Ornithology Research, 29 (2) (2021).

[3] W. Menq. Aves de rapina da Mata Atlântica (2018). Retirado em 03/07/2024, de: https://www.researchgate.net/publication/325131512_Aves_de_rapina_da_Mata_Atlantica

[4] P. D. N. Herbert *et al*. Identification of birds through DNA barcodes. PLoS Biology, v. 2, n. 10, p. 01-06 (2004).

[5] BirdLife International. 2022. *Spizaetus ornatus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2022. Retirado em 19/06/2024, de: https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK. 2022-2.RLTS.T22696197A211084620.en.

[6] Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume III – Aves. 1. ed. Brasília, DF: ICMBio/MMA. p. 124-182. (2018).

[7] BRASIL. Portaria MMA nº 148 de 07/06/2022. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Publicado no Diário Oficial em: 08/06/2022. Edição: 108. Seção: 1. Página: 74.

[8] BirdLife International. 2021. *Harpia harpyja*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021. Retirado em 19/06/2024, de: https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK. 2021-3.RLTS.T2269 5998A 197957213.en.

[9] PARANÁ. Decreto nº 6040 de 05/06/2024. Reconhece as espécies da fauna ameaçada de extinção no Estado do Paraná e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial nº 11673 de 05 de junho de 2024.

[10] F.J.V. Costa *et al*. Ciência contra o tráfico: Avanços no Combate ao Comércio Ilegal de Animais Silvestres. João Pessoa, Imprell. p. 17-22; 51-78 (2017).

v. 14, n. 4, p. 323-326, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Evolução nas Perícias Ambientais: Como o Novo Laboratório Está Mudando o Jogo Contra a Poluição Hídrica em Goiás

G.N.M. Linhares[a,*], A.S.Vieira[b]

[a] *Instituto de Criminalística Leonardo Rodrigues, Superintendência da Polícia Técnico Científica, Goiânia (GO), Brasil*
[b] *Instituto de Criminalística Leonardo Rodrigues, Superintendência da Polícia Técnico Científica, Goiânia (GO), Brasil*
** gabrielanml@policiacientifica.go.gov.br. Tel.: +55-62-98120-2928.*
**dra.andreavieira@gmail.com Tel.: +55-62-98150-9474*

Keywords: Perícia Ambiental; Laboratório; Crime Ambiental; Análises de Água e Efluente; Poluição hídrica.

1. INTRODUÇÃO

A perícia ambiental tem como função primordial produzir provas técnicas suficientes para convencimento isento e imparcial de crime contra o meio ambiente. A poluição hídrica é tipificada na Lei de Crimes Ambientais no artigo 54 e prevê pena de reclusão de um a quatro anos além de multa. É uma conduta criminosa que deixa, além de evidências que saltam aos olhos, muitos vestígios indetectáveis a olho nu, carecendo assim de exames laboratoriais de precisão para confirmação do delito. Este trabalho objetivou explicitar os ganhos probatórios dos laudos periciais de local de crimes ambientais após a implantação do Laboratório de Análise de Águas e Efluentes (LAAE) na Polícia Científica de Goiás. Anteriormente analisavam-se apenas evidências observáveis a olho nu, ou quando se conseguia, alguma instituição do Estado realizada uma análise fazendo um favor aos peritos, fato que trazia inseguranças à cadeia de custódia. Após a implantação do LAAE obtivemos o acréscimo dos parâmetros ambientais averiguados via análises laboratoriais, o que passou a configurar melhor acurácia dos indicadores ambientais resultando numa melhoria da resposta dada à sociedade. O Laboratório de Análises de Águas e Efluentes é considerado um marco na produção de provas e da materialização dos delitos em locais de crimes ambientais na Polícia Científica de Goiás, sendo o primeiro do país a ser implantado em âmbito criminal/pericial.

2. OBJETIVOS

Apresentar o salto técnico na produção de provas materiais em crimes de poluição hídrica alcançado pela perícia criminal ambiental goiana com a implantação do Laboratório de Análises de Águas e Efluentes (LAAE).

3. ESTRUTURA TÉCNICA DO LAAE

Atualmente o LAAE está em pleno funcionamento realizando análises laboratoriais em amostras de água bruta (superficial e subterrânea) e efluentes (bruto e tratado). São realizadas as seguintes análises no referido laboratório:

3.1. *Parâmetros físico-químicos:* determinação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5 – DBO 5 dias a 20ºC), determinação da demanda química de oxigênio (DQO), determinação da condutividade, pesquisa de sólidos sedimentáveis, determinação de pH, pesquisa dos ânions nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal. Está em fase de implantação o parâmetro fósforo total.

3.2. *Parâmetros microbiológicos:* exames qualitativo e quantitativo para coliformes totais e para *Escherichia coli*.

3.3. *Parâmetros mensurados em campo:* com auxílio de sondas multiparâmetros calibradas no laboratório são realizadas análises de oxigênio dissolvido, temperatura e pH.

Figura 1. cartelas para análises microbiológicas (coliformes totais e *Escherichia coli*).

Figura 2. Estrutura física LAAE. Na imagem equipamento para realização de DBO pelo método respirométrico, além de espectrofotômetro, entre outros.

Figura 3. Bancada do Laboratório de Análise de Água e Efluente.

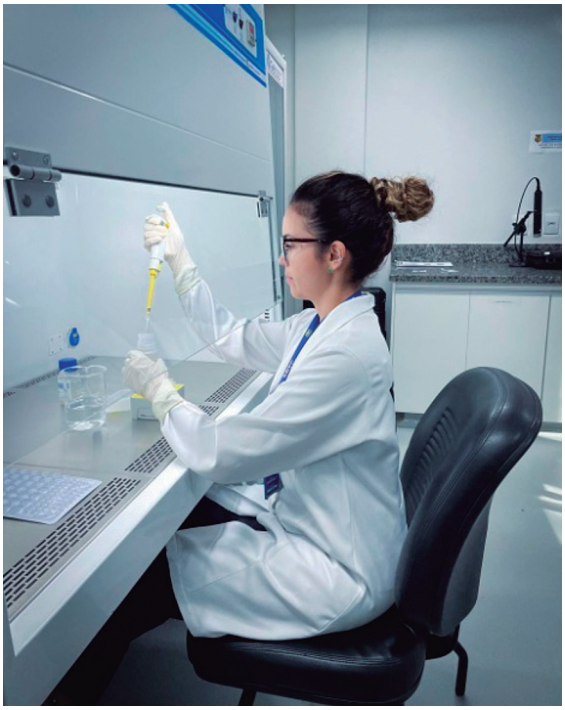


Figura 4. Profissional realizando análise microbiológica em amostra de água pelo método SMWW 22ª Ed. Método 9223B[1] (colilert).

4. RELATO DE CASOS

Apresentamos a seguir o estudo técnico resultante da análise conjunta de 03 (três) casos de perícias criminais para determinação de poluição hídrica em locais de degradação ambiental. Foram coletadas amostras de água superficial à montante e à jusante de cada local periciado, além de amostras de efluente tanto bruto quanto tratado, para os casos 01 e 02. As amostras foram analisadas no LAAE onde buscou-se a avaliação de quatro parâmetros ambientais: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), índice de coliformes totais, índice de *E. coli*. De posse dos resultados dos exames, pode-se assim obter a prova da alteração na qualidade da água nos mananciais devido à atividades potencialmente poluidoras naqueles pontos questionados (de acordo com parâmetros de qualidade preestabelecidos pelas resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA.

Tabela 1. Parâmetros Analisados nas perícias criminais elencadas.

Parâmetros			
Caso	**Parâmetro**	**Montante**	**Jusante**
Caso 1	DBO (mgO2/L)	1,24	9,54
	DQO (mgO2/L)	2	16
	Índice de Coliforme total (N.M.P./100 mL)	17.230	61.310
	Índice de *E.coli* (N.M.P./100 mL)	410	14.830
Caso 2	DBO	3,99	6,59
	DQO	8,8	10,8
	Índice de Coliforme total (N.M.P./100 mL)	17.230	129.970
	Índice de *E. coli* (N.M.P./100 mL)	1.340	30.440
Caso 3	DBO (mgO2/L)	1	13,91
	Índice de Coliforme total (N.M.P./100 mL)	38.730	>241.960
	Índice de *E. coli* (N.M.P./100 mL)	16.160	61.310

5. ANÁLISE DOS CASOS

Os dados tabulados acima explicitam o incremento técnico alcançado pelas perícias criminais que apuram cometimento de crimes de degradação ambiental com poluição hídrica. Com a realização das análises foi possível materializar o crime de poluição hídrica, com potencial de risco de dano à saúde humana. Cabe ressaltar que a *Escherichia coli* é uma bactéria presente em intestino de animais de sangue quente e como tal, a sua presença pode indicar a presença de diversos outros patógenos, causadores de doenças em humanos.

1 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ª Ed – Enzyme Substrate Coliforme Test.

5.1. Caso 1

Tratava-se de Empresa de tratamento de efluentes do município de Trindade, Goiás, em que fica evidente o incremento na poluição hídrica no manancial logo à jusante do ponto de lançamento dos mesmos, respeitando-se a realização da coleta após a zona de mistura. Aqui foram analisadas amostras coletadas à montante e à jusante do lançamento. Com o advento do LAAE e a realização das análises, ficou evidenciado que o lançamento de efluentes estava impactando o manancial. O limite máximo permitido para DBO para mananciais classe 2, no Estado de Goiás, é de 5mg/L O2. Nesse caso ficou evidenciado uma DBO à jusante (ou seja, abaixo do ponto de lançamento de efluentes, de 9,54. O mesmo podemos dizer para *E.coli*, a qual tem o limite máximo permitido em mananciais classe 2 de 1000 NMP/100ml de amostra. À montante, esse parâmetro estava dentro do permitido pela legislação vigente, no caso a Resolução CONAMA[2] nº 357. Já a jusante, vemos que esse número ultrapassa em 14 vezes o limite legal permitido.

Ademais, também foram realizadas análises no efluente lançado, sendo essa mais uma evidência coletada em campo e analisada e materializada no LAAE.

Tabela 2. Análise de resultados de amostras de efluentes coletadas em local de crime ambiental.

Parâmetro	Efluente Bruto	Efluente Tratado	% Eficiência
DBO5	529,13 mgO2/L	87,89 mgO2/L	83,39
DQO	1.294 mgO2/L	245 mgO2/L	81,07
CF	>241.960 (N.M.P./100 mL)	>241.960 (N.M.P./100 mL)	-

Para o cálculo de eficiência foi utilizada a seguinte equação:

$$(1 - \left(\frac{DBO\ Efluente\ tratado}{DBOEfluente\ bruto)}\right) x100 = \%\ Eficiência$$

Com os resultados das análises referentes às amostras de efluentes, é possível verificar inclusive a eficiência do tratamento de efluentes e constatar se está ocorrendo lançamento fora dos parâmetros permitidos em leis e regulamentos, possibilitando o enquadramento na tipificação penal de acordo com o Art. 54, inciso V, da Lei de Crimes Ambientais.

5.2. Caso 2

Tratava-se também de estação de tratamento de efluentes, essa localizada no município de Aparecida de Goiânia-GO. Com os resultados das análises laboratoriais restou materializado que mesmo após o tratamento dos efluentes, esses estavam causando um impacto na qualidade das águas do manancial. Vide o parâmetros *Escherichia coli* (Tab. 1), a qual teve um incremento de mais de 22 vezes quando comparado o valor encontrado no manancial à montante (antes do lançamento) e à jusante (após o lançamento). Ou seja, impactando negativamente a qualidade da água no manancial em questão.

Tabela 3. Análise de resultados de amostras de efluentes coletadas em local de crime ambiental.

Parâmetro	Bruto	Tratado	% Eficiência
DBO5	396,79 mgO2/L	155 mgO2/L	60,93
DQO	733 mgO2/L	376 mgO2/L	48,70
CF	>241.960 (N.M.P./100 mL)	>241.960 (N.M.P./100 mL)	-

Nesse caso também foi possível realizar a análise em amostras de efluentes a fim de se constatar a eficiência do tratamento e se o lançamento de efluentes no manancial se dava em desacordo com os parâmetros de lançamento estabelecidos em leis e regulamentos.

5.3. Caso 3

Tratava-se de extravasamento de efluentes em adutora de empresa de saneamento básico do Estado de Goiás. Nesse caso, foi comprovado um acréscimo significativo na demanda bioquímica de oxigênio (DBO), além de acréscimo nos parâmetros microbiológicos (coliformes totais e *E. coli*). Cabe ressaltar que uma alta DBO está inversamente relacionado ao consumo de oxigênio dissolvido no manancial, ou seja, quanto maior a DBO, menor é o oxigênio dissolvido. Esse impacto na quantidade de oxigênio dissolvido no manancial, muitas vezes é causa de mortandade de peixes e outras espécies aquáticas.

6. DISCUSSÃO

Temos então, que para os três casos citados nesse trabalho, verifica-se a importância do Laboratório de Análise de Água e Efluente para a materialização das evidências de crime ambiental. Caso não fossem realizadas análises laboratoriais, apenas como a análise visual, poderia ocorrer dessa tipologia de crime passar batido no crivo da avaliação criminal do Estado.

A sensação de impunidade, por vezes, pode levar à falta de zelo com o cumprimento das normas am-

2 Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente

bientais, o que resulta em danos ao meio ambiente e muitas vezes à saúde humana.

A ausência da ação eficiente do Estado, por vezes, estimula a ação criminosa de empresas e entidades potencialmente poluidora, visto a incerteza a respeito da penalidade.

Com o acréscimo de análises robustas e precisas de parâmetros ambientais em ambiente de laboratório pode-se alcançar uma efetiva melhoria na materialização de crimes cometidos contra o meio ambiente. Ressalta-se portanto, a importância do Laboratório de Análises de Água e Efluente na materialização de evidências de crimes cometidos contra o meio ambiente.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As consequências dos crimes ambientais tem a capacidade de atingir por vezes, parte da população de determinado local, cidade ou região. Antes da implantação do laboratório, a apuração de crimes ambientais de poluição hídrica estava bastante prejudicada em nosso Estado, devido à inexistência de meios efetivos de comprovação e materialização das evidências. A incerteza quanto à penalidade, era um cenário perfeito para a prática de crimes ambientais, trazendo à tona um cenário muito comumente encontrado, que são mananciais altamente poluídos, principalmente em áreas urbanas.

Com a implantação do Laboratório de Análises de Águas e Efluentes/ LAAE na Polícia Científica de Goiás houve uma inestimável melhoria na materialização de crimes cometidos contra o meio ambiente. A implantação do LAAE eleva a Policia Cientifica de Goiás a um nível superior em relação ao cenário nacional e a possibilidade de materializar crimes ambientais de diferentes fontes poluidoras.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, por nos guiar em nosso propósito aqui na Terra e renovar nossas forças a cada amanhecer. Agradecemos à gestão anterior da SPTC e aos colegas da Seção de Local de Crime Ambiental, por terem acreditado na idealização de um sonho, o da implantação de um laboratório de análises de água e efluentes visando combater os crimes ambientais em nosso Estado.

Agradecer ao Ministério Público, na pessoa do Promotor Juliano Barros, do CAO do Meio Ambiente da 15ª Promotoria de Justiça, o qual acreditou e investiu no projeto, disponibilizando recursos oriundos de Termos de Ajustamento de Conduta, a serem utilizados em prol do meio ambiente.

Agradecemos ao Sr. João, do 54º CONSEG (Conselho de Segurança), o qual trabalhou voluntariamente auxiliando na efetivação das aquisições necessárias à implantação do LAAE.

Agradecimento especial à atual gestão da SPTC, na pessoa do Superintendente Ricardo Matos, que apoia, acredita e incentiva o crescimento do laboratório, que atualmente é referência no cenário nacional e fruto de orgulho para a instituição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Brasil. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <conama.mma.gov.br/>.

[2] BRASIL. Lei 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm> Acesso em 01 de julho de 2024.

[3] CERRI NETO, Mauro. Impacto ambiental, degradação ambiental, poluição, contaminação e dano ambiental: comparação entre conceitos legal e técnico. 2008. 125 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2008. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/92757>.

[5] HAMMER, Mark j. e Warren Viessman JR.Water. Supply and Pollution Control – 7. Ed. 2005.Person Prentice Hall – U.S.

[6] MORRISON Robert D. Environmental Forensics: Principles & Applications. Florida. U.S.: CRC Press LLC, 2000.

[7] VON SPERLING, Marcos. Introdução à Qualidade das águas e ao Tratamento de Esgotos – 3. Ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005. P. 452.

v. 14, n. 4, p. 327-330, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Crimes contra a Flora: A realidade da perícia ambiental no Amazonas e o modelo de gestão de atendimento.

L.G. Bernardes[a,*], F.R. de Albuquerque[a]

[a],*Instituto de Criminalística ,Departamento de Polícia Técnico Científica, Manaus (AM), Brasil.*
**Endereço de e-mail para correspondência: laurabernardes01@gmail.com. Tel.: +55-92-98142-1044.*

Keywords: produto florestal, desmatamento, crime ambiental.

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia é uma floresta tropical úmida que se estende pela bacia hidrográfica do rio Amazonas, uma vasta área tropical natural, com área de aproximadamente 6,74 milhões km2, que se estende por oito países: Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru e Venezuela e Suriname mais o território da Guiana Francesa.

A Amazônia Legal possui uma área de 5.217.423 km², equivalente a cerca de 61% do território brasileiro. Abrange os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, assim como o oeste do Maranhão. É o maior bioma florestal do planeta, contendo cerca de 50% da biodiversidade do mundo [1]. O bioma possui 43% de terras indígenas e unidades de conservação, mas sofre ameaça oriundas de atividades antrópicas como desmatamento, queimadas, pecuária extensiva, agricultura, construção de estradas e hidrelétricas, mineração, atividades madeireiras e urbanização [2].

O estado do Amazonas está totalmente inserido nesse Bioma representando aproximadamente 38% da Amazônia Brasileira.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, a Amazônia abriga 73% das espécies de mamíferos e 80% das aves, de um total de mais de 120 mil espécies de animais existentes no Brasil.

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) avaliou 5.070 espécies até 2018, e destas, 180 encontram-se em alguma categoria de ameaça de extinção da natureza.

O bioma comporta 13.056 espécies das 49.987 reconhecidas para a flora brasileira, entre nativas, cultivadas e naturalizadas. São reconhecidos o estado de conservação de 1.610, com 13,4% passando por algum tipo de ameaça de extinção.

No Brasil, a lei nº 9.605, de 1998 regulamenta e tipifica as condutas lesivas ao meio ambiente, sendo um instrumento legal dividindo os crimes ambientais em cinco categorias: crimes contra a fauna (art. 29 a 37); crimes contra a flora (art. 38 a 53); crimes de poluição e outros crimes ambientais (art. 54 a 61); crimes contra o ordenamento urbano e o patrimônio cultural (art. 62 a 65); e crimes contra a administração ambiental (art. 66 a 69).

Dada a complexidade ambiental significativa e a extensão abrangente da região Amazônica, os desafios enfrentados pela perícia criminal e as dificuldades administrativas encontradas são consideradas distintas e particulares.

Neste trabalho abordaremos o modelo de atendimento realizado pelo Setor de Perícias em Crimes Ambientais do Instituto de Criminalística do Amazonas, bem como realizamos uma análise quali-quantitativa dos crimes contra a flora atendidos pelo setor na região metropolitana de Manaus.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A coleta de dados foi realizada mediante o levantamento histórico do Instituto de Criminalística e criação dos setores, e análise dos atendimentos das requisições de perícia atendidas pelo Setor de Crimes Ambientais do Instituto de Criminalística do Estado do Amazonas, no período de janeiro de 2012 a dezembro de 2022. Os registros foram agrupados em cate-

gorias de acordo com a natureza da infração, a saber: crimes contra a fauna, crimes contra a flora e outro.

Os crimes contra Flora foram divididos em cinco grandes grupos:

- Destruição de Área de Preservação Permanente.
- Transporte de produto florestal (Madeira, Lenha e Carvão).
- Exploração Mineral
- Uso de Motosserra
- Outros.

A exploração mineral foi considerada em crimes contra a flora nesse trabalho devido ao fato de primeiro ser realizado o desmatamento para posterior exploração do minério de interesse.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. O Setor de Perícias em Crimes Ambientais

O Setor de Perícias em Crimes Ambientais - SPCA foi estabelecido em novembro de 2011 em resposta ao aumento da demanda por perícia nessa área específica. A necessidade de um setor dedicado a esse tipo de crime foi reconhecida, assim como a importância de formar uma equipe multidisciplinar capaz de lidar com as complexidades das perícias ambientais, que requerem expertise em áreas como química, biologia, veterinária e diversas engenharias.

O SPCA integra o Instituto de Criminalística Lorena dos Santos Baptista, ligado ao Departamento de Polícia Técnico Científico – DPTC como demonstrado no organograma abaixo.

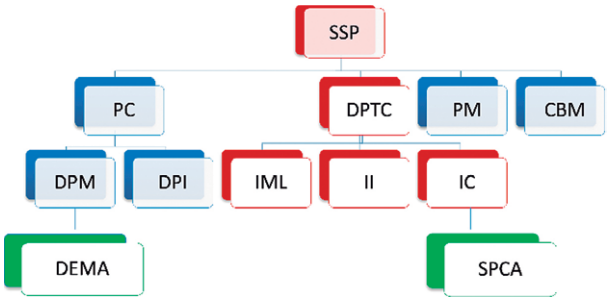


Figura 1. Organograma do DPTC.

A administração do DPTC está subordinada diretamente à Secretaria de Segurança Pública, mas os peritos continuam sendo Policiais Civis, num modelo híbrido de autonomia como é visto em outros órgãos periciais da nossa federação.

3.2. Modelo de gestão de atendimento

No início das operações do SPCA, as requisições periciais eram registradas no protocolo e os peritos eram mobilizados para atendimento seguindo a ordem de recebimento e agrupamento por proximidade geográfica para otimização de recursos, especialmente combustível. A equipe sempre se deslocava com um mínimo de dois peritos, sem suporte adicional da delegacia especializada ou batalhão ambiental. Essa abordagem resultou em um alto número de requisições devolvidas devido às dificuldades em localizar precisamente o local do fato. Em resposta a isso, foi implementado um novo modelo de atendimento, ainda em vigor atualmente.

No modelo de atendimento atual a equipe de perícia, juntamente com a Delegacia Especializa em Meio Ambiente – DEMA organizam os atendimentos e de maneira conjunta se deslocam até o endereço para realização das diligências e da perícia. Dessa maneira o transporte é realizado em viatura da delegacia, otimizando a disponibilidade de viaturas para outras demandas do Instituto de Criminalística, aliado ao fato de reduzir significativamente o número de devoluções de requisições de perícia.

Nesse modelo de atendimento, o SPCA atende a região metropolitana de Manaus, que engloba oito dos 62 municípios do estado do Amazonas.

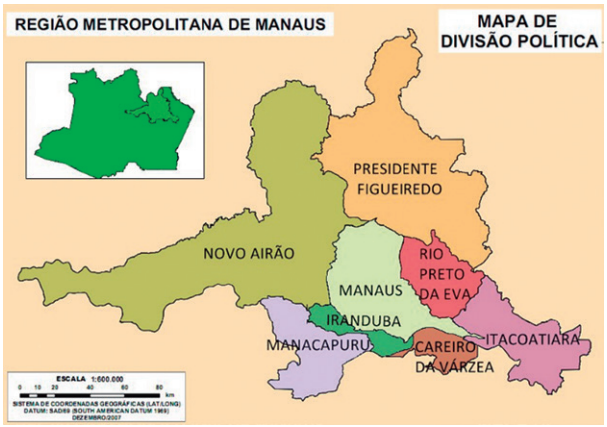


Figura 2. Região metropolitana de Manaus. Disponível em: <http://frankchaves-ita.blogspot.com.br/2015/01/senadora-sandra-braga-reacende-chama-da.html> Acessado em: 15/09/22.

Além dos atendimentos da região metropolitana são realizados também operações conjuntas com os demais órgãos para combate aos crimes ambientais no interior do Amazonas. O SPCA também se faz presente nos eventos festivos, como o festival de Parintins e nas bases móveis de fiscalização como a Base Arpão I e II.

O modelo de gestão participativo e colaborativo adotado reduz lapso temporal entre a ação criminosa e a perícia; agiliza na doação de bens perecíveis como pescado e madeira; possibilita a apreensão e destruição de bens que poderiam ser usados novamente para prática do crime e evita que requisições sejam devolvidas em decorrência de dificuldade para localizar o endereço do fato.

3.3. Panorama geral de atendimento do SPCA

A demanda do SPCA tem aumento ao longo dos anos, tendo atingido marca superior a 400 ocorrências no ano de 2020. Um levantamento breve mostrou que nesse ano de 2024, somente nos seis primeiros meses, já foram atendidas 302 ocorrências; o que evidência o aumento significativo na demanda do setor, que reflete o número de casos de crimes ambientais ocorridos no estado.

A maioria dos atendimentos do SPCA está relacionada à crimes contra a Flora, o que pode ser explicado devido ao fato de estarmos inseridos na maior floresta tropical do mundo. Observando o gráfico da figura 03, observa-se que em todos os anos o atendimento em crimes contra a flora representa mais de 50% da demanda do setor.

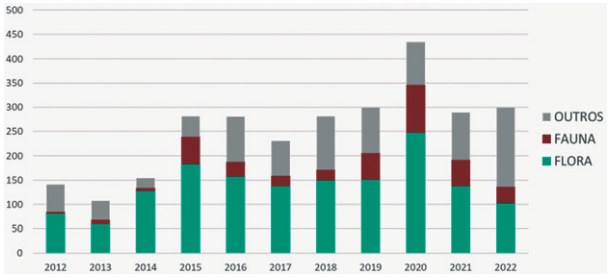


Figura 3. Distribuição das requisições atendidas pelo SPCA

3.4. Crimes contra a Flora

Conforme demonstrado no gráfico anterior, os crimes contra a flora constituem a maior parte dos atendimentos periciais realizados pelo setor. Entre os principais delitos ambientais identificados pela perícia estão o transporte ilegal de produtos florestais (madeira e carvão), o desmatamento e a destruição de áreas de preservação permanente (APP).

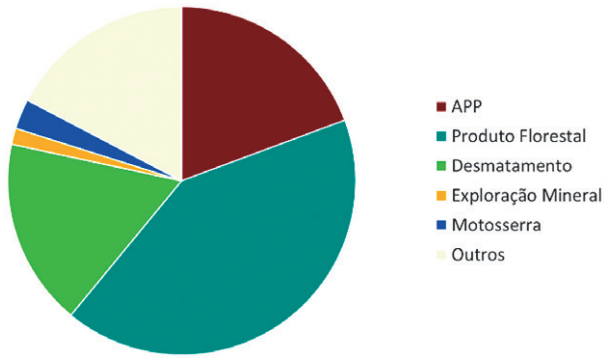


Figura 4. Distribuição dos Crimes contra a Flora de acordo com os atendimentos do SPCA.

O transporte de produto florestal, em especial o transporte de madeira ilegal é o tipo de crime contra que ocorre com mais frequência na região metropolitana de Manaus. Esse tipo de crime abastece o comercio ilegal de madeira.

O comércio ilegal de madeira ameaça a conservação da biodiversidade, prejudica as economias locais e globais e afeta o manejo florestal sustentável [3].

Figura 5. Embarcação do tipo Balsa com madeira ilegal.

Estima-se que 44% de toda madeira tropical extraída entre 2015 e 2016 no Pará, o maior estado produtor de madeira na Amazônia Brasileira, era de origem ilegal [4]. Apesar do grande impacto atrelado às práticas ilegais de extração predatória de madeira, os esforços de aplicação da lei para reduzir esse comércio são muitas vezes limitados pela falta de ferramentas independentes disponíveis para verificar a verdadeira origem da madeira [5].

A extração ilegal de madeira, com a tentativa dos criminosos de conferir uma aparência de legalidade à atividade, é uma das principais causas do desmatamento da Amazônia, e figura como o segundo crime mais comum na região amazônica, e embora não seja a principal causa do desmatamento, desempenha um papel crucial ao abrir caminho para outras atividades criminosas ou ilegais que causam danos significativos à floresta [6].

Figura 6. Fotografia aérea de área desmatada ao longo de um ramal no Estado do Amazonas.

4. CONCLUSÃO

Setor de Perícias em Crimes Ambientais - SPCA foi criado em resposta à crescente demanda por investigações especializadas na Amazônia, enfrentan-

do desafios únicos devido à vastidão e complexidade ambiental da região. Desde sua criação, o SPCA evoluiu para adotar modelos mais eficientes de atendimento, colaborando estreitamente com a Delegacia Especializada em Meio Ambiente - DEMA com o intuito de otimizar recursos e reduzir devoluções de requisições.

Os crimes contra a flora, como o transporte ilegal de produtos florestais e o desmatamento, destacam-se como os mais frequentes e prejudiciais à região. A luta contra a extração ilegal de madeira exemplifica o papel crucial da perícia ambiental na proteção e preservação da Amazônia, não apenas como um ecossistema vital, mas também como um patrimônio global de biodiversidade e recursos naturais

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] VASCONCELOS, Pedro Guilherme de Andrade. Determinantes do desmatamento na Amazônia Brasileira. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciências florestais. Universidade de Brasília. 2015. 60p.

[2] MOREIRA, Helena Margarido. A importância da Amazônia na definição da posição brasileira no regime internacional de mudanças climáticas. 2009. Dissertação – Curso de Relações Internacionais. UNESP, UNICAMP, PUC-SP. São Paulo. 21f.

[3] HOARE, A.; UEHARA, T. H. K. Establishing fair and sustainable forest economies. 2022.

[4] CARDOSO, D.; SOUZA JR, C. Sistema de Monitoramento da Exploração Madeireira (Simex): Estado do Pará 2015–2016. IMAZON, Belém, 2017.

[5] BOESCHOTEN, L. E. et al. Stable isotope ratios in wood show little potential for sub-country origin verification in Central Africa. Forest Ecology and Management, v. 544, p. 121231, 2023.

[6] BARROSO, L. R.; MELLO, P. P. C. Como salvar a Amazônia: por que a floresta de pé vale mais do que derrubada. Revista de Direito da Cidade, v. 12, n. 2, p. 1-46, 2020. DOI: 10.12957/rdc.2020.50890.

v. 14, n. 4, p. 331-333, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Diagnóstico post mortem de erliquiose como ferramenta para descaracterização de crime de maus tratos – estudo de caso

M.M. Oliveira[1], C.A.N. Ramos[2], H.P.K. Cleveland[2]

[1] *Instituto de Criminalística Hercílio Marcellaro, Brasil. E-mail: maristelamelovet@gmail.com*

[2] *Laboratório de Biologia Molecular – FAMEZ - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul*

RESUMO

A medicina veterinária legal é uma área que tem se destacado nos últimos anos e tem como intuito a aplicabilidade do conhecimento técnico veterinário às questões judiciais ligadas ao exercício da profissão. Nesse cenário, é atribuído ao perito uma análise minuciosa do local do crime assim como dos aspectos anatomopatológicos do animal, visando identificar possíveis achados que configurem crime de maus-tratos. Nesse trabalho, tivemos como objetivo relatar o caso de um cão, SRD, 4 meses de idade com presença de hematoma e áreas de equimose pelo corpo em decorrência de erliquiose, mas que foram previamente atribuídas a crime de maus tratos pelo responsável do resgate do animal, tendo o exame anatomopatológico post-mortem importante papel no desfecho do caso.

Palavras-chave: Medicina veterinária legal. Lesão contundente. Equimose. Cão.

ABSTRACT

Forensic veterinary medicine is an area that has gained prominence in recent years and aims to apply veterinary technical knowledge to legal issues linked to the exercise of the profession. In this scenario, the expert is assigned a thorough analysis of the crime scene as well as the anatomopathological aspects of the animal, aiming to identify possible findings that constitute a crime of mistreatment. In this work, we aimed to report the case of a dog, SRD, 4 months old with the presence of hematoma and areas of ecchymosis on the body as a result of ehrlichiosis, but which were previously attributed to the crime of mistreatment by the person responsible for rescuing the animal, with the post-mortem anatomopathological examination having an important role in the outcome of the case.

Keywords: Forensc veterinary medicine. Blunt injury. Ecchymosis. Dog.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A traumatologia forense é uma ciência importante na identificação de lesões traumáticas, sendo as de ordem mecânica as mais comuns [1]. As lesões podem ser classificadas de acordo com o tipo de objeto causador do trauma em: perfurante, cortante, contundente, perfuro cortante, corto contundente ou perfuro contuso [2,3,4]. De forma geral, as lesões contundentes são ocasionadas por esmagamento tecidual em decorrência de uma pressão exercida sobre uma superfície, possuindo como principais características, pouco sangramento, bordas irregulares e integridade de nervos e vasos [5]. Podem também resultar em equimoses intradérmicas ou subcutâneas e/ou hematomas [6]. Em determinados casos, o padrão de lesões contundentes pode ser confundido com distúrbios coagulatórios decorrentes de processos infecciosos, como na infecção por *Erlichia canis*. Nesses pacientes, a doença pode acarretar em consumo, sequestro e destrui-

ção plaquetária, causando trombocitopenia e posterior aparecimento de petéquias, sufusões e equimoses [7].

2. PROBLEMÁTICA

O exame pericial do presente animal consistiu na realização de exame necroscópico afim de identificar alterações anatomopatológicas que indiquem possível relação da causa mortis com ação externa decorrente de crime de maus tratos, assim como a realização de exames laboratoriais complementares que auxiliem na identificação da causa mortis.

3. DESENVOLVIMENTO

Foi atendido em uma clínica veterinária no município de Campo Grande/ Mato Grosso do Sul, um canino, macho, sem raça definida, 4 meses de idade, que realizou primeiro atendimento com histórico recente de resgate em via pública por uma protetora de animais e o colocado para adoção. Ao exame físico, foi identificado a presença de infestação por ectoparasitas (carrapatos), principalmente em região auricular, lesões cutâneas generalizadas compatíveis com extravasamento de sangue em tecido subcutâneo, prurido, mucosas hipocoradas, temperatura retal 39ºC, escore de condição corporal baixo e presença de petéquias em gengiva e em abdome. A tutora relatava normorexia, normodipsia, normoquezia e urina sem alterações quanto a cor, odor, aspecto e volume. Forão solicitados então os seguintes exames complementares: hemograma e bioquímica sérica, sorologia ELISA e imunofluorescência indireta (RIFI) para leishmaniose. No hemograma, havia presença de pancitopenia (vide tabela 1), sendo então prescrito doxiciclina (5 mg/kg, BID, 28 dias), Hemolitan Gold® (0,5 ml, BID, até novas recomendações), Promundog® (2 gramas, SID, até novas recomendações), silimarina (10 mg/kg, SID, 15 dias) e omeprazol (1 mg/kg, SID, até novas recomendações).

Tabela 1. Hemograma de canino, macho, SRD, 4 meses de idade. Fonte: LabDoc, 2024.

Hemograma		
Hemácias	3,20 milhões / mm³	5,5 – 8,5 milhões /mm³
Hemoglobina	6,20 g/dL	12 – 18 g/dL
Hematócrito	18,60%	37 – 55%
Proteína plasmática	8,4 g/dL	5,0 – 8,0 g/dL
Plaquetas	5.000	200.000 – 500.000 /mm³
Leucograma		
Leucócitos totais	2.800 /mm³	6.000 – 17.000 /mm³

No entanto, dez dias após o atendimento inicial, o animal chegou na clínica já em óbito, apresentando diversas petéquias em todo o corpo, além de hematoma de grande extensão em região abdominal direita e em joelho esquerdo. E, diante desse quadro, a presente adotante fora acusada por crime de maus-tratos pela protetora que realizou o resgate do animal, sendo o corpo do animal encaminhado para o Instituto de criminalística Hercílio Marcellaro para perícia criminal.

Em análise pericial externa, o animal encontrava-se com mucosas oculares e oral hipocoradas, com lesões equimóticas entre 1-3cm evidentes em diversos pontos do corpo, além da presença de hematoma em região abdominal direita de aproximadamente 8 cm (Fig. 1).

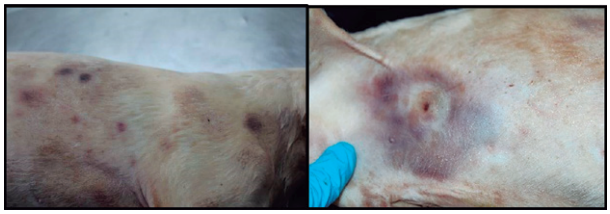


Figura 1. Presença de diversas petéquias em toda a extensão de corpo (A) e hematoma de grande extensão em região inguinal direita (B) em canino, macho, SRD, 4 meses de idade. Fonte: Maristela Melo de Oliveira, 2024.

Em análise de tecido subcutâneo e musculatura da região abdominal direita, presença de extravasamento de sangue em tecido subcutâneo e musculatura abdominal estava regionalizada, sem comprometimento de estruturas internas abdominais (Fig. 2). Já em análise interna, havia presença de pontos hemorrágicos em região de inserção do baço em omento, além de diversos pontos de hemorragia em intestino delgado, intestino grosso e em lobos pulmonares, presença de espuma sanguinolenta em traqueia e hemopericárdio. Todas as amostras teciduais foram devidamente acondicionadas em embalagem lacrada e submetidas a análise molecular por reação de cadeia em polimerase (PCR) no Laboratório de Biologia Molecular da FAMEZ, na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) em Campo Grande para os seguintes hemoparasitas: *Anaplasma platys, Babesia canis vogeli* e *Ehrlichia canis,* com resultado positivo apenas para *E. canis*.

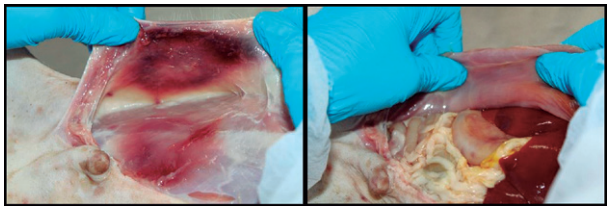


Figura 2. Avaliação de lesão externa e sua continuidade em musculatura e subcutâneo em canino, macho, SRD, 4 meses de idade. Fonte: Maristela Melo de Oliveira, 2024.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que o presente animal veio a óbito em decorrência de hemorragia difusa proveniente de infecção pelo hemoparasita *Erlichia canis*, não havendo quaisquer vestígios de lesão produzida por instrumento contundente e, portanto, descartando a possibilidade de maus-tratos. Diante desse caso, ressalta-se também a importância do exame necroscópico e da traumatologia forense para a real elucidação dos fatos e da causa mortis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MUNRO, R.; MUNRO, H. M. C. *Animal abuse and unlawful killing: forensic veterinary pathology.* Saunders-Elsevier, London, (2008), 106p.

Filho, P.E.G.C. Medicina Legal e Criminalística. *Rev Bras. Crim.* **1(1):** 45 (2011).

Gerdin, J.A.; McDonough, S.P. Forensic Pathology of Companion Animal Abuse and Neglect. *Vet Pathol.* **50(6)**, 994-1006 (2013).

Hernández-Carrasco, M.; Pisani, J.M.A.; ScarsoGiaconi, F.; Fonseca, G.M. Indoor postmortem mutilation by dogs: Confusion, contradictions, and needs from the perspective of the forensic veterinarian medicine. *J. Vet. Behav. Clin. Appl. Res.* **15:** 56-60 (2016).

Del Campo, E. R. A. *Medicina Legal I.* Saraiva, Brasil, (2009), p. 120.

Sálvia, P.N.D.; Moura, E.R. *Traumatologia médico-legal: conceitos.* Biblioteca digital, Brasil, (2021), p. 58-66.

Almosny, N.R.P; Massard, C.L. *Ehrliquiose em pequenos animais domésticos e como zoonoses.* In: Almosny, N.R.P. Hemoparasitose em pequenos animais domésticos e como zoonose. Livros de Veterinária, Brasil, (2002), p. 13-56.

R.B.S. Lima, Rev. Bras. Crim. 14(4), 334-337, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 334-337, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA
Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Perícias Ambientais no Estado do Amazonas: Um estudo de 2022 a junho de 2024

R.B.S. Lima[a,*]

[a] *Instituto de Criminalística "Lorena dos Santos Baptista", Manaus (AM), Brasil*
**renatabsl@hotmail.com. Tel.: +55-92-991420622.*

Keywords: Perícias Ambientais; Desmatamento; Amazonas; Manaus.

1. INTRODUÇÃO

As perícias criminais realizadas na área ambiental desempenham um papel crucial para a proteção dos recursos naturais, uma vez que essas avaliações técnicas e científicas podem fornecer *insights* fundamentais sobre o estado de ecossistemas, áreas contaminadas, impactos de atividades humanas e a saúde ambiental como um todo.

Ao combinar conhecimento multidisciplinar com metodologias rigorosas, as perícias criminais ambientais não apenas identificam problemas e riscos, mas também podem orientar decisões políticas e estratégias de conservação. Além disso, auxiliam judicialmente visando a melhor solução nos casos de crimes ambientais.

No Brasil, diante da sua megadiversidade biológica, em especial, na Amazonia brasileira, cujo desmatamento tem aumentado de forma contínua, desde 1991, faz-se necessária a imediata intervenção dos instrumentos legais que possibilitem a efetiva proteção de áreas naturais que ainda restam, principalmente em áreas urbanas [1].

Sendo assim, nos confrontamos com o desafio de efetuar o planejamento e a gestão territorial, considerando tanto a conservação da maior biodiversidade do planeta como a promoção do desenvolvimento social e econômico dos habitantes que vivem nessa região [2].

Portanto, compreender a demanda dos tipos de perícias ambientais em Estados como o Amazonas é crucial para auxiliar no planejamento de medidas que busquem estratégias e melhorias para que os crimes ambientais possam ser inibidos.

A maioria das perícias criminais realizadas neste Estado, ocorrem na cidade de Manaus, uma vez que somente aí existe um Instituto de Criminalística, com poucos peritos criminais e devido à dificuldade de deslocamento para outros Municípios, devido a logística e a geografia do Estado. Manaus é uma das cidades brasileiras onde o processo de urbanização se deu de forma intensa e não planejada, com grandes impactos no ambiente e clima local [3]. Com isto, ao longo dos anos, é notável o aumento de denúncias de crimes ambientais e por consequência o número de perícias ambientais demandadas.

2. OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa é investigar e analisar os diferentes tipos de perícias realizadas na área ambiental no estado do Amazonas e analisar as alterações que ocorreram durante o período de 2022 a junho de 2024.

3. METODOLOGIA

A análise foi feita por meio do levantamento dos dados registrados em tabelas e livros de registro de ocorrências do setor de Crimes Ambientais do Instituto de Criminalística "Lorena dos Santos Baptista" do Estado do Amazonas, uma vez que não existe um controle informatizado neste Instituto. As fotografias utilizadas foram registros realizado em perícias.

Dividiu-se os tipos de perícias e se nomeou da seguinte forma:

- Desmatamento: Perícias em locais onde houve retirada da vegetação, seja em áreas urbanas, ru-

R.B.S. Lima, Rev. Bras. Crim. 14(4), 334-337, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

rais e em Áreas de Proteção Permanente, incluindo também as queimadas;

- Madeira: Todo tipo de apreensão de madeira, seja em veículos ou em depósitos;
- Maus tratos: Toda perícia que envolve animais, domésticos ou silvestres, vivos ou mortos;
- Atividade sem licença: Perícia em atividade comercial ou industrial sem licença;
- Poluição sonora: Perícias cujo principal objetivo era registrar esse tipo de poluição;
- Carvão: Todo tipo de apreensão de carvão vegetal, seja em veículos ou em depósitos;
- Poluição (solo, ar ou hídrica): Perícia cuja principal denúncia era o registro de contaminação do meio por resíduos sólidos, líquidos e/ou gasosos;
- Pescado: Apreensão de pescados proibidos na região conforme legislação específica;
- Materiais utilizados: Perícias realizadas em materiais utilizados em crimes ambientais, como motosserra, facão, correntes etc.;
- Poluição visual: Qualquer perícia relacionada a este tipo de poluição;
- Extração de minerais: Perícias relacionadas a extração de materiais como argila, areia, pedras etc.;
- Produtos químicos – Perícias relacionadas ao transporte e armazenamento de produtos perigosos (excluindo carvão).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos últimos anos, com o aprimoramento da legislação e com o crescimento desordenado das cidades é notável o aumento na demanda por perícias ambientais no Estado do Amazonas. No setor de crimes ambientais, no ano de 2022, constatou-se que foram realizadas 298 perícias; no ano de 2023 foram 297, e em 2024, somente no primeiro semestre já foram registradas 293 perícias.

Com base na média dos anos analisados, cerca de 89% das Perícias ocorrem na Capital do Estado, seguido pelos Municípios de Iranduba, Presidente Figueiredo e Rio Preto da Eva (Tabela 01). O Estado do Amazonas possui 62 Municípios, e somente em 8 tiveram registros de perícias ambientais nos últimos anos, e são os Municípios mais próximos da Capital e de melhor acesso.

Na Figura 1, observa-se as porcentagens dos diferentes tipos de perícias ambientais atendidas no ano de 2022. Do total de 298 perícias, 85 correspondem a crimes de desmatamento, 67 a crimes relacionados a transporte ou armazenamento de madeira, 38 de maus tratos à animais, 30 perícias de poluição sonora e 27 perícias envolvendo apreensão de carvão.

Na Figura 2, observa-se as porcentagens dos diferentes tipos de perícias ambientais atendidas no ano de 2023. Assim como em 2022, do total de perícias realizadas em 2023 (297) o maior número corresponde a desmatamento, com um total de 88 perícias, seguido por 52 perícias envolvendo apreensão de madeira, e por 40 de poluição sonora; 39 de maus tratos; 24 de poluição (solo, ar e/ou hídrica) e 16 de carvão.

Na Figura 3, observa-se as porcentagens dos diferentes tipos de perícias ambientais atendidas até o mês de junho de 2024. Do total de 293 perícias, 93 correspondiam a desmatamento, sendo o maior índice como nos outros anos, porém o segundo maior número de perícias correspondia a maus tratos, com 64 perícias registradas; seguido por 53 de madeira, 19 de carvão e 19 de poluição do solo, ar e hídrica.

Tabela 1. Número de Perícias por Município. *Janeiro a junho de 2024.

Municípios	2022	2023	2024*
Careiro	1	-	-
careiro da várzea	1	9	2
Iranduba	18	19	16
Itacoatiara	-	2	-
Manacapuru	-	1	-
Manaus	274	246	273
Novo Airão	-	-	1
Presidente Figueredo	4	8	1

O desmatamento engloba a maior percentagem de perícias ambientais no Estado, e no ano de 2024 houve até o mês de junho, demonstrando que provavelmente será um dos maiores índices registrados pelo setor de crimes ambientais, provavelmente ultrapassando o valor registrado no ano de 2000 (Figura 04).

Com base no período estudado (2022 a junho de 2024) constatou-se que média 42% das perícias de desmatamento que foram registradas no Município de Manaus ocorrem em sua área rural, o que demonstra ser resultado do crescimento populacional e ao crescimento da cidade. Em Manaus o surgimento da maioria dos bairros é consequência de invasões, muitas das vezes em área de preservação permanente ou Unidade de Conservação.

O transporte e armazenamento da madeira ilegal também apresenta altos índices ao longo dos anos, o que demonstra ser consequência da madeira retirada pelo desmatamento ilegal.

No Brasil, os atores e as forças que conduzem ao desmatamento variam de acordo com as regiões e ao longo do tempo. Em geral, os grandes e médios fazendeiros respondem pela grande maioria da atividade do desmatamento, mas os pequenos agricultores podem atuar como forças importantes nos lugares

onde estão concentrados, como no caso do Amazonas [4]. E apesar do aumento dos números de denúncias poucas ações governamentais são efetivadas e diante da lentidão dos processos judiais o desmatamento tem aumentado nesta região. De acordo com dados do INPE, em 2024, este Estado apresentou o segundo maior índice de desmatamento na Amazônia (136,75 km²), com aumento de 17%, perdendo somente para o Estado do Pará.

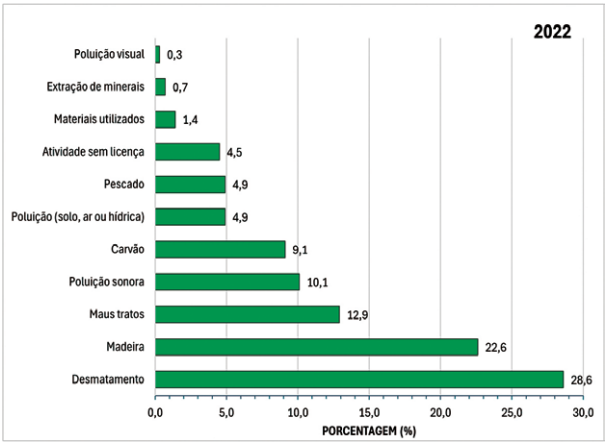


Figura 1. Porcentagem de perícias ambientais realizadas no Estado do Amazonas, por especificidade, no ano de 2022.

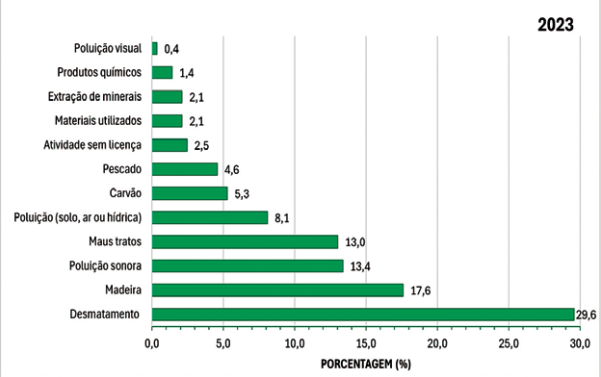


Figura 2. Porcentagem de perícias ambientais realizadas no Estado do Amazonas, por especificidade, no ano de 2023.

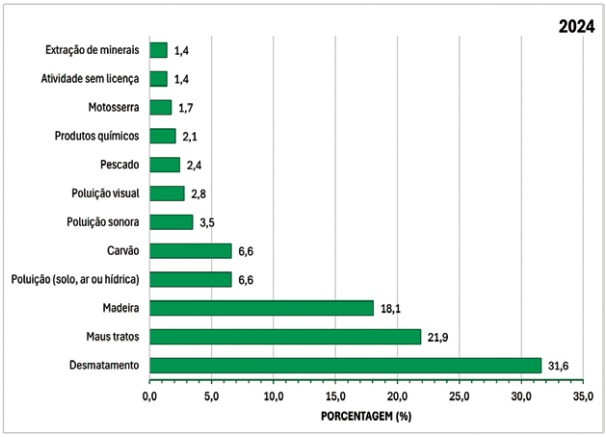


Figura 3. Porcentagem de perícias ambientais realizadas no Estado do Amazonas, por especificidade, de janeiro a junho de 2024.

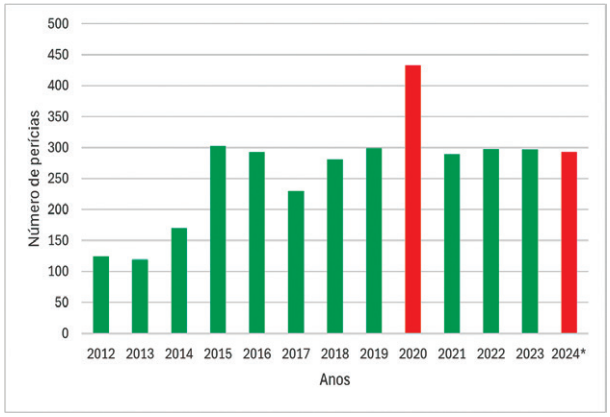


Figura 4. Número de perícias ambientais atendidas pelo setor de crimes ambientais (2012 a junho de 2024).

O número de ocorrências envolvendo maus tratos também teve aumentos significativos, principalmente no ano de 2024. A grande maioria das ocorrências com maus tratos envolvem animais domésticos, porém há registros significativos de crimes com animais silvestres.

Dentre estes costuma-se realizar perícias em animais mortos, em sua maioria: quelônios; tatu (*Priodontes maximus*); capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris),* paca (*Cuniculus paca)*, jacarés (*Caiman crocodilos*, *Melanosuchus niger*), anta (*Tapirus terrestres*), veados (*Mazama americana*), patos (*Cairina moschata*e) e porcos selvagens (*Pecaria tajacu*). Em animais vivos, é frequente perícias com animais criados como domésticos ou que estavam sendo comercializados, como: macaco (várias espécies, principalmente *Saimiri sciureus* L.), curiós (*Sporophila angolensis)*, onça pintada (*Panthera onca*) e espécies da família Psittacida.

A caça de animais silvestres apesar de ser uma prática ilegal, é uma atividade tradicional no Estado e tem levado ao desaparecimento de animais em algumas áreas, principalmente próximas dos centros urbanos, comprometendo assim a diversidade da fauna e flora local.

Dentre os pescados, destaca-se o peixe nomeado como pirarucu (*Arapaima gigas)*, peixe que pertence à bacia hidrográfica do rio Amazonas e que está protegido por dispositivos legais que não permitem sua pesca durante o ano inteiro sem a devida autorização do Ibama.

R.B.S. Lima, Rev. Bras. Crim. 14(4), 334-337, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Figura 5. Objeto de perícia: Carne de animal silvestre.

Figura 6. Objeto de perícia: quelônios.

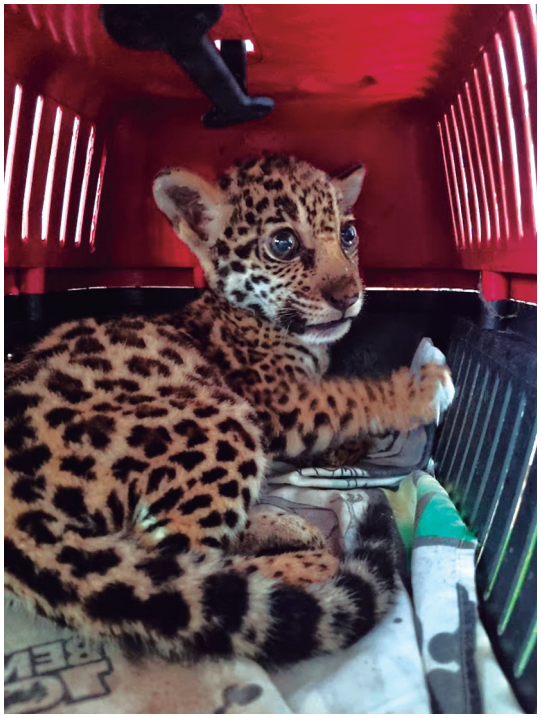


Figura 7. Objeto de perícia: Filhote de onça pintada.

4. CONCLUSÕES

A demanda por perícias ambientais no Estado do Amazonas aumenta todos os anos, sendo o maior número destas, relacionadas ao desmatamento. Outra demanda que tem aumentado, são as perícias relacionadas aos maus tratos de animais, principalmente, animais domésticos.

No presente ano (2024), somente no primeiro semestre, o setor de crimes ambientais já atendeu o número de perícias semelhante ao total dos 12 meses dos anos de 2022 e 2023.

A maioria dessas perícias atendidas ocorreram principalmente no Município de Manaus e um menor número nos Municípios próximos, consequência da falta de delegacias especializadas neste tipo de crime nos outros Municípios e devido a difícil logística de deslocamento no Estado e pouco investimento para isto.

Diante do exposto, observa-se a necessidade de investimentos governamentais com medidas que possam conter esses crimes, principalmente nas áreas rurais da cidade de Manaus.

Assim como é importante um maior número de recursos humanos e de estruturas físicas adequadas para atuar na contingência da polícia e que estejam voltados aos crimes dessa ordem. Atualmente, o quadro de pessoal é reduzido na delegacia do meio Ambiente, na Polícia Militar (batalhão ambiental) e principalmente no setor de crimes ambientais do Instituto de Criminalística, uma vez que, é composta por somente cinco peritos para atender o Estado inteiro, sendo este o maior número de peritos alocados neste setor, desde sua criação.

AGRADECIMENTOS

Ao Sindicato dos Peritos Oficiais do Estado do Amazonas, por incentivar a participação em eventos científicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] R. Medeiros; M. Irving; I. Garay. Proteção da Natureza no Brasil: evolução e conflitos de um modelo em construção. *Revista de Desenvolvimento Econômico* **5**, 83-93 (2004).

[2] I.C.G. Vieira; J.M.C. Silva; P.M. Toledo. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. E*studos avançados* **19**, 153-164 (2005).

[3] L.A.Candido; G.G.Temoteo; D.H. Hall; J.J. Machado; C.S. Farias; M.J. M. Monte; P.M. Mamud; J.P.Gonçalves, R.C.Oliveira Urbanização e impacto no clima da cidade de Manaus: passado, presente e futuro. *Projeto Ieté - Rede de Monitoramento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Educandos* - Manaus-AM, Fase 1: Diagnóstico Ambiental., 23-56 (2021).

[4] P.M. Fearnside. Desmatamento na Amazônia: Dinâmica, impactos e controle. *Acta Amazonica* **36**(3): 395-400 (2006).

v. 14, n. 4, p. 338-342, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Maus-tratos em Aves Silvestres: Um Estudo Pericial no Estado do Rio de Janeiro.

W.S. Vieira[a,*], V.A. Souza[b], C.C.C. Alves[a], A.B.B. Rego[a]

[a] *Instituto de Criminalística Carlos Éboli, SEPOL, Rio de Janeiro (RJ), Brasil*
[b] *Instituto Médico Legal Afrânio Peixoto, SEPOL, Rio de Janeiro (RJ), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: waldsdublin@hotmail.com. Tel.: +55 21 98532-6879.*

Keywords: Medicina Veterinária Forense; Biologia Forense; Passeriformes; Tráfico de animais; Crimes contra a fauna.

1. INTRODUÇÃO

Os crimes ambientais ameaçam a biodiversidade e causam danos irreparáveis aos ecossistemas, afetando tanto a fauna quanto a saúde pública. O tráfico de vida selvagem, suas partes anatômicas, ovos, larvas, constitui-se em um negócio global lucrativo, com alta demanda, preços elevados e amplamente disseminado. Entre 1999 e 2018, quase 6.000 diferentes espécies de fauna e flora foram apreendidas em quase todos os países do mundo [1].

O Brasil, país mais rico em biodiversidade do mundo [2], enfrenta desafios significativos na conservação de sua fauna, sendo o segundo país com mais espécies de aves ameaçadas no mundo [3]. A Constituição Federal assegura, em seu artigo 225, o direito a um meio ambiente equilibrado [4]. Enquanto a Lei nº 9605/98 aborda especificamente os crimes contra o meio ambiente, incluindo atos de abuso e maus-tratos contra os animais. Segundo o artigo 29 da referida legislação federal, está sujeito a uma pena de seis meses a dois anos de detenção e multa, aquele que matar, perseguir, capturar ou utilizar espécies da fauna silvestre, nativas ou em período de migração, sem a devida autorização das autoridades competentes. As mesmas sanções são válidas para quem comercializa, expõe à venda, compra, exporta, mantém em cativeiro ou transporta essas espécies. A punição pode ser aumentada em até 50% se as espécies em questão constarem em listas de animais em situação de risco de extinção. Conforme o Art. 32 da lei em questão, atos de crueldade, abusos e agressões contra animais, sejam eles silvestres ou domésticos, nativos ou exóticos, resultam em detenção de três meses a um ano, além de uma multa a ser aplicada [5].

O tráfico de animais configura o crime de maus-tratos, visto que os animais são transportados em condições degradantes e precárias. Além de estarem presentes práticas de tortura, como injeção de drogas em animais ariscos, mutilações e danos à visão [6].

O presente estudo, tem o intuito de promover um panorama das análises periciais no que concerne aos maus-tratos a aves, no estado do Rio de Janeiro, durante o ano de 2023, destacando a importância da fiscalização e da aplicação da lei, na proteção dessas espécies vulneráveis.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A análise se concentrou nas ocorrências atendidas pelo Serviço de Perícias da Cidade da Polícia Civil do Rio de Janeiro (SPCID), ao longo de 2023, com enfoque nos procedimentos realizados pela Delegacia de Proteção ao Meio Ambiente (DPMA). Foi realizada a caracterização de maus-tratos a aves, conforme registrado nos laudos periciais, e os dados sobre o tipo de ocorrência foram extraídos dos relatos presentes nos Registros (R.Os).

Os casos envolvendo os animais periciados foram divididos em duas categorias principais:

1) "guarda doméstica", que abrange situações em que as aves foram apreendidas em posse de indivíduos considerados consumidores finais,

incluindo eventos como torneios onde os proprietários exibiam seus pássaros, e

2) "comércio clandestino", que compreende apreensões ao longo de toda a cadeia do tráfico, desde a captura até a venda final, incluindo atividades como caça, transporte, venda e guarda de aves destinadas à comercialização ilegal.

A metodologia adotada envolveu também análise descritiva dos maus-tratos registrados nos Laudos Periciais. O objetivo foi identificar as condições de apreensão e as práticas ilegais associadas, utilizando como referência os protocolos de bem-estar animal [7]. Os principais aspectos registrados nos referidos laudos são: óbitos; espaço insuficiente; presença e quantidade de lesões aparentes; ambiente insalubre; privação de água ou comida; e adulteração fenotípica, assim considerado quando houve alterações antrópicas nas aves, como cortes de penas ou pelo uso de tinturas/descolorantes. Essa abordagem proporcionou uma visão abrangente e comparativa sobre as ocorrências de maus-tratos às aves no estado do Rio de Janeiro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Visão Geral das Ocorrências

No ano de 2023, foram conduzidos 104 exames periciais envolvendo aves, abrangendo um total de 1276 indivíduos. Foram 31 laudos classificados como ocorrências de comércio clandestino, em que foram examinadas 776 aves, enquanto ocorrências de guarda doméstica somaram 73 laudos, nos quais foram descritas 500 aves. Nota-se que, apesar de as ocorrências de comércio clandestino serem menos frequentes, o número de animais por laudo nessa categoria é maior.

3.2. Maus-tratos

Do total, 862 aves, ou 67,5%, foram identificadas como vítimas de maus-tratos, sendo 715 em ocorrências de comércio clandestino e 147 em guarda doméstica. Estes dados mostram que a maior parte das constatações de maus-tratos ocorreu em casos envolvendo o comércio clandestino. Observa-se que, nas situações de comércio, a prevalência de maus-tratos atingiu 92% dos animais, enquanto nas ocorrências de guarda doméstica esse índice foi de 29,4%. As proporções de aves expostas a cada perfil de maus-tratos são mostradas no gráfico da figura 1.

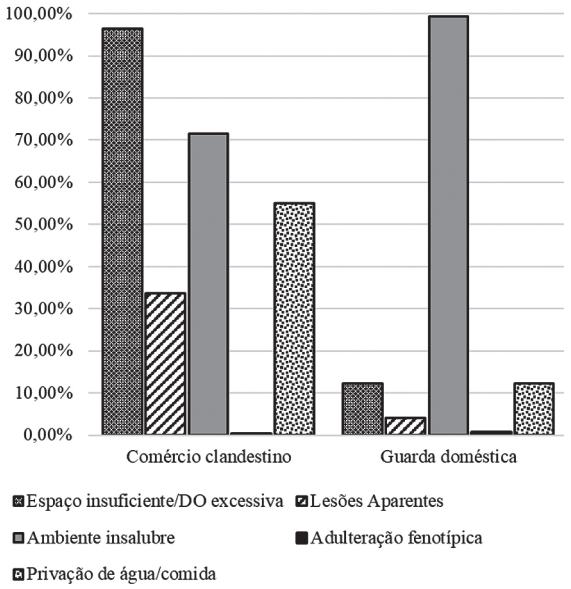


Figura 1. Proporções de laudos e incidências de maus-tratos e óbitos por tipo de ocorrência.

3.2.1. Ambientes com Espaço Insuficiente ou Densidade Ocupacional Elevada

No comércio clandestino, foi constatado que 690 aves (96,5%) estavam sujeitas a ambientes com espaço insuficiente. Normalmente, eram situações em que os animais estavam confinados em gaiolas de transporte muito pequenas, por vezes com espaço para apenas um animal, ou gaiolas superlotadas. Foram constatadas situações dramáticas, como em uma apreensão realizada pela Polícia Rodoviária Federal (PRF), em que foi interceptado o transporte de 168 trinca-ferros (*Saltator similis*), distribuídos em pequenos nichos de gaiolas de transporte, sendo que cada um media 22cm de comprimento, 10cm de altura e 17cm de largura, e abrigavam cada um entre uma e três aves (fig. 2-a). Na ocasião, 25 aves vieram a óbito antes do fim dos exames. Em outro, uma apreensão de tizius (*Volatinia jacarina*) consistia em uma gaiola de 1,5 m de comprimento e 40 cm de largura, que acondicionava 55 pássaros, em uma densidade ocupacional (D.O) estimada de 91 aves/m² (fig.2-b).

Já nos casos de guarda doméstica, um total de 18 aves encontravam-se nessas condições, cerca de 12,2% dos animais em maus-tratos nesta categoria. Destas, quase a totalidade era referente a um único caso, em que um indivíduo mantinha 17 tizius em uma mesma gaiola convencional, de cerca de 50cm de comprimento por 20 cm de largura.

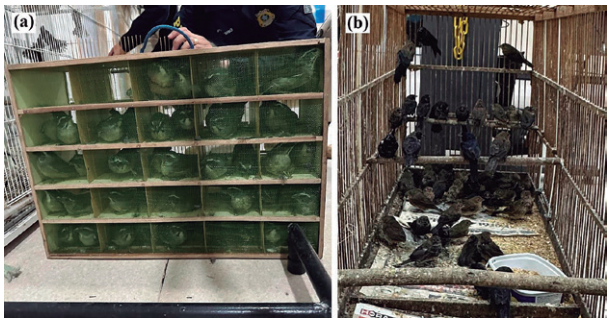


Figura 2. a) Trinca-ferros em espaços de dimensões inadequadas e b) gaiola com densidade ocupacional de tizius excessiva.

3.2.2. Lesões Aparentes

Na categoria de comércio clandestino, 240 aves (33,5%) apresentavam lesões aparentes como falhas na plumagem, principalmente na região da cabeça e da cauda, e feridas ao redor da base do bico, aspectos que foram relacionados à ação de se debater no interior de gaiolas devido ao estresse e falta de adaptação desses animais ao cativeiro, estimulando um comportamento arredio e agitado, como mostrado na figura 3.

Na categoria de guarda doméstica, 6 aves (4%) apresentaram lesões aparentes, 2 compatíveis com confinamento inadequado, como as já mencionadas feridas na base do bico, 2 com amputação de dígito e outras 2 com amputações completas dos pés, normalmente nas pernas em que havia anilhas (fig. 4), e são associadas a tentativas de anilhamento de aves já maiores do que o recomendado para tal.

Figura 3. Lesões na região do crânio associadas a comportamento arredio, possível recém captura, em um papa-capim (*Sporophila sp.*) e em um trinca-ferro (*Saltator similis*).

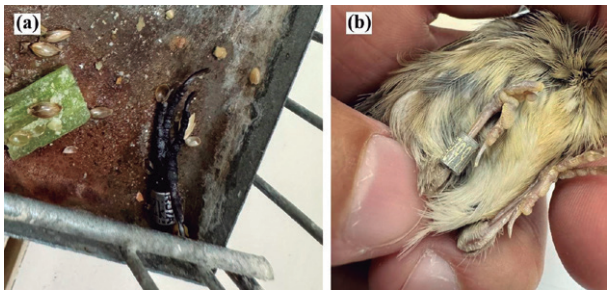


Figura 4. a) Perna anilhada amputada; b) perna anilhada sem dígitos.

3.2.3. Ambientes Insalubres

Das aves expostas a maus-tratos em situações de comércio clandestino, 322 (45%) encontravam-se em ambientes insalubres, com presença de fezes e restos de alimentos acumulados, bem como penas desprendidas e, por vezes, sangue. Não era incomum nesses casos a elevada turbidez da água disponível a esses animais.

Nos casos de guarda doméstica, a ocorrência de maus tratos estava muito associada à falta de asseio quanto à higiene e bem-estar dos animais. 99,3% das aves expostas a maus-tratos estavam em ambientes insalubres, em alguns casos foi constatada deficiência em relação à limpeza das gaiolas; contudo, o principal motivo desse perfil de maus-tratos ter sido tão proeminente foi pela realização de torneios, mesmo em vigência de restrições sanitárias impostas pelo Ministério da Agricultura em decorrência da emergência sanitária causada pelo vírus H5N1 [8 - 9]. Foi, portanto, considerado que os animais estariam expostos a patógenos.

3.2.4. Disponibilidade de Água e Comida

Como boa parte dos animais apreendidos em situações de comércio clandestino encontrava-se nas situações descritas no item 3.2.1, 394 (55,1%) estavam sob privação de água e/ou comida; foi observado que em situações de feiras livres ou transporte, os animais não possuíam acesso a fontes de água, e o acesso à comida dava-se por grãos ou pedaços de frutas espalhados pela gaiola. A exceção desse tipo de ocorrência ocorria quando a apreensão era realizada nos domicílios dos comerciantes, em que as gaiolas, ainda que superlotadas, dispunham de bandejas com água e alimento. Nos casos de guarda doméstica, não foi constatado privações de água ou comida.

3.2.5. Adulterações Fenotípicas

As adulterações fenotípicas foram o tipo menos frequente entre os perfis de maus-tratos, e os objetivos de sua realização entre comerciantes clandestinos e proprietários de aves silvestres eram distintos. No caso de aves em cativeiro doméstico, foi constatada apenas uma ave, um tucano (*Ramphastos toco*), que teve suas penas alares cortadas e/ou arrancadas, principalmente as penas primárias. Esse tipo de alteração era realizado com objetivo de limitar o poder de voo do animal cativo. Já nos casos de comércio, os dois casos, com uma ave cada, tratavam de periquitões-maracanã (*Psittacara leucophthalmus*), que tiveram as penas caudais cortadas, seus bicos pintados com

tinta preta, e a face descolorida (fig. 5), indicando o uso de peróxido de hidrogênio, para que fossem comercializadas como "filhotes de papagaio verdadeiro" (*Amazona aestiva*), espécie de psitacídeo mais valorizada no mercado ilegal nacional que o periquitão.

Figura 5. Papagaio "falsificado": face e bico com cores adulteradas e cauda cortada, respectivamente.

3.3. Óbitos

Quase todos os óbitos (90%) foram constatados em casos de comércio clandestino, principalmente quando a apreensão ocorreu durante o transporte dos animais. O que evidencia as condições degradantes e cruéis a que estes animais são submetidos. Contudo, a determinação da *causa mortis* não foi realizada, tendo em vista a falta de equipamentos e estrutura adequada para que sejam realizadas necropsias ou virtópsias. É importante ressaltar que, atos de negligência podem ocorrer quando um animal não recebe cuidados básicos; atos de crueldade geralmente ocorrem quando uma pessoa causa danos intencionais a um animal. A crueldade contra os animais enquadra-se nestas duas categorias: negligência extrema e crueldade intencional [10].

Figura 6. Trinca-ferros que vieram a óbito em apreensão pela PRF durante o transporte.

3.4. Considerações sobre as Diferenças Encontradas Entre os Tipos de Ocorrências

O presente estudo mostrou diferenças consideráveis entre as apreensões em circunstâncias de guarda doméstica e comércio clandestino. Em todos os indicadores selecionados de maus-tratos, incluindo-se o óbito de animais, situações de guarda doméstica quase não apresentavam maus-tratos, enquanto ocorrências de comércio clandestino, por exemplo, concentram 90% dos animais que vieram a óbito e mais de 80% dos animais em maus-tratos de forma geral (fig. 7).

Contudo, talvez essa diferença encontrada reflita tão somente uma impressão errônea da realidade, já que 215 das 500 aves apreendidas como pets apresentavam anilhas, e dessas, apenas 173 não foram constatadas fraudes. Ou seja, mais de 65% dessas aves tiveram origem no mercado ilegal e, portanto, estariam sujeitas às mesmas condições observadas aqui como "comércio clandestino".

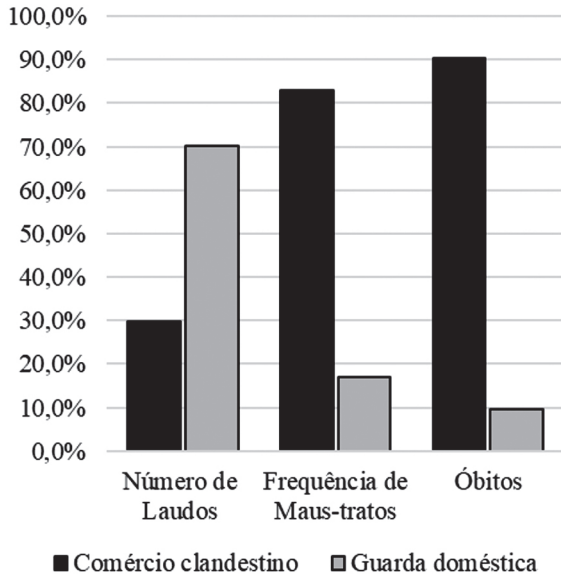


Figura 7. Proporções de laudos, da frequência de aves em situação de maus-tratos e de óbitos por cada categoria de ocorrência.

4. CONCLUSÕES

Os dados revelados nesta pesquisa são alarmantes e indicam uma realidade preocupante para as aves em situações de maus-tratos. A análise demonstrou que o comércio clandestino, mesmo sendo a minoria das ocorrências, representa a maioria das aves examinadas, com uma prevalência alarmante de maus-tratos e óbitos. Os ambientes inadequados, como gaiolas superlotadas e sem condições sanitárias mínimas, expõem as aves a condições extremamente adversas, resultando em altos índices de lesões e até mortes prematuras. Estes resultados destacam a urgência de políticas mais rigorosas para combater o comércio ilegal de aves e proteger esses animais vulneráveis destes abusos contínuos. É cediço que, a atividade do tráfico de animais, en-

volvendo as aves, permanece presente no Estado do Rio de Janeiro, apesar dos constantes esforços diuturnos das forças policiais e instituições de fiscalização ambiental. Novas metodologias de controle, estrutura de análises periciais mais sofisticadas e completas, além de mais estudos na área, fazem-se mister para a melhoria no combate a esta prática nefasta que, invariavelmente, impõe condições de maus-tratos aos animais vitimados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] United Nations Office on Drugs and Crime. *World Wildlife Crime Report: Trafficking in Protected Species*, United Nations, United States of America (2020) 3-109.

[2] Ministério do Meio Ambiente (Brasil). Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade. Secretaria de Biodiversidade, Departamento de Conservação de Ecossistemas. Brasília, DF: MMA, 2017.

[3] P. Zurita, Mette Skov. State of the World's Birds 2022. *BirdLife.*p. 15 (2022).

[4] Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Senado Federal; (1988).

[5] Ministério do Meio Ambiente (Brasil). Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União (1998).

[6] T. M. Tremori (Org.). *Medicina Veterinária Legal*. ed: Millennium, Brasil, (2023) 354-357.

[7] J. Hammerschimidt; C.F.M. Molento. Protocolo de Perícia em Bem-estar Animal (PPBEA). *Revista Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, **51**: 282-296, (2014).

[8] Ministério da Agricultura e Pecuária (Brasil). Portaria n° 572, de 29 de março de 2023. Estabelece, em todo o território nacional, medidas preventivas em função do risco de ingresso e de disseminação da influenza aviária de alta patogenicidade no país. Diário Oficial da União (2023).

[9] Ministério da Agricultura e Pecuária (Brasil). Portaria n° 587 de 22 de maio de 2023. Declara estado de emergência zoossanitária em todo o território nacional, por 180 dias, em função da detecção da infecção pelo vírus da influenza aviária H5N1 de alta patogenicidade (IAAP) em aves silvestres no Brasil. Diário Oficial da União (2023).

[10] J. H. Byrd; P. Norris; N. Bradley-Siemens. *Veterinary Forensic Medicine and Forensic Sciences*. 2 ed. p. 439, chapter 16. (2021).

v. 14, n. 4, p. 343-347, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Os Desafios na Valoração de Danos em Perícias Ambientais: Uma Revisão Sistemática

V.S. Oliveira[a,*], H.J.S. Gomes[b], L.M. Oliveira[a], W.A. Soares[a], H.P. Kuribayashi[a], F.C.L. Ferreira[a], R.J.A. Nascimento[a]

[a] *Programa de Pós-Graduação em Ciências Forenses (PPGCF), Universidade do Sul e Sudeste do Pará, Marabá (PA), Brasil*
[b] *Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará,, Belém (PA), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: voliveiraambiental@gmail.com Tel.: +55-94-98106-0272.*

Keywords: Quantificação Econômica; Dano Ambiental; Investigação Forense; Crime Ambiental.

1. INTRODUÇÃO

A perícia ambiental constitui uma ferramenta essencial para identificar, analisar e quantificar os danos decorrentes de crimes ambientais. Este processo é realizado por profissionais especializados que empregam diversos métodos e técnicas para avaliar os impactos ambientais, quantificar prejuízos e propor medidas mitigadoras ou compensatórias. Além de fornecer subsídios para decisões judiciais e administrativas [1].

Neste contexto, a valoração de danos ambientais refere-se à atribuição de valor monetário aos impactos negativos no meio ambiente, facilitando a compensação financeira e a responsabilização dos causadores dos danos. Esse processo envolve a aplicação de diferentes métodos econômicos e contábeis que quantificam, em termos financeiros, as perdas ambientais, seja pela degradação de recursos naturais, perda de biodiversidade ou outros impactos adversos [2].

A legislação brasileira, como a Lei n.º 9.605/1998 que trata dos Crimes Ambientais [3], estabelece diretrizes para a responsabilização e compensação por danos ambientais, reforçando a importância da valoração econômica. Além disso, a Política Nacional do Meio Ambiente, através da Lei n.º 6.938/1981 [4] e a Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei n.º 9.433/1997 [5] fornecem bases legais para a proteção e valoração dos recursos naturais.

Assim sendo, a valoração desempenha um papel fundamental na perícia ao oferecer ferramentas para a aplicação de penalidades e a determinação de compensações financeiras. Dessa forma, quantificar economicamente os danos ambientais permite estabelecer valores que refletem a magnitude dos impactos, promovendo justiça e eficácia nas ações judiciais e administrativas. Além disso, a valoração ambiental apoia a formulação de políticas públicas e a implementação de estratégias de mitigação ambiental [6].

Inclusive, instrumentos legais, como o Decreto n.º 4.281/2002 [7], que regulamenta a Lei de Crimes Ambientais, e o Decreto n.º 6.514/2008 [8], que dispõe sobre infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, são fundamentais para a operacionalização da valoração de danos ambientais.

No entanto, a valoração de danos ambientais enfrenta desafios devido à diversidade de ecossistemas, tipos de impactos e dificuldades metodológicas na quantificação econômica dos prejuízos. Esses fatores tornam essa atividade complexa, o que exige profundo conhecimento técnico e científico, além de métodos eficientes e adequados para cada situação específica [9 - 10].

Outrossim, a correta valoração dos danos ambientais permite a aplicação de sanções mais justas. Compreender os desafios na valoração de danos é fundamental para melhorar a eficácia das medidas legais, políticas públicas e estratégias de mitigação ambiental

garantindo a responsabilização adequada e a recuperação efetiva dos ecossistemas afetados. Nesse cenário, a valoração do dano na perícia ambiental se destaca como uma atividade indispensável no apoio da tomada de decisões jurídicas e administrativas [11].

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo identificar os principais desafios enfrentados na valoração de danos na perícia ambiental.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa possui natureza aplicada, abordagem qualitativa, objetivos de caráter exploratório, viabilizado pelo procedimento de pesquisa bibliográfica, o qual envolve a coleta de referências teóricas previamente analisadas e publicadas em diversas fontes, com o intuito de reunir conhecimentos existentes sobre o problema em questão, buscando respostas para a temática estudada [12].

A pesquisa bibliográfica foi realizada através da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), tipo de investigação que oferece um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, utilizando métodos explícitos e sistematizados de busca, avaliação crítica e síntese das informações selecionadas [13].

Para possibilitar a execução da RSL, utilizou-se o método *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), desenvolvido para ajudar pesquisadores a conduzir revisões sistemáticas da literatura de maneira transparente e organizada. O PRISMA fornece um roteiro detalhado que guia desde a busca inicial de estudos até a apresentação dos resultados, assegurando que o processo seja claro e replicável [14].

A Fig. 1 apresenta o fluxograma das etapas da RSL a partir do método PRISMA.

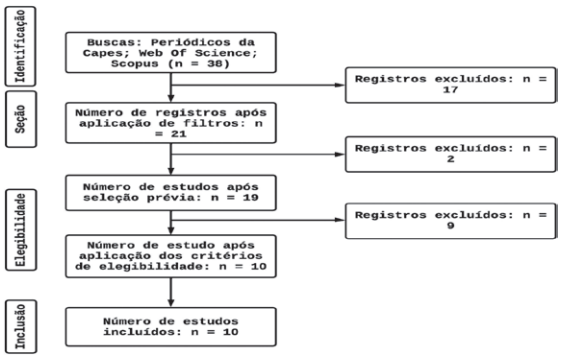


Figura 1. Etapas da RSL a partir do método PRISMA. Fonte: Adaptado de [14].

Para realizar a primeira etapa desta pesquisa, definiu-se a seguinte pergunta base: quais são os principais desafios na valoração de danos ambientais na perícia forense? Na visão geral desse trabalho, partiu-se do pressuposto de explorar como esses desafios se relacionam às práticas e métodos atualmente utilizados na perícia ambiental. Além das limitações e dificuldades enfrentadas pelos peritos.

Posteriormente, definiu-se as bases periódicas para a realização das buscas: Periódicos da Capes, *Web Of Science* e *Scopus*. A Tab. 1 apresenta as *strings* de busca utilizadas.

Tabela 1. Strings de Busca Utilizadas no PRISMA.

***Strings* de Busca**
(valoração OU quantificação) E (dano OU impacto) E perícia e ambiental
desafios E valoração E ambiental
dano E perícia E ambiental E laudo
valoração E ambiental E laudo

Na segunda etapa, incluíram-se os filtros: Acesso (livre); Tipo de Documento (Artigo); Linguagem (Português); Anos de Publicação (2009-2023). Na terceira etapa, realizou-se o critério de exclusão através da leitura dos resumos e conclusões para posteriormente serem lidos por completo. A Tab. 2 apresenta os artigos eleitos para a leitura completa

Tabela 2. Artigos Escolhidos para a RSL.

Ref.*	Título	Revista	Ano
[15]	A (não) Aplicação dos Métodos de Valoração Monetária de Bens Ambientais em Transações Penais e Suspensões Condicionais de Processos na Comarca de Chapecó – SC	Revista Grifos	2009
[2]	Valoração Econômica Ambiental: Um Estudo Analítico e Teórico dos Métodos e Suas Multiaplicabilidades	Revista Catarinense da Ciência Contábil	2012
[10]	Método de Valoração Contingente e modelo beta: uma visão econômica contábil para o dano ambiental do Estaleiro Atlântico Sul	Revista Contabilidade & Finanças	2015
[16]	Comparação entre métodos de valoração de danos ambientais para fins periciais	Revista Brasileira de Criminalística	2015
[11]	Valoração Econômicas em Perícias de Crimes Ambientais: Por Que, Para Quem e os Desafios de Realizá-la	Revista Brasileira de Ciências Policiais	2020
[17]	A Jurisprudência do Tribunal Regional Federal da 3ª Região (TRF-3) e a Indenização por Danos Ambientais Marinhos Causados por Óleo Proveniente da Navegação na Zona Costeira do Estado de São Paulo	Revista Direito e Justiça: Reflexões Sociojurídicas	2020

Ref.*	Título	Revista	Ano
[9]	Levantamento de conservação de vegetação adjacente a cursos d'água dentro da perícia ambiental: o uso de ferramentas de geotecnologia	Revista Brasileira de Criminalística	2021
[6]	Desafios da Valoração Econômica da Fauna Silvestre in Situ: Um Exame a Partir da Legislação Ambiental Brasileira	Revista do Núcleo de Meio Ambiente da UFPA	2022
[1]	Valoração econômica como instrumento de responsabilização de danos ambientais	Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais	2022
[18]	Uso da Valoração Ambiental como Ferramenta para Execução de Perícias Criminais Ambientais em Araguari, Minas Gerais	Revista Foco	2023

*Ref. = Referência Bibliográfica

Por último, analisou-se o objetivo central de cada artigo e os apontamentos dos autores acerca dos desafios na valoração de danos ambientais na perícia forense.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os artigos revisados permitiram uma visão abrangente sobre os desafios na valoração de danos ambientais na elaboração de perícias. A Tab. 3 apresenta a síntese dos resultados obtidos na RSL.

Primeiramente, o [15] destaca a dificuldade enfrentada pelos profissionais da promotoria em valorizar adequadamente os danos ambientais devido à falta de pessoal técnico especializado e a dependência de conhecimentos empíricos. Esses fatores representam desafios significativos na valoração de danos ambientais, pois a ausência de métodos adequados e de profissionais capacitados pode levar a avaliações imprecisas e injustas.

Já [2], analisa os métodos de valoração econômica ambiental e ressalta a complexidade e variabilidade desses métodos como grandes desafios. Determinar precisamente os danos e escolher adequadamente os métodos de valoração são questões cruciais, especialmente em contextos forenses, onde a precisão é essencial.

Enquanto [10] ao abordar o uso do modelo beta para estimar a disposição a pagar por danos ambientais, evidenciou desafios como a falta de familiaridade dos contadores com métodos de valoração, a necessidade de desenvolver técnicas adequadas para mensuração contábil e lidar com viés e fatores socioeconômicos nos questionários.

Tabela 3. Desafios na Valoração de Danos Ambientais na Perícia Forense a Partir da RSL proposta.

Ref.	Objetivo Central	Desafios na Valoração de Danos Ambientais
[15]	Verificar se o Ministério Público de SC utiliza métodos de valoração monetária em casos de ilícitos ambientais.	Falta de pessoal técnico especializado, dependência de conhecimentos empíricos, ausência de métodos adequados.
[2]	Analisar teoricamente os métodos de valoração econômica ambiental e sua multiaplicabilidade.	Complexidade e variabilidade dos métodos, determinação precisa dos danos, escolha adequada dos métodos.
[10]	Aplicar o modelo beta como alternativa ao método de valoração contingente para estimar a disposição a pagar por danos ambientais.	Falta de familiaridade com métodos de valoração, desenvolvimento de técnicas adequadas para mensuração contábil, viés nos questionários.
[16]	Avaliar e comparar diferentes métodos de valoração de danos ambientais em laudos periciais.	Subjetividade e variabilidade dos métodos, prazos exíguos para aplicação dos métodos.
[11]	Contextualizar finalidades e destinatários da legislação brasileira para valoração econômica de crimes ambientais.	Complexidade na identificação e medição de serviços ecossistêmicos, incertezas no dimensionamento dos danos.
[17]	Verificar critérios utilizados pelo TRF-3 para valoração de indenizações ambientais no setor de navegação.	Falta de critérios claros, variabilidade nas decisões judiciais, complexidade de quantificação de bens sem preço definido.
[9]	Analisar conservação da vegetação adjacente a cursos d'água usando geotecnologia.	Limitações do sensoriamento remoto, necessidade de análise presencial e interpretação técnica.
[6]	Examinar possibilidade jurídica de valoração da fauna silvestre *in situ*.	Falta de valor de mercado específico para a fauna, complexidade de mensuração de serviços ecossistêmicos.
[1]	Apresentar métodos de valoração econômica de fácil aplicação para a Perícia Criminal Ambiental.	Intangibilidade de bens e serviços ambientais, necessidade de dados confiáveis, falta de critérios específicos na legislação.
[18]	Aplicar metodologias de valoração ambiental para quantificar danos a ecossistemas florestais em Araguari, MG.	Métodos de valoração onerosos, necessidade de levantamentos de campo prolongados, escolha da metodologia adequada dependendo da localização e características dos biomas afetados.

Em contrapartida, [16] compara métodos de valoração de danos ambientais em laudos periciais e identifica a subjetividade e a variabilidade desses métodos como desafios significativos. Além disso, destacou a necessidade de métodos simples e rápidos devido aos prazos exíguos na aplicação em laudos periciais.

Por outro lado, [11] ao contextualizar a legislação brasileira para valoração econômica de crimes ambientais, revelou a complexidade na identificação e medição de serviços ecossistêmicos e a incerteza no dimensionamento dos danos. Os autores apontam que a priorização de parâmetros específicos pode não refletir a sinergia ou efeitos retardados.

Não obstante, [17] analisa critérios utilizados pelo TRF-3 para valoração de indenizações ambientais, o autor destaca que a falta de critérios claros e a variabilidade nas decisões judiciais como desafios, além da complexidade de quantificar bens sem um valor de mercado definido.

Por outra perspectiva, [9] aborda o uso de geotecnologia para identificar e quantificar danos à vegetação adjacente a cursos d'água e revela limitações significativas do sensoriamento remoto. Os autores destacam a necessidade de análise presencial e interpretação técnica como essencial para uma valoração completa e precisa dos danos ambientais.

Sem embargo, [6] analisa a possibilidade jurídica de valoração da fauna silvestre *in situ* e evidencia a falta de valor de mercado específico para a fauna e a complexidade de mensuração dos serviços ecossistêmicos como desafios principais. Essas questões dificultam a valoração econômica e justa da biodiversidade.

Entretanto, [1] aponta a apresentação de métodos de valoração econômica de fácil aplicação para a perícia criminal ambiental e destaca como desafios a intangibilidade de alguns bens e serviços ambientais, a necessidade de dados confiáveis e a falta de critérios específicos na legislação. Os autores ainda mencionam a aplicação de métodos que considerem proporcionalidade e razoabilidade.

Finalmente, [18] aplica metodologias de valoração ambiental em Araguari, Minas Gerais, corroborando que muitos métodos de valoração existentes são onerosos e demandam levantamentos de campo prolongados. A escolha da metodologia adequada depende de fatores como a localização dos danos e as características dos biomas afetados, ressaltando a necessidade de metodologias práticas e acessíveis para aplicação em contextos forenses.

4. CONCLUSÕES

A valoração de danos ambientais na perícia forense é um campo complexo e fundamental para a aplicação de medidas punitivas para infratores ambientais. Esta revisão bibliográfica permitiu identificar os principais desafios que comprometem a eficácia dessas avaliações, ressaltando a necessidade de melhorias. Nesse contexto, destacam-se a escassez de técnicos especializados e a dependência de conhecimentos empíricos, a importância de investir em capacitação profissional e o desenvolvimento de métodos padronizados de valoração.

Ademais, deve-se observar desafios específicos, como a falta de familiaridade dos profissionais com métodos de valoração e a dificuldade de quantificar bens sem valor de mercado, os quais reforçam a necessidade da interdisciplinaridade e o desenvolvimento de metodologias acessíveis e adequadas em diferentes contextos investigativos. Além disso, as limitações do sensoriamento remoto e a necessidade de análises presenciais evidenciam a importância de tecnologias complementares para a interpretação técnica. A complexidade na valoração da fauna silvestre e a falta de dados confiáveis e critérios específicos na legislação também são obstáculos que precisam ser observados para garantir avaliações justas e precisas. Concluiu-se ainda que as metodologias atuais, muitas vezes onerosas e demoradas, ressaltam a necessidade de desenvolver abordagens práticas e acessíveis, adaptadas às características específicas dos biomas e à realidade operacional da perícia forense.

Mediante o exposto, sugere-se algumas projeções para futuras pesquisas que possam explorar a criação de programas de treinamento avançados, a padronização de metodologias de valoração em diversos contextos ambientais e o desenvolvimento de tecnologias complementares ao sensoriamento remoto. Além do mais, necessita-se da criação de bases de dados abrangentes e critérios legais claros que suportem a valoração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. Por fim, através de uma abordagem integrada e multidisciplinar será possível superar os desafios identificados e garantir que a avaliação de danos ambientais contribua efetivamente para a justiça e a sustentabilidade ambiental.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESPA (Termo de outorga 046/2021), ao CNPq (Processo 307370/2022-4) à CAPES (Processo 88881.927473/2023-01: Práxis extensionista, conhecimento pluriuniversitário e a Pós-graduação na Amazônia sul oriental. IES:Unifesspa) e a Propit/Unifesspa pelo aporte financeiro e pelo suporte às pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] G.R. Carvalho; J.D. B. Castro. Valoração econômica como instrumento de responsabilização de danos ambientais. *Rev Iberoam Cienc Ambient*. **11**:336-49 (2022)

[2] P.S. Portugal Júnior; N.S. Portugal; G.A. Abreu. Valoração Econômica Ambiental: um estudo analítico e teórico dos métodos e suas multi-aplicabilidades. *Rev. Cat. Cien. Cont.* **33**:22-34 (2012).

[3] Brasil. Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. *Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União*. (1998). Retirado em 20/06/204 de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm.

[4] Brasil. Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. *Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências*. Diário Oficial da União. (1981). Retirado em 20/06/2024 de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm.

[5] Brasil. Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997. *Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e dá outras providências*. Diário Oficial da União. (1997). Retirado em 20/06/2024 de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm.

[6] T.A. Flores; W.P. Mattos. Desafios da valoração econômica da fauna silvestre in situ: um exame a partir da legislação ambiental brasileira. *REUMAM*. **2**:116-28 (2022).

[7] Brasil. Decreto n.º 4.281, de 25 de junho de 2002. *Regulamenta o inciso V do art. 23 da Constituição, a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, no que diz respeito ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências*. Diário Oficial da União. (2002). Retirado em 20/06/2024 de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4281.htm.

[8] Brasil. Decreto n.º 6.514, de 22 de julho de 2008. *Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências*. Diário Oficial da União. (2008). Retirado em 20/06/2024 de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm.

[9] A.B. de Oliveira et al. Levantamento de conservação de vegetação adjacente a cursos d'água dentro da perícia ambiental: o uso de ferramentas de geotecnologia. *Rev. Bras. Crimin.* **10**: 57-63, (2021)

[10] S.K.M. Travassos; J.C.L. Leite; J.I.F. Costa. Método de valoração contingente e modelo beta: uma visão econômica contábil para o dano ambiental do Estaleiro Atlântico Sul. *R Cont Fin USP*. **77**:266-82 (2018).

[11] M.M. Magliano. Valoração econômica em perícias de crimes ambientais: por que, para quem e os desafios de realizá-la. *Rev Bras Ciênc Polic*. **7**:351-86 (2022).

[12] J.J.S. Fonseca. *Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza*: UEC (2002).

[13] R.F. Sampaio; M.C. Mancini. Estudos de Revisão Sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Rev. Bras. Fisioter.* **11**: 83-89 (2007).

[14] M.J. Page; J.E. McKenzie; P.M. Bossuyt; I. Boutron; T.C. Hoffmann; C.D. Mulrow; et al. A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. *Epidemiol. Serv. Saúde.* **31**: e2022107 (2022).

[15] C. Zanini; R.A. Pereira. (não) aplicação dos métodos de valoração monetária de bens ambientais em transações penais e suspensões condicionais de processos na comarca de Chapecó - SC. *Rev. Grifos*. **27**:113-37 (2009).

[16] T.B.B. da Silva; R.S. Corrêa. Comparação entre métodos de valoração de danos ambientais para fins periciais. *Rev. Bras. Crimin.* **3**: 7-14, (2015).

[17] P.C. Villar; R.S. Oliveira; K.G. Oliveira. A Jurisprudência do Tribunal Regional Federal da 3ª Região (TRF-3) e a Indenização por Danos Ambientais Marinhos Causados por Óleo Proveniente da Navegação na Zona Costeira do Estado de São Paulo. *Rev. Dir. e Just*. **39**:79-101 (2021).

[18] E.Z. Melo; G.M. Lima; C.R. Silva; A.A. Araújo. Uso da valoração ambiental como ferramenta para execução de perícias criminais ambientais em Araguari, Minas Gerais. Rev Foco. **10**:e1433:1-17 (2023).

v. 14, n. 4, p. 348-353, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Novas tecnologias como ferramenta na rastreabilidade da madeira e prevenção ao desmatamento na Amazônia.

S.L.F. Ramos[a], L.G. Bernardes[b,*], M.T.G. Lopes[a]

[a] *,Instituto de Criminalística ,Departamento de Polícia Técnico Científica, Manaus (AM), Brasil.*
[b] *Universidade Federal do Amazonas, Manaus(AM), Brasil.*
**Endereço de e-mail para correspondência: laurabernardes01@gmail.com. Tel.: +55-92-98142-1044.*

Keywords: Marcador Molecular; TXRF, Isótopos, madeira ilegal, Documento de Origem Florestal.

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia Legal possui uma área de 5.015.067,749 km², que corresponde a cerca de 58,9% do território brasileiro. Abrange os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, assim como o oeste do Maranhão [1], e representa 12 % da área florestal do planeta [2]. É o maior bioma florestal do planeta, contendo cerca de 50% da biodiversidade do mundo [3].

O bioma possui 43% de terras indígenas e unidades de conservação, mas sofre ameaça oriundas de atividades antrópicas como desmatamento, queimadas, pecuária extensiva, agricultura, construção de estradas e hidrelétricas, mineração, atividades madeireiras e urbanização [4].

O comércio ilegal de madeira ameaça a conservação da biodiversidade, prejudica as economias locais e globais e afeta o manejo florestal sustentável [5]. Apesar do grande impacto atrelado às práticas ilegais de extração predatória de madeira, os esforços de aplicação da lei para reduzir esse comércio são muitas vezes limitados pela falta de ferramentas independentes disponíveis para verificar a verdadeira origem da madeira [6]. Uma vez que, os principais tipos de fraude relacionadas a esse comércio consistem em falsas declarações de origem e irregularidades nos inventários florestais das Autorizações de Exploração Florestal [7].

A extração ilegal de madeira, com a tentativa dos criminosos de conferir uma aparência de legalidade à atividade, é uma das principais causas do desmatamento da Amazônia, e figura como o segundo crime mais comum na região amazônica, e embora não seja a principal causa do desmatamento, desempenha um papel crucial ao abrir caminho para outras atividades criminosas ou ilegais que causam danos significativos à floresta [8].

Os criminosos recorrem à prática de "lavagem" da madeira ilegal, utilizando documentação fraudulenta que confere uma aparência de legalidade à madeira, permitindo assim sua entrada nos mercados [8]. Estima-se que cerca de 90% da produção madeireira no Brasil seja proveniente de extração ilegal, evidenciando a magnitude desse problema [9].

No entanto a total rastreabilidade da madeira não é possível por meio dos sistemas de controle existentes para o transporte de madeira nativa no país, sendo relevante o desenvolvimento e uso de técnicas que permitam a verificação da veracidade das informações declaradas quanto a origem dos produtos florestais como meio de investigação ao comércio ilegal e indução de implementação das práticas sustentáveis. Tal instrumentação contribuiria para a manutenção da cobertura florestal, requisito fundamental para a qualidade de vida no planeta, por ser essencial para a qualidade do clima, destacando-se os indicadores dos ODS (Objetivos do Desenvolvimento Sustentável).

A rastreabilidade por um método objetivo como isótopos forenses, TXRF (*Fluorescência de Raios-X por Reflexão Total)* ou marcadores moleculares podem ser particularmente útil para combater o comércio ilegal de madeira e garantir a sustentabilidade e a legalidade dos produtos florestais.

Assim, o objetivo desta revisão é descrever as Novas tecnologias como ferramenta na rastreabilidade da madeira e na prevenção ao desmatamento na Amazônia.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os órgãos responsáveis por controlar o comercio legal de madeiras, e procurando conter o comercio ilegal da mesma, lançaram uma nova ferramenta para rastreabilidade da madeira, no fim de 2022, e disponibilizou seu uso em 2023. Esta versão do Documento de Origem Florestal (DOF), batizado de DOF+ Rastreabilidade, é uma atualização do sistema que controla o transporte, a industrialização, o armazenamento e o consumo dos produtos florestais de origem nativa no Brasil. Permitindo acompanhar a emissão das licenças obrigatórias para o transporte de produtos florestais, bem como o registro das etapas de industrialização e de consumo destes produtos [10].

DOF+ Rastreabilidade é um sistema auditável, que possibilita a usuários, instituições de pesquisa, universidades e órgãos de fiscalização, de segurança e de auditoria amplo acesso a informações referentes à origem e ao rastreio da madeira; no entanto ainda se mostra incapaz de garantira a origem da madeira, permanecendo a necessidade de ferramentas mais objetivas como as que serão apresentadas a seguir.

2.1. Isótopos estáveis

Um método, que consiste na utilização da razão isotópica de bioelementos, geralmente isótopos estáveis de H, O, N, C e S, em que o principal enfoque é determinar a origem geográfica de indivíduos, levando-se em consideração a complexidade na incorporação desses elementos [11]. A técnica é utilizada na verificação da origem de uma variedade de produtos. Por exemplo, o método permitiu resultados bem-sucedidos na determinação da origem da maconha [12, 13], de alimentos [14, 15, 16] e animais [17, 18, 19]. No entanto, sua aplicação na determinação da procedência da madeira tropical ainda está em fase inicial, identificando resultados variados, sendo alguns promissores [20, 21, 22]. outros não [23,8].

Alguns estudos já demonstraram que os valores isotópicos de 13C, 18O e 2H em madeiras podem variar tanto dentro quanto entre [24, 25, 26].

Estudos recentes com espécies tropicais, verificaram que os valores isotópicos de 13C, 18O e 2H de amostras coletados no sentido transversal do disco na área do cerne e alburno apresentaram pouca variação isotópica, diferentemente das amostras da casca e medula [11]; tal qual foi analisando a variação isotópica radial de 13C, 18O e 2H na madeira de eucalipto, verificando que amostras coletadas na região do cerne e alburno melhor representaram o valor isotópico de 13C, 18O e 2H da árvore de eucalipto [27].

Em plantas C3 a variação do δ13C pode estar relacionada a fatores ambientais como irradiância, temperatura, umidade relativa e disponibilidade de água no solo. Isso porque tais fatores influenciam no funcionamento dos estômatos e nas taxas fotossintéticas, que, por sua vez, influencia no fracionamento do carbono incorporado pelas plantas. Já o δ15N, em geral, pode variar de acordo com o tipo de vegetação, forma de nitrogênio assimilada pelas diferentes espécies de plantas ou padrões climáticos [28, 21, 29, 30 e 31].

Geralmente, identificar e separar áreas territorialmente distantes, como por exemplo, países ou hemisférios, constitui uma atividade relativamente fácil devido as grandes variações esperadas nesses casos, no entanto, a separação de indivíduos oriundos de áreas com características edáficas e climáticas muito semelhantes ainda é um grande desafio. Isso faz com que seja fundamental conhecer a composição isotópica de espécies

madeireiras de importância comercial, visando compreender sua variação espacial. Tais informações podem ser úteis para obter maior representatividade espacial dos valores isotópicos de uma região, bem como refinar modelos de rastreabilidade de madeiras, atuando na prevenção e investigação do comércio ilegal desse recurso.

Além disso, entender como essa variação se distribui espacialmente na árvore, bem como, realizar uma amostragem que represente toda variação isotópica existente no decorrer do diâmetro, constitui um dos grandes desafios para que essa metodologia possa de fato ser utilizada rotineiramente dentro do sistema judiciário brasileiro auxiliando no controle a extração ilegal de madeira.

2.2. Técnicas Analíticas por Fluorescência de Raios-X por Reflexão Total - TXRF

A análise elementar/multielementar por fluorescência de raios-X é um método analítico que se baseia na medição da intensidade dos raios-X característicos emitidos por cada elemento químico presente em uma amostra, quando essa amostra é excitada por uma fonte de energia. Essa técnica é utilizada tanto para fins qualitativos quanto quantitativos.

No aspecto qualitativo, a análise permite a detecção dos raios-X característicos emitidos por cada ele-

mento presente na amostra. Isso possibilita a identificação dos elementos químicos presentes na amostra analisada. Já no aspecto quantitativo, a intensidade dos raios-X característicos detectados no sensor, por unidade de tempo, fornece informações sobre a concentração dos elementos na amostra. Quanto maior a intensidade dos raios-X detectados, maior é a concentração do elemento correspondente na amostra.

A análise por fluorescência de raios-X consiste em três etapas principais: 1) excitação dos átomos constituintes da amostra, 2) emissão dispersiva dos raios-X característicos emitidos por esses átomos e 3) detecção dos raios-X característicos emitidos e contagem da energia ao longo do tempo.

2.2.1. Elementos químicos que compõem a madeira

A madeira é composta por uma variedade de elementos químicos que desempenham papéis fundamentais na estrutura e nas propriedades físicas e químicas desse material. Dentre os elementos químicos presentes na madeira, podemos citar o carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N) e pequenas quantidades de outros elementos chamados de elementos traços.

O carbono é o elemento químico predominante na madeira, sendo responsável por cerca de 50% a 55% de sua composição química [32]. Ele é fundamental para a formação das macromoléculas de celulose, hemicelulose e lignina, que conferem resistência e rigidez à madeira.

O hidrogênio e o oxigênio também estão presentes na madeira, contribuindo principalmente para a composição da água e dos grupos funcionais presentes nas macromoléculas da celulose, hemicelulose e lignina [32].

O nitrogênio é encontrado em menor quantidade na madeira, representando aproximadamente 0,1% a 1,0% de sua composição química [32]. Ele está presente principalmente em forma de proteínas e aminoácidos, que desempenham papéis importantes no metabolismo das árvores.

Além desses elementos principais, a madeira também contém elementos traços em concentrações muito baixas. Esses elementos incluem ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), cálcio (Ca), potássio (K), entre outros. A presença desses elementos é essencial para diversos processos biológicos e bioquímicos das árvores.

2.2.2. Elementos traços na madeira

Os elementos traços são aqueles presentes em pequenas quantidades na madeira, porém desempenham papéis importantes em processos biológicos e bioquímicos das árvores. Alguns desses elementos constantes na composição da madeira incluem ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), cálcio (Ca), potássio (K) e outros [33].

Testes foram realizados no laboratório de fluorescência de raios-X do SETEC/SR/PF/AM em duas amostras de pequiá (*Caryocar villosum*), provenientes de regiões geográficas diferentes, designadas de amostra 1 e amostra 2, obtendo-se resultados distintos no tocante a concentração de elementos químicos diversos constituintes da madeira. A análise preliminar demonstra que há concentrações distintas entre diversos elementos constituintes da madeira. No caso analisados, podemos destacar as diferenças entre enxofre (378,4 mg/kg x 1.747 mg/kg), cloro (666,7 mg/kg x 2.195 mg/kg), cálcio (7.333 mg/kg x 9.718 mg/kg) e zinco (1,357, mg/kg x 2,766 mg/kg), dentre outros; mostrando que a técnica pode sim ser eficiente para rastreabilidade de madeira. Outras pesquisas com espécies alvos de exploração e comercialização ilegal já estão em andamento.

2.3 Marcadores Moleculares

A utilização de técnicas genéticas em investigações forenses é utilizada como fonte de evidências em investigações criminais. Na resolução e no estabelecimento de provas em crimes ambientais, ainda é uma ferramenta pouco utilizada no Brasil, mas que tem apresentado resultados positivos tanto na identificação de espécies quanto no rastreamento da origem de produtos obtidos por extrativismo ou caça [34, 35].

Esses resultados positivos, aliados às técnicas que permitem a obtenção de material genético a partir de madeira já processada, abrem um importante campo de investigação para auxiliar à investigação de crimes de desmatamentos florestais [36].

Uma destas técnicas são os marcadores moleculares, que é utilizado cotidiana na área acadêmica, para auxiliar em pesquisas de diversas espécies vegetais, através da medição do grau de polimorfismos em uma ou mais populações, dando resposta a questões importantes em estudos de genética populacional, abordagens ecológicas e de evolução [37],caracterização e mapeamento de genes e vias metabólicas em plantas, seleção assistida por marcadores (MAS) no melhoramento, caracterização de germoplasma [38]. Paralelamente, com o desenvolvimento do sequenciamento de nova geração (Next Generation Sequencing-NGS), diversos marcadores SNPs (*Single Nucleotide Polymorphism*)

são obtidos, a partir de diversas técnicas, entre elas a genotipagem por sequenciamento (GBS - Genotyping by sequencing) [39] e DNA associado a sítios de restrição (RAD) e seus variantes, como RADseq, ddRAD e GBS com dupla-digestão [40]. Permitindo a identificação de milhares de marcadores SNPs em quase todo o genoma de interesse, mesmo para as espécies com nenhuma informação genética disponível [37]

A utilização de SNPs de origem nuclear ou do transcriptoma, de plantas coletadas em diferentes locais, é possível identificar nucleotídeos com baixa diversidade genética nas populações, porém, com forte diferenciação populacional. Permitindo a partir destas projetar códigos de barras moleculares específicos de cada espécie e população para facilmente ser amplificado por PCR, assim poder descobrir a origem do material [41].

Outro método que combinaria os dados das assinaturas isotópicas ou ***TXRF*** com os SNPs, é a associação genômica ampla (GWAS - genome-wide association study) para característica única ou multicaracteristca.

Outra abordagem seria a associação genômica ampla (GWAS - genome-wide association study), este método compara os genomas das plantas coletadas em diferentes locais para encontrar marcadores genéticos associados a um fenótipo específico [42]. Isso, significa que seria possível combinar os dados das assinaturas isotópicas ou ***TXRF*** com os SNPs. Permitindo auxiliar ao DOF+, com relação a procedência do material e permitir um comércio legal de madeiras.

3. CONCLUSÃO

Das três metodologias, duas – ISÓTOPOS e MARCADORES MOLECULARES – já se encontram em fase avançada de pesquisa e se mostraram eficientes no uso forense para rastreabilidade da madeira.

As pesquisas com TXRF estão em um estágio inicial, mas também se mostram promissoras para contribuir com a determinação mais precisa do local de origem da madeira.

As três metodologias têm a vantagem de ser antifraude e complementar sistemas como o DOF+, baseados em aspectos documentais da cadeia de exploração de madeira, e juntas podem se tornar uma ferramenta para investigação e prevenção à exploração ilegal de madeira e o desmatamento na Amazônia.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] IBGE. IBGE atualiza Mapa da Amazônia Legal. Editora: Geociências, 2020. Disponível em https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28089-ibge-atualiza-mapa-da-amazonia-legal. Acesso em 18 de julho de 2024.

[2] FAO. 2020. Global Forest Resources Assessment 2020 – Key findings. Rome. https://doi.org/10.4060/ca8753en Lapola, D. M. et al. The drivers and impacts of Amazon forest degradation. *Science* 379, eabp8622 (2023).

[3] P.G.A. Vasconcelos. Determinantes do desmatamento na Amazônia Brasileira. *Dissertação de Mestrado* – Curso de Ciências florestais. Universidade de Brasília. 2015. 60p.

[4] H.M Moreira. A importância da Amazônia na definição da posição brasileira no regime internacional de mudanças climáticas. 2009. *Dissertação de Mestrado* – Curso de Relações Internacionais. UNESP, UNICAMP, PUC-SP. São Paulo. 21f.

[5] A. Hoare; T. H. K. Uehara. *Establishing fair and sustainable forest economies*. 2022.

[6] L. E. Boeschoten, et al. Stable isotope ratios in wood show little potential for sub-country origin verification in Central Africa. *Forest Ecology and Management*, v. 544, p. 121231, 2023.

[7] P. H. S. Brancalion et al. Fake legal logging in the Brazilian Amazon. *Science advances*, v. 4, n. 8, p. eaat1192, 2018.

[8] L. R. Barroso ; P. P. C. Mello. Como salvar a Amazônia: por que a floresta de pé vale mais do que derrubada. *Revista de Direito da Cidade*, v. 12, n. 2, p. 1-46, 2020.

[9] C. M. Acebes et al. *Rainforest Mafias* - How Violence and Impunity Fuel Deforestation in Brazil's Amazon. Disponível em: https://www.hrw.org/report/2019/09/17/rainforest-mafias/how-violence-and-impunity-fuel-deforestation-brazils-amazon.

[10] T. Jokura. Novas ferramentas para rastrear produtos florestais. Revista Pesquisa FAPESP. 2023. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/novas-ferramentas-para-rastrear-produtos-florestais/. Acesso em 18 de jul. 2021.

[11] P. B. Camargo ;, L. M. Borges; A. B. Gontijo. Isótopos forenses na proteção dos recursos florestais. In: NARDOTO, G. B. et al. Isótopos forenses. Campinas, SP: *Millennium Editora*, 2022.

[12] E. K. Shibuya et al. Sourcing Brazilian marijuana by applying IRMS analysis to seized samples. *Forensic Science International*, v. 160, n. 1, p. 35–43, 2006.

[13] J. M. Hurley; J.B. West; J. R. Ehleringer Tracing retail cannabis in the United States: Geographic origin and cultivation patterns. *International Journal of Drug Policy*, v. 21, n. 3, p. 222-228, 2010.

[14]L. A. Chesson et al. Hydrogen and Oxygen Stable Isotope Ratios of Milk in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 58, n. 4, p. 2358–2363, 2010.

[15] J. M. Munõz-Redondo et al. Tracing the geographical origin of Spanish mango (*Mangifera indica L.*) using stable isotopes ratios and multi-element profiles. *Food Control*, v. 125, p. 107961, 2021.

[16] C. Li et al. Recent advances in Chinese food authentication and origin verification using isotope ratio mass spectrometry. *Food Chemistry*, v. 398, p. 133896, 2023.

[17], T. E. Cerling et al. Stable isotopes in elephant hair document migration patterns and diet changes. *Proceedings of National Academy of Science of the United States of America*, v. 103, n. 2, p. 371–373, 2006.

[18] N. N. Hanson et al. Reconstructing marine life-history strategies of wild Atlantic salmon from the stable isotope composition of otoliths. *Marine Ecology Progress Series*, v. 475, p. 249–266, 2013.

[19] K. A. Hobson; L. I. Wassenaar. Tracking Animal Migration with Stable Isotopes. 2ª ed. *Academic Press*, 2018.

[20] A. Kagawa; S. W. Leavit. Stable carbon isotopes of tree rings as a tool to pinpoint the geographic origin of timber. *Journal of Wood Science*, v. 56, n. 3, p. 175-183, 2010.

[21] F. J. V. Costa ; J. P. Sena-Souza; G. B. Nardoto. Determinação da origem geográfica de vestígios utilizando isótopos estáveis: base científica e potencial de uso no Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Policiais*, v. 10, n. 1, p. 15-54, 2019.

[22] C. J. Watkinson et al. Stable Isotope Ratio Analysis for the Comparison of Timber from Two Forest Concessions in Gabon. *Frontiers in Forest and Global Change,* v. 4, p. 1-16, 2022.

[23] K. Paredes-Villanueva et al. Isotopic characterization of Cedrela to verify species and regional provenance of Bolivian timber. *Tree-Ring Research*, v. 78, n. 2, p. 73-89, 2022.

[24] N. Schmitz et al. Overview of current practices in data analysis for wood identification. *A guide for the different timber tracking methods.* 2020.

[25] J. A. da Silva. *Análise dos isótopos estáveis na caracterização e rastreabilidade da madeira de Eucalyptus grandis.* 2021.

[26] L. B. Albano. *Assinatura isotópica da madeira da espécie Eucalyptus grandis cultivados em mesmo sítio com diferentes procedências.* 2022.

[27] J. P. H. B Ometto et al. The stable carbon and nitrogen isotopic composition of vegetation in tropical forests of the Amazon Basin, Brazil. *Biogeochemistry*, v. 79, n. 1-2, p. 251-274, 2006.

[28] M. M. Savard; C., Bégin; A. Smirnoff; J. Marion; E. Rioux-Paquettte. Tree-ring nitrogen isotopes reflect anthropogenic NO x emissions and climatic effects. *Environmental science & technology*, v. 43, n. 3, p. 604-609, 2009.

[29] A. Succarie; Z. Xu; W. Wang. The variation and trends of nitrogen cycling and nitrogen isotope composition in tree rings: the potential for fingerprinting climate extremes and bushfires. *Journal of Soils and Sediments,* v. 22, n. 9, p. 2343-2353, 2022.

[30] L. A. Martinelli. Princípios básicos sobre isótopos estáveis. In: NARDOTO, G. B. et al. *Isótopos forenses*. Campinas, SP: Millennium Editora, 2022.

[31] R. M. Rowell. Wood Chemistry and Wood Composites. *CRC Press.* 2012.

[32] A. R. Dechen; G.R. Nachtigall. *Elementos requeridos à nutrição de plantas*. 2007.

[33] W. Gravena; T. Hrbek; V. M. F. Silva; I. P. Farias. Amazon river dolphin love fetishes: from folklore to molecular forensics. *Mamm. Sci.*, v. 24, p. 969-978, 2008.

[34] A. Sanches; W. Perez; M. G. Figueiredo; B. C. Rossini; M. Cervini; P.M. Galetti Jr; M. Galetti. Wildlife forensic DNA and lowland tapir (*Tapirus terrestres)* poaching. *Conservation Genet. Resour*, v. 3, p. 189-193, 2011.

[35] M.F. Deguilloux; M. H. Pemonge; R. J. Petit. DNA-based control of oak wood geographic origin in the context of the cooperage industry. *Ann. For. Sci.*, v. 61, p. 97-104, 2004.

[36] R. J. DNA-based control of oak wood geographic origin in the context of the cooperage industry. *Ann. For. Sci.*, v. 61, p. 97-104, 2004.

[37] DAVEY, J.W.; HOHENLOHE, P.A.; ETTER, P.D.; BOONE, J.Q.; CATCHEN, J.M.; BLAXTER, M.L. Genome-wide genetic marker discovery and genotyping using next-generation sequencing. Nature Reviews: Genetics, v. 12, p. 499-510, 2011.

[38] Jiang, G. L. (2015). "Molecular marker-assisted breeding: a plant breeder's review," in Advances in Plant Breeding Strategies: Breeding, Biotechnology and Molecular Tools, eds J. M. Al-Khayri, S. M. Jain, and D. V. Johnson (Cham: Springer International Publishing), 431–472.

[39] ELSHIRE, R.J., GLAUBITZ, J.C., SUN, Q., POLAND, J.A., KAWAMOTO, K., BUCKLER, E.S., MITCHELL, S.E. A Robust, Simple Genotyping-by--Sequencing (GBS) Approach for High Diversity Species. PLoS One, v.6, e19379. 2011

[40] POLAND ET AL. Development of High-Density Genetic Maps for Barley and Wheat Using a Novel Two-Enzyme Genotyping-by-Sequencing Approach. PLoS One 7, e32253, 2012.

[42] Sun, J.-J., Xia, X.-M., Wei, X.-X., & Wang, X.-Q. (2023). Tracing the geographic origin of endangered plant species using transcriptome-derived SNPs: An example of *Cathaya argyrophylla*. *Molecular Ecology Resources*, 23, 844–854. https://doi.org/10.1111/1755-0998.13747

[42] Couto, E. G. de O.; Morales-Marroquín, J.; Alves-Pereira, A.; Fernandes, S. B.; Colombo, C. A.; Azevedo Filho, J. A. de; Carvalho, C. R. L.; Zucchi, M. I.. Genome-Wide Association Insights into the Genomic Regions Controlling Oil Production Traits in Acrocomia aculeata (neotropical native palm). bioRxiv 2024.01.17.576138; doi: https://doi.org/10.1101/2024.01.17.576138

v. 14, n. 4, p. 354-357, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

A importância da perícia *in loco* para elucidar as investigações no âmbito da medicina veterinária legal.

F.N. Ribeiro[a], T.A. Penha-Silva[a,*]

a Curso de Medicina Vetereinária, Faculdade Anhanguera de São Luís, São Luís (MA)), Brasil
**Endereço de e-mail para correspondência: tatianearanha@hotmail.com Tel.: +55-98-98240-1309*

Palavras-chave:Evidências, laudos periciais, animai, local de crime.

1. INTRODUÇÃO

A medicina veterinária legal é um ramo da medicina veterinária reconhecido por aplicar e integrar conhecimentos técnicos veterinários às questões judiciais e os aspectos legais do exercício da profissão, englobando atuações como perito, assistente técnico, consultor ou auditor [1]. A especialidade é respaldada por uma legislação específica que permite um adequado desempenho dos profissionais da área garantindo a aplicação das leis de nomas éticas pertinentes. Historicamente, a ciência forense desempenha uma função essencial no sistema judiciário, fornecendo informações científicas necessárias para a elucidação de crimes [2]. Desde as civilizações antigas, a importância dos relatos associados a evidências físicas tem sido reconhecida [3]. Na medicina veterinária legal, essa tradição continua exigindo que os profissionais estejam bem preparados para realizar perícias e elaborar laudos periciais com precisão e imparcialidade [4]

2. PERÍCIA *IN LOCO*

2.1. Importância da Perícia In Loco

A perícia *in loco*, ou a inspeção direta no local dos fatos, é uma prática fundamental para a medicina veterinária legal. Através da coleta e análise de evidências diretamente do local onde ocorreram os eventos, os peritos veterinários podem fornecer informações detalhadas e precisas, essenciais para a investigação e resolução de casos judiciais. Por meio disso, permite a observação de detalhes que podem não ser visíveis em análises laboratoriais ou documentais, aumentando a eficácia das investigações e contribuindo significativamente para a justiça [2].

A perícia realiza no local uma série de métodos para coletar e examinar as evidências de maneira adequada. Primeiro, o perito deve garantir que a cena permaneça integra, evitando qualquer tipo de contaminação ou alteração dos elementos presentes [5]. Em seguida, é essencial implementar uma documentação rica em detalhes, que incluam, vídeos, fotos e anotações descrevendo o estado de cada evidencia. A coleta de amostras biológicas e materiais relevantes deve ser feita de maneira cuidadosa, seguindo protocolos específicos para manter as características originais. Essa abordagem permite uma análise mais completa e contextualizada das circunstâncias, possibilitando a identificação de causas, responsáveis e eventuais infrações legais. Assim, a perícia in loco se estabelece como uma ferramenta indispensável na medicina veterinária legal, garantindo que as investigações sejam conduzidas com a máxima precisão e rigor científico [1].

2.2. Benefícios da Perícia In Loco

A perícia in loco permite uma análise mais detalhada e precisa das condições em que os eventos ocorreram, oferecendo uma visão abrangente do contexto e das circunstâncias que envolveram o caso. Alguns dos principais benefícios da perícia in loco incluem:

- Preservação de evidencias: Ao coletar amostras e a documentação de evidencias no local garantindo a integridade e autenticidade das provas, minimizando o risco de contaminação ou perda de informações cruciais;

- Análise ambiental: Avaliação do ambiente onde o animal foi encontrado é fundamental para compreender fatores que podem ter contribuído para a ocorrência do evento, como condições climáticas, presença de substâncias tóxicas, entre outros;
- Contextualização do caso: A perícia in loco permite ao perito compreender o cenário completo, facilitando a correlação entre os achados periciais e o relato dos envolvidos. Essa contextualização é essencial para a construção de um laudo técnico preciso e bem fundamentado.
- Interação com testemunhas: No local, o perito tem a oportunidade de interagir diretamente com testemunhas e envolvidos, colhendo depoimentos que podem complementar e enriquecer as informações obtidas durante a perícia.

3. ETAPAS DA PERÍCIA IN LOCO

Para um bom funcionamento a perícia in loco envolve várias etapas que devem ser pontualmente seguidas para garantir a eficácia e a eficácia dos resultados:

3.1. Planejamento e preparação:

- Reunir todas as informações disponíveis sobre o caso. Antes de iniciar, é importância de coletar a maior quantidade de dados para conseguir ter uma visão completa da situação;
- Certifica-se de todos os equipamentos e materiais que serão necessários para coletar as evidências, como ferramentas específicas para armazenamento;
- Antes mesmo de ir ao local, importante revisar todos os documentos, relatórios iniciais e informações fornecidas. Esse cenário auxilia na compreensão da investigação.

3.2. Inspeção inicial:

- Realizar uma inspeção inicial ao chegar ao local para identificar e registrar todas as evidências visíveis;
- Utilizar fotografia e videografia para a documentação visual detalhada da cena antes de qualquer interferência;
- Realizar um registro detalhado logo no início para garantir que o locar permaneça exatamente como foi encontrado.

3.3. Preservação da cena:

- Garantir que a cena permaneça inalterada durante a perícia;
- Delimitar a área, controlar o acesso ao local e adotar medidas para evitar a contaminação das evidências;
- A integridade da cena é essencial para assegurar a validade das conclusões periciais.

3.4. Coleta de amostras:

- Coletar amostras de solo, água, alimentos, tecidos e outros materiais relevantes utilizando técnicas adequadas para garantir sua preservação;
- Cada tipo de amostra requer um método específico de coleta e armazenamento para evitar degradação ou contaminação;
- Armazenar amostras biológicas em condições que preservem sua integridade até a análise laboratorial.

3.5. Documentação detalhada:

- Documentar minuciosamente cada evidência coletada, incluindo a localização exata, condições de coleta e quaisquer observações relevantes;
- Incluir descrições detalhadas, esquemas da cena e registros fotográficos e videográficos;
- A precisão na documentação é essencial para que as evidências possam ser devidamente interpretadas e apresentadas em contextos legais.

3.6. Entrevistas e depoimentos:

- Conduzir entrevistas estruturadas com testemunhas e envolvidos no caso para obter depoimentos que complementem as evidências físicas;
- Depoimentos podem fornecer insights valiosos sobre as circunstâncias do caso e ajudar a contextualizar os achados periciais.

3.7. Análise e interpretação das evidências:

- Analisar as amostras em laboratório utilizando técnicas específicas conforme o tipo de evidência;
- Interpretar os resultados das informações contextuais e dos depoimentos coletados;
- Considerar todas as variáveis e possíveis interferências para chegar a conclusões fundamentadas.

3.8. Relatório técnico

- Compilar os achados, interpretações e conclusões em um relatório técnico detalhado;
- O relatório deve ser claro, objetivo e fundamentado, apresentando todas as evidências coletadas, métodos de análise utilizados e conclusões obtidas;
- O relatório técnico é essencial para processos judiciais e administrativos.

3.9. Apresentação dos Resultados

- Em contextos judiciais, o perito pode ser chamado a apresentar e defender seus achados em tribunal;
- A clareza na comunicação dos resultados e a capacidade de responder a questionamentos técnicos são fundamentais para a credibilidade da perícia.

4. DESAFIOS E CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

A realização de perícias *in loco* apresenta desafios significativos que exigem uma abordagem cuidadosa e bem planejada por parte dos peritos veterinários. A rápida mobilização é um dos principais desafios, pois requer que o perito esteja sempre pronto e disponível para deslocamento imediato ao local dos fatos. Isso implica que, todos os equipamentos e materiais necessários estejam prontos para uso, bem como enfrentar questões logísticas, como o transporte para locais de difícil acesso e a disponibilidade de recursos no local [1].

Além disso, os peritos devem se adaptar a condições ambientais variáveis. Trabalhar em ambientes com condições climáticas extremas, como calor intenso, frio ou chuva, pode afetar tanto o perito quanto a qualidade das evidências coletadas. Locais insalubres ou perigosos, como áreas com risco biológico ou presença de animais agressivos, tráfico, transporte inadequado também requerem medidas adicionais de segurança e proteção [5].

Os casos muitas vezes apresentam uma complexidade elevada, envolvendo múltiplos fatores, como interações entre diferentes espécies, presença de substâncias químicas e influências ambientais, exigindo uma análise abrangente e detalhada e consequentemente o bem-estar do animal por meio das cinco liberdades [6]. A perícia in loco frequentemente requer a colaboração com outros profissionais, como toxicologistas, biólogos e especialistas em fauna silvestre, para uma compreensão completa do caso [5].

Do ponto de vista ético, a imparcialidade e objetividade são fundamentais. O perito deve manter uma postura neutra, evitando qualquer tipo de influência externa ou preconceito que possa comprometer a integridade da investigação. Transparência é crucial, e todas as etapas do processo pericial devem ser documentadas de forma acessível, permitindo a verificação e reprodução dos procedimentos adotados [2].

A integridade das evidências é outra consideração ética vital. As evidências devem ser coletadas, armazenadas e transportadas de maneira as preservá-las, evitando qualquer tipo de contaminação ou deterioração [4].

Respeitar os direitos dos envolvidos também é crucial. Sempre que possível, deve-se obter o consentimento dos proprietários ou responsáveis pelos animais antes da realização de qualquer procedimento pericial. Além disso, as informações obtidas durante a perícia devem ser tratadas com confidencialidade, no Código de Ética do Médico Veterinário, na resolução 1138, no Capítulo V, artigo 9º, respeitando a privacidade dos envolvidos e as implicações legais do caso [7].

A responsabilidade profissional do perito inclui a atualização contínua sobre as melhores práticas e avanços científicos na área de medicina veterinária legal [2]. Isso garante a aplicação de técnicas e conhecimentos de ponta. A formação contínua e a participação em cursos de capacitação são fundamentais para o desenvolvimento das habilidades necessárias à condução de perícias in loco de alta qualidade e evidenciando uma importância para a sociedade [3].

5. CONCLUSÃO

A perícia in loco na medicina veterinária legal se configura como uma ferramenta crucial para a busca pela verdade, a administração da justiça e a garantia do bem-estar animal. Sua natureza holística e detalhada, aliada à preservação de evidências, análise ambiental e contextualização dos fatos, permite aos peritos veterinários legistas desempenharem um papel vital na elucidação de casos que envolvam animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] R.C.M. Garcia; Y.S. Gonçalves; K.A. Rossa; L.R. Wolf. *Tópicos em Medicina Veterinária Legal*, UFPR, Brasil (2019), 98p.

[2] AMARAL, Jackson Barros; TREMORI, Tália Missen; SILVA, Wendell da Luz; REIS, Henrique

Marcelo Guerin. Perícia legal e forense no laboratório veterinário: Revisão. *Pubvet,* 17(07), e1420. (2023).

[3] A.C.L Garcia; G.A. Stevanato; M.A. Andreazzi; A.G.R. Pupulim. Abordagem Teórica em Relação À Atuação Prática do Médico Veterinário Legal ou Forense. Paraná. *Anais da IX Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica* (2017).

[4] R.A. Tostes; S.T.J. Reis; V.V. Castilho. *Tratado de Medicina Veterinária Legal*, Medvep, Brasil (2017), 420p.

[5] A.S. Yoshida. Importância do perito oficial médico veterinário no levantamento de provas nos crimes de maus-tratos aos animais. *Dissertação de Mestrado*. Departamento de Patologia, Universidade de São Paulo. 2013. São Paulo. (2013).

[6] G.C. Ponchio; L.C.L. Santos; D.C.M.F. Carvalho; G.J. Fernandes; D.S. Brazil. A Importância do Perito Médico Veterinário na Promoção do Bem-Estar Animal. *Anais do VII Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar e V Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar e IV Feira de Empreendedorismo da UNIFIMES* (2023).

[7] CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA (CFMV). Resolução nº 1138, de 16 de dezembro de 2016.

v. 14, n. 4, p. 358-361, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Determinação eletroquímica de furosemida por análise de injeção em batelada em amostras ambientais

R.B. Praseres[a,*], D.C.M. Ferreira[a], L.N. Castro[a], D.R.S. Neto[a], L.R.G. Silva[a], L.M.F. Dantas[a], I.S. Silva[a]

[a] *Universidade Federal do Maranhão, São Luís (MA), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: rebeca.praseres@discente.ufma.br. Tel.: +55-98-98507-2044.*

Palavra-chave: **Furosemida, amperometria, determinação, eletrodo.**

1. INTRODUÇÃO

A furosemida (FUR), também conhecida por ácido 4-cloro-N-furfuril-5-sulfamoil-antranílico é uma substância pertencente à classe dos diuréticos de alça e das tiazidas, conhecida por sua ação regulatória em relação à composição e volume dos fluídos corporais em diversas doenças [1]. Pela sua ação diurética, a FUR é utilizada no tratamento de edemas formados por doenças cardíacas, hipertensão e diabetes, além de doenças hepáticas e renais [2]. Entretanto, o seu uso indevido pode gerar um desequilíbrio de eletrólitos no organismo, tendo em vista a alta excreção de cotransportadores e cátions, além de desidratação, taquicardia, letargia e desmaios [1].

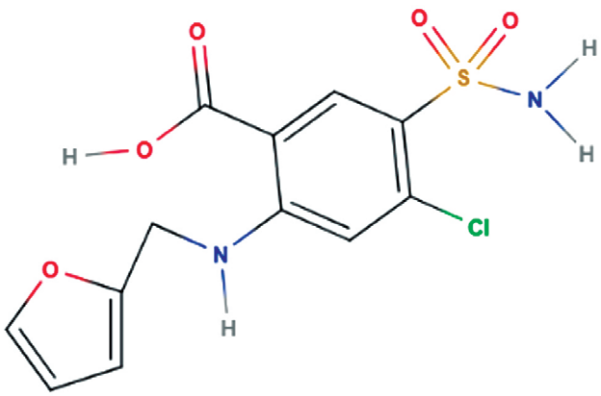


Figura 1. Estrutura molecular da FUR.
Fonte: Autor, 2024.

Com o aumento no volume da urina, o favorecimento da eliminação de substâncias (como eletrólitos e água) é propício para esconder condições específicas. Nesse sentido, o consumo desse fármaco é proibido pelo Comitê Internacional justamente por mascarar a utilização de substâncias dopantes e inviabilizar o resultado do teste antidoping [2].

Tal fármaco, entretanto, apresenta a complicação de ser um medicamento que dispensa receita médica para aquisição e, por esse motivo, além de seu consumo inadequado causar anormalidades na saúde dos pacientes, propicia o descarte impróprio de seus resíduos, podendo levar a contaminação de rios, solo e demais compartimentos ambientais [3].

Em prol do controle dessa ação, diversas técnicas de detecção são exploradas em contaminações ambientais, como a cromatografia líquida acoplada a espectrofotometria, com a principal vantagem de apresentar relativa seletividade em suas análises. Na eletroanalítica, entretanto, apresenta-se as vantagens de custo-benefício, acessibilidade e portabilidade em análises de campo se comparada aos métodos convencionais, além da conhecida sensibilidade de sua detecção [4].

As técnicas eletroanalíticas, nesse sentido, são alternativas de grande potencial para a detecção da furosemida em amostras ambientais, e foram exploradas no presente estudo para as análises do método em amostras de água de torneira e de lago. Dessa forma, o método aqui proposto foi na técnica de amperometria em conjunto com um sistema de análise por injeção em batelada (BIA) para à determinação do fármaco nas amostras coletadas, após otimização das condições experimentais: pH, potencial, velocidade e volume de injeção, a fim de obter a condição mais favorável de análise.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais

Para as análises, foi utilizado o potenciostato Ivium CompactStat.h (IviumTechnologies®, Países Baixos), conectado a um computador que possui o software IviumSoft (versão 2.783). O sistema usado, referente à Figura 2, foi constituído de uma célula composta por três eletrodos: eletrodo de trabalho (carbono vítreo - CV), eletrodo de referência (Ag|AgCl saturado) e contra-eletrodo (fio de platina), com injeção em batelada (BIA) utilizando uma pipeta portátil Eppendorf AG.

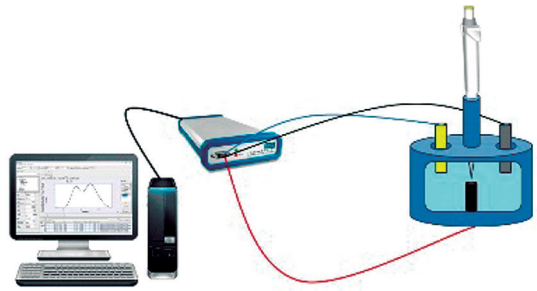


Figura 2. Célula utilizada acoplada ao potenciostato Ivium.
Fonte: Autor, 2024.

O padrão do analito foi preparado em solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol L^{-1} usando FUR (grau analítico) para a obtenção de uma solução 20M do analito. As demais concentrações foram diluídas a partir do padrão feito.

Para o preparo do tampão, os reagentes utilizados foram ácido fosfórico 98% (H_2PO_4), ácido acético 99,8% (CH_3COOH), ácido bórico (H_2BO_3), cloreto de potássio (KCl), além da solução de hidróxido de sódio (NaOH) 3 mol L^{-1} para o ajuste de pH.

As amostras de água de torneira e do lago obtidas na Universidade Federal do Maranhão (UFMA) foram preparadas com fortificações equivalente as concentrações de 5 µM e 10 µM.

As soluções aquosas foram preparadas com água deionizada de alta pureza, com resistividade de pelo menos 18 MΩ cm, obtida por meio de um processo de purificação de água Milli Q (Millipore, Bedford, MA, EUA).

2.2. Métodos

Antes de cada medida, foi feito o polimento da superfície do eletrodo com alumina 0,3 µM.

O teste inicial foi a obtenção do perfil do analito utilizando a técnica de voltametria cíclica (CV), avaliando a faixa de potencial e o equilíbrio-redox da espécie no meio.

Com a amperometria, foi necessário avaliar a faixa de potencial utilizada, além dos parâmetros do BIA, como potencial aplicado, velocidade e volume de injeção.

Com os parâmetros otimizados, foi feita curva analítica para determinar as concentrações de análise, obtendo os limites de quantificação e determinação nas amostras ambientais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Sinal analítico da furosemida

Inicialmente, foi investigado o perfil eletroquímico da FUR em eletrodo de carbono vítreo (ECV) utilizando a técnica de voltametria cíclica (VC). A figura 3 apresenta os voltamogramas cíclicos obtidos com ECV em uma solução de tampão B-R 0,12 mol L^{-1} (pH 4,0), na ausência (linha pontilhada) e presença (linha vermelha) de 0,4 mmol L^{-1} de FUR.

Na figura 3 observa-se que a corrente gerada no voltamograma na ausência de FUR é de natureza capacitiva. Por outro lado, após a adição de 0,4 mmol L^{-1} do analito na mesma faixa de potencial e no sentido positivo (entre 0,5 e 1,55 V), foi obtido um voltamograma com dois picos nos potenciais de 1,11 V e 1,23 V e com correntes de pico registradas com 2,219 µA e 3,748 µA, para os picos 1 e 2, respectivamente. Seguindo no sentido negativo de potenciais, não foram observados sinais de redução o que indica que o processo redox para a molécula de furosemida nas condições experimentais avaliadas é um processo irreversível de eletrodo.

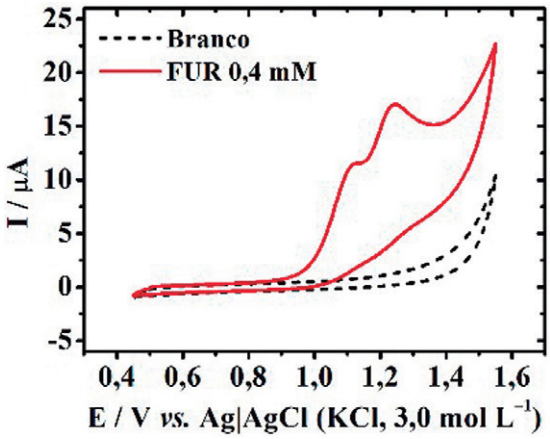


Figura 3. Voltamogramas cíclicos obtidos sobre o ECV na ausência e na presença de FUR (0,4 mmol L^{-1}) em eletrólito de suporte (tampão B-R: 0,12 M) pH=4,0. v= 50 mV s^{-1}; Estep= 5 mV; teq=20s.
Fonte: Autor, 2024.

3.2. Parâmetros de otimização

A técnica de amperometria em conjunto com um sistema de análise por injeção em batelada foi explorada para a determinação de FUR usando o eletrodo CV. Os parâmetros da técnica, como potencial aplicado (0,6 – 1,55 V), velocidade de injeção (34,48 – 250 µL s^{-1}) e volume de injeção (50 – 300 µL) foram otimizados utilizando a concentração de 20µM e os valores obtidos foram 1,1 V, 250 µL s^{-1} e 250 µL, respectivamente. Para a escolha do potencial é considerado não só a corrente de pico obtida, como também a possibilidade de oxidar diversas espécies em potenciais mais avançados, o que interfere na determinação do analito. Nesse sentido, o potencial de 1,1 V é satisfatório para análise da FUR.

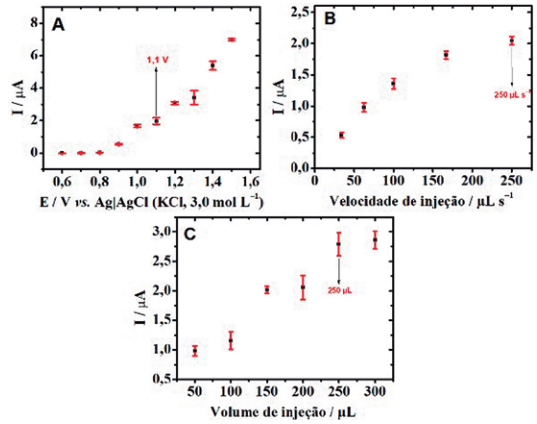


Figura 4: Parâmetros de otimização, A) Potencial; B) Velocidade injeção e C) Volume de injeção.
Fonte: Autor, 2024.

3.3. Curva analítica

Após a otimização da técnica, foi construída uma curva analítica para definir a faixa linear de trabalho do método. Através do amperograma (Fig. 5), foi obtido uma faixa no intervalo de 1 a 20 µmol L^{-1}, no qual os valores calculados de LD e LQ foram de 0,24 e 0,78 µmol L^{-1}, respectivamente. Tais resultados demonstram que é possível a detecção da FUR em baixas concentrações.

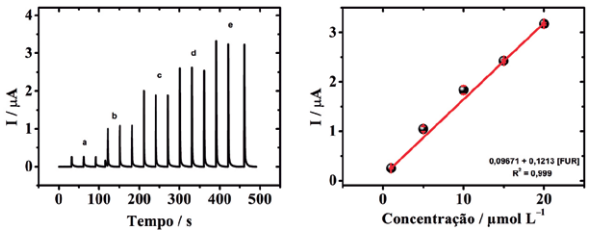


Figura 5. (A) Amperograma registrado em diferentes concentrações de FUR (B) Curva analítica.
Fonte: Autor, 2024.

A performance do eletrodo de CV para a determinação de FUR em diferentes amostras foi avaliada usando as mesmas condições previamente estabelecidas para a quantificação do analito. Para verificar a precisão do método proposto, foi realizado um teste de adição e recuperação utilizando amostras de água de fontes distintas (lago e torneira) fortificadas com diferentes concentrações de FUR. É importante destacar que ambas as amostras foram analisadas antes da adição de FUR e nenhum sinal foi verificado nos registros de AMP-BIA. A Tabela 1 mostra os valores de concentração adicionada e encontrada, bem como os respectivos valores de recuperação para as amostras de água. É possível observar que, de acordo com a concentração adicionada nas amostras, a recuperação esteve na faixa de 94% e 109% para as amostras de água de torneira, enquanto a recuperação da água de lago apresentou valores de 99% e 97%, dentro do esperado de ±10%, comprovando a eficácia do método.

Tabela 1. Resultados obtidos para a determinação de FUR em amostras de água.

Amostra	Adicionado ($\mu molL^{-1}$)	Encontrado ($\mu molL^{-1}$)	Recuperação* (%)
Água de torneira	5,0	4,7 ± 0,2	94 ± 5
Água de torneira	10,0	10,9 ± 0,4	109 ± 4
Lago	5,0	4,9 ± 0,2	99 ± 4
Lago	10,0	9,7 ± 0,1	97 ± 1

*Resultados apresentados como valor médio ± desvio padrão (n=3).

4. CONCLUSÕES

O estudo realizado demonstrou a eficácia da técnica BIA-AMP para a determinação da furosemida (FUR) utilizando um eletrodo de carbono vítreo (ECV) não modificado. A avaliação inicial do comportamento eletroquímico da FUR revelou a presença de dois picos anódicos em +1,1 e +1,2 V *vs*. Ag|AgCl|KCl (3 mol L^{-1}), indicando que o processo de oxidação da FUR é irreversível.

Na otimização da técnica de amperometria, os parâmetros ideais foram determinados como sendo um potencial aplicado de 1,1 V, uma velocidade de injeção de 250 µL s^{-1} e um volume de injeção de 250 µL. A curva analítica resultante indicou uma faixa linear de trabalho de 1 – 20 µmol L^{-1}, com limites de detecção (LD) e quantificação (LQ) de 0,24 e 0,78 µmol L^{-1}, respectivamente. Através dos testes de recuperação, foi possível demonstrar a aplicabilidade do método em amostras ambientais, nos quais se obteve valores de recuperação próximo de 100%. Tais resultados comprovam a capacidade do método desenvolvido para detectar a FUR em concentrações extremamente baixas de forma simples e rápida, demonstrando seu potencial aplicado em análises químicas precisas e sensíveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro fornecido pelas agências brasileiras CNPq (409680/21-4), FAPEMA (00901/22, 00930/22) e CAPES (Código de Financiamento 001, 88887.472618/2019-00-PROCAD-AM, 88887.658022/2021-00 e 88887.946541/2024-00).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] S. J. Malode, J. C. Abbar, N. P. Shetti, and S. T. Nandibewoor, "Voltammetric oxidation and determination of loop diuretic furosemide at a multi-walled carbon nanotubes paste electrode," *Electrochim. Acta*, vol. 60, pp. 95–101, Jan. 2012, doi: 10.1016/j.electacta.2011.11.011.

[2] P. F. Pereira, W. P. da Silva, M. C. Marra, R. A. A. Muñoz, and E. M. Richter, "A high-throughput BIA-MPA method for the simultaneous determination of amiloride and furosemide," *Anal. Methods*, vol. 8, no. 44, pp. 7959–7965, 2016, doi: 10.1039/C6AY02506D.

[3] E. F. Silva, A. A. Tanaka, R. N. Fernandes, R. A. A. Munoz, and I. S. da Silva, "Batch injection analysis with electrochemical detection for the simultaneous determination of the diuretics furosemide and hydrochlorothiazide in synthetic urine and pharmaceutical samples," *Microchem. J.*, vol. 157, p. 105027, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.microc.2020.105027.

[4] M. B. Barroso, R. M. Alonso, and R. M. Jiménez, "Electrochemical determination of the loop diuretics piretanide and furosemide in pharmaceutical formulations and urine," *Anal. Chim. Acta*, vol. 305, no. 1–3, pp. 332–339, Apr. 1995, doi: 10.1016/0003-2670(94)00373-T.

v. 14, n. 4, p. 362-365, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Desenvolvimento de Aplicativo Baseado em Inteligência Artificial para Reconhecimento da Madeira de Espécies Florestais

R.S. Noleto[a,*], M.G. Silva[b], J.A.S. de Sá[a], Z.G. Luis[a]

[a]*Programa de Pós-Graduação em Ciências Forenses (PPGCF), Universidade do Sul e Sudeste do Pará, Marabá (PA), Brasil*
[b] *Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém (PA), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: raab.noleto20@gmail.com Tel.: +55-94-99149-6722*

Keywords: Madeira; Inteligência Artificial; Investigação Forense.

1.INTRODUÇÃO

Segundo a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, a penalidade para quem transporta madeira ilegal é de detenção de seis meses a um ano e multa [2] e na maioria dos casos, para a detecção de enganos e fraudes é necessário realizar o reconhecimento da madeira apreendida [1].

A transformação da árvore em madeira serrada acarreta a ausência das estruturas reprodutivas e características morfológicas da árvore (flores, folhas e raízes), o que dificulta o reconhecimento das espécies florestais madeireiras, sendo essencial possuir conhecimento sobre as características anatômicas das espécies alvo de identificação [3].

O reconhecimento das espécies florestais é feito após a limpeza da superfície da madeira com um estilete e o polimento da área que será analisada, sendo possível a observação das características anatômicas macroscópicas (vasos, raios e parênquimas) [4], isso implica na necessidade do perito ter conhecimento prévio sobre anatomia da madeira e, além disto, demanda mais tempo para a investigação.

Nesse sentido, o uso das características anatômicas aliadas à tecnologia pode ser uma alternativa de identificação de madeiras que propicia a detecção de enganos e fraudes com mais agilidade e precisão.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo demonstrar a aplicabilidade da inteligência artificial no reconhecimento da madeira de espécies florestais, especificamente, por meio da rede neural convolucional que utiliza imagens para diferenciar objetos.

2. REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

A inteligência artificial surge como alternativa para o reconhecimento de espécies florestais que possuem apenas a madeira como elemento de reconhecimento, como exemplo disto, as redes neurais artificiais estão demonstrando cada vez mais a sua utilidade para diversos fins.

As redes neurais surgiram por volta dos anos 50, quase ao mesmo tempo em que foram criados os primeiros computadores. A ideia era simular as atividades neurais humanas, definindo componentes lógicos parecidos com os neurônios naturais. O neurobiologista McCulloch e o estatístico Pitts foram os primeiros a propor o conceito de um neurônio como uma unidade de processamento que recebe múltiplos estímulos como entrada e gera um sinal baseado no resultado do somatório desses estímulos [5].

As redes neurais artificiais são modelos que buscam simular o processamento de informações do cérebro humano, compostas por unidades de processamentos simples, os neurônios, que se unem por meio de conexões sinápticas. Uma rede neural artificial pode ser vista como um grafo onde os nós são os neurônios e as ligações fazem a função das sinapses [6].

As semelhanças fundamentais entre a rede neural e o cérebro humano é que a rede adquire conhecimento do ambiente em que está inserida por meio do processo de aprendizagem, assim como acontece com o cérebro humano [7].

Nesse contexto, quando nos referimos ao reconhecimento de imagens, uma rede neural convolucional é capaz de fazê-lo. A rede neural convolucional permite que a informação passe por uma série de filtros nas camadas de convolução que realça os padrões locais regulares e reduz a dimensão dos dados originais (Fig. 1) [5].

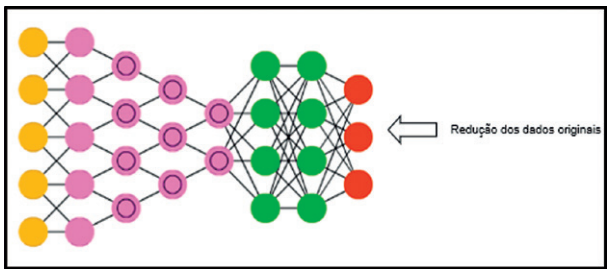


Figura 1. Redução da dimensão dos dados originais na rede neural convolucional. Fonte: Ceccon, 2020

Os resultados dos vários filtros são resumidos por meio de operações de pooling. Os Pooling são camadas usadas para simplificar as informações na saída da camada convolucional [5].

Nas camadas de convolução mais profundas, espera-se que os dados, em um espaço dimensional reduzido, contenham informação suficiente sobre esses padrões locais para atribuir um valor semântico ao dado original. Em seguida, esses dados são encaminhados para a estrutura clássica de uma rede neural feedforward para a tarefa de classificação [5].

3. METODOLOGIA

Para demonstrar a aplicabilidade da inteligência artificial no reconhecimento da madeira de espécies florestais, especificamente, por meio da rede neural convolucional que utiliza imagens para diferenciar objetos, coletou-se imagens macroscópicas de madeiras do banco de dados "Forest Species Database - Macroscopic", disponibilizado online gratuitamente pelo Laboratório Visão Robótica e Imagem da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Inicialmente foi treinada uma rede neural convolucional para reconhecer dez espécies florestais, sendo oito reconhecidas à nível de espécies (*Bertholletia excelsa, Cariniana estrellensis, Erisma uncinatum, Hyminae* sp, *Manilkara huberi, Mezilaurus itauba, Grevilea Robusta* e *Melia azedarach*) e duas à nível de gêneros (*Dipteryx* sp *e Machaerium* sp).

As características apresentadas à rede foram os vasos, os raios e os parênquimas A seguir (Fig. 2) demonstra-se algumas características anatômicas das espécies florestais estudadas.

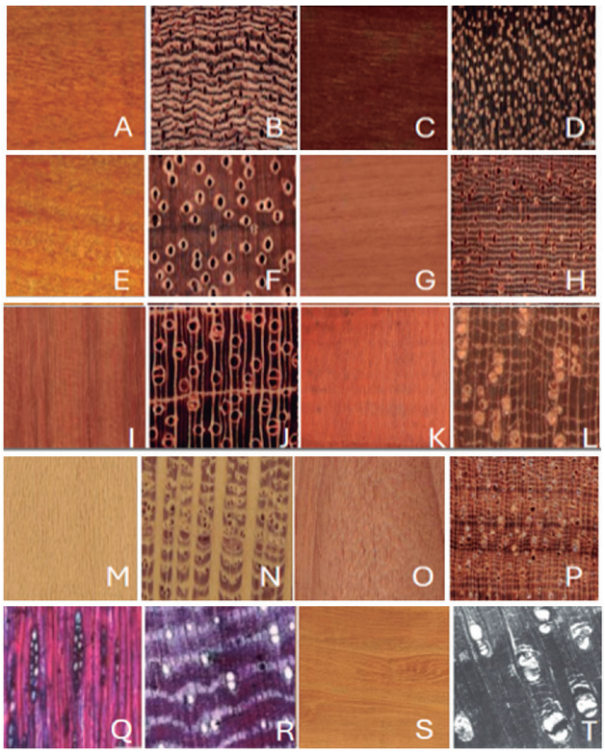


Figura 2. Características anatômicas das espécies florestais. A e B: *Erisma uncinatum*; C e D: *Mezilaurus itauba*; E e F-*Diptery* sp.; G e H: *Bertholletia excelsa*; I e J: *Hymenaea* sp; K e L: *Manilkara huberi*; M e N: *Grevilea robusta*; O e P: *Machaerium* sp.; Q e R- *Melia Azedarach*; S e T: *Cariniana estrelensis.*

Dentre as principais características semelhantes entre as espécies se encontram o tipo de parênquima e algumas características dos vasos condutores, como obstruções e disposição.

3.1. Parênquimas

A identificação do tipo de parênquima axial é essencial para a identificação de madeiras, sendo considerada a "digital" da madeira. Por meio da identificação do tipo de parênquima é possível identificar a que família botânica a espécie pertence. O parênquima axial é um tecido de reserva e sua classificação é realizada conforme o desenho formado [8].

O tecido parenquimático deve ser observado em corte transversal com a possibilidade de ocorrência de dois ou mais tipos de parênquimas ao mesmo tempo [9]. O parênquima é um dos principais tecidos encontrados na madeira e se apresenta organizado em diferentes padrões (Fig. 2).

3.1.2. Raios

Os raios são feixes alongados de células parenquimáticas que atuam no armazenamento e translocação de água e solutos a curta distância, principalmente no

sentido lateral. Os raios podem ser observados em seções transversais e tangenciais a olho nu ou com auxílio de lupa. Os raios podem apresentar variação considerável quanto à constituição, número e organização (arranjos) [1].

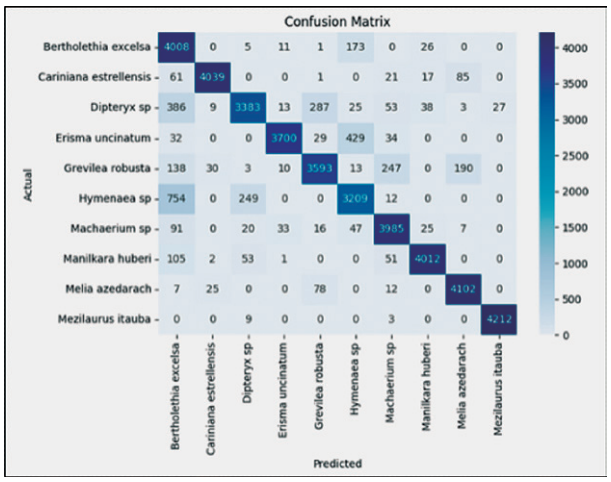
3.1.3. Vasos condutores

Os arranjos dos vasos condutores da madeira são distribuições com desenhos característicos, divididos em tangencial, diagonal e/ou radial e dendrítico, podendo ser agrupados de quatro formas, solitários, múltiplos, cadeias radiais e em cachos [1].

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a criação da rede neural convolucional e realização dos testes, obteve-se a matriz de confusão (Tab.1). A partir da matriz de confusão gerada, obteve-se as métricas de avaliação do modelo da CNN, como a precisão, o Recall e f1-score por espécie (Tab.2).

Tabela 1. Matriz de Confusão



Fonte: Elaboração Própria

Tabela 2. Métricas gerais de avaliação

Classification Report:	precision	recall	f1-score	support
Bertholethia excelsa	0.72	0.95	0.82	4224
Cariniana estrellensis	0.98	0.96	0.97	4224
Dipteryx sp	0.91	0.80	0.85	4224
Erisma uncinatum	0.98	0.88	0.93	4224
Grevilea robusta	0.90	0.85	0.87	4224
Hymenaea sp	0.82	0.76	0.79	4224
Machaerium sp	0.90	0.94	0.92	4224
Manilkara huberi	0.97	0.95	0.96	4224
Melia azedarach	0.94	0.97	0.95	4224
Mezilaurus itauba	0.99	1.00	1.00	4224
accuracy			0.91	42240
macro avg	0.91	0.91	0.91	42240
weighted avg	0.91	0.91	0.91	42240

Fonte: Autores, 2024

Foi possível observar o valor de precisão para cada espécie analisada, a precisão é uma métrica que avalia a quantidade de verdadeiros positivos sobre a soma de todos os valores positivos [10]. A espécie *B. Excelsa* apresentou o menor valor de precisão (0,72) e a espécie *Mezilaurus itaúba* obteve o maior valor (0,99). A Fig. 3 apresenta a precisão dos testes para cada espécie analisada.

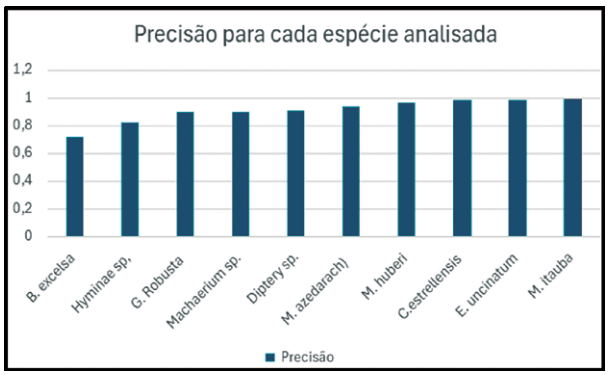


Figura 3. Precisão para cada espécie analisada

A espécie *Hyminae* sp e *Diptery* sp. apresentaram os menores valores de Recall (0,76 e 0,80), o maior valor de Recall foi encontrado na espécie *Mezilaurus itaúba*. O recall avalia a capacidade do método de detectar com sucesso resultados classificados como positivos [10]. A Fig. 4 abaixo apresenta o Recall por espécie.

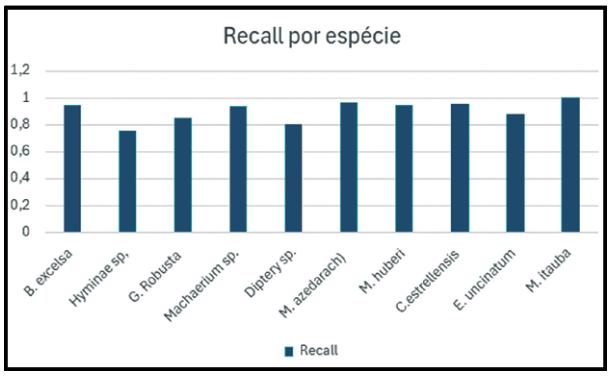


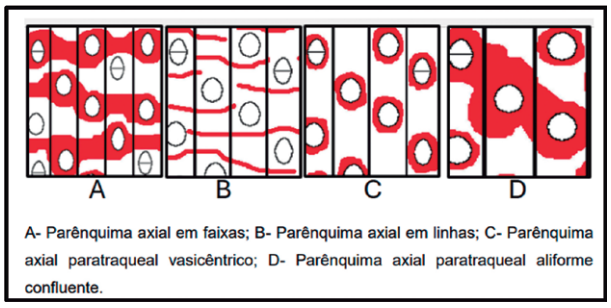
Figura 4. Recall por espécie

A espécie *Hyminae* sp e *B. Excelsa* apresentaram os menores valores de f1 score (79 e 82) e a espécie *Mezilaurus itaúba* apresentou o maior valor de f1 score (1). O f1 score é uma média harmônica calculada com base na precisão e no Recall [10].

Os valores obtidos para as métricas analisadas foram considerados satisfatórios para todas as espécies observadas, isso pode ser explicado pelo treinamento de rede, ao ser treinada com imagens das três secções da madeira, tornando o estudo mais preciso.

Com base na observação da matriz de confusão gerada, depreende-se que os erros de reconhecimento das espécies poderiam ser minimizados ao informar à CNN as semelhanças e diferenças anatômicas entre as espécies, principalmente, o tipo

de parênquima, uma das características mais presentes nas espécies que apresentaram maior quantidade de falso positivos entre si (Fig.5).



A- Parênquima axial em faixas; B- Parênquima axial em linhas; C- Parênquima axial paratraqueal vasicêntrico; D- Parênquima axial paratraqueal aliforme confluente.

Figura 5. Tipos de Parênquimas encontradas nas espécies com maiores ocorrências de falso positivo.

Outro fator que pode ter influenciado o erro de reconhecimento, pode ter sido a resolução de pixels das imagens, não sendo suficiente para a distinção destas espécies.

4. CONCLUSÕES

O estudo demonstrou por meio das métricas obtidas, o potencial das redes neurais convolucionais para o reconhecimento de madeira por meio de diferentes imagens macroscópicas, obtendo acurácia satisfatória de 91%. Sabe-se que a acurácia varia de zero a 100%, e quanto maior o valor, maior é a confiança, demonstrando que a rede criada não necessita de muitas alterações. Portanto, é uma alternativa eficiente no reconhecimento de espécies florestais que pode ser aprimorada e contribuir no reconhecimento de espécies florestais madeireiras.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESPA e à CAPES pelo aporte financeiro.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] G.J. Zenid; G.C.T. Ceccantin. Identificação macroscópica de madeiras Laboratório de Madeira e Produtos Derivados. Centro de Tecnologia de Recursos Florestais Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo: IPT Abril de 2012.

[2] P.C. Botosso. Identificação macroscópica de madeiras: guia prático e noções básicas para o seu reconhecimento. Colombo: Embrapa Florestas, 2011.

[3] J.T.S. Oliveira. Propriedades físicas e mecânicas da madeira. In: J.T.S. Oliveira; N.C. Fiedler; M. Nogueira. Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora Ltda, 2007, p. 129-163.

[4] L.K.V.S. Souza; dos S.; L.N. Coelho. Identificação de madeiras. Santarém (PA): UFOPA, 2024. 29 p. Disponível em:https://repositorio.ufopa.edu.br/jspui/handle/123456789/1572. Acesso em: 02 de julho, às 21:13h.

[5] E. Ferneda. Redes neurais e sua aplicação em sistemas de recuperação de informação. Revista Ibict. Brasília, v. 35, n. 1, p. 25-30, jan./abr. 2006.

[6]E.Teodoro. Redes Neurais. Network Technologies, Nova Odessa, v.1/2, n.1/2, p.57-70, 2003. Disponível em: Redes-Neurais Edivaldo Teodoro | PDF | Rede neural artificial | Sinapse (scribd.com) Acesso em 04 de dez. de 2023, às 09h45min.

[7] S. Haykin, **Redes Neurais-Princípios e Práticas**. 2ª ed. São Paulo: Bookman, 2001.

[8] D. Mariano. **Métricas de avaliação em machine learning: acurácia, sensibilidade, precisão, especificidade e F-score**. Revista Brasileira de Bioinformática e Biologia Computacional,2021. Disponível em: https; (PDF) Métricas de avaliação em machine learning: acurácia, sensibilidade, precisão, especificidade e F-score (researchgate.net) . Acesso em: 13 de maio de 2024, às 14h35 min.

v. 14, n. 04, p. 366-370, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

A Medicina Veterinária Forense no estabelecimento do diagnostico diferencial de morte por ataque de animais: estudo de caso

R.M. Santos[a,*], M. R. X. Amaral[b],

D.B. Santos[c], J.L.N. Rufino[d]

a Instituto de Criminalística, Teresina (PI), Brasil
b Departamento de Polícia Técnico Científica, Teresina (PI), Brasil
**Endereço de e-mail para correspondência: regina.santos@pc.pi,gov.br. Tel.: +55-86-98135-8855*

Keywords: Perícia Criminal Médico-Veterinária; Lesões de Ataque de Animais; Local de morte humana envolvendo animais.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A Medicina Veterinária Forense tem obtido avanços expressivos nos últimos anos no Brasil. Trata-se da aplicação dos princípios, conhecimentos, tecnologia e métodos próprios da Medicina Veterinária, somados às ciências afins, aplicados ao esclarecimento de questões judiciais, à formulação de normas e em auxílio ao Direito e à Justiça. Nesse contexto, a perícia criminal médico-veterinária tem ganhado cada vez mais destaque, visto que tem como principal objetivo realizar exames em animais com o intuito de auxiliar na investigação de crimes envolvendo estes, como crueldade, abuso, maus-tratos, tráfico de animais silvestres, entre outros [1].

As perícias técnicas apresentam diferentes especializações e campos de atuação, de modo que em locais que envolvam animais como importante elemento probatório, é fundamental o trabalho do perito oficial quando da utilização do conhecimento especializado em medicina veterinária legal e em criminalística [2,3].

Em locais de morte violenta de ser humano onde envolve a presença de animais, estes podem fornecer informações importantes relacionadas a dinâmica do evento de maneira que sua relevância como elementos probatórios não deve ser subestimada. Quando da verificação da existência de um cadáver humano, por vezes, há dúvidas das circunstâncias que envolveram tal morte. Nesses casos, são fundamentais os trabalhos dos Peritos Oficiais, utilizando-se dos conhecimentos da Criminalística e da Medicina Legal ao buscar elementos que permitam esclarecer materialmente o que de fato ocorreu [2].

Ressalta-se que lesões provocadas por animais possam ser confundidas com outras produzidas por agentes mecânicos associados a violência humana [3]. Logo, o principal objetivo da investigação médico-legal em mortes ocasionadas por ataques de animais é distinguir entre lesões relacionadas a animais e potenciais feridas homicidas, por isso é importante que o perito conheça as características de lesões provocadas por animais [4].

Nesses casos, a relevância das perícias criminais médico-veterinárias consiste no conhecimento da anatomia, morfologias de feridas produzidas por determinados animais, além de proceder a análise dos padrões de marcas de mordida interpretada no contexto do comportamento animal, tais conhecimentos auxiliam o perito no diagnóstico diferencial entre morte acidental e homicídio, além de auxiliar na identificação do tipo de animal envolvido em um ataque não testemunhado [4].

No que se refere a ataque de suídeos contra humanos, embora os ataques de javalis já tenham sido descritos [5], pouco foi publicado na literatura sobre lesões em humanos causadas por suínos. Existem poucos relatos descrevendo feridas provocadas por porcos domésticos, presumivelmente, devido à habitual plácido e até brincalhona natureza desses animais [4].

Diante do exposto, é notório que para identificar se uma lesão foi acidental ou não acidental, exige a análise integrada de todos os resultados dos exames, considerando o contexto da história, a cena do incidente e as conclusões da investigação resultantes dos exames periciais, incluindo os exames periciais médico-veterinários necessários [6].

O presente trabalho expõe a abordagem no tocante aos exames periciais criminais médico-veterinários em auxílio ao estabelecimento do diagnóstico diferencial de morte humana quando presente vestígios correlatos a animais.

Esse estudo de caso demonstra a relevância das perícias criminais médico-veterinárias na distinção de lesão relacionada a ataque de suíno e potencial lesão homicida.

2. PROBLEMÁTICA

Em casos em que há suspeita de que as lesões de uma vítima possam ter sido causadas por um animal, como um suíno, em vez de serem resultado de um homicídio, a precisão no diagnóstico forense torna-se crucial. Este estudo investiga a necessidade e a relevância de incluir um exame pericial médico-veterinário no animal suspeito, como uma ferramenta essencial para auxiliar na diferenciação entre lesões homicidas e lesões resultantes de um ataque animal. A problemática central reside em como a expertise veterinária pode melhorar a precisão das investigações criminais, evitando erros na interpretação das lesões e garantindo a justiça no processo legal.

3. DESENVOLVIMENTO

O estudo de caso envolveu o óbito de um homem de 49 anos que foi atacado por animal no próprio domicílio no município de Teresina-PI. O incidente ocorreu quando ele foi alimentar os suínos da propriedade.

Os peritos criminais lotados no Instituto de Criminalística Vital Araujo foram acionados para realizar levantamento de um local de morte violenta. Tratava-se de uma área residencial onde havia uma criação de suínos onde eram mantidos sob o sistema extensivo de subsistência (animais soltos, sem divisão de fases e sem controle de reprodução) havia uma pequena instalação do tipo baia que servia de abrigo para os animais e não existia qualquer controle quanto a alimentação, sanidade e produtividade, caracterizando a criação primitiva sem utilização de tecnologias adequadas para o sistema de produção de suínos.

Ao examinar o local o perito criminal, durante o exame perinecroscópico caracterizou as lesões e o estabelecimento da correlação com o instrumento provocador da seguinte forma: uma lesão perfuroincisa, com bordas lineares e cauda de escoriação na região anterior do terço superior da coxa direita compatível com as lesões provocadas por instrumento de ação perfurocortante (Fig 1.) e uma lesão com bordas e formato irregulares na região posterior do terço superior da coxa direita (Fig 2).

Diante da complexidade do caso, que exigia a presença de técnico de mais de uma área de conhecimento a autoridade policial solicitou o exame pericial no animal envolvido no fato por perito criminal médico-veterinário com o intuito de conhecer as características da arcada dentária, comportamento e padrões específicos da espécie a fim de auxiliar na elucidação do fato, além da realização da necropsia médico legal no cadáver humano.

O exame necroscópico revelou no exame externo do cadáver acentuada palidez cutânea e de mucosas e grande área dos membros inferiores recobertos por crostas de sangue. Presença de um ferimento perfuro inciso com cerca de 15 cm de extensão por até 5,0 cm de largura, localizado longitudinalmente na coxa direita, com bordas lineares e com cauda de escoriação inferior, que atinge em sua profundidade a face posterior da terço médio da referida coxa. Presença ainda de ferimento cortocontuso na face anterior do terço distal da coxa esquerda, em "V", com bordas irregulares, com cerca de 2,0 cm de extensão total e com reação vital. Os achados de necropsia demonstraram que houve morte por hemorragia em consequência de lesão perfurocortante e transfixante, com solução de continuidade do feixe vascular femoral (artéria e veias femorais) direito com características semelhantes as produzidas por arma branca.

Figura 1. Características da lesão compatível as lesões provocadas por instrumento de ação perfurocortante na coxa direita.

Figura 2. Lesão cortocontusa na região posterior da coxa direita.

O exame pericial médico-veterinário realizado no animal envolvido no fato revelou o comportamento agressivo e de dominância do espécime suíno. O espécime era o reprodutor do plantel criado junto com os outros suínos (matrizes e leitões). Tratava-se de um espécime animal suídeo, sus scrofa (Linnaeus,1758), macho inteiro (não castrado), adulto com idade maior que 4 anos, com características morfológicas da raça Piau de porte grande, de aproximadamente 200 kg de peso corporal e 0,60 cm de altura da cernelha, pelagem oveira (creme com manchas pretas), com cabeça de tamanho médio e perfil côncavo, orelhas caídas voltadas para frente e cauda caída. Considerado um porco rústico (Fig.3).

Ao examinar a cavidade oral do suíno foi constatado a presença de dentição permanente com a presença de dois caninos superiores projetados para fora e dois dentes caninos inferiores de aproximadamente 4,0 cm em forma triangular com a borda incisa apresentando uma saliência pontiaguda bem pronunciada, a borda vestibular amplamente convexa e a face lingual reta com borda aguçada em forma de gume ocasionada pelo atrito da borda palatina dos dentes caninos superiores sobre a borda lingual dos caninos inferiores devido a oclusão dental do espécime, tornando os dentes caninos inferiores afiados por contato conforme mostrados nas Fig.4-6.

Figura 3. Animal de interesse pericial.

Cabe mencionar que os porcos domésticos que conhecemos hoje tiveram origem na domesticação de javalis europeus e asiáticos ocorrida entre 11 e 8 mil anos atrás, como seu ancestral, o porco conserva o temperamento forte e explosivo, seja por comida, território ou reprodução, os porcos brigam entre si desde suas origens. Com um focinho robusto e dentes fortes, essa espécie pode causar sérios danos por meio de sua mordida [7].

A força do animal reside na enorme cabeça e músculos do pescoço, permitindo que a cabeça do porco atue como um arado desenterrando fontes de alimento fontes de alimento [9]. Geralmente, os suínos atacam, mordem e recuam da vítima [5, 10]. As feridas resultantes, chamadas de “buraco e rasgo”, são devidos aos dentes que penetram na pele produzindo buracos. Os rasgos ou arranhões observados em ataques de porcos são frequentemente irregulares e lineares enquanto a vítima se afasta da boca do porco.[11].

Figura 4. Dentes caninos lateral esquerda mostrando a oclusão dental

Figura 5. Destaca o dente canino inferior esquerdo com borda afiada por contato.

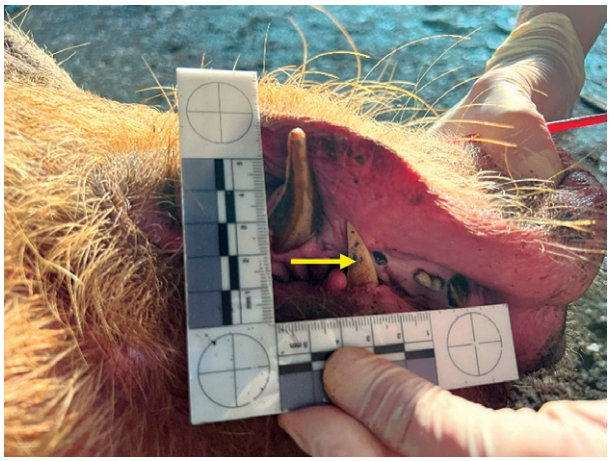


Figura 6. Mostra os dentes caninos lateral direito.

No presente caso, a lesão fatal ocorreu na parte inferior na região anterior da coxa direita, correspondendo a altura do animal, houve apenas um único ataque pelo suíno causando os três ferimentos. A cauda de escoriação observada na lesão fatal possivelmente resultou do movimento violento da cabeça do animal após a mordida inicial corroborando com o descrito em literatura. A ferida cortocontusa na face anterior do terço distal da coxa esquerda, em "V", com bordas irregulares parecia ser causada por presa superior, já a ferida perfuroincisa localizado longitudinalmente na coxa direita, com bordas lineares e com cauda de escoriação inferior que transfixou a coxa causando a lesão cortocontusa na região posterior, parecia ser causada pela presa inferior . Isso indica que o ataque do suíno foi um ato defensivo e não de natureza ofensiva.

Esse caso é relatado pela relevância da análise dos padrões de marcas de mordidas, interpretada no contexto do comportamento animal do espécime envolvido.

4. CONCLUSÕES

A identificação de mortes em circunstâncias atípicas como no caso de mortes que envolvem possíveis ataques de animais demanda uma análise aprofundada, muitas vezes envolvendo a colaboração de diversos especialistas que atuam nas Ciências Forenses, para fornecer conclusões precisas, necessitando de uma coordenação eficaz entre diferentes peritos e áreas de conhecimento para garantir que todos os aspectos do caso sejam devidamente considerados.

Este caso é relatado pela sua raridade, pelo padrão dos possíveis ferimentos em um ataque de suíno, interpretado no contexto do comportamento animal e pela experiência das possíveis lesões nessas mortes não naturais a fim de distinguir lesões provocadas por ataques de animais de homicídios. Ressaltando, ainda, a contribuição do exame pericial veterinário, além da perícia médica tradicional para fornecer conclusões precisas e confiáveis

Dessa forma, pode-se observar, por meio dos métodos utilizados e estudos apresentados a importância do exame veterinário no contexto forense, mostrando como ele pode ser fundamental para uma análise mais precisa e para a justiça nos casos envolvendo possíveis ataques de animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] R.A.Tostes;S.T.J Reis;V.V. Castilho. *Tratado de Medicina Veterinária Legal*, Medvep, (2017) 35-40.

[2] J.A.Velho; K.A.Costa;C.T.M.Damasceno.*Locais de Crime:Dos Vestígios a Dinâmica Criminosa,*Millenium editora,Brasil (2023) 331-333.

[3]T.M.Tremori.*Medicina Veterinária Forense*,Millenium Editora, Brasil (2023) 318-327.

[4] L. Gitto, L Bonaccorso, SM Bryant, S Serinelli. *Death caused by a domestic pig attack*. Forensic Sci Med Pathol. (2021) Sep;**17(3):**469-474.

[5] S Manipady, RG Menezes, BK Bastia. *Death by attack from a wild boa*r. J Clin Forensic Med.2006; 13:89–91

[6] V. E. Dallabrida, A Medicina Veterinária Forense na investigação de um crime contra um cão doméstico – Relato de caso, Rev. Bras. Crimin., **13**, 26–32 (2024)

[7] G.Larson; K Dobney; U. Albarella; M.Fang; , E. Matisoo-Smith; J. Robins; E. Willerslev. Worldwide phylogeography of wild boar reveals multiple centers of pig domestication. Science, **307**, 1618-1621 (2005).

[8] D.S.Mazingi; P .Mutambanengwe; T.Zimunhu; T.Gwatirisa; B.A.Mbuwayesango; K.Munanzvi et al.

Intestinal evisceration in children from the bite of the domestic pig, Sus scrofa domesticus: A report of two cases. Wilderness Environ Med. **30**:454–460 (2019).

[9] A.Evin; K .Dobney; R. Schafberg et al. Phenotype and animal domestication: A study of dental variation between domestic,wild, captive, hybrid and insular Sus scrofa. BMC Evol Biol**15**:6 .(2015).

[10] R.D. Frandson; W.L Wilke; A.D Fails.Anatomy and physiology of farm animals. Anatomy of the Muscular System. Philadelphia,PA: Lippincott Williams and Wilkins;105–30(2003).

[11] D.Bury; N.Langlois; R.W Byard. Animal-related fatalities–part I:characteristic autopsy findings and variable causes of death associated with blunt and sharp trauma. J Forensic Sci.;**57**:370–4(2012).

[12] M. Barnham. Pig bite injuries and infection: report of seven human cases. Epidemiol Infect.**101**:641–5 (1988).

L.P. Rocha Jr., Rev. Bras. Crim. 14(4), 371-373, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 371-373, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Mortes decorrentes de ambiente confinado: uma abordagem baseada em estudo de caso

L.P. Rocha Jr.

Keywords: Ambiente Confinado; Perícia; Acidente de Trabalho.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Em 15 de março de 2024 agências de notícias publicaram a morte de seis trabalhadores em uma rede de esgotos na localidade de Blaquier, na província de Buenos Aires, Argentina, por inalação de gases tóxicos, que ganhou notoriedade pela sequência de óbitos dos trabalhadores ao tentarem socorrer os colegas adentrando no sistema de esgotos um após o outro. No Ceará em 2017 ocorreu um caso semelhante em um Centro de tratamento de Animais Silvestres, no caso estavam em tratamento animais do tipo peixes-bois, no qual faleceram três trabalhadores em condições análogas, que relataremos a seguir.

O local consignado está encravado no interior do SESC, Serviço Social do Comércio-Iparana, localizado na Rua José de Alencar, 150- Praia de Iparana, Caucaia – CE, mais precisamente no lado leste do complexo. Trata-se de um Centro de Reabilitação de Animais Silvestres, administrado pela Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas.

Posicionando-se no local acima indicado constatou-se a presença de tanques de fibra utilizados na manipulação de mamíferos marinhos e ao lado deles uma estação de tratamento da água desses tanques, local onde ocorreu o fato.

Trata-se de um galpão sustentado por paredes de alvenaria coberto com telhas metálicas, nesse local constatou-se a presença de diversos tanques compostos por anéis de cimento com 1,2 m de diâmetro, com tubulações conectadas a bombas de água e um sistema de dosagem de cloro. Os três corpos foram encontrados em um desses tanques que armazenava a água utilizada dos tanques de tratamento dos animais, onde no momento havia um mamífero da espécie peixe-boi (Figuras 1 e 2).

Figura 1. Vista área do complexo.

Figura 2. Área da estação de tratamento.

No interior do tanque mostrado na Figura 3 constatou-se a presença de três cadáveres: dois totalmente submersos e um terceiro parcialmente submerso na mistura de água, dejetos dos animais e cloro.

Os óbitos, portanto, ocorreram em sequência quando os trabalhadores adentraram no local, um após o outro, na intenção de socorrerem os colegas.

Através do exame perinecroscópico das vítimas pôde-se depreender a ordem dos óbitos, visto que a primeira vítima se encontrava com alguns equipamentos de proteção individual, ausente nos demais, conforme observado nas Figuras 3 a 6.

Figura 3. Forma como os corpos foram encontrados no tanque.

Figura 4. Corpo da primeira vítima que utilizava EPI.

Figura 5. Corpo da segunda vítima que não utilizava EPI.

Figura 6. Corpo da terceira vítima que não utilizava EPI.

2. PROBLEMÁTICA

Os cadáveres foram encaminhados à Coordenadoria de Medicina Legal (COMEL) para realização de necrópsia. O Perito Médico Legista concluiu que: **"Trata-se de morte real por asfixia mecânica por afogamento associada a concausa antecedente: narcose por aspiração pulmonar de gases tóxicos e asfixiantes."**

Informa também o Laudo Médico pericial que "amostras biológicas foram encaminhadas à Coordenadoria de Análises Laboratoriais Forenses para eventual identificação e isolamento de substâncias tóxicas.

3. DESENVOLVIMENTO

Os ambientes confinados com dejetos e água (esgotos) como no caso em estudo produzem gases tóxicos prejudiciais ao ser humano. Por se tratar de ambientes quase sem renovação de ar e por conterem muita matéria orgânica em decomposição e águas pobres em oxigênio, esses ambientes são grandes produtores de gás metano (CH4), gás sulfídrico (H2S), nitrogênio (N2), amônia (NH3).

O sulfeto de hidrogênio (gás sulfídrico) é formado por processos biológicos e químicos na fase líquida e é liberado para a atmosfera acima da solução; sua concentração na fase gasosa é dependente da sua concentração na fase líquida e as condições de equilíbrio ambiental. Em níveis não tóxicos, o H2S tem o odor familiar de ovos podre. Em níveis altamente tóxicos, H2S rapidamente paralisa a capacidade do indivíduo para detectar o odor, e rapidamente torna a vítima inconsciente.

Para esse tipo de serviço deveria se utilizar um respirador descrito no item D.4 da NR6:

D.4 - RESPIRADOR DE ADUÇÃO DE AR TIPO MÁSCARA AUTÔNOMA

a) de circuito aberto de demanda com pressão positiva para proteção das vias respiratórias em atmosferas com concentração de oxigênio menor ou igual que 12,5%, ou seja, em atmosferas Imediatamente Perigosas à Vida e a Saúde (IPVS);

b) de circuito fechado de demanda com pressão positiva para proteção das vias respiratórias em atmosferas com concentração de oxigênio menor ou igual que 12,5%, ou seja, em atmosferas Imediatamente Perigosas à Vida e a Saúde (IPVS).

Ocorreu também inobservância às normas, tais como:

NR 26-SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

Não havia indicações de advertência para os riscos existentes e nem havia classificação, rotulagem preventiva e ficha com dados de segurança de produto químico.

NR 33-SEGURANÇA E SAÚDE NOS TRABALHOS EM ESPAÇOS CONFINADOS

O Poço anteriormente descrito, local do presente estudo, é considerado um local de trabalho em espaço confinado, conforme Objetivo e Definição da própria norma NR 33. Dentre as medidas da norma não observadas no local principalmente estão as medidas técnicas de prevenção, descritas no item 33.3.2.

NR35-TRABALHO EM ALTURA

O nível mais inferior do poço distava 3,05m da borda superior portanto é considerado um trabalho em altura, os requisitos dessa norma, tais como: EPI, sinalização e controle não foram encontrados.

4. CONCLUSÃO

Após a análise dos fatos, concluiu-se que os óbitos ocorreram após as vítimas ficarem inconscientes pela inalação de gases tóxicos e vieram a óbito por afogamento.

A causa foi atribuída à utilização inadequada e a não utilização de equipamentos de proteção individual, visto que, somente uma das vítimas utilizava equipamento de proteção individual: um macacão de saneamento (adequado ao serviço), um óculos de proteção e máscara, inadequados para o trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao Corpo de Bombeiros Militar do Ceará pelo excelente trabalho de resgate dos corpos e a Perícia Forense do Estado do Ceará e colegas Médicos Legistas pelo pronto apoio em conhecimentos Científicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1) DOMIGOS TOCCHETTO, ALBERI ESPÍNDULA, Criminalística: Procedimentos e Metodologias - 2ª Edição - Porto Alegre/RS: (s.n.), 2009;

2) REIS, A. B. Metodologia Científica e Perícia Criminal - 1ª Edição - Campinas/SP: Millennium Editora, 2006;

3) NR-33 SEGURANÇA E SAÚDE NOS TRABALHOS EM ESPAÇOS CONFINADOS NR-35 TRABALHO EM ALTURA

4) Low-Oxygen Atmosphere and its Predictors among Agricultural Shallow Wells in Northern Thailand Gobchok Wuthichotwanichgij , Alan F. Geater.

5) Hiroshi N. Carbon dioxide. In: Naito H, editor. Poisoning of industrial products, gases, pesticides, drugs, and natural toxins, cases, pathogenesis and its treatment. Tokyo (Japan): Nankodo Co., Ltd; 1991. p. 123e6.

6) National Institute for Occupational Safety and Health. NIOSH chemical listing and documentation of revised IDLH values (as of 3/1/95); 1994. NTIS Publication No. PB94e195047.

7) Rekus J. Complete confined spaces handbook. Boca Raton (FL): Lewis Publishers; 1994. p. 28e9.

8) National Institute for Occupational Safety and Health. Three dead, one critical in industrial septic tank in Georgia. FACE 8638; 1986.

9) National Institute for Occupational Safety and Health. Parks and recreation director dies in oxygen deficient atmosphere in West Virginia. FACE 875

v. 14, n. 4, p. 374-378, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Aprendizagem de Máquina Supervisionado aplicado à separação de Documentos Forenses

B.P. Pacheco[a,*], J.A.D.M. Medeiros[a], T.M.M. Albuquerque[a], T.H.M. Bezerra[b], L.F.A. Cabral[b], G.F. Sousa[b]

[a] *Superintendência da Polícia Federal da Paraíba, João Pessoa (PB), Brasil*
[b] *Centro de Informática, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa (PB), Brasil.*
**Endereço de e-mail para correspondência: {bruno.leitao@ymail.com. Tel.: +55-83-99125-1991.*

Palavras chave: **aprendizagem de máquina, documentos forenses, separador**

1. INTRODUÇÃO

A análise forense da apropriação indevida de recursos públicos em projetos de construção requer uma análise minuciosa de um processo que é inerentemente complexo e burocrático, tornando indispensável ao perito criminal ter acesso a toda documentação envolvida na contratação examinada [5]. Atualmente, considerando a evolução tecnológica que levou à digitalização de documentos físicos em formato digital, a atividade do Perito Criminal Federal na área de Engenharia Legal envolve, portanto, a análise meticulosa de arquivos digitais volumosos, armazenados em sistemas internos.

Um apenso é um arquivo em formato PDF composto por inúmeros documentos relacionados a uma investigação policial. A busca por documentos específicos dentro de um apenso é um desafio rotineiro que ocupa grande parte do trabalho do perito, pois envolve a geração de relatórios descritivos sobre os principais documentos do caso.

Dado esse contexto, uma das alternativas vislumbradas para otimizar esse trabalho é o *design* e a implementação de ferramentas que utilizam a técnica de Aprendizado de Máquina (AM). Nos últimos anos, o AM tem revolucionado o Processamento de Linguagem Natural (PLN) ao permitir o desenvolvimento de modelos que podem aprender representações complexas de dados não estruturados, como textos escritos em linguagem humana ([10], [4]).

A automação da classificação de textos tem emergido como um campo de pesquisa crescente, impulsionado por sua ampla gama de aplicações, incluindo categorização de documentos, filtragem de spam, análise de tópicos, classificação de notícias, triagem de currículos, entre outros. Esse interesse é ainda mais justificado pelo cenário contemporâneo de grandes volumes de dados. No contexto deste estudo, nosso foco está na aplicação dessas técnicas à classificação de documentos forenses.

Pesquisadores têm aplicado algoritmos de AM para problemas de classificação de textos, sendo o Naïve Bayes (NB) o mais comumente utilizado ([6], [2]). Um dos problemas clássicos desta área é a classificação de *e-mails* como *spams*, como exemplo temos o trabalho de [7] que aplicou diversos algoritmos de AM Supervisionada para identificar os *spams* em uma base.

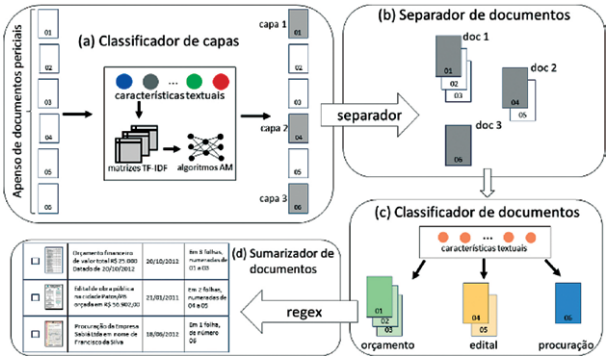


Figura 1: Fluxo de ações do analisador de arquivos forenses do *Aavia*®.

Para classificar documentos forenses de forma a identificá-los e distingui-los automaticamente, uma ferramenta computacional denominada de *Aavia*® (acrônimo de *Assistente de Análise de Viabilidade*) é apresentada, contendo 4 estágios, conforme ilustrado na Figura 1. Nos pri-

meiro e segundo estágios, o arquivo do apenso é separado em arquivos distintos contendo um documento forense individual. No primeiro estágio, ilustrado na Figura 1(a), cada página do apenso tem seu texto tratado e classificado como capa (cor cinza) ou não-capa (cor branca). No segundo estágio, ilustrado na Figura 1(b), criamos cada documento *d*, com base em uma busca linear das páginas classificadas do apenso, realizando as seguintes etapas: buscamos a primeira página *c* do apenso classificada como capa e inicializamos d={c}; para cada página não capa *nc*, por sua vez, fazemos d = d∪{nc}até encontrarmos uma nova página capa *c'*, encerrando assim o documento *d* e iniciando um novo documento d'={c'}. Este processo deve ser repetido até que as páginas do apenso sejam concluídas. Em seguida, na etapa 3, classificamos cada documento, com base em uma análise textual, em um dos vários tipos conhecidos de documentos forenses (Figura 1(c)) e, finalmente, propomos resumos específicos para cada tipo de documento classificado na etapa 3, gerando o relatório descritivo dos documentos forenses contidos no apenso de entrada. Desta forma, o Perito Criminal Federal tem a conveniência de selecionar apenas os documentos pertinentes aos exames periciais, encurtando significativamente o processo de análise preliminar.

Neste trabalho, propomos a construção do componente chave da etapa 1 descrita acima, que é o classificador de páginas de documentos forenses (capa ou não-capa). Para isso, propomos: a construção de um conjunto de dados específico contendo páginas individuais de documentos forenses rotuladas como capa ou não-capa; o pré-processamento dos textos das páginas para construir seu vocabulário de palavras; a aplicação do método TF-IDF para avaliar a importância das palavras do vocabulário para cada classe de página; e, finalmente, análise de vários algoritmos de AM para encontrar a função hipótese para classificar capas que melhor generaliza o aprendizado sobre o conjunto de dados proposto.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta informações sobre a base de dados construído pelo Grupo de Perícias de Engenharia Legal (GPEL) do Setor Técnico-Científico da Polícia Federal na Paraíba; na seção 3 descrevemos o fluxo de trabalho sobre o conjunto de dados do GPEL, desde o processamento textual até a alimentação dos algoritmos de AM; a seção 4 apresenta resultados computacionais encontrados com os classificadores de capa propostos; e, finalmente, a seção 5 apresenta as considerações finais.

2. BASE DE DADOS GPEL

Para usar a técnica de aprendizado de máquina supervisionado para o classificador de capas de documentos forenses, construímos a base de dados GPEL contendo inúmeros exemplos de páginas rotuladas como capa ou não-capa. A base foi gerada a partir de 368 documentos forenses em formato PDF, selecionados por peritos da Polícia Federal especializados na análise de documentos públicos relacionados a licitações e à execução de obras públicas. Esses documentos são classificados em 13 diferentes tipos de documentos forenses.

A base de dados GPEL foi construída para treinar classificadores de capas de documentos forenses com base no texto e/ou imagens das páginas contidas nos documentos. Para isso, cada página de cada documento foi processada e geramos dois arquivos diferentes: um em formato PNG contendo a imagem da página e outro em formato TXT contendo o texto da página inteira. A página inicial de cada documento foi convertida em arquivos salvos no diretório "capa", e os arquivos gerados a partir das páginas que não são a primeira foram salvos no diretório "não-capa".

Ao processar cada página, capturamos a imagem em sua resolução original no formato PNG, salvando uma cópia como arquivo e aplicando os seguintes tratamentos na outra cópia: (a) ajuste do tamanho da imagem para o dobro de sua largura e altura, (b) aumento do contraste da imagem por um fator de 2, (c) conversão para escala de cinza e (d) aplicação do filtro SHARPEN, que aumenta a nitidez dos caracteres contidos na imagem. A imagem tratada é fornecida como entrada para uma ferramenta de Reconhecimento Óptico de Caracteres (OCR), que extrai o texto da imagem, fornecendo uma sequência que é salva sem nenhum tratamento em um arquivo no formato TXT.

O OCR usado para construir este conjunto de dados foi o Tesseract [9]. Configuramos seu motor de reconhecimento para LSTM (memória de curto prazo e longo prazo), que busca melhorar a identificação de caracteres com base no contexto analisado. A segmentação de página definida foi uma única coluna de texto e o idioma do texto a ser reconhecido foi o português.

Ao final do processamento, o diretório "cover" possui 368 arquivos em formato PNG e 368 em formato TXT, enquanto o diretório "non-cover" possui 4.125 arquivos PNG e 4.125 em formato TXT. Fica claro que a base construída é desbalanceada, com 1 arquivo de capa para cada 11 arquivos não capa. Portanto, criamos 10 variações desta base de dados, intituladas GPEL p, parametrizadas pela proporção $p\%$ de arquivos não-capa escolhidos aleatoriamente do conjunto de dados original. Por exemplo, o conjunto de dados GPEL 40 é composto por todos os 736 arquivos de capa e 3.300 arquivos não-capa escolhidos aleatoriamente (8.250 * 0,4 = 3.300). A seção 5 apresenta uma análise do melhor valor de p para a classificação textual proposta neste trabalho.

3. CLASSIFICADOR DE PÁGINAS

Neste artigo, apresentamos um pipeline de classificação que compara 6 algoritmos de AM Supervisionado. Nosso objetivo é explorar tarefas de redução de ruído, como lematização, remoção de *stop words* e remoção de palavras comuns ao contexto. Também analisamos os hiperparâmetros dos algoritmos de AM por meio da técnica de validação que melhor se adequa às instâncias textuais (formato TXT) do conjunto de dados GPEL. A Figura 2 ilustra as seguintes etapas propostas neste artigo: (a) primeiramente, construímos a base de dados GPEL como descrita na seção 2, (b) e separamos a base nos conjuntos de treinamento e teste (75% para treinamento e 25% para teste). (c) Em seguida, para reduzir o ruído nos dados, é aplicada uma etapa de pré-processamento. Isso inclui tokenização, lematização e remoção de *stop words*. (d) As características são então extraídas para gerar o dicionário e as matrizes dos conjuntos de treinamento e teste. (e) Essas matrizes são usadas pelos 6 algoritmos de AM para ajustar os dados e prever os resultados de classificação. Por fim, métricas estatísticas são aplicadas para avaliar a significância dos resultados de classificação e fornecer uma interpretação dos resultados.

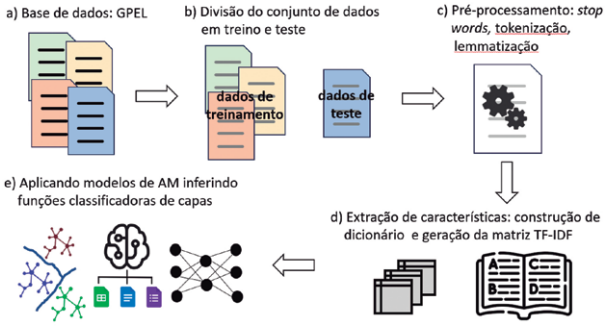


Figura 2: Etapas da construção do classificador de capas do *Aavia*®.

3.1. Pré-processamento e seleção de características

O objetivo das etapas de pré-processamento é reduzir o ruído contido nos dados e melhorar a seleção de características a serem utilizadas na tarefa de classificação (Figura 2(c)). As etapas de pré-processamento propostas aplicam técnicas de PLN na seguinte ordem:

- Tokenização: divide o texto em unidades menores, geralmente palavras;
- Conversão de todas as letras para minúsculas;
- Lematização: simplifica palavras flexionadas para suas formas básicas, como transformar "seguinte" em "seguir", mantendo apenas palavras que são adjetivos, advérbios, verbos auxiliares, substantivos, pronomes e verbos;
- Remoção de ruído: exclui elementos textuais sem dígitos ou compostos por uma única letra, além de remover acentos e *stop words* em português;
- Filtragem contextual: elimina palavras específicas do contexto de documentos forenses, como "página", "paraíba", "pb", "suplan", "pmjp", "seinfra", para evitar viés no classificador.
- Finalizamos o processo de PLN construindo um vocabulário de palavras significativas contidas nos documentos da base de dados. Este vocabulário compreende as características a serem convertidas em matrizes de ocorrência de palavras para cada amostra do conjunto de dados. Para isso, utilizamos a técnica TF-IDF apresentada na próxima seção.

3.2. TF-IDF

O método TF-IDF (do inglês, *Term Frequency-Inverse Document Frequency*) [3] é uma técnica de PLN para tarefas de recuperação de informações, classificação de documentos e mineração de texto, avaliando a importância de cada palavra p em cada documento d contido na coleção de documentos D. A técnica TF-IDF consiste em duas partes principais:

1. *TF* mede a frequência com que uma palavra aparece em um documento. Seja $f_{(p,d)}$ o número de vezes que a palavra p aparece no documento d e o número total de termos em d e n_d, temos que:

$$TF(p,d) = \frac{f_{p,d}}{n_d}$$

então, pelo *TF*, palavras que aparecem com maior frequência em um documento são consideradas mais importantes.

2. *IDF* mede a raridade de uma palavra em toda a coleção de documentos. Seja $|D|$ o número de documentos contidos na coleção D e D_p a sub-coleção de documentos em D que contém a palavra p, temos que:

$$IDF(p,D) = \log\left(\frac{|D|}{|D_p|}\right)$$

assim, de acordo com o *IDF*, palavras raras são mais importantes na identificação do conteúdo de um documento.

Finalmente, para o $TF\text{—}IDF$, temos:

$$TF - IDF(p,d,D) = TF(p,d) \times IDF(p,D),$$

portanto, o $TF\text{—}IDF$ reflete a importância de uma palavra em um documento específico e em relação à coleção de documentos como um todo.

Neste trabalho, matrizes de ocorrência X são criadas separadamente para cada conjunto de dados (treinamento e teste). Cada matriz é composta por uma coluna para cada palavra p do vocabulário D construído na fase de pré-processamento e uma linha para cada documento d do conjunto de dados específico. Em nosso contexto, d representa uma página isolada da base de dados GPEL. Portanto, usamos a função $TF\text{—}IDF(p,d,D)$ para calcular os valores de X.

Como adotamos técnicas supervisionadas de AM, cada amostra pertencente a X (uma linha da matriz) que representa um documento d será rotulada com $y_d = +1$ se d estiver no diretório "capa" ou $y_d = -1$ se d estiver no diretório "não-capa". Por fim, a entrada (X,y) é fornecida aos algoritmos de AM descritos na próxima seção.

4. ALGORITMOS DE APRENDIZAGEM DE MÁQUINA

Com o conjunto de características extraídas dos textos das páginas, propomos algoritmos de AM para ajustar aos dados e construir os classificadores de páginas. Especificamente, foram utilizados 6 algoritmos em nosso trabalho: Naïve Bayes Multinomial (MNB), Máquina de Vetores de Suporte (SVM), *k*-Vizinhos Mais Próximos (*k*-NN), Regressão Logística, Classificador de Descida de Gradiente Estocástico (SGD) e *Random Forest*.

Usando o conjunto de treinamento, os hiperparâmetros desses algoritmos foram calibrados utilizando a técnica de validação cruzada *k-fold* (com $k = 5$), com os seguintes valores de hiperparâmetros para validação:

- SVM: flexibilidade da função fronteira $C \in \{0.001, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000\}$; coeficiente do *kernel* RBF *gamma* ∈ {'scale', 'auto', 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10, 100}; e o controle de balanceamento das classes *cb* ∈ {'unbalanced', 'balanced'};
- kNN: número de vizinhos $k \in \{3, 5, 7, 9\}$;
- *Random Forest*: número de classificadores *nc* ∈ {10, 50, 100}, profundidade máxima da árvore *td* ∈ {'*unlimited*', 10, 20, 30};
- SGD: penalidade de regularização *alpha* ∈ {0.0001, 0.001, 0.01, 0.1}, tipo de penalidade de regularização *rp* ∈ {'l2', 'l1', 'elasticnet'}; função erro do otimizador *lf* ∈{'hinge', 'log', 'modified_huber'};
- Regressão Logística: parâmetro de penalidade L2 $C \in \{0.001, 0.1, 1, 2\}$ e o controle de balanceamento das classes *cb* ∈ {'unbalanced'; 'balanced'};
- Multinomial NB: grau de suavização das palavras do vocabulário *alpha* ∈ {0.1, 0.5, 1}.

Durante a fase de validação, também exploramos o hiperparâmetro *#features* ∈ {10, 50, 100, 150, 200, 250, 'todos'} da técnica TF-IDF, que busca o número de palavras mais significativas que compõem a matriz X e geram a menor quantidade de ruído no treinamento.

5. RESULTADOS COMPUTACIONAIS

Os scripts de teste e os algoritmos de aprendizado de máquina listados na seção 4 foram implementados em *Python* (versão 3.9.6) com a ajuda da biblioteca *scikit-learn* [1]. Todos os experimentos computacionais deste trabalho foram realizados em um computador com processador Intel Core i3 *quad-core* de 3 GHz, 8 GB de RAM e SO Fedora Server 39.

Para definir o melhor conjunto de dados GPEL p, analisamos os valores do parâmetro $p \in \{10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100\}$, e o conjunto de dados que obtiver a maior média de *f1-score* entre os 6 algoritmos de AM testados será considerado o mais apropriado para construir classificadores das *páginas. Para isso, dividimos* a base de dados original em duas partes: um conjunto de treinamento com 75% dos dados e um conjunto de teste com 25. O conjunto treinamento foi utilizado pelos algoritmos conforme descrito na seção 4, enquanto o conjunto teste foi utilizado para medir a qualidade dos classificadores treinados, definindo métricas básicas de classificação como: *vp*, indicando o número de classificações corretas de amostras de teste como capa; *vn*, indicando o número de classificações incorretas de amostras de teste como capa; *fp*, indicando o número de classificações corretas de amostras de teste como não-capa; e *fn*, indicando o número de classificações incorretas de amostras de teste como não-capa.

Como as bases analisadas são desbalanceadas, optamos pela métrica *f1-score*, que utiliza métricas separadas para cada classe, tais como:

$$precision^{+} = \frac{vp}{vp+vn},$$

$$precision^{-} = \frac{fp}{fp+fn},$$

$$recall^{+} = \frac{vp}{vp+fn} \text{ e}$$

$$recall^{-} = \frac{fp}{fp+vn}.$$

Assim, temos:

$$f1^{+} = 2 \times \frac{precision^{+} \times recall^{+}}{precision^{+} + recall^{+}},$$

sendo $f1-$ uma equação análoga, logo,

$$f1 - score = \frac{f1^{+} + f1^{-}}{2}.$$

A Figura 3 mostra uma tabela contendo na primeira coluna o parâmetro *p* do conjunto de dados GPEL *p* analisado. Para cada um dos 6 algoritmos de AM, há uma coluna respectiva informando o valor do *f1-score* obtido nas amostras de teste após o processo de validação de seus hiperparâmetros, e na coluna $\overline{f1 - \text{score}}$ o valor médio obtido por todos os modelos para cada conjunto de dados GPEL *p*. Neste experimento, o algoritmo SVM está configurado com *kernel* = *RBF*.

p	kNN	Logistic Regression	Multinomial NB	Random Forest	SVM - RBF	SGD	f1-score
6	81.99	90.24	87.64	91.58	91.56	91.58	89.10
10	89.77	90.82	88.83	88.32	90.35	91.32	89.90
20	93.88	93.97	91.69	94.27	94.70	91.44	93.33
30	86.78	89.19	86.67	88.64	91.34	88.85	88.58
40	85.38	90.80	83.02	90.45	92.23	91.34	88.87
50	89.67	92.08	85.44	91.39	92.78	91.21	90.43
60	86.12	91.40	84.84	88.97	92.45	92.36	89.36
70	85.69	92.83	75.96	88.15	91.93	92.21	87.80
80	86.79	90.67	77.49	88.01	90.06	93.62	87.77
90	83.58	89.48	74.26	85.85	89.41	89.38	85.32
100	87.60	89.67	71.52	85.51	90.80	90.80	85.98

Figura. 3: Resultado da métrica *f1-score* dos 6 modelos de aprendizado de máquina para classificação de capas nos conjuntos de dados GPEL *p*.

Podemos ver na Figura 3 que o conjunto de dados GPEL 20 (arquivos TXT), composto por 368 amostras de capas e 825 amostras de não-capas, obteve o melhor valor médio $\overline{f1 - \text{score}} = 93{,}99\%$, uma diferença de 2,9% em relação ao segundo melhor valor médio. Também observamos que o modelo SVM obteve o melhor resultado individual com $\overline{f1 - \text{score}} = 94{,}7\%$.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de inovações no setor público é considerada um requisito fundamental para resolver os desafios enfrentados pela administração pública [8]. O método computacional objeto deste artigo representa parte de uma inovação tecnológica mais ampla, denominada de *Aavia®*, que resultará em economias significativas de tempo para Peritos Criminais durante seu trabalho. Um componente chave na automação do processamento de documentos forenses é a classificação das páginas de um apenso em páginas capa ou não-capa, permitindo que o apenso seja decomposto em documentos separados.

Para isso, propomos a construção de uma base de dados, chamado GPEL, contendo páginas de documentos forenses rotuladas como capa ou não-capa. Em seguida, construímos um vocabulário de palavras significativas usando técnicas de PLN, aplicamos a técnica TF-IDF para criar matrizes de ocorrência dessas palavras nas páginas da base GPEL, e finalmente analisamos os 6 algoritmos de AM que melhor se adequam às matrizes de ocorrência fornecidas. O algoritmo SVM obteve os melhores valores para a métrica *f1-score* entre os algoritmos testados; sendo adotada esta métrica por causa do desbalanceamento da base GPEL proposta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] du Boisberranger, J., Van den Bossche, J., Estève, L., Fan, T.J.: scikit-learn: machine learning in python (2022).

[2] Fu, T., Zampieri, G., Hodgson, D., Angione, C., Zeng, Y.: Modeling customer experience in a contact center through process log mining. ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology 12(4) (Aug 2021).

[3] Jones, K.S.: A new method for document indexing and retrieval in the vector space model. Proceedings of the 15th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval pp. 21–30 (1972).

[4] Khan, B., Shah, Z.A., Usman, M., Khan, I., Niazi, B.: Exploring the landscape of automatic text summarization: A comprehensive survey. IEEE Access 11, 109819–109840 (2023).

[5] Medeiros, J.A.D.M., Aguiar, F.B.S.: Engenharia legal. In: Velho, J.A. (ed.) Ciências Forenses - Uma Introdução às Principais Áreas da Criminalística Moderna, pp. 315–338. Millennium, 3rd edn. (2017).

[6] Metsis, V., Androutsopoulos, I., Paliouras, G.: Spam filtering with naive bayes - which naïve bayes? (01 2006)

[7] Occhipinti, A., Rogers, L., Angione, C.: A pipeline and comparative study of 12 machine learning models for text classification. Expert Systems with Applications 201, 117193 (2022).

[8] Gonçalves da Silva, M.V., Ribas, J.A.N., Gomes de Meza, M.L.F.: Inovação nas organizações públicas: análise das ações premiadas pela enap. Desenvolvimento em Questão 17(46), 74–87 (fev 2019).

[9] Smith, R.: An overview of the tesseract ocr engine. In: ICDAR '07: Proceedings of the Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition. pp. 629–633. IEEE Computer Society, Washington, DC, USA (2007).

[10] Wang, G., Wu, W.: Surveying the landscape of text summarization with deep learning: A comprehensive review (2023).

v. 14, n. 4, p. 379-381, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

ÁGORA®: Assistente Gráfico para Operações Relacionadas ou Ajustadas

S.P. Madruga[a,*], J.A.D.M. Medeiros[b], T.M.M. Albuquerque[b], R. Signor[c]

[a] *Universidade Federal da Paraíba, Centro de Informática, João Pessoa, Paraíba, Brasil*
[b] *Setor Técnico Científico da Superintendência de Polícia Federal no Estado da Paraíba, João Pessoa (PB), Brasil*
[c] *Setor Técnico Científico da Superintendência de Polícia Federal em Santa Catarina, Florianópolis (SC), Brasil*

**Endereço de e-mail para correspondência: madruga.sarah@gmail.com. Tel.: +55-83-98785-2012.*

Keywords: Conluio; Engenharia Forense; Solução Computacional; Licitações; Obras Públicas.

1. INTRODUÇÃO

No país o regime de contratação de serviços e obras públicas se dá por meio de processos licitatórios em modalidades diversas [1]. O afastamento de competidores, o ajuste de preços e outros atos podem ser utilizados para fraudar o caráter competitivo de procedimentos licitatórios com o intuito de obter vantagem decorrente da adjudicação do objeto da licitação em prejuízo da Fazenda Pública, elevando arbitrariamente os preços para tornar, injustamente, mais onerosa a proposta ou a execução de contratos. Nesses casos, como as evidências circunstanciais são quase sempre ambíguas e podem ser consistentes tanto com ações independentes quanto colusivas, a detecção dos conluios e cartéis deve sempre ser associada a provas complementares antes da adoção de medidas consideradas drásticas, como as de âmbito penal [1]. Entretanto, a questão do comportamento colusivo, consciente e criminoso, necessita de ações conjugadas entre a perícia e investigação policial para a produção de provas adicionais, quer sejam circunstanciais ou materiais por meio de quebra de dados telemáticos, confissões e outros. [3,4,5]. Apesar dos esforços para desenvolver métodos de detecção de conluio em licitações, as agências públicas ainda enfrentam dificuldades em implementar efetivamente ferramentas acessíveis que consolidem várias estratégias de detecção e expertise para combater esse tipo de fraude em todos os níveis operacionais, porém isso não impede a constante busca de metodologias a serem aplicadas na perícia, em especial na Engenharia Legal.

Dentre os métodos já desenvolvidos para detecção de conluio e acatados no âmbito da Engenharia Legal, destacam-se um baseado no histórico de agrupamento das empresas licitantes [6] e outro através de análise probabilística da magnitude dos descontos praticados no certame, quando comparados com licitações consideradas saudáveis.[7]

Neste contexto, grupos de perícias de Engenharia Legal dos Setores Técnico-Científicos das Superintendências Regionais da Polícia Federal na Paraíba e em Santa Catarina, em conjunto com a Universidade Federal da Paraíba, desenvolveram o *ÁGORA*® (acrônimo de *Assistente Gráfico para Operações Relacionadas ou Ajustadas*), um *software* que é capaz de, utilizando um conjunto de dados de licitações anteriores, organizar e analisar sistematicamente os dados, aprimorando a precisão da análise, uniformizando as metodologias e diminuindo consideravelmente o tempo de trabalho dos peritos e outros especialistas.

2. DESCRIÇÃO DO SOFTWARE *ÁGORA*®

O software, desenvolvido na linguagem *Python*, buscou abranger as duas análises distintas mencionadas de detecção de conluio em licitações de obras públicas, através da análise de dados públicos de licitações ocorridas no Estado da Paraíba. No caso em questão, tais dados foram disponibilizados pelo Tri-

bunal de Contas do Estado da Paraíba. As duas abordagens contidas no programa serão apresentadas de maneira individualizada a seguir.

2.1. Histórico de Agrupamentos

A interface possui várias telas de análise, cada uma com um objetivo. Na Figura 1 abaixo, vemos um histórico de agrupamento que ajuda o usuário a visualizar o comportamento das empresas licitantes presentes no conjunto de dados carregados.

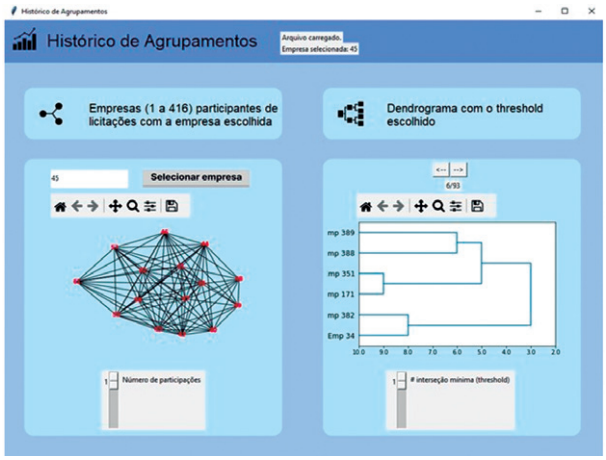


Figura 1. Histórico de Agrupamento apresentado por visualização em grafo (direita) e em dendrograma (esquerda).

Na tela exibida na Figura 1, do lado esquerdo, vemos um gráfico que exibe todas as empresas que participaram de qualquer licitação, deste conjunto de dados, com a empresa selecionada na caixa de texto acima (neste exemplo, a empresa 45). Quanto menor a aresta entre dois nós, mais forte é a relação entre as empresas conectadas. À direita, temos um gráfico chamado dendrograma, formado utilizando técnicas de agrupamento. O dendrograma mostra como as empresas se agrupam com base na participação conjunta em um certo número mínimo de licitações, exibido no eixo-x. O dendrograma não depende da empresa selecionada à esquerda, apenas do conjunto de dados. Ambas as visualizações são complementares, mas independentes uma da outra.

2.2. Análise Probabilística

Outra abordagem desenvolvida no *ÁGORA*® para detectar conluio em licitações é o uso de ferramentas probabilísticas (Figura 2). Nesse caso, utilizando o conjunto de dados de licitações existentes, é possível calcular a probabilidade de ocorrência de conluio em um processo de licitação específico [7]. Isso inclui a apresentação dos valores probabilísticos, bem como um histograma baseado no conjunto de dados, indicando o comportamento de um processo de licitação sob análise.

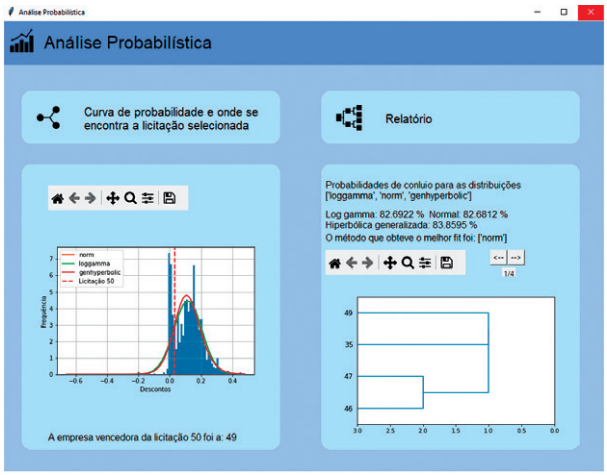


Figura 2. Ferramentas de Análise Probabilística.

Ainda na Figura 2, à esquerda, é mostrado um histograma (em azul) do conjunto de dados de licitações carregado na tela inicial. No mesmo eixo, são plotadas as três distribuições probabilísticas que melhor se ajustam a esses dados. Pontilhado em vermelho, pode-se ver onde a licitação selecionada (neste exemplo, a licitação 50) se encontra em relação a este histograma e às funções de densidade de probabilidade. Isso nos permite calcular a probabilidade de ter havido conluio entre empresas envolvidas na licitação 50, usando as funções de probabilidade cumulativa das distribuições identificadas e o número de concorrentes. À direita, a interface exibe um breve resumo das probabilidades calculadas e um dendrograma reunindo apenas as empresas que se já relacionaram à empresa vencedora da licitação 50, no conjunto de dados carregado.

3. CONCLUSÕES

O software *ÁGORA*® oferece um conjunto de ferramentas poderoso para detectar e visualizar conluio em processos licitatórios. O conluio em licitações, um problema global que distorce a competição no mercado e desperdiça recursos públicos, continua difícil de detectar, apesar dos esforços contínuos. Esta solução inovadora e colaborativa aborda esse desafio com uma interface que organiza e analisa dados de licitações, oferecendo *insights* por meio de visualizações gráficas como relacionamentos entre empresas e padrões de agrupamento que auxiliam o perito na investigação.

Esses recursos permitem aos usuários identificar comportamentos suspeitos em licitações e calcular probabilidades de conluio, contribuindo para uma tomada de decisão mais informada em investigações que detectam e combatem fraudes e corrupção, garantindo a competição justa neste tipo de processo público. Além disso, tal ferramenta pode contribuir na atuação de órgãos de controle, em função da sua

celeridade e eficácia na análise de bancos de dados de licitações, evitando danos ao erário.

AGRADECIMENTOS

Os autores do trabalho agradecem à organização do evento pela oportunidade, bem como a CAPES por ser patrocinadora do Programa de Cooperação Acadêmica – PROCAD celebrada entre a Polícia Federal e as Universidades Federais Fluminense e da Paraíba.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Brasil. Lei de Licitações e Contratos (2021).

[2] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2009), Prosecuting Cartels without Direct Evidence of Agreement. OECD Journal: Competition Law and Policy, 9(3), doi.org/10.1787/clp-v9-art11-en

[3] J. Gallo. A computerized approach to detect collusion in the sealed-bid market. Antitrust Bulletin, 22(3): 593-619(1977).

[4] R. Porter; J. Zona, Detection of bid rigging in procurement auctions. Journal of Political Economy, 101(3): 518-538(1993).

[5] R.F. Lanzillotti, Collusion/competition: A new learning? The Antitrust Bulletin, 62(3): 591-602(2017).

[6] D.P GALVÃO JÚNIOR. Identificação de Fraudes em Licitações: uma abordagem utilizando agrupamento por interseção. *Dissertação de Mestrado*, Centro de Informática, Universidade Federal da Paraíba (2023).

[7] R. Signor; P.E.D. Love; P. Ballesteros-Pérez. Detecting bid rigging in public auctions for procuring infrastructure projects: formulating the reference scenario for decision-making. *Construction Management and Economics*, (14 Dec 2023). DOI: 10.1080/01446193.2023.2287475.

F.V.S. Queiroz, J.C.R. Rocha, Rev. Bras. Crim. 14(4), 382-387, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 382-387, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

A importância do trabalho pericial na determinação da causa de mortes decorrentes de falhas em sistemas de *airbags*

F.V.S. Queiroz[a,*], J.C.R. Rocha[b]

[a] *Perícia Forense do Estado do Ceará, Coordenadoria de Perícia Criminal, Fortaleza (CE), Brasil*
[b] *Perícia Forense do Estado do Ceará, Coordenadoria de Perícia Criminal, Fortaleza (CE), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: Fernando.viana@pefoce.ce.gov.br. Tel.: +55-85-98816-1165.*

Keywords: Perícia; Airbag; Falha; Mortes.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Este trabalho visa apresentar os resultados obtidos através das análises periciais a respeito de duas ocorrências de trânsito com vítimas fatais que ocorreram no Estado do Ceará e que, após minuciosos exames de uma equipe multidisciplinar, concluiu-se que as mortes decorreram exclusivamente por feridas geradas por fragmentos oriundos de peças do sistema do *airbag*.

Vale destacar a semelhança entre os casos, principalmente nas circunstâncias e na morfologia dos fragmentos das peças que foram encontradas, tanto nos corpos das vítimas quanto nos veículos que elas conduziam, as quais apresentam bastante similaridade. Isto leva a crer que as peças se trata de produtos da mesma marca de fabricação e, consequentemente, apresentam a mesma falha no sistema do *airbag* que culminou na morte das vítimas destes dois casos.

Visando uma melhor descrição e compreensão dos casos abordados, definiu-se a primeira ocorrência atendida como sendo o **Caso 1** e a segunda como sendo e **Caso 2**.

O caso 1 refere-se a um acidente de tráfego envolvendo um veículo da marca Toyota, modelo Corolla, ano de fabricação 2008 (Fig.1), o qual chocou-se frontalmente com um obstáculo fixo (poste), tendo como causa determinante a saída da pista de rolagem causada pelo condutor do referido veículo.

O caso 2 envolve um veículo da marca Honda, modelo Fit, ano de fabricação 2009 (Fig. 2), o qual chocou-se frontalmente com uma parede após ter sua trajetória modificada por um outro veículo que avançou a via preferencial e colidiu com a sua região posterior esquerda

Figura 1. Veículo do caso 1.

Figura 2. Veículo do caso 2.

Cabe destacar que nos dois casos as vítimas apresentavam uma ferida provocada por objeto perfuro-contundente, onde, no caso 1, a vítima foi lesionada na região do pescoço e veio a óbito no local. Já no caso 2 a vítima foi atingida na região da cabeça, sendo socorrida ao hospital e vindo a óbito dez dias após o sinistro.

2. PROBLEMÁTICA

A perícia visa, entre outras finalidades, determinar as circunstâncias da morte das duas vítimas envolvidas nas ocorrências de tráfego relatadas anteriormente, tendo como base de análise os dados obtidos pelos levantamentos dos peritos de local, assim como achados médico-legais e os exames complementares nos

veículos, realizados pelos peritos do núcleo de engenharia forense, buscando correlacionar a similaridade da origem da causa dos dois casos com a falha no sistema de *airbag*.

3. DESENVOLVIMENTO

Os trabalhos periciais dos dois casos em estudo tiveram procedimentos semelhantes e que foram executados em etapas diferentes, as quais seguem descritas a seguir.

3.1. Do exame no local da ocorrência do Caso 1

No cenário do caso 1 o veículo foi encontrado com danos na região anterior frontal, após se chocar como um poste (Fig. 3 e Fig. 4). O condutor do veículo foi encontrado inconsciente, posicionado no banco do motorista e apresentando lesão perfuro-contusa na região direita do pescoço, que se configurou como uma perfuração de um objeto rígido, semelhante a um balote de espingarda calibre .12, o qual findou alojado na região posterior direita do pescoço, conforme mostrado nas Fig. 5 e Fig. 6.

Figura 3. Local da ocorrência do caso 1.

Figura 4. Posição final do veículo e da vítima do caso 1.

Figura 5. Lesão encontrada no pescoço da vítima do caso 1.

Figura 6. Objeto encontrado no pescoço da vítima do caso 1.

3.2. Do exame necroscópico na vítima do caso 1

Após análise do médico legista, por ocasião da necrópsia, constatou-se que a vítima veio a óbito devido a trauma penetrante no pescoço por objeto perfuro-contundente, que levou a vítima a um choque hipovolêmico. Internamente ao corpo da vítima foi encontrado um objeto, sendo sua morfologia atípica aos padrões dos projéteis de arma de fogo, conforme mostrado nas Fig. 7 e Fig. 8.

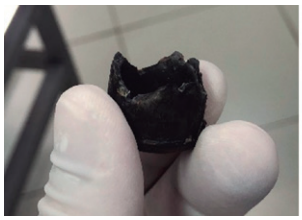


Figura 7. Objeto encontrado no pescoço da vítima do caso 1.

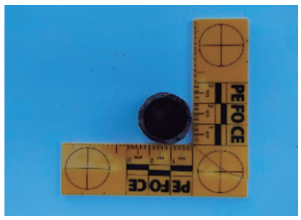


Figura 8. Objeto encontrado no corpo da vítima do caso 1.

3.3. Do exame da engenharia forense no caso 1

O exame complementar realizado no veículo pelos peritos do núcleo de engenharia forense, revelou importantes vestígios, a saber:

1. Os *airbags* da posição do motorista e passageiro foram acionados (Fig. 9);
2. Na bolsa do *airbag* havia uma perfuração (Fig. 10);
3. Na região central do volante do veículo encontrou-se uma peça que se complementava com o objeto que foi retirado do corpo da vítima (Fig. 11 a Fig. 14).

Figura 9. Parte interna do veículo do caso 1.

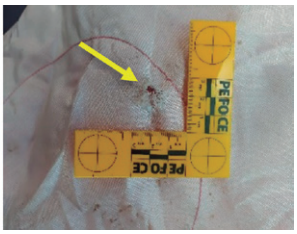


Figura 10. Perfuração na bolsa do airbag do caso 1.

Figura 11. Localização da peça do airbag que se complementava com o objeto retirado da vítima.

Figura 12. Peça que se complementava com o objeto retirado do corpo da vítima.

Figura 13. Junção dos dois fragmentos que formavam uma única peça.

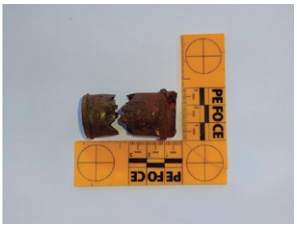


Figura 14. Junção dos dois fragmentos, indicando que se trata de uma única peça.

Após minuciosa análise, constatou-se que as duas peças que se complementavam trata-se do insuflador do sistema do *airbag*.

3.4. Do exame no local da ocorrência do Caso 2

O local da ocorrência do caso 2 ficou configurado pela presença de dois veículos danificados após uma colisão em decorrência do avanço de preferencial de um deles. No caso em estudo, o veículo de interesse trata-se daquele no qual a vítima fatal conduzia no momento do sinistro. O impacto e a dinâmica no veículo ficaram caracterizados pelos danos concentrados na região frontal e na região posterior esquerda (Fig. 3 e Fig. 4).

Figura 15. Local da ocorrência do caso 2 e a forma como o veículo foi encontrado.

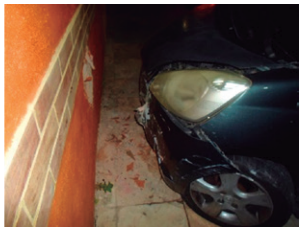


Figura 16. Veículo do caso 2 e a presença dos danos na região frontal.

O perito que realizou os levantamentos no local concluiu que a causa do acidente se deu por avanço de via preferencial por parte do outro veículo envolvido.

3.5. Do exame médico na vítima do caso 2

O condutor do veículo de interesse trata-se de uma vítima do sexo feminino, a qual foi socorrida com um ferimento na região da cabeça, vindo a óbito posteriormente, motivo pelo qual não há registros fotográficos da lesão. Posteriormente, após tomar conhecimento que durante a cirurgia na vítima socorrida o médico havia retirado um objeto rígido (Fig. 17 e Fig. 18), não identificado, e que não havia nenhum outro ferimento relacionado ao fato que pudesse causar o óbito da vítima, a autoridade policial responsável pelo caso foi provocada por um familiar e solicitou exame complementar no veículo e na peça retirada do corpo, visando identificar a sua origem.

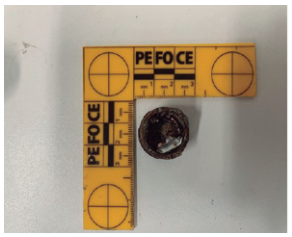


Figura 17. Objeto retirado do corpo da vítima do caso 2.

Figura 18. Objeto retirado do corpo da vítima do caso 2.

3.6. Do exame da engenharia forense no caso 2

O exame complementar realizado no veículo pelos peritos do núcleo de Engenharia Forense foi realizado no pátio da delegacia e se deu através de algumas etapas, tais como, análise das peças do veículo e correlação com os vestígios encontrados; estimativa da velocidade de impacto com base na deformação e fotogrametria; simulação do sinistro por meio de software de escaneamento 3D. O exame revelou importantes vestígios, os quais se assemelhavam aos encontrados no caso 1, a saber:

1. Os *airbags* da posição do motorista e passageiro foram acionados (Fig. 21);
2. Na bolsa do *airbag* havia uma perfuração (Fig. 22);
3. Na região central do volante do veículo encontrou-se uma peça que se complementava com o objeto que foi retirado do corpo da vítima (Fig. 25 e 26).

Figura 19. Forma como o veículo foi encontrado durante o exame complementar.

Figura 20. Situação em que o veículo foi encontrado para exame.

Figura 21. Airbags acionados no veículo do caso 2.

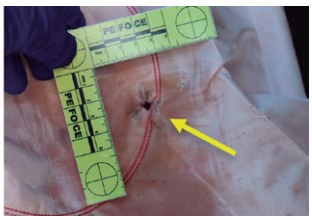


Figura 22. Perfuração na bolsa do airbag do caso 1.

Figura 23. Localização da peça do airbag que se complementava com o objeto retirado da vítima do caso 2.

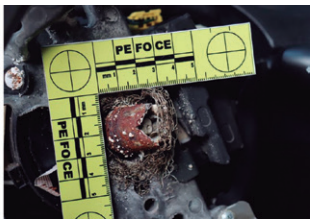


Figura 24. Peça fixada na parte central do volante e que se complementava com o objeto retirado do corpo da vítima.

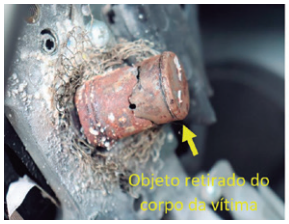


Figura 25. Junção dos dois fragmentos que formavam uma única peça (caso 2).

Figura 26. Junção dos dois fragmentos, indicando que se trata de uma única peça (caso 2).

3.6.1. Da estimativa da velocidade de impacto

Diante do cenário apresentado, buscou-se determinar a velocidade do veículo da vítima no momento do impacto com o obstáculo fixo, do tipo parede, momento em que o a*irbag* foi acionado. Para isso, procedeu-se a minucioso e acurado exame no veículo do tipo automóvel, aplicando duas metodologias de análise, sendo o primeiro utilizando o "algoritmo Crash3" e o segundo através de fotogrametria aplicada às imagens do sinistro.

Na primeira metodologia, utilizou-se os procedimentos de análise por deformação do veículo (Fig. 27 e Fig. 28), por meio do módulo *"Damage Analysis"*, cujo resultado dos cálculos demonstrou que a velocidade estimada do veículo de **21 km/h**, com desvio padrão de **1 km/h**.

Figura 27. Medições no veículo para a estimativa da velocidade através do método da deformação.

Figura 28. Medições no veículo para a estimar a velocidade.

A segunda metodologia foi realizada a partir da análise do vídeo do momento do choque, podendo, através da relação de espaço e tempo, estimar a velocidade do veículo, através de procedimentos de fotogrametria, cujo resultado estimou uma velocidade de **19 km/h**, onde o vídeo do momento do sinistro foi obtido por meio da autoridade policial. Alguns *frames* do vídeo seguem mostrados nas Fig. 29 e Fig. 30.

3.6.2. Simulação computacional

Diante do cenário apresentado, buscou-se determinar a velocidade do veículo da vítima no momento do impacto com o obstáculo fixo, do tipo parede, momento em que o a*irbag* foi acionado. Para isso, procedeu-se a minucioso e acurado exame.

Após estimar as velocidades dos veículos, tanto no momento do embate quanto no momento do impacto contra o obstáculo fixo, realizou-se uma simulação computacional, visando analisar a dinâmica completa do sinistro, bem como outras variáveis e considerações relevantes para o caso. Cabe destacar que a simulação não pretende demonstrar fielmente o cenário do evento, mas apresentar essencialmente as ações do fato ocorrido. Para isto, utilizou-se como referência o modelo e características do veículo da vítima, o qual foi escaneado externamente e internamente, com a utilização de um equipamento *Scanner a laser 3D*, gerando-se uma nuvem de pontos na morfologia do veículo, assim como imagens em 360º na parte interna do automóvel, cujo modelo tridimensional foi utilizado como parâmetro de referência para implementação da simulação computacional, conforme mostrado na Fig. 31 a Fig. 37.

Figura 29. *Frames* do momento que o veículo da vítima se choca com a parede, a análise por fotogrametria.

Figura 30. *Frames* do momento que o veículo da vítima se choca com a parede, visando a estimativa da velocidade por fotogrametria.

Figura 31. Resultado do escaneamento 3D do veículo da vítima.

Figura 32. Resultado modelo 3D do veículo da vítima, após escaneamento.

Figura 33. Simulação computacional, vista por outro ângulo, do momento do embate entre os veículos.

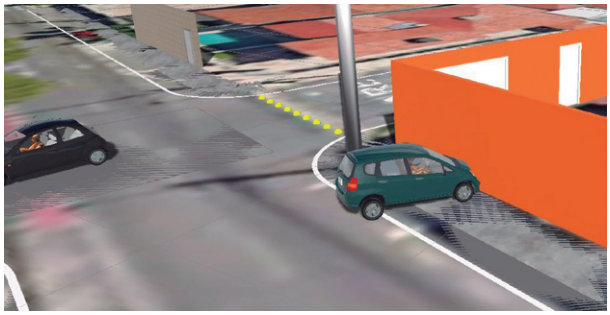


Figura 34. Simulação computacional, com vista aproximada, do momento do impacto do veículo Honda contra o muro.

Figura 35. Simulação computacional, com destaque para ilustração da posição do condutor/vítima e a trajetória do fragmento que se desprendeu do sistema do *airbag*.

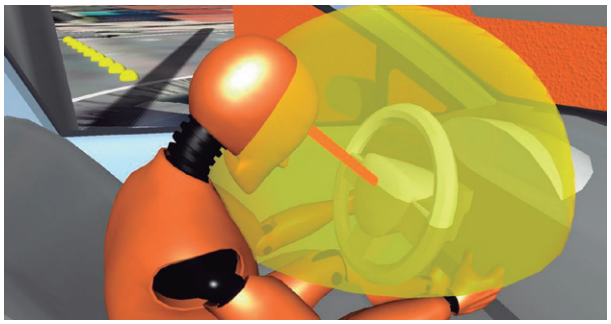


Figura 36. Simulação computacional, com vista para a trajetória (na cor vermelha) do fragmento que atingiu a vítima.

3.6.3. Da análise microscópica das peças

Levando em consideração as circunstâncias dos dois casos, realizou-se um estudo minucioso nas microestruturas dos fragmentos das peças do insuflador dos veículos examinados, utilizando-se, para isso, uma análise por microscopia, cujas imagens foram obtidas por meio de um Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), pertencente à Perícia Forense do Estado do Ceará.

Através de imagens em escala microscópicas obtidas pelo MEV e da utilização da técnica de energia dispersiva (EDS), que permite uma análise química pontual, buscou-se verificar as características das fraturas existentes nas peças dos dois casos examinados, com o objetivo de determinar, se possível, a causa das falhas.

Pela Fig. 38 é possível constatar que as fraturas ocorreram buscando as regiões de maior tensão residual do material, que ocorre justamente ao redor dos orifícios (furos) que existem na peça por onde passam os gases da deflagração do propelente. Destaca-se que esse é um comportamento observado em ambos os casos.

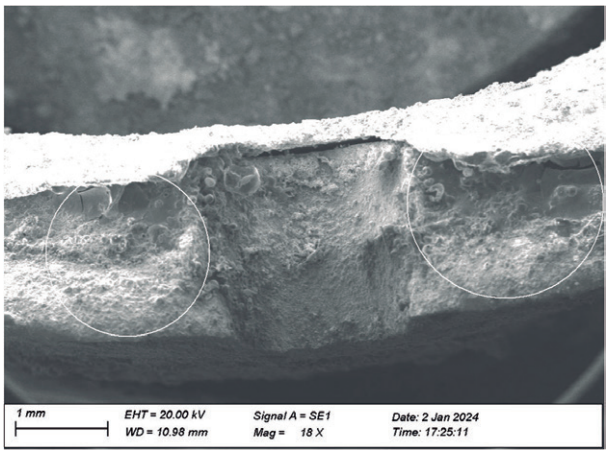


Figura 37. Macrografias das fraturas da peça do veículo Honda Fit, com destaque para as regiões de maiores tensões.

Para melhor caracterizar a fratura do material foi realizado microanálises da fratura através do MEV (Microscópio Eletrônico de Varredura). As Fig. 38 e 39 apresentam a microestrutura com maiores detalhes, sendo possível observar a predominância de estruturas circulares, tipo *dimples*, característicos de fraturas *dúcteis*. Ressalta-se que em ambos os casos foram observados comportamento de fratura semelhantes

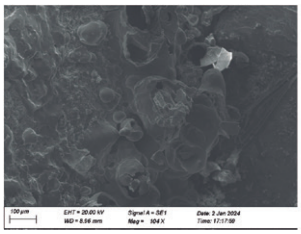


Figura 38. Caraterística da fratura da peça do veículo do caso 2).

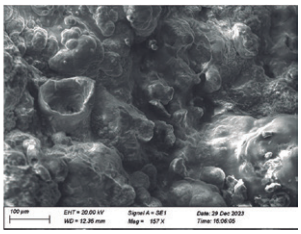


Figura 39. Caraterística da fratura da peça do veículo do caso 1).

3.7. Considerações finais

Oportunamente, à luz deste cenário, sugere-se, por meio deste trabalho, uma ação urgente e abrangente por parte das autoridades competentes, cabendo, inclusive, uma manifestação através dos órgãos e meios de comunicação cabíveis, no sentido de alertar a população, principalmente os proprietários dos veículos, acerca do risco iminente à integridade física, tendo em vista que os dois veículos dos casos apresentados continham em seus respectivos documentos uma observação de chamamento da montadora para *recall* do sistema de *airbag*, conforme mostrado na Fig. 40 e Fig. 41.

Figura 40. Documento do veículo do caso 2 com chamamento de *recall*.

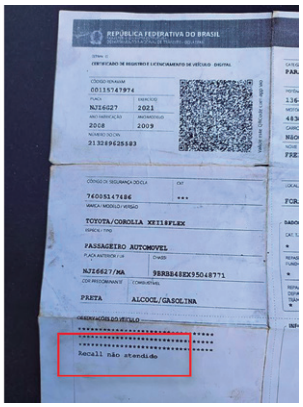


Figura 41. Documento do veículo do caso 1 com chamamento de *recall*.

4. CONCLUSÕES

Face ao exposto e através dos indícios e vestígios materiais coligidos no decorrer do levantamento pericial, amparado na complexão dos elementos técnicos de valor criminalístico registrado, analisados e sistematicamente apresentados, tomando como suporte os fundamentos físicos e mecânicos, conclui-se que os objetos retirados dos corpos das vítimas dos dois casos e coletados para análise, trata-se de um fragmento do cilindro do insuflador do sistema de *airbag*, o qual ocasionou o óbito das respectivas vítimas, nas circunstâncias retro descritas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] NHTSA, Recall Takata Airbag, Recall Information, Disponível em https://www.nhtsa.gov/equipment/air-bags acesso em 22 nov. 2022.

[2] YASUNORI S., OHSHIMA T., TOSHIKAZU K., Air bag injuries a literature review in consideration of demands in forensic autopsies. Forensic Science International, Volume 128, Issue 3, 2002, 162 167.

[3] ALBALOOSHI, Y M SHERIF H M ALZAROONI S M et al Fatal automobile accident due to airbag misdeployment Int J Legal Med
135 565 572 2021.

v. 14, n. 4, p. 388-390, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Aparato para o Estudo de Manchas de Padrões de Machas de Sangue e Impacto em Diferentes Superfícies

D.M. Silva[a], T.O. Lima[a], A.A. Costa[b,*]

a Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal de Jataí, Jataí, (GO), Brasil
b Liga Acadêmica de Ciências Forenses (LIAF), Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal de Jataí, Jataí, (GO), Brasil
**Endereço de e-mail para correspondência: ariadne.costa@ufj.edu.br. Tel.: +55-16-98826-7432*

Keywords: Padrão de mancha de sangue; Impacto; Instrumento; Aparato.

1. INTRODUÇÃO

É comum que se tenha a presença de sangue em cenas de crime [1]. Assim, o estudo de padrões de manchas de sangue é notável no campo da Física Forense.

Em um primeiro estudo, foram realizados testes nos quais um pesquisador desferiu golpes com várias ferramentas em coelhos vivos. Nesse estudo, observaram-se diferentes padrões de manchas de sangue, conforme o instrumento utilizado [2]. Posteriormente, outros pesquisadores estudaram os padrões de respingos de sangue [3,4].

No entanto, a maioria desses trabalhos carece de um método controlado para a realização dos testes ou, quando possuem, não demonstram a robustez nem divulgam o método proposto para gerar o impacto; ele é geralmente apresentado de forma secundária no artigo. Assim, há informações limitadas na literatura sobre métodos controlados para o estudo de respingos de sangue.

Assim, a análise das evidências de padrões de manchas de sangue deixadas em cenas de crime depende das opiniões dos peritos criminais, baseadas em sua atuação profissional [5]. Mas nem sempre a experiência equivale à expertise [1].

Portanto, projetamos e desenvolvemos um aparato que permite o controle de suas variáveis, alterando-se a altura a partir da qual a ferramenta será liberada para desferir o golpe. Além disso, é possível trocar a ferramenta acoplada (machado, martelo, pedra, etc.). Com isso, o equipamento pode ser usado para diferentes estudos envolvendo padrões de manchas de sangue, bem como colisões e o espalhamento em diferentes superfícies.

Aqui apresentaremos medições de deslocamento e velocidade lineares médios obtidos para diferentes alturas com as três ferramentas para analisar a robustez do equipamento.

2. MÉTODOS

O instrumento proposto consiste em um cano longo com furos equidistantes (vide Fig. 1). Os furos são usados para definir diferentes alturas para o impacto, pois o furo serve como o eixo de rotação selecionado para o cano, como mostra a Fig. 2. A inclinação inicial da barra pode ser alterada como desejado e o cano é solto para cair em direção a um objeto ou uma poça de sangue artificial, por exemplo. Este design permite a análise de diferentes condições experimentais, alterando o tipo de superfície onde a mancha de sangue se espalhará ou mudando a altura do cano ou o tipo de objeto posicionado abaixo do cano para receber o golpe.

Figura 1. Fotografia do cano para visualização dos furos distribuídos equidistantemente ao longo de sua extensão.

Para validar o uso do equipamento, anexamos um sensor de movimento a uma das polias que permite a rotação do cano. Com isso, testamos 2 alturas com 3 ferramentas distintas e medimos a posição linear e a velocidade ao longo do tempo. As ferramentas utilizadas foram machado, martelo e o próprio cano, como mostrados na Fig. 3(a), (b) e (c), respectivamente. Nos experimentos realizados no presente trabalho, o cano foi liberado de uma posição quase vertical (inclinação apenas suficiente para permitir a queda livre).

Figura 2. Esquema ilustrativo do aparato proposto.

Para fixar o instrumento em uma mesa durante os experimentos, utilizaram-se sargentos, como pode ser observado na Figura 3b. Desta forma, o instrumento pode ser utilizado em diferentes locais. Uma placa de ferro foi usada para sustentar os golpes e não comprometer a estrutura da mesa onde o equipamento foi fixado (Figura 3a).

Considerando que as trajetórias desempenhadas são semicirculares, pode-se calcular o comprimento dos arcos correspondentes a partir da equação:

$$L = R\theta, \quad (1)$$

onde R é o raio (altura do eixo de rotação) e θ é o ângulo da queda. No caso, pode-se aproximar .

Já um cálculo aproximado da velocidade linear pode ser obtido igualando-se a energia inicial com a energia final do sistema. Sabe-se que no início a energia é apenas potencial e assume-se que a energia final é toda cinética, desprezando-se perdas de energia. Assim:

$$mgR = \frac{mv^2}{2}, \quad (2)$$

onde m é a massa do instrumento em queda, g é a aceleração gravitacional de 9,8 m/s² na órbita da Terra, R é é a altura (raio do instrumento) e v é a velocidade no instante final da queda. Essa equação resulta em:

$$v = \sqrt{2gh}\cdot \quad (3)$$

3. RESULTADOS

A seguir são apresentados aos valores do deslocamento linear e da velocidade linear em função do tempo durante a queda do cano. Os testes foram realizados com as três ferramentas (o próprio cano, machado e martelo) para duas diferentes alturas de queda: 1,34 m (Figura 4) e 0,76 m (Figura 5), resultando nos arcos de 2,03 m e 1,87 m, respectivamente.

Os resultados se mostram consistentes e o aparato, fácil de ser preparado e manipulado. Nota-se também que as quedas da altura maior resultaram em médias com menor desvio padrão.

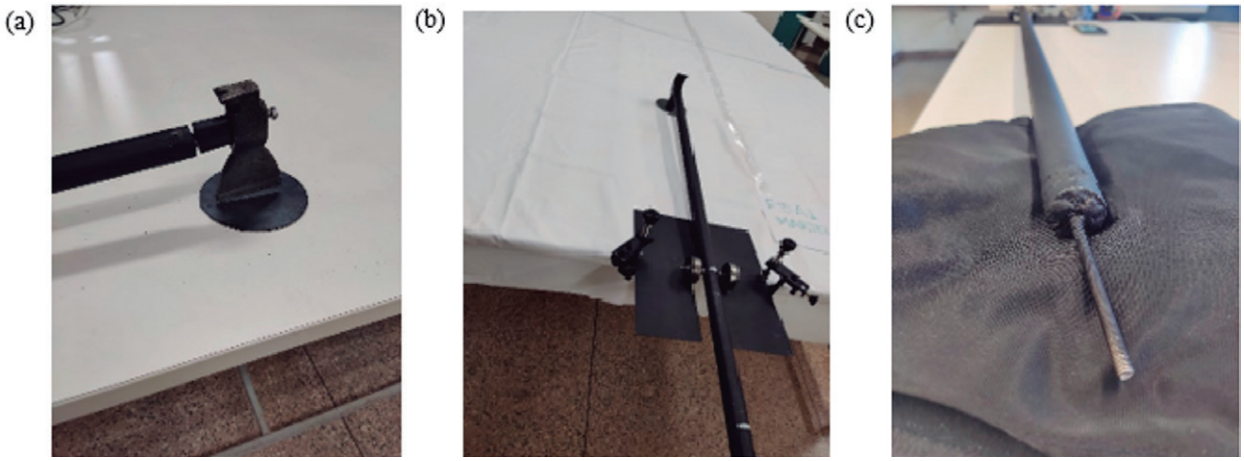


Figura 3. Fotografias que mostram o acoplamento do (a) machado, (b) martelo e (c) nenhuma ferramenta, ou seja, o próprio cano é utilizado no experimento. Nota-se que uma barra roscada soldada na extremidade do cano foi usada para o acoplamento das ferramentas.

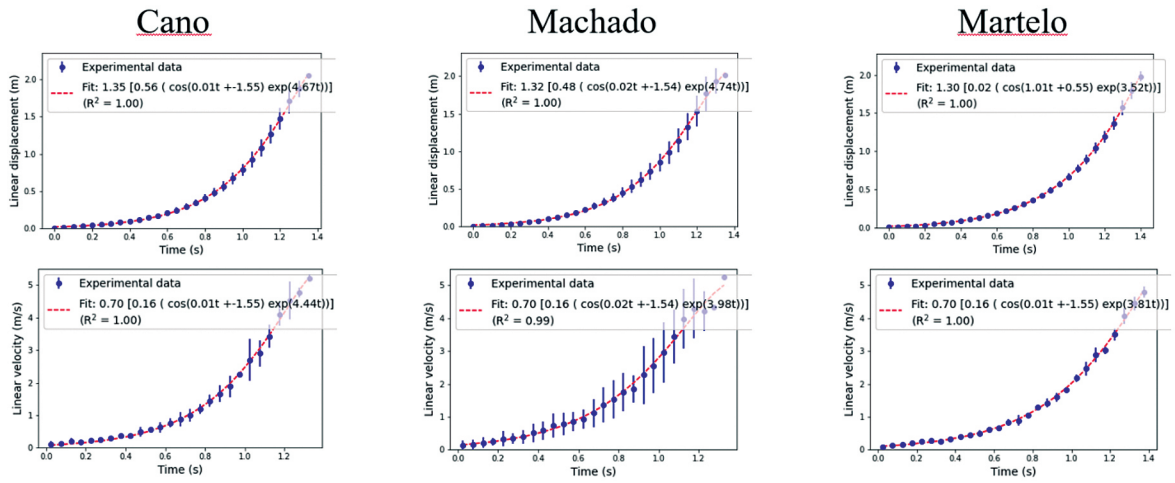


Figura 4. Deslocamento linear e velocidade do aparelho com a barra, machado e martelo, caindo de 1,34 m.

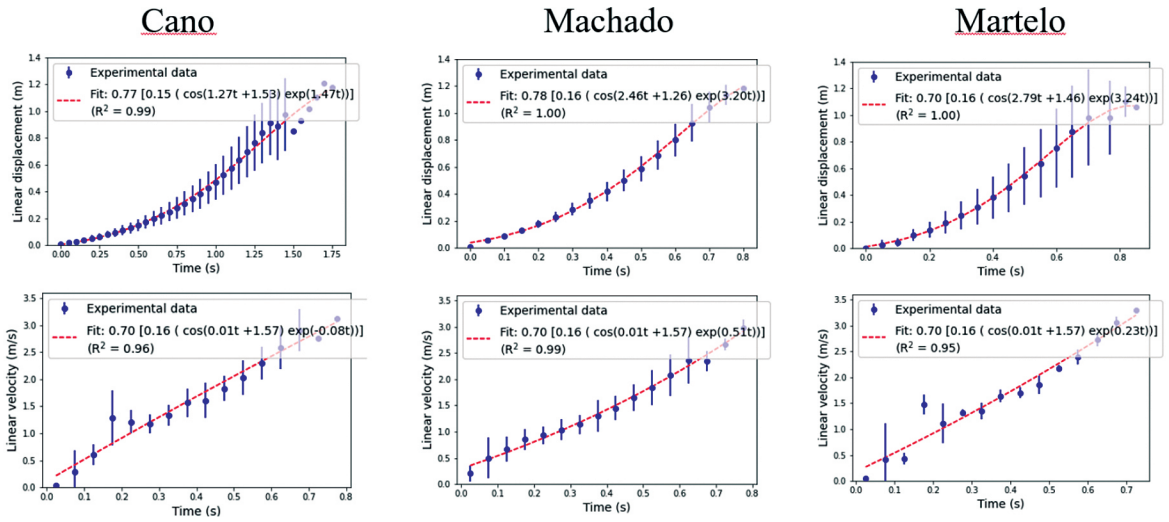


Figura 5. Deslocamento linear e velocidade do aparelho com a barra, machado e martelo, caindo de 0,76 m.

4. CONCLUSÕES

A robustez do experimento proposto e a facilidade de determinar a velocidade com que a ferramenta atingirá o objeto são evidentes, exigindo apenas um simples cálculo de conversão da energia potencial inicial para a energia cinética final. Este aparelho se torna especialmente valioso em investigações forenses, para as quais uma meticulosa é crucial e pode ser utilizado para diferentes tipos de estudos, incluindo análise dos padrões de mancha de sangue em diferentes superfícies e/ou devido ao impacto de diferentes instrumentos, com golpes desferidos de diferentes alturas. Além disso, não apenas sangue pode ser estudado, mas o resultado do impacto causado em diferentes materiais, como ossos, por exemplo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A. Bettison et al. Bloodstain pattern analysis: Does experience equate to expertise?. *Journal of Forensic Sciences* ***66(3)****:* 866-878 (2021).

E. Piotrowski. *Concerning the Origin, Shape, Direction and Distribution of the Bloodstains Following Head Wounds Caused by Blows* (1895).

S. Brodbeck. Introduction to bloodstain pattern analysis. *J Police Sci Pract*, ***2(51):*** 57 (2012).

K.G. De Bruin., R.D. Stoel, J.C.M. Limborgh. Improving the point of origin determination in bloodstain pattern analysis. *Journal of forensic sciences* ***56(6):*** 1476-1482 (2011).

R.A. Hicklin et al. Accuracy and reproducibility of conclusions by forensic bloodstain pattern analysts. *Forensic Science International* ***325:*** 110856 (2021).

v. 14, n. 4, p. 391-395, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Tratamento de imagens em perícias documentoscópicas: uma abordagem para QR codes de CRLVs-e não reconhecidos pelo aplicativo Vio

L.A.C. Praça[a,*], C.N. Almeida Filho[a], A.P.T.B. Sobreira[a], C.D. Guedes[a]

[a] *Perícia Forense do Estado do Ceará – PEFOCE, Fortaleza (CE), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: livia.castro@pefoce.ce.gov.br. Tel.: +55-85-3101-5048.*

Keywords: Tratamento de imagens; Documentoscopia; QR code; CRLV-e; Aplicativo Vio.

1. INTRODUÇÃO

Em 31 de dezembro de 2019, o Conselho Nacional de Trânsito (Contran) publicou a Deliberação 180, que dispôs sobre a emissão do Certificado de Registro e Licenciamento de Veículo em meio eletrônico (CRLV-e), em substituição ao formato em meio físico, emitido até então. A partir de 2020, este documento passou a ser expedido apenas na versão digital, na forma estabelecida Departamento Nacional de Trânsito (Denatran).

Responsável pela operação dos sistemas do Denatran [1], o Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro) é a empresa pública federal que desenvolveu o sistema de certificação de autenticidade Vio, que utiliza tecnologia de compactação e criptografia de dados, permitindo que as informações de um documento sejam inseridas em um QR Code. De acordo com esta empresa [2], o processo de emissão e validação do QR Code de um CRLV-e é desenvolvido por meio de algoritmos exclusivos, capazes de criptografar informações que somente podem ser decodificadas pela solução Vio.

Dessa forma, o CRLV-e é disponibilizado na versão digital por meio do aplicativo Carteira Digital de Trânsito do Serpro/Denatran, podendo ser impresso em papel A4 branco com o QR code, a fim de garantir sua validade jurídica [3]. Para fins de validação do documento, seja da versão eletrônica ou impressa, o Contran [4] determinou que a mesma deve ser feita por meio da leitura do código de barras bidimensionais dinâmico Quick Response Code (QR Code) inserido no documento, com o auxílio de sistema disponibilizado pelo Denatran. O uso deste código como elemento para validação de documentos vem sendo estudado há mais de dez anos [5] e hoje já tem seu uso disseminado, sendo adotado por diversos governos em documentos oficiais.

Diante desse cenário, a demanda por exames periciais de autenticidade de CRLVs-e impressos tem aumentado expressivamente nos institutos de criminalística, enquanto que as perícias relacionadas aos documentos veiculares confeccionados em suporte com dispositivos de segurança tendem a reduzir. Dentre os numerosos casos em que os CRLVs-e impressos são periciados, ao examinar a autenticidade do QR Code desses documentos pelo aplicativo Vio, os peritos se deparam com três situações possíveis: (1) o QR Code é prontamente decodificado, permitindo a comparação entre os dados do documento questionado e do documento revelado pela decodificação; (2) o QR Code é identificado como incompatível pelo Vio, constatando a inautenticidade do documento questionado; e (3) não há decodificação do QR Code, nem um retorno sobre a sua incompatibilidade pelo aplicativo Vio, não sendo possível ao perito constatar pela autenticidade ou inautenticidade do documento, com base na análise do QR code, o que pode tornar o resultado do exame pericial inconclusivo, se não houver outros elementos que corroborem pela sua autenticidade ou inautenticidade.

Diante da limitação do aplicativo Vio nos casos em que não apresenta decodificação do QR Code, nem um retorno sobre a incompatibilidade do QR Code pelo

aplicativo, este estudo teve como objetivo apresentar técnicas de tratamento de imagens que possam ser aplicadas aos QR Codes dos CRLVs-e impressos cuja leitura não foi decodificada pelo aplicativo Vio QR Code, nem houve retorno de sua incompatibilidade.

Este estudo se justifica por duas importantes razões. A primeira trata de uma limitação recorrente na área de documentoscopia, que envolve o exame de QR Codes em documentos oficiais. Embora as perícias nesse tipo de documento aumentem em volume, não há capacitações nem atualizações de alcance suficiente, o que muitas vezes acomete o resultado do trabalho dos peritos. A segunda razão é a disseminação de que o conhecimento em processamento de imagens, inerentes ao setor de perícia audiovisual, podem auxiliar em exames documentoscópicos, permitindo o aperfeiçoamento dos resultados periciais, e portanto, uma maior contribuição do laudo pericial para o cumprimento da justiça.

2. FUNDAMENTOS BÁSICOS DE UM QR CODE

Os códigos QR (Quick Response Code) são um tipo especial de código de barras capazes de codificar informação em pequenos espaços e apresentam rápida leitura por diversos diapositivos com câmeras acopladas[7]. Essa formatação é capaz de agrupar sequências numéricas, alfanuméricas, de bytes ou kanjis. O formato QR Code consiste em uma matriz bidimensional desenvolvido em 1994 por uma companhia japonesa chamada Denso-Wave e atualmente definido pela norma ISO/IEC 18004:2015.

Este estudo utilizou a ferramenta QrazyBox[6] para o tratamento e posterior leitura de QR codes de difícil visualização. O QRAzyBox é uma ferramenta disponibilizada por meio da plataforma GitHub para o processamento digital de imagens específicas, no caso, QR codes. Também é um aplicativo baseado na web, usado para analisar e recuperar códigos QR danificados. Na casuística pericial, sua maior aplicabilidade é a reconstrução dos códigos. Seus códigos e uso estão a categoria Software livre, ou seja, pode ser copiado, distribuído e modificada livremente sem custos.

2.1. Formato e Versão dos QR Codes

O QR code padrão apresenta quatro codificações clássicas: numérica, alfanumérica, byte e kanji. Em todos os casos, a informação será uma sequência barras pretas e brancas equivalentes aos zeros e uns, entretanto, os métodos de codificação apresentam diferentes formas de converter a informação em bits da forma mais otimizada (menor espaço) possível. Por definição, cada código apresenta uma versão a qual determina a sua estrutura básica. Sendo a versão 1 uma matriz de 21x21pixels e a versão 40 uma matriz de 177x177 pixels.

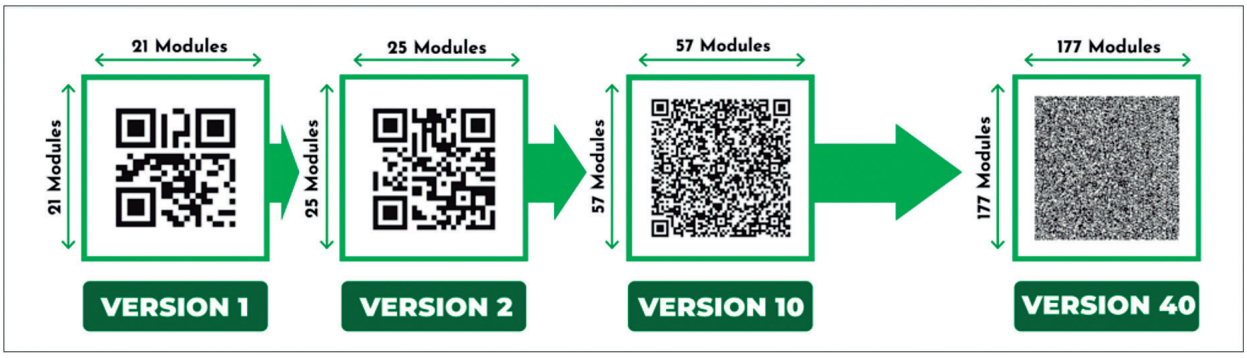


Figura 1. Versões dos QR codes.

O formato consiste em 15 bits de informação que informam sobre correção de erros e padrão de máscara usado pelo código QR. A versão, só é informada por bits (quadrados) nas versões 7 ou superiores.

2.2. Padrão de Máscara

Durante a confecção do QR code, é comum a existência de blocos com a mesma cor. Tais sequências dificultam a leitura pela câmera, o alto contraste (grande diferença de cor ou bits por área) é um fomentador da correta leitura.

Com o intuito de fomentar uma melhor leitura, os códigos, antes de sua versão final, passam por um processo de mascaramento.

A figura 2 a seguir demostra um QR code com regiões de difícil leitura ressaltadas em vermelho e regiões de leitura mais facilitada ressaltadas em verde. Dessa forma, a depender da informação contida, certas regiões terão a leitura prejudicada.

L.A.C. Praça *et al*., Rev. Bras. Crim. 14(4), 391-395, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Figura 2. Regiões de fácil e difícil leitura.

Para facilitar a identificação dos bits e diminuir a taxa de erros, os códigos, antes de sua versão final, passam por um processo de mascaramento. Isso consiste em realizar uma operação lógica XOR entre os bits de informação e correção junto a máscara escolhida.

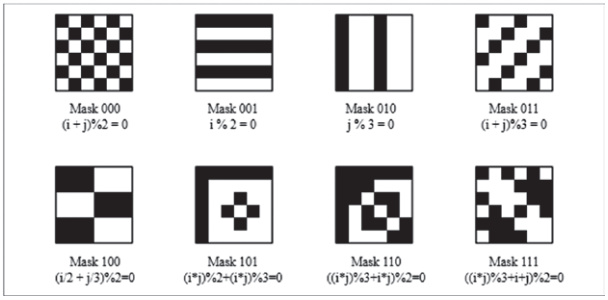


Figura 3. Padrões de máscaras

2.3. Correção de Erros

Uma implementação importante dos QR codes é a correção de erros. Baseado nos códigos de Reed-Solomon, o protocolo é capaz de recuperar parte da informação em casos que as barras estejam sujas ou danificadas. A capacidade de correção depende do level selecionado durante a confecção do código. Para tal, os códigos apresentam contêm a informação de interesse (codewords) e as informações de correção (correction codewords). Os leitores são capazes de analisar ambas as sequências, determinar se a leitura está correta e corrigir a informação em certos casos.

Tabela 1. Capacidade de correção do QR code.

Level L	~ 7%
Level M	~ 15%
Level Q	~ 25%
Level H	~ 30%

2.4. Padrão de detecção de Posição

O padrão de detecção de posição serve para orientar o leitor acerca de onde é início e fim da informação como um todo. Este consiste em 3 figuras de fácil reconhecimento e de mesma codificação para diferentes sentidos de leitura.

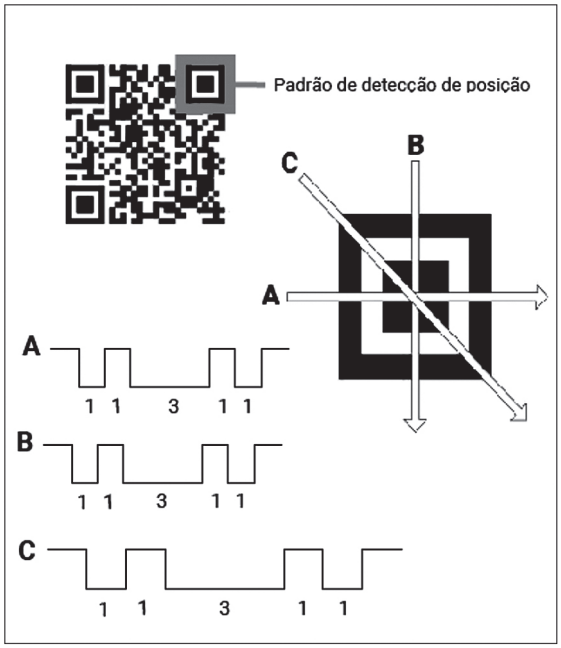


Figura 3. Padrão de detecção.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A amostra da pesquisa compreende os dados disponíveis de 2023 no Núcleo de Perícias Documentoscópicas e Contábeis da Perícia Forense do Estado do Ceará, tratando-se de 9 (nove) QR codes extraídos de CRLVs-e impressos cuja leitura pelo aplicativo Vio QR Code não foi decodificada.

Com o intuito de decodificar esses QR codes, foram executadas etapas de digitalização da imagem e extração do QR code, tratamento e processamento das imagens de QR code.

3.1. Digitalização da imagem e extração do QR code

As imagens foram digitalizadas por meio de scanners de alta resolução na forma fidedigna a qual a instituição recebe. É recomendado o uso da maior resolução disponível no equipamento. A limpeza não é recomenda, uma vez que pode danificar a informação. O estado da evidência deve ser citado em laudo.

3.2. Tratamento da imagem de QR code

A fim de facilitar a leitura, recomenda-se a correção de contraste e brilho e algoritmos de manipu-

lação de histogramas. A equalização de histogramas de imagens é um procedimento largamente utilizado no tratamento forense de imagens, neste artigo é sugerido o uso do CLAHE. Entretanto, métodos concorrentes podem ser utilizados de acordo com a expertise do perito.

O CLAHE (Contrast Limited Adaptative Histogram Equalization) é um algoritmo que trata o histograma de uma imagem por região e não globalmente, é um método eficiente, robusto e amplamente utilizado. Para sua execução, faz-se necessário a estipulação de dois parâmetros Block Size e Clip Limit.

O Block Size consiste no tamanho da porção da imagem a qual será trabalhada individualmente. Já o Clip Limit determina a quantidade máxima de pixels que podem atingir um certo nível de cinza dentro dos histogramas de cada bloco. Outros procedimentos, como alinhamento e crop podem ser utilizados de acordo com a necessidade.

3.3. Processamento da imagem de QR code

Após o tratamento da imagem, o código deve ser carregado na ferramenta QRazyBox. Primeiramente, cria-se um projeto importando a imagem tratado anteriormente. A depender do estado de degradação, a ferramenta já faz uma leitura e mostra a matriz de dados.

A seguir, deve-se comparar a leitura obtida com o QR code trabalhado a fim de procurar erros e corrigi-los. Caso a leitura automática não seja viável, deve-se iniciar um projeto em branco e marcar todos os pontos visíveis atentando para a versão, nível de correção de erro e padrão de máscara compatíveis com o código trabalhado. É interessante a observação dos limites de recuperação de Reed-Solomon. Caso necessário, pode ser utilizada a ferramenta de recuperação de bits de preenchimento. Por fim, deve-se exportar a imagem e proceder a leitura utilizando um leitor conveniente.

A seguir, estão apresentadas as etapas da decodificação do QR code citadas.

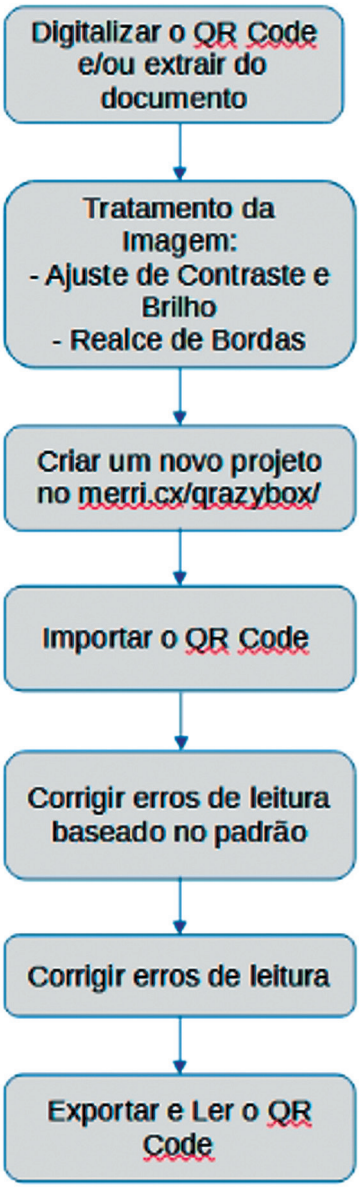


Figura 4. Etapas do processo de decodificação do QR.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação da metodologia proposta em 09 Qr Codes com diferentes níveis de degradações, foi possível recuperar 01 deles. Tal resultado corrobora a hipótese de que nem sempre é possível recuperar a informação ali contida, entretanto, tal ferramenta não pode ser descartada. A ferramenta apresenta melhores resultado quando as bordas das faixas não estão arredondadas e/ou algumas faixas estão completamente apagadas.

Figura 5. Exemplo de Qr Code recuperado

5. CONCLUSÕES

Diante do aumento da demanda por exames periciais de autenticidade de CRLVs-e impressos, este artigo teve como objetivo apresentar técnicas de tratamento de imagens que possam ser aplicadas aos casos de exames periciais de QR Codes dos CRLVs-e impressos cuja leitura não foi decodificada pelo aplicativo Vio QR Code, nem houve retorno de sua incompatibilidade, com o intuito de reduzir a incerteza quanto aos resultados de perícias relacionadas esses documentos.

Dessa forma, a utilização da ferramenta QRazyBox apresenta relevante contribuição para a casuística forense, entretanto, tal como a maioria dos processadores digitais de imagens, a referida ferramenta não dispõe da capacidade de recuperar informações muito degradadas.

Ademais, para trabalhos futuros, é sugerida a sua implementação junto a outros algoritmos de tratamento de imagens, em especial aqueles que tratem bordas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o auxílio e incentivo concedidos pela Perícia Forense do Estado do Ceará – PEFOCE e pelo Sindicato dos Peritos Oficiais de Natureza Criminal do Estado do Ceará – SINDIPERITOS CEARÁ, sem os quais, a publicação e apresentação deste estudo de artigo não teria sido possível.

REFERÊNCIAS

[1] Portaria Denatran N° 15 de 18 de janeiro de 2016.

[2] SERPRO. SERPRO loja. Retirado em 22/04/2024, de https://www.loja.serpro.gov.br/viogeraqrcode.

[3] Resolução do Conselho Nacional de Trânsito n° 809, de 5 de dezembro de 2020, que estabeleceu que a partir de 2021 o Certificado de Registro do Veículo passou a ser totalmente digital.

[4] Deliberação do Contran n° 180, de 30 de dezembro de 2019, que dispõe sobre os requisitos para emissão do Certificado de Registro e Licenciamento de Veículo em meio eletrônico (CRLV-e).

[5] M. Warasart; P. Kuacharoen. Paper-based document authentication using digital signature and QR code. 4TH International Conference on Computer Engineering and Technology 40: 94–98 (2012).

[6] QRazyBox User Guide. Retirado em 17/06/2024, de https://merri.cx/qrazybox/help/.

[7] Thonky's QR Code tutorial. Retirado em 17/06/2024, de https://www.thonky.com/qr-code-tutorial/.

v. 14, n. 4, p. 396-399, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Crimes Financeiros e o aumento da demanda de Perícia Criminal Contábil

B.R. Costa[a,*], J.B. Almeida[b]

[a] *Departamento Financeiro, Defensoria Pública do Paraná, Curitiba (PR), Brasil*
[b] *Coordenação do Curso de Ciências Contábeis, Universidade Federal do Tocantins, Palmas (TO), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: brunocostacont@gmail.com. Tel.: +55-63-998127-3237.*

Keywords: Contabilidade Forense; Perícia Criminal Contábil; Crimes Financeiros.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, onde a economia complexa e os frequentes escândalos de corrupção demandam uma atuação especializada, os peritos criminais com formação em ciências contábeis desempenham atividades fundamentais na investigação e na produção de provas. Além disso, têm a responsabilidade de interpretar as evidências de um crime, sempre amparado pelos limites impostos pela ciência, trazendo à luz a verdade dos fatos [1].

Desde a década de 1980, quando o Departamento de Polícia Federal (DPF) realizou seu primeiro concurso para perito criminal, a demanda por esses profissionais tem crescido consideravelmente [2]. Com isso, a contabilidade forense e a perícia criminal contábil têm se consolidado como importantes ferramentas no combate a crimes financeiros e à corrupção.

A contabilidade forense é uma evolução do processo de controle do patrimônio, que ultrapassa a coleta, o registro e a divulgação das informações contábeis, chamando a sua responsabilidade para combater a fraude, e produzir provas para o uso em juízo, o que implica ao profissional dominar matérias contábeis, investigativas e multidisciplinares [3].

Como se trata de uma ramificação da ciência contábil, a contabilidade forense concentra-se na investigação e análise de dados financeiros para detectar e prevenir fraudes e irregularidades, além de rastrear a origem e o destino de grande valores, que pode se tratar de dinheiro ou de outros ativos desviados [4].

Outra ferramenta utilizada na detecção de fraudes e de crimes financeiros é a perícia contábil, que é o conjunto de procedimentos técnicos e científicos destinado a levar à instância decisória elementos de prova necessários a subsidiar à justa solução do litígio, mediante laudo pericial contábil, e ou parecer pericial contábil, em conformidade com as normas jurídicas e profissionais, e a legislação específica no que for pertinente [5].

A perícia contábil é um instrumento que constata a verdade de situações, coisas ou fatos ligados ao patrimônio das entidades [6]. Portanto, enquadra-se na aplicação de perícias em geral, sobretudo, no ramo da perícia criminal e mais especificamente na perícia criminal contábil que trata de fraudes ligadas ao patrimônio, seja ele público ou privado, de pessoa física ou jurídica.

A perícia criminal é estudada pela criminalística e possui várias áreas de atuação e está diretamente ligada à Polícia [7]. Neste aspecto, tal ciência auxilia a justiça a esclarecer determinadas situações de delitos. Portanto, a perícia criminal é uma função de estado, legalmente prevista no sistema judiciário e que tem como atribuição os exames de corpo de delito, que abrange desde a avaliação de materiais até a elucidação de dinâmica criminosa, através da observação e análise de vestígios encontrados em local de crime [8].

Nesses moldes, a perícia criminal contábil é um meio de prova, sendo obrigatória a sua realização, no caso de o crime cometido ter deixado vestígios que só possam ser analisados com a sua realização [9]. Dessa maneira, a perícia criminal contábil ocu-

B.R. Costa, J.B. Almeida, Rev. Bras. Crim. 14(4), 396-399, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

pa lugar central nos processos que envolvem crimes contra o sistema financeiro ou contra a ordem econômica tributária [10].

Ademais, o Brasil conta com o auxílio do Conselho de Controle de Atividades Financeiras (Coaf) que é a Unidade de Inteligência Financeira (UIF) no país. Uma das funções do Coaf é prevenir e combater a lavagem de dinheiro [11], que é um crime financeiro. Como autoridade administrativa, central e independente, cabe ao Coaf receber e analisar informações relativas a atos suspeitos. Tais informações são enviadas pelo setor financeiro e por outros setores que possuem a obrigação de informar e, consequentemente, cabe ao Coaf dar ciência às autoridades competentes para que haja a aplicação da lei contra os crimes.

Posto isto e tendo em vista a relevância da contabilidade forense e da perícia criminal contábil para o desvelar de crimes financeiros, surge o problema desta pesquisa: o aumento de crimes financeiros tem demandado de mais peritos contadores na área criminal? Para responder a pergunta proposta o objetivo geral da pesquisa é elucidar a respeito de crimes financeiros e o consequente aumento da demanda de peritos contadores na área criminal. Especificamente busca-se i) demonstrar o crescimento das Comunicações de Operações em Espécie e de Comunicações de Operações Suspeitas recebidas pelo Coaf; ii) levantar o número de vagas para peritos contadores ofertadas em concursos públicos no Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODO

Trata-se de uma pesquisa exploratória que visa trazer à tona aspectos relacionados a um tema pouco explorado [12]. É uma pesquisa documental [13], pois explorou o relatório de atividades do Coaf (2020), bem como editais de Concursos Públicos; Diários Oficiais dos Estados e da União; Minuta de Edital e outros documentos oficiais.

Após o levantamento e organização dos dados em planilhas de *Excel*, foram elaborados gráficos para facilitar o entendimento e interpretação dos dados. Com isso, foi possível realizar análises sobre a realidade das vagas ofertadas para perito oficial de natureza criminal com formação em ciências contábeis no Brasil.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos últimos anos, o funcionalismo público ofereceu oportunidades significativas para profissionais bacharéis em ciências contábeis atuarem como Peritos Oficiais Criminais [14]. Essas oportunidades surgiram, dentre outros motivos, devido ao cenário político brasileiro, marcado por grandes escândalos de corrupção e crimes financeiros. Segundo o *Site* PwC [15], em 2022, 62% das organizações brasileiras relataram ter sofrido algum tipo de fraude ou outro crime econômico nos últimos 24 meses (46%, no mundo), ou seja, as medidas de prevenção a fraudes estão funcionando – mas o cenário se agrava no Brasil.

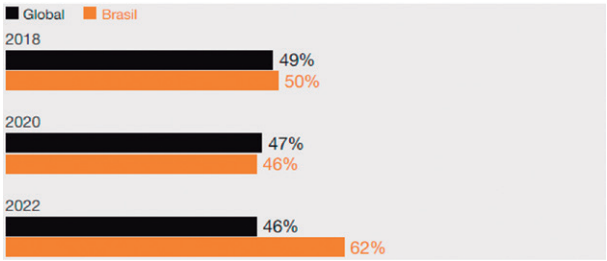


Figura 1. Empresas vítimas de fraude, corrupção ou outros crimes econômico-financeiros.

Além disso, dados dos Relatórios de Inteligência Financeira (RIFs) do Conselho de Controle de Atividades Financeiras – Coaf, demonstram o crescimento de Comunicação de Operações em Espécie (COE) e de Comunicações de Operações Suspeitas (COS), nos últimos anos, conforme se constata na Fig. 2.

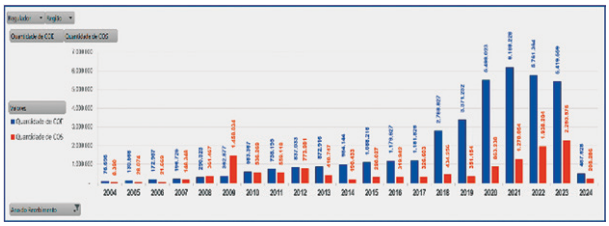


Figura 2. Comparativo de Comunicações recebidas de 2004 a 2024.

A "Quantidade de COE" (barras azuis) mostra um aumento significativo a partir de 2018, com elevações acentuadas em 2020, atingindo o pico em 2021, e depois diminuindo rapidamente em 2022 e 2023. A "Quantidade de COS" (barras laranjas) permanece relativamente baixa em comparação com o COE, mas, também, apresenta um aumento notável a partir de 2018, com picos em 2021 e 2022. As comunicações suspeitas indicam possíveis "indícios de lavagem de dinheiro, de financiamento do terrorismo ou de outros ilícitos [16]. Consequentemente, para que crimes de ordem financeira sejam investigados, são necessárias, dentre outras metodologias, análises periciais.

Em um outro panorama, há um levantamento da quantidade de relatórios que foram enviados para a autoridades competentes. Segundo o Coaf [17], tais informações somente são difundidas às autoridades competentes, quando verificados fundados indícios de crimes de lavagem de dinheiro, de financiamento do terrorismo ou de outros ilícitos. Portanto, não são

B.R. Costa, J.B. Almeida, Rev. Bras. Crim. 14(4), 396-399, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

provas de ilícitos, mas constituem indícios que devem ser adequadamente investigados pelas autoridades competentes que são responsáveis por, a seu critério, abrir procedimento de investigação sobre os indícios relatados [18].

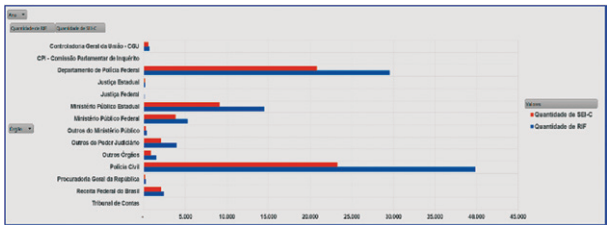


Figura 3. Quantidade de Comunicações enviadas a Autoridades Competentes (2014 – 2024)

O Departamento da Polícia Federal recebeu uma quantidade significativa de comunicações, com os RIFs sendo mais frequentes do que SEI-C. A predominância dos Relatórios de Inteligência Financeira sugere uma maior incidência de relatórios informativos preliminares que necessitaram de investigação por parte da Polícia Federal. A alta quantidade de comunicações recebidas reflete o papel central desta instituição policial brasileira na análise e investigação de indícios de lavagem de dinheiro, financiamento do terrorismo e outros ilícitos. A Polícia Civil recebeu a maior quantidade de RIFs entre todos os órgãos listados, indicando um volume extremamente alto de relatórios preliminares. A quantidade de SEI-C é também substancial, embora menor que os RIFs, mas ainda representa uma carga significativa de comunicações. A predominância dos RIFs sugere que a Polícia Civil é frequentemente a primeira linha de investigação para atividades suspeitas reportadas, especialmente em nível estadual. O grande número de comunicações reflete a importância da Polícia Civil na detecção e investigação de possíveis atividades ilícitas, complementando o trabalho da Polícia Federal. Outros órgãos estaduais e do poder judiciário receberam uma quantidade menor de comunicações, indicando que a maioria das comunicações é centralizada nas principais autoridades investigativas como a Polícia Civil e o Ministério Público Estadual.

A distribuição de comunicações reflete a estrutura organizacional e a dinâmica das investigações de crimes financeiros no Brasil, com uma centralização das investigações preliminares em órgãos específicos como a Polícia Civil e a Polícia Federal. Além disso, a possibilidade de requisitar perícias aos órgãos oficiais de perícia, como o Instituto de Criminalística e Polícia Científica, para apoiar suas investigações, reforça a importância da colaboração entre diferentes entidades para a resolução eficaz dos casos investigados.

Diante dessa realidade, observa-se um aumento de profissionais formados em ciências contábeis no quadro de servidores, da Polícia Federal e da Polícia Civil. Isso é evidente nos últimos concursos, que contemplaram vagas específicas para a área contábil e/ou ciências econômicas. Para melhor evidenciar, segue Gráfico 1 demonstrando o crescimento e a oferta de vagas nos últimos 20 anos e, logo em seguida a Tabela 1.

Tabela 1. Ofertas de vagas para Perito Oficial Criminal Contábil.

Ano do Concurso	Vagas Ofertadas	Convocações
2007	4	16
2009	11	15
2011	3	9
2013	14	12
2014	8	18
2015	1	3
2016	3	14
2017	1	10
2018	14	15
2021	9	10
2022	4	10
2023	7	0
2024	10	0
Total	**89**	**132**

Fonte: Elaborado pelos autores

Gráfico 1. Quantitativo de vagas e convocações por ano para o cargo de Perito Oficial Criminal Contábil nos Estados brasileiros

Fonte: Elaborado pelos autores

Observa-se um aumento geral tanto no número de vagas ofertadas quanto no número de convocações ao longo do período analisado, com exceção de 2015, que teve uma queda nas vagas ofertadas em comparação com o ano anterior. Isso pode indicar uma demanda crescente por peritos contábeis ou uma maior ênfase dos órgãos estaduais de perícia oficial na contratação desses profissionais para fortalecer suas equipes de investigação.

A partir de 2022, observa-se uma queda significativa no número de convocações para os concursos de peritos oficiais de natureza criminal nos Estados. Essa diminuição pode ser atribuída a uma série de razões, incluindo a presença de inconsistências judiciais (concursos suspensos e/ou paralisados por ordem judicial), dúvidas sobre a validade dos concursos, pendências na homologação dos resultados e a possível conclusão iminente dos processos seletivos. Devido a esses fatores, torna-se difícil mensurar com precisão a quantidade de candidatos convocados nesse período.

É importante mencionar, ainda, que essa queda no número de convocações não necessariamente reflete uma diminuição na demanda por peritos contábeis pelos órgãos oficiais de perícias, mas, sim, reflete as complexidades e desafios enfrentados no processo de seleção e contratação desses profissionais.

4. CONCLUSÕES

A contabilidade forense desempenha um papel fundamental no combate aos crimes financeiros, como a lavagem de dinheiro e a corrupção. A análise dos dados apresentados revela um aumento significativo no número de comunicações recebidas pelo Coaf, indicando um crescimento das atividades suspeitas nesse sentido. Além disso, a demanda por peritos contadores na área criminal tem aumentado, refletindo a necessidade de profissionais especializados para investigar e produzir provas em casos de crimes financeiros.

A colaboração entre diferentes entidades, como a Polícia Federal, a Polícia Civil e os órgãos de perícia oficial, é necessária para a eficácia das investigações e resolução dos casos. O crescimento do quadro de servidores formados em ciências contábeis nessas instituições demonstra o reconhecimento da importância desses profissionais na luta contra os crimes financeiros.

Diante do cenário de aumento dos crimes financeiros no Brasil, a contabilidade forense vem se destacando como uma ferramenta eficiente e eficaz na prevenção e na investigação de fraudes e irregularidades. A análise dos dados financeiros e a produção de provas técnicas são fundamentais para a responsabilização dos envolvidos e a garantia da integridade do sistema financeiro. Assim, a atuação dos peritos contadores na área criminal se mostra indispensável para a justiça e a transparência no ambiente econômico do país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Associação Nacional dos Peritos Criminais Federais. *Perícia Criminal: O que é a Perícia Criminal?*. 2018. Retirado em 28/06/2024, de: https://apcf.org.br/pericia-criminal/o-que-e-a-pericia-criminal.

[2] Polícia Federal. Vagas para Perito Criminal Federal. 2020. Retirado em 29/05/2024, de https://www.gov.br/pf/pt-br/acesso-a-informacao/servidores/concursos.

[3] F. N. Cardoso. Contabilidade forense no Brasil: incipiência ou insipiência? 67 f. *Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis)* – Programa Multi-institucional e Inter-Regional de Pós-graduação em Ciências Contábeis, Universidade de Brasília, Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal de Pernambuco, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasília (2008).

[4] L. M. da. Silva. *Contabilidade forense: Princípios e Fundamentos*. São Paulo: Atlas (2012).

[5] Conselho Federal de Contabilidade. *Normas Brasileiras de Contabilidade – Técnicas.* 1992. Retirado em 28/06/2024, de https://cfc.org.br/tecnica/normas-brasileiras-de-contabilidade/nbc-tp-de-pericia/.

[6] V. L. P. Alberto. *Perícia Contábil.* 4 ed. São Paulo: Atlas (2007) 33.

[7] J. P. S. Vargas; J.R. Krieger. A Perícia Criminal em face da Legislação: *Revista Eletrônica de Iniciação Científica*. **5:** 382-396 (2014).

[9] Brasil. Código de Processo Penal. *Decreto-lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941* (1941).

[8] R. G. Garrido; A. Giovanelli. *Ciência Forense: Uma Introdução à Criminalística.* Rio de Janeiro: Faperj (2012).

[10] T. H. C. Silva. *A perícia e o perito criminal contábil: Instrumentos a serviço da justiça. Revista Brasileira de Criminalística*: **8**: 35-47 (2019).

[11] Conselho de Controle de Atividades Financeiras. *O Coaf – A Unidade de Inteligência Financeira Brasileira.* O que faz o Coaf?, 3, (2020). Retirado em 10/06/2024, https://www.gov.br/Coaf/.

[12] A. C. Gil. *Como elaborar projetos de pesquisa.* São Paulo: Atlas (2002) 210.

[13] M. M. Oliveira. *Como fazer pesquisa qualitativa.* Petrópolis: Vozes, (2007) 70.

[14] PCI Concursos. Vagas para perito criminal 2004-2024. Retirada em 29/05/2024, de https://www.pci-concursos.com.br/provas/perito-criminal/.

[15] M. Panassol. PwC Brasil. *Protegendo o perímetro: o avanço da fraude externa.* Pesquisa Global sobre Fraudes e Crimes Econômicos, 4, (2022). Retirada em 14/06/2024, de https://www.pwc.com.br/.

[16] Conselho de Controle de Atividades Financeiras. *O Coaf – A Unidade de Inteligência Financeira Brasileira.* Relatório Integrado de Gestão, 26, (2022). Retirada em 10/06/2024, https://www.gov.br/Coaf/.

[17] Conselho de Controle de Atividades Financeiras. *O Coaf – A Unidade de Inteligência Financeira Brasileira.* O que faz o Coaf?, 10, (2020). Retirada em 10/06/2024, https://www.gov.br/Coaf/.

[18] Conselho de Controle de Atividades Financeiras. *O Coaf – A Unidade de Inteligência Financeira Brasileira.* O que faz o Coaf?, 10, (2020). Retirada em 10/06/2024, https://www.gov.br/Coaf/.

v. 14, n. 4, p. 400-405, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Influência do processo de digitalização no exame grafoscópico e na detecção de alterações documentais materiais

E.G. Lima Neto[a,*], B.R. Trindade[b]

[a] *Instituto de Criminalística, Coordenadoria-Geral de Perícias, Aracaju (SE), Brasil*
[b] *Instituto Nacional de Criminalística, Polícia Federal, Brasília (DF), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: epaminondas.neto@policiatecnica.se.gov.br. Tel.: +55-79-3198-2050.*

Keywords: Scanning. Documents. Handwrting Analysis. Alterations.

1. INTRODUÇÃO

A popularização dos instrumentos de captura de imagem (escâneres, câmeras e aparelhos celulares) conjugada com a migração dos documentos do meio físico para o digital pode ser interpretada como uma mudança de paradigma nos órgãos oficiais de perícia.

Todo processo de digitalização compreende, em sua essência, a captura da imagem do documento físico a ser digitalizado, o que, como apontado por [1], é realizado por meio da combinação entre uma fonte de iluminação e a reflexão ou absorção da energia dessa fonte pelos elementos da imagem que está sendo capturada. A luz refletida pela imagem (ou pelo documento) excita um sensor, de modo a produzir uma resposta (geralmente, sob a forma elétrico-senoidal), que é quantificada e interpretada por um programa (*software*), de forma a traduzir a resposta elétrica emitida em dados digitais para formação do arquivo/documento digitalizado.

Embora a disponibilização de apenas documentos digitalizados seja mais eficiente ou econômica à tramitação dos processos judiciais (e, em algumas unidades policiais, também dos inquéritos aí instaurados), sob o ponto de vista da análise documentoscópica, a realização do exame sobre o documento digitalizado, em que pese não restar impossibilitada de forma absoluta, a depender da forma com que o processo de digitalização/captura foi realizado, pode enfrentar limitações adicionais àquelas já enfrentadas na análise dos documentos físicos.

Ao discutir sobre a possibilidade análise grafoscópica em fotocópias de documentos, [2] divide a identificação dos elementos individualizadores da escrita em três categorias: (1) aqueles que são de identificação evidente, como morfologia, calibre, inclinação e espaçamento; (2) aqueles que são identificáveis em cópias de boa qualidade, como variações de pressão, ritmo gráfico e ataques/arremates; e (3) aqueles cuja identificação só é possível em algumas situações, a exemplo do sentido do traço e dos métodos de construção complexos.

Pelos resultados apresentados por [3], considerando alterações documentais materiais aditivas do tipo implante, uma precisão maior que 80% é alcançada para digitalizações com resoluções maiores que 500 dpi (pixels por polegada) para impressoras a jato de tinta e maiores que 1100 dpi para impressoras a laser.

Sendo assim, o presente trabalho objetivou avaliar a influência do processo de digitalização (e suas configurações intrínsecas, como resolução, cor e instrumento de captura) sobre a identificação de alterações materiais documentais e sobre o exame grafoscópico (identificação de falsificações em assinaturas e/ou rubricas).

2. METODOLOGIA

2.1. Produção dos documentos questionados

Numa primeira etapa, foram produzidos, por impressão a laser e em folha de papel branco tamanho

E.G. Lima Neto, B.R, Trindade, Rev. Bras. Crim. 14(4), 400-405, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

A4 (297x210 mm), 15 (quinze) documentos distintos, contendo uma assinatura/rubrica (podendo ser autêntica ou inautêntica) e/ou uma alteração documental material, como apresentado na Tabela 01. Tais documentos serão, doravante, denominados "documentos originais". Os documentos produzidos objetivaram simular as situações mais corriqueiras submetidas à análise grafoscópica nos órgãos oficiais de perícia: fraude no pagamento de indenizações securitárias decorrentes de acidente de trânsito (seguro DPVAT), falsificação de atestados médicos e alterações em instrumentos contratuais.

As assinaturas/rubricas autênticas lançadas nos documentos originais foram produzidas por três participantes voluntários, que também forneceram os seus padrões gráficos em folha de papel branco, tamanho A4, com instrumento escritor do tipo esferográfico de cor azul. Já as assinaturas inautênticas lançadas nos documentos originais foram produzidas pelo primeiro autor deste trabalho.

Em seguida, numa segunda etapa, os documentos originais foram submetidos a processos de digitalização variados, gerando o que, adiante, serão denominados "documentos digitalizados", todos produzidos em PDF (Portable Document Format). Nos processos de digitalização, foram utilizados 05 (cinco) instrumentos/equipamentos de captura, sendo 03 (três) escâneres e 02 (dois) aplicativos para celular, variando-se as configurações de resolução e cor.

2.2. Avaliação dos documentos por peritos

A avaliação dos documentos produzidos foi realizada em duas etapas, por 08 (oito) peritos criminais estaduais, lotados no Instituto de Criminalística de Sergipe e no Instituto de Criminalística Carlos Éboli do Rio de Janeiro, que possuíam ou não experiência em análises documentoscópicas.

Na primeira etapa, foram disponibilizados aos peritos os documentos digitalizados (citados no subitem anterior), acompanhados dos padrões gráficos referentes às rubricas/assinaturas questionadas. Para cada documento, os peritos/avaliadores responderam, de forma geral: (1) se a rubrica/assinatura que consta no documento era autêntica ou inautêntica; e (2) se havia alguma alteração material no documento. Na segunda etapa, aos peritos foram disponibilizados os documentos originais, também acompanhados dos padrões gráficos referentes às rubricas/assinaturas questionadas. Para cada documento, os peritos/avaliadores foram instigados a responder os mesmos questionamentos citados no parágrafo anterior.

Para maior eficiência no processamento e análise dos dados, as respostas foram coletadas em formulários *online*, disponibilizados por meio de correio eletrônico (*e-mail*) aos peritos participantes. Foram-lhes, ainda, fornecidas garantias éticas, como o anonimato no preenchimento do formulário e a não divulgação de quaisquer dados que os pudessem identificar.

Durante o processamento dos dados, foi atribuída pontuação igual a 1 (um) para cada resposta correta do participante e pontuação 0 (zero) para cada resposta errada ou inconclusiva. Por conta do número reduzido de participantes, foi utilizada estatística meramente descritiva para análise dos dados, sendo estes expressos sob forma de porcentagem, representando o somatório de acertos do participante em relação ao máximo de acertos que poderia ser obtido, de acordo com cada critério analisado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Resultados Gerais

De forma geral, como representado pela Figura 1, quando analisadas todas as respostas de cada participante (tanto com relação à autenticidade das assinaturas/rubricas quanto em relação à integridade material do documento) para o conjunto total dos documentos examinados, percebeu-se que a análise dos documentos físicos possui maior porcentagem de acerto (67%-90%) que a análise dos documentos digitalizados (30%-77%).

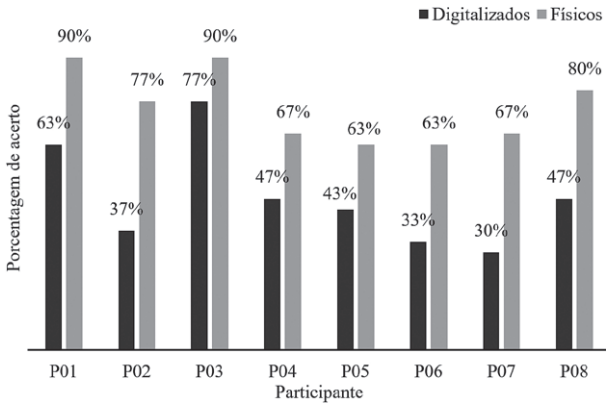


Figura 1. Porcentagem geral de acertos de todos os participantes.

Também, foi possível notar, tanto na análise dos documentos digitalizados quanto no exame dos documentos físicos, que há uma tendência de que peritos com experiência em análises documentoscópicas (P01, P03 e P08) possuam maior porcentagem de acerto que peritos sem experiência na área, conforme ilustrado pela Figura 2. Embora caiba se

destacar as limitações que impedem a realização da comparação estatística.

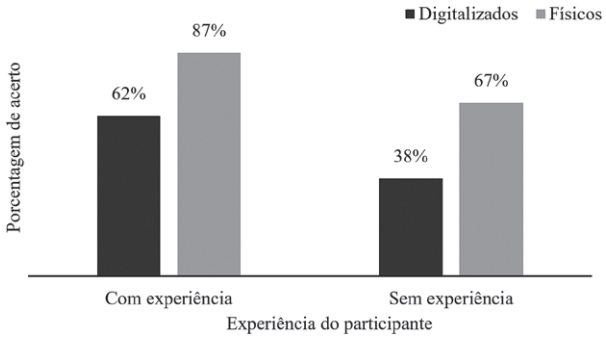


Figura 2. Porcentagem de acertos de acordo com a experiência do participante em análises documentoscópicas.

Com relação à influência que o contato com os documentos físicos provocou nas respostas dos participantes, para todos eles foram observadas significativas mudanças de respostas quando comparadas àquelas fornecidas quando da análise dos documentos digitalizados (Figura 3): para o participante P01, 100% das mudanças de respostas resultaram em acerto; 80% para o P02; 83% para o P03; 100% para o P04; 100% para o P05; 60% para o P06; 85% para o P07; e 89% para o P08.

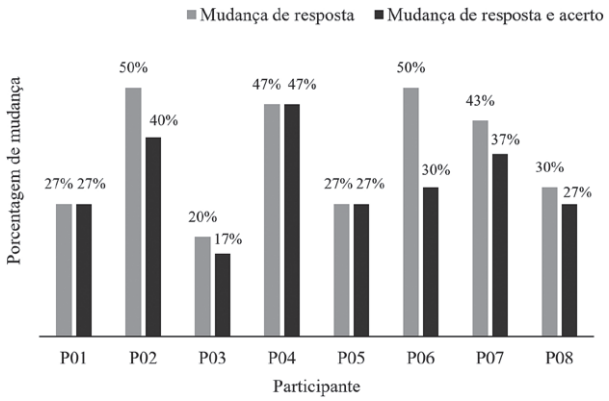


Figura 3. Porcentagem de mudança de respostas.

Também, foi observado que, de maneira geral, o exame realizado nos documentos digitalizados indica uma maior porcentagem de respostas inconclusivas, se comparado à análise realizada nos documentos físicos (Figura 4). Dentre os comentários às respostas (de preenchimento opcional pelo participante), estavam: "*eu solicitaria o documento em original ou cópias de melhor qualidade*" (P08), "*a digitalização impede de perceber elementos de construção da rubrica*" (P07), e "*devido à qualidade da fotocópia, não é foi possível afirmar categoricamente que a assinatura questionada foi produzida pelo mesmo punho escritor que forneceu o material gráfico padrão*" (P01).

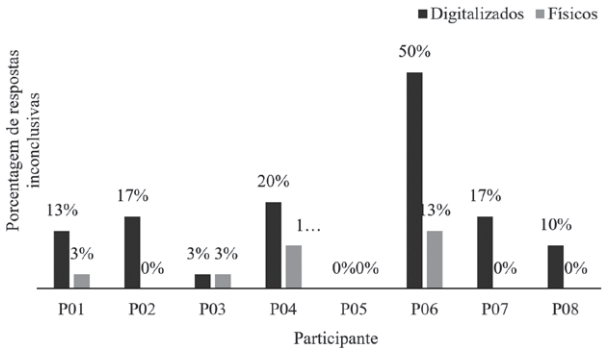


Figura 4. Porcentagem de respostas inconclusivas.

O resultado obtido, em relação à emissão de respostas inconclusivas, de certa forma, não guardou similaridade com os resultados obtidos por [4] e [5], uma vez que ambos os trabalhos constataram que peritos tendem a emitir uma porcentagem maior de respostas inconclusivas que pessoas leigas. Tais divergências nos resultados podem ser devidas, dentre outros fatores, ao número de participantes em cada trabalho, à diferença nos materiais analisados (assinaturas/rubricas no presente trabalho, e textos no estudo realizado por [5]), à diferença na maneira de ponderar as respostas (o trabalho realizado por [4] utilizou pontuação -1 para erros, 0 para respostas inconclusivas e 1 para respostas corretas), e ao fato de que, no presente trabalho, um participante sem experiência (P06) consignou todas as respostas como inconclusivas na análise grafoscópica nos documentos digitalizados (o que pode ter distorcido os resultados).

Ainda, com relação à emissão de respostas inconclusivas em exames documentoscópicos, percebe-se, da literatura, uma certa variação nos resultados que são relatados: 50,5% em [4], 23,1% em [6], e 1,7% e 6,4% em [7]. Sendo assim, em termos qualitativos ou de ordem de grandeza, os resultados obtidos neste trabalho (para os documentos físicos) possuem uma maior compatibilidade com aqueles obtidos por [7].

3.2. Análises grafoscópicas

Com relação especificamente à análise grafoscópica nos documentos questionados, de maneira geral, foi percebido que a análise dos documentos físicos rende porcentagens de acertos superiores ao exame realizado nos documentos digitalizados (Figura 5), sendo que a porcentagem de acertos dos peritos com experiência foi sensivelmente superior à proporção de sucesso dos participantes sem experiência (Figura 6).

E.G. Lima Neto, B.R, Trindade, Rev. Bras. Crim. 14(4), 400-405, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

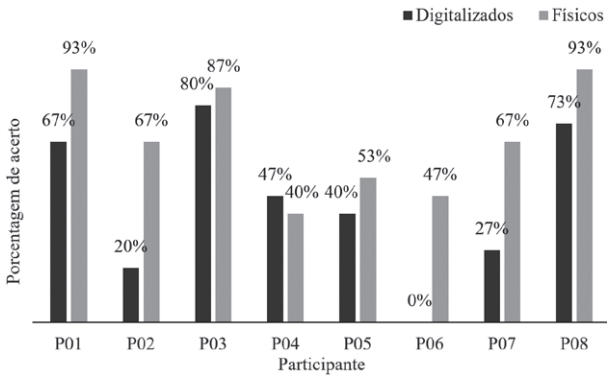


Figura 5. Porcentagem de acertos no exame grafoscópico.

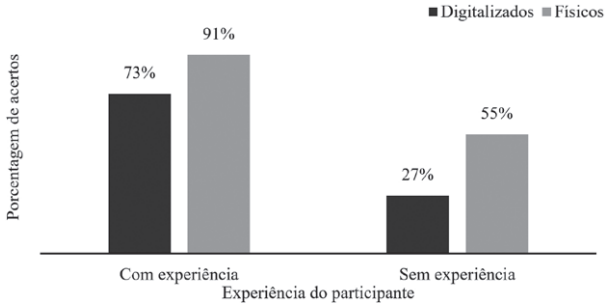


Figura 6. Porcentagem de acertos no exame grafoscópico, de acordo com a experiência do participante.

Analisando-se, em específico, os participantes com experiência, percebe-se que os resultados, qualitativamente, resguardam similaridade com as porcentagens de acertos observadas por [7] – entre 88,3% e 93,2% para assinaturas genuínas e entre 74,9% e 75,7% para assinaturas simuladas – e com o observado por [6] para assinaturas simuladas – entre 87,6% e 90,9% ao longo de quatro anos de estudo.

3.3. Identificação das alterações materiais

No que se refere, em específico, à detecção das alterações materiais nos documentos questionados, foi percebido que a análise dos documentos físicos rende porcentagens de acertos sensivelmente superiores ao exame realizado nos documentos digitalizados, sendo que, nestes últimos, mais de 60% dos participantes não detectou qualquer alteração material (Figura 7). Ainda, observou-se que a porcentagem de acertos dos peritos com experiência foi superior à proporção de sucesso dos participantes sem experiência (Figura 8).

Quando identificadas alterações materiais nos documentos digitalizados, foi percebido que estas se deram de forma indiciária, sem convicção plena: "*Possível alteração subtrativa no item 5.1.*" (P03), "*Vestígios de alteração por supressão de elementos e inserção no campo referente à quantidade de dias*" (P03).

Lado outro, observou-se que a análise dos documentos físicos rendeu respostas categóricas quanto à identificação das alterações materiais, independentemente da experiência dos participantes.

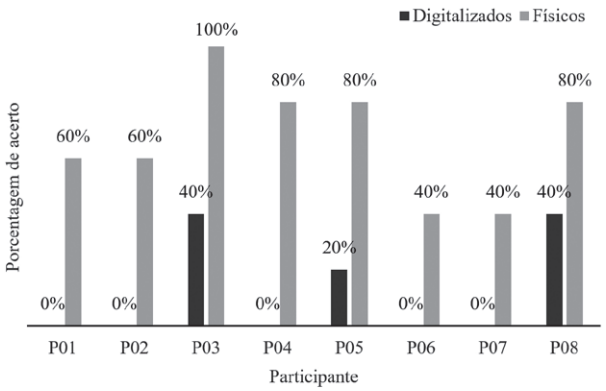


Figura 7. Porcentagem de acertos na identificação das alterações materiais.

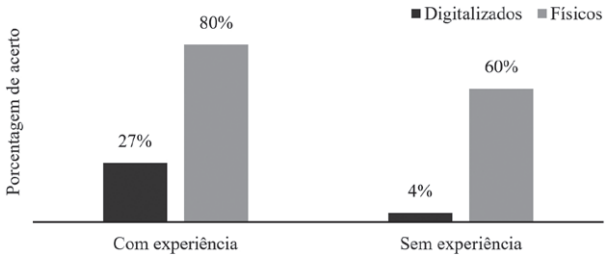


Figura 8. Porcentagem de acertos na identificação das alterações materiais, de acordo com a experiência do participante.

Ainda, com relação aos documentos digitalizados, além da já relatada menor chance de sucesso na identificação de alterações materiais, foram observadas, em alguns casos, identificações de alterações materiais inexistentes. Tal resultado reforça a necessidade de cautela quando da análise de documentos digitalizados, uma vez que, dentre outros aspectos, sujidades no dispositivo óptico de captura, desalinhamento dos mecanismos de entrada do papel no escâner, manipulação do documento durante o processo de digitalização ou tremor no aparelho celular, quando a captura é realizada por aplicativos, podem gerar pontos, traços ou descontinuidades no documento produzido, de tal forma que tais particularidades ou fortuitos reproduzidos durante o processo de digitalização sejam confundidos com alterações materiais existentes no documento original.

3.4. Influência do instrumento de captura

Ao serem analisados sob a perspectiva do instrumento de captura/resolução utilizado, os resultados obtidos (Figura 9) revelam que as análises grafoscópicas nos documentos digitalizados possuem maior chance de acerto à medida que a resolução do escâner

de mesa aumenta, exibindo especial incremento quando são comparadas as resoluções de 300 dpi e 600 dpi.

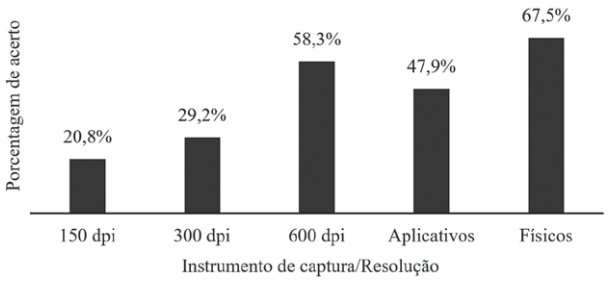


Figura 9. Porcentagem de acertos na análise grafoscópica: influência do instrumento de captura/resolução.

No que se refere à influência do instrumento de captura/resolução sobre a identificação de alterações materiais, os resultados obtidos (Figura 10) indicam uma proximidade entre as chances de acerto quando são utilizados documentos digitalizados por aplicativos e quando são examinados documentos digitalizados por escâneres de mesa (com baixa influência do nível de resolução).

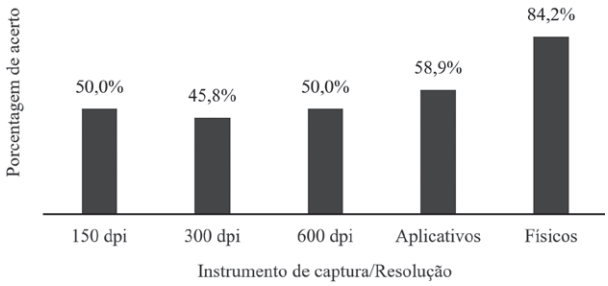


Figura 10. Porcentagem de acertos na identificação de alterações materiais: influência do instrumento de captura/resolução.

3.5. Influência da cor do documento

Analisando a influência da cor do documento sobre as chances de acerto da análise grafoscópica, os resultados indicam uma proximidade entre as diversas configurações de cor dos documentos digitalizados estudados (preto e branco, escala de cinza e colorido) (Figura 11). Também, foi observado que a utilização dos documentos físicos proporciona um acréscimo de aproximadamente 25% nas chances de acerto na análise grafoscópica, se comparada com a utilização de documentos digitalizados.

Com relação à identificação de alterações materiais, os resultados obtidos sugerem que a análise dos documentos digitalizados produzidos em escala de cinza e em colorido possuem significativa maior chance de acerto que o exame nos documentos digitalizados em preto e branco (Figura 12). Ainda, a análise nos documentos físicos resultou em maiores chances de aumento na identificação das alterações materiais, se comparada à análise dos documentos digitalizados, em quaisquer das configurações de cor estudadas.

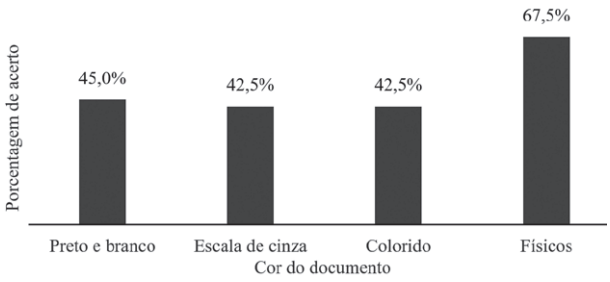


Figura 11. Porcentagem de acertos na análise grafoscópica: influência da cor do documento.

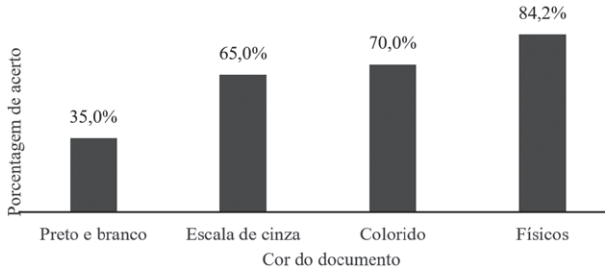


Figura 12. Porcentagem de acertos na identificação de alterações materiais: influência da cor do documento.

4. CONCLUSÕES

De forma geral, foi percebido que a análise dos documentos físicos possui uma tendência geral de render maiores porcentagens de acerto e menores porcentagens de respostas inconclusivas que a análise dos documentos digitalizados, sugerindo, também, que peritos com experiência possuem maior chance de emitir respostas corretas que peritos sem experiência na área. A disponibilização dos documentos físicos sugeriu uma aptidão a ocasionar significativas mudanças nas respostas dos participantes: para o participante P01, 100% das mudanças de respostas resultaram em acerto; 80% para o P02; 83% para o P03; 100% para o P04; 100% para o P05; 60% para o P06; 85% para o P07; e 89% para o P08.

No que se refere, em específico, à detecção das alterações materiais nos documentos questionados, os resultados sugerem que a análise dos documentos físicos proporciona chances de acertos sensivelmente superiores ao exame realizado nos documentos digitalizados. Quando detectadas as alterações materiais nestes documentos, os participantes exprimiram suas conclusões de forma indiciária.

As análises grafoscópicas nos documentos digitalizados exibiram uma tendência de maior chance de acerto à medida que a resolução do escâner de mesa aumenta. A digitalização por aplicativos indicou menores chances de acerto que a digitalização a 600 dpi.

Na identificação de alterações materiais, entretanto, observou-se pouca diferença entre o desempenho dos participantes analisando os documentos digitalizados por aplicativos e os documentos digitalizados por escâneres de mesa.

Por fim, foi observado que a cor do documento digitalizado, apesar de não possuir significativa influência na análise grafoscópica, possui considerável influência sobre a identificação de alterações materiais (a análise dos documentos coloridos rendeu o dobro de chances de acerto quando comparada à análise dos documentos produzidos em preto e branco).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] R.C. Gonzalez; R.E. Woods. *Digital Image Processing*. Nova Iorque: Pearson (2018).

[2] S. Feuerharmel. *Análise grafoscópica de assinaturas*. Campinas: Millenium Editora (2017).

[3] S. Shang, N. Memon, X. Kong. Detecting documents forged by printing and copying. *EURASIP J. Adv. Signal Process*, 140 (2014).

[4] A.G. Dyer; B. Found; D. Rogers. An insight into forensic document examiner expertise for discriminating between forged and disguised signatures. *Journal of Forensic Sciences*, 53, 5 (2008).

[5] C. Bird; B. Found; D. Rogers. Forensic document examiners' skill in distinguishing between natural and disguised handwriting behaviors. *Journal of Forensic Sciences*, 55, 5 (2010).

[6] C. Bird; B. Found; K. Ballantyne; D. Rogers. Forensic handwriting examiners' opinions on the process of production of disguised and simulated signatures. *Forensic Science International*, 195 (2010).

[7] T.N. Dewhurst; B. Found; K.N. Ballantyne; D. Rogers. The effects of extrinsic motivation on signature authorship opinions in forensic signature blind trials. *Forensic Science International*, 236 (2014).

T. de S. Santana, Rev. Bras. Crim. 14(4), 406-407, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 406-407, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA
Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Análise de Metadados na Verificação de Documentos Digitais

Avaliação da Eficácia de Ferramentas de Análise de Metadados

T. de S. Santana

[a] *Mundo Forense, Brasil*
aforensicworld@gmail.com
+55-73-998606289.

Resumo

Este trabalho explora a eficácia de ferramentas de análise de metadados na verificação da autenticidade e integridade de documentos digitais. Utilizando uma abordagem experimental, foram analisados documentos PDF e imagens, aplicando fraudes simuladas para testar a capacidade das ferramentas Autopsy, ExifTool e HxD em detectar irregularidades. Os resultados mostram que a combinação dessas ferramentas oferece uma análise mais precisa e abrangente, essencial para a detecção de fraudes e adulterações digitais. Esta pesquisa contribui para o campo da criminalística, oferecendo uma visão prática e acessível para profissionais forenses na análise de documentos digitais.

Keywords: metadados, análise forense, documentos digitais, autenticidade, integridade, Autopsy, ExifTool, HxD.

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço das tecnologias digitais, a segurança da informação tornou-se uma preocupação central para indivíduos e organizações. A autenticidade e a integridade de documentos digitais são fundamentais para prevenir fraudes e garantir a veracidade das informações. Metadados, que descrevem dados como origem, autoria, data de criação e modificações, funcionam como "impressões digitais" que ajudam a detectar inconsistências e adulterações.

Esta pesquisa investiga o uso de metadados para verificar a autenticidade e integridade de documentos digitais, focando em PDFs e imagens. A análise de metadados não apenas confirma a veracidade dos documentos, mas também detalha seu histórico de alterações. Utilizando uma metodologia experimental, avaliamos ferramentas como Autopsy, ExifTool e HxD, escolhidas por sua precisão, custo e facilidade de uso, para fornecer uma abordagem prática e acessível a profissionais da criminalística.

A pesquisa também aborda cenários de falsificação comuns, como fraudes de cartão de crédito e empréstimos consignados, que representam ameaças significativas no contexto digital. Ao simular essas fraudes, o estudo busca demonstrar como diferentes ferramentas de análise de metadados podem ser aplicadas para detectar irregularidades e garantir a segurança documental. Dessa forma, a investigação contribui para o aprimoramento das práticas forenses, oferecendo uma visão abrangente sobre a importância e aplicação dos metadados na verificação de documentos digitais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa adotou uma abordagem experimental com o objetivo de avaliar a eficácia de diferentes ferramentas de análise de metadados na verificação de documentos digitais. A escolha dessa metodologia experimental permite uma análise controlada e detalhada das capacidades e limitações das ferramentas selecionadas.

T. de S. Santana, Rev. Bras. Crim. 14(4), 406-407, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

3. SELEÇÃO DOS DOCUMENTOS

Para a condução dos experimentos, foram escolhidos dois tipos de documentos digitais: PDFs e imagens. Foram selecionados 5 documentos de cada tipo, totalizando 10 documentos. Esses documentos foram obtidos de diferentes fontes, garantindo uma variação significativa em termos de tamanho, conteúdo e origem, o que permite uma análise abrangente e representativa das situações reais encontradas em investigações forenses.

Simulação de Fraudes

Os documentos selecionados foram submetidos a fraudes simuladas de baixa complexidade, como falsificação de informações em fraudes de cartão de crédito e empréstimos consignados. Essas fraudes foram aplicadas de maneira controlada, garantindo a documentação detalhada de cada alteração realizada. A escolha por fraudes de baixa complexidade se deve à necessidade de testar a eficácia das ferramentas em situações comuns, mas potencialmente prejudiciais, que investigadores podem encontrar em seu trabalho cotidiano.

Três ferramentas principais foram selecionadas para a análise dos metadados dos documentos: Autopsy, ExifTool e HxD. A escolha dessas ferramentas foi baseada em critérios de precisão na análise, custo e facilidade de uso, tornando-as acessíveis e eficientes para os profissionais da área forense.

Autopsy: Uma plataforma robusta de análise forense que permite a extração e análise detalhada de metadados, como hash, IP e geolocalização. É amplamente utilizada em investigações digitais devido à sua abrangência e eficácia.

ExifTool: Uma ferramenta especializada na extração de metadados de imagens, oferecendo uma análise detalhada de informações como data de criação, modificações e localização geográfica (Exif). É especialmente útil para analisar imagens digitais e identificar possíveis alterações.

HxD: Um editor hexadecimal que permite uma análise profunda do código dos documentos, possibilitando a identificação de modificações não evidentes em análises superficiais. É utilizado para investigar alterações minuciosas em documentos digitais.

Procedimento Experimental

Autenticidade dos Documentos: Primeiro, verificou-se a autenticidade dos documentos, garantindo que não houvesse alterações prévias.

Simulação de Fraudes: Fraudes controladas foram aplicadas para criar cópias alteradas dos documentos.

Análise com Autopsy: Os documentos falsificados foram analisados com o Autopsy para extrair e avaliar metadados relevantes.

Análise Complementar com ExifTool e HxD: Se o Autopsy não detectasse irregularidades, o ExifTool foi utilizado para analisar metadados de imagens, e o HxD para examinar o código hexadecimal dos documentos.

Essa abordagem experimental permitiu uma avaliação detalhada da eficácia de cada ferramenta na detecção de fraudes e na verificação da integridade e autenticidade dos documentos digitais, proporcionando insights valiosos para a aplicação prática dessas ferramentas em perícias forenses.Resultados e Discussão

Os resultados desta pesquisa revelam visões importantes sobre a eficácia das ferramentas de análise de metadados na verificação de documentos digitais. A análise detalhada dos metadados dos documentos falsificados demonstrou a capacidade das ferramentas em detectar irregularidades e garantir a integridade e autenticidade dos documentos.

4. CONCLUSÕES

Em resumo, a pesquisa conclui que, apesar da eficácia do Autopsy, a combinação de ferramentas complementares como o ExifTool e o HxD proporciona uma análise mais precisa e detalhada de documentos digitais. Essa abordagem integrada é altamente recomendada para profissionais da área forense, oferecendo uma solução eficaz para os desafios das fraudes digitais modernas. Ao adotar essa metodologia, é possível assegurar a verificação rigorosa e confiável da autenticidade e integridade de documentos digitais, fortalecendo as práticas investigativas e judiciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 Adelstein, Frank. Fundamentals of Digital Forensics. Theory, Methods, and Real-Life Applications. Springer, 268 (2012).

2. Casey, Eoghan. Digital Evidence and Computer Crime. Elsevier Inc, EUA (2011), 807.

3. Schatz, Bertrand. “Digital Evidence: Representation and Management.”. Proceedings of the International Conference on Digital Forensics and Cyber Crime. Springer, (2015).

v. 14, n. 4, p. 408-413, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Do encontro da Teoria da Complexidade de B. Found com a Ciência da Complexidade na escrita à mão

T. Borduqui[*,a], P. Shimabuko[a], F. Braga[a], J. Permínio[a]

[a] *Instituto de Criminalística da Polícia Civil do Distrito Federal (IC/PCDF), Brasília (DF), Brasil*
tborduqui@gmail.com – Tel.: +55-61-3207-4278.

Keywords: Escrita à mão, Sistemas Complexos, , Grafoscopia, Teoria da Complexidade.

1. INTRODUÇÃO

A expressão "escrita à mão" pode ser usada tanto para se referir ao *processo* (ato de escrever), quanto ao seu *produto* (manuscritos deixados) [1, 2]. Como *processo*, a escrita à mão é uma habilidade humana que depende de diversas modalidades neuro-motoras que devem atuar em sinergia (exemplos destas modalidades se estendem pelos domínios linguísticos, sensoriais, mnemônicos, volitivos e mecânicos) [3, 4]. Como *produto*, a escrita à mão consiste de uma imagem, produzida com a utilização de algum instrumento escritor capaz de marcar uma superfície (a exemplo de um lápis, uma caneta ou o próprio dedo), formada por símbolos abstratos cujas práticas de utilização sejam compartilhadas por uma sociedade[1] [5, 6, 7].

De um ponto de vista científico, é possível encontrar trabalhos que se identifiquem mais com o *processo* e se debrucem sobre construções que buscam acomodar a multimodalidade neuro-motora envolvida na escrita à mão [8,9,10], enquanto outros sejam mais próximos de seu *produto* e tenham como principal objeto de estudo a imagem dos manuscritos. [11,12,13]. Porém, a relação causal verificada entre *processo* e *produto* [14,15,16,17,18] deve, necessariamente, conduzir a um encontro entre estas abordagens, mais do que refletir a dicotomia semântica da expressão "escrita à mão" [19].

Atendendo a finalidade deste artigo, destaca-se entre os estudos que se identificam com o *processo*, aqueles que utilizam abordagens sistêmicas e conduzem ao entendimento que a escrita à mão é um Sistema Complexo [20] (tratados, neste texto, nos subtópicos *1.1* e *1.2*). Dos estudos que se aproximam do *produto*, destaca-se a Teoria a Complexidade, proposta por Bryan Found e colaboradores [21] no contexto da Identificação Forense de Manuscritos, utilizada para avaliar a complexidade gráfica dos grafismos e prover suporte às conclusões periciais (subtópico *1.3*). O presente trabalho tem por objetivo ressaltar para examinadores forenses que a Teoria da Complexidade de B. Found esta fundamentada em conceitos que podem ser evidenciados pela abordagem dos Sistemas Complexos e reflete a relação causal entre *processo* e *produto* da escrita à mão (subtópico *1.4*).

1.1. Da Ciência da Complexidade e dos Sistemas Complexos

A Ciência da Complexidade é uma abordagem multidisciplinar que se vale de conceitos da Teoria Geral de Sistemas, da Teoria da Informação, de Sistemas Dinâmicos, de Redes Neurais, entre outros, e se presta a estudar Sistemas Complexos [22]. Um Sistema Complexo é um sistema formado por um conjunto de elementos interdependentes que, a partir de suas múltiplas interações, exibe, espontaneamente, comportamentos emergentes. Apesar de não haver consenso na literatura sobre quais propriedades seriam necessárias e/ou suficientes para caracterizar os Sistemas Complexos e originar seus comportamentos emergentes, é comum que sejam destacadas [23,24]:

- **numerosidade** – envolvendo muitas interações entre muitos elementos;

1 Apesar desta definição restritiva, considerar-se-á, neste artigo, assinaturas – que podem conter sinais gráficos estilizados não compartilhados por uma sociedade – como dentro dos manuscritos.

- **ausência de um controle central** e **auto-organização** – exibindo um controle distribuído que advém da competição e cooperação entre suas partes;
- **retroalimentação** – havendo *feedback* na interação entre os elementos, em escalas de tempo relevantes para o comportamento emergente;
- **não-equilíbrio** – sendo os sistemas abertos ao ambiente e responsivos à estímulos externos;
- **não-linearidade** – exibindo transição de fases e valendo a máxima "o conjunto é maior que a soma e suas partes";
- **robustez** – sendo o comportamento do sistema estável mesmo diante de perturbações relevantes;
- **estrutura modular** – com múltiplas escalas em sua estrutura, agrupamentos e especialização das funções;
- **história** e **memória** – demandando longos períodos de tempo para emergir, refletindo a história de sua aprendizagem; e
- **adaptação** – sendo capazes de modificar seu comportamento a depender do ambiente e de predições realizadas.

Exemplos de sistemas complexos podem ser encontrados em diversas áreas e em diversos níveis, tais como: (*i*) mercados financeiros (formados por grandes números de agentes, sem um controle central e que se auto-organizam a partir de suas interações cooperativas e competitivas, em inúmeras escalas espaciais e temporais, com grandes influências de fatores externos, diante dos quais aprendem, podem se adaptar e manter uma homeostase, ou apresentar comportamentos imprevisíveis) [25], (*ii*) colônias de insetos, (*iii*) cardumes de peixes; (*iv*) autômatos celulares; (*v*) ecossistemas, entre outros [22].

No subtópico seguinte serão apontadas características do *processo* de escrita à mão que permitem identifica-lo como um Sistema Complexo.

1.2. Do processo de escrita à mão como um Sistema Complexo

Escrever à mão é uma habilidade humana não-inata, devendo, portanto, ser aprendida por cada indivíduo. As fases iniciais de aquisição são caracterizadas pela produção de gestos gráficos dependentes da inspeção sensorial, apresentando perfis de velocidades variados, com diversas paradas e levantamento do instrumento escritor [26]. Com a prática, os movimentos resultam em representações gráficas mais estáveis e reduzem sua dependência retroativa, orientada pelo o *produto*, permitindo que sejam incorporados ao *processo*, e aprimorados, outros aspectos cognitivos como os linguísticos (sintáticos, léxicos, semânticos e ortográficos) e caligráficos (estilos e classes de escrita) [27,28,29]. Com a maturação, a escrita se torna automatizada, demandando menor utilização de recursos cognitivos conscientes, passando a ser caracterizada pela fluência linguística e pela fluidez no traçado, formado por uma sequência concatenada de movimentos balísticos que exibem um perfil de velocidade com variações suaves que exibem um único pico [30].

Outras características da escrita à mão são apontadas na literatura, das quais se destacam: (*i*) além do aprendizado que se estende ao longo de anos, observa-se também uma aprendizagem em curta escala de tempo que permite a adaptação à diferentes condições e circunstâncias [31]; (*ii*) a consolidação de hábitos gráficos (habituação), que, ainda que sujeitos a uma variabilidade natural (heterogeneidade), permitem a individualização dos manuscritos (individualidade) [13,32,33]; (*iii*) possibilidade de que outros membros efetores, que não a mão dominante, possam ser utilizados para escrever exibindo padrões similares (equivalência motora) [14]; (*iv*) a frequência dos movimentos tende a ser estável, dependendo fracamente da amplitude dos movimentos (isocronia) [14], (*v*) existe uma retroalimentação sensorial que permite o ajuste contínuo da escrita [34,35] que coexiste com modelos internos que possibilitam a escrita mesmo sem retroalimentação; e (*vi*) áreas de processamento do planejamento e execução distintas e interdependentes [36].

Além do avanço em estudos que tratam individualmente das diversas modalidades neuro-motoras da escrita, o modelo sistêmico mais aceito atualmente, capaz de acomodar as referidas características do *processo* de escrita à mão, considera uma arquitetura hierárquica com programas motores que combinam processamentos seriais e paralelos [4]. O conceito de arquitetura hierárquica para o controle dos movimentos foi proposto por Lashley (em oposição ao conceito dominante de sua época que considerava uma cadeia de reflexos para explicar o problema da ordenação serial do movimento [37]) e se refere a maneira como uma função motora é desmembrada e distribuída por módulos, sendo os mais altos em hierarquia responsáveis por processar informações mais abstratas, mais próximas do planejamento, e que podem ser compartilhadas em outras funções, até os níveis mais baixos, mais próximos da execução motora, que processam informações de músculos específicos [38,39,40]. Os programas motores são estruturas desenvolvidas a partir do treinamento e tornam-se memórias estáveis, distribuídas pelos diversos níveis hierárquicos, que

correspondem a cada movimento fundamental que será concatenado para produzir o movimento [41]. Por fim, a combinação de processamentos seriais e paralelos se refere as maneiras como os módulos podem interagir entre si, exibindo tanto encadeamentos lineares, como não-sequenciais que competem e também cooperam mutuamente [42].

Apesar de (até onde estende o conhecimento estes autores) o *processo* de escrita à mão nunca ter sido colocado explicitamente como um Sistema Complexo, entendem os autores que o conjunto de características aqui apresentadas são suficientes para poder fazer tal classificação e apenas estão estendendo o entendimento de outros estudos que tratam de maneira mais abrangente "movimentos humanos" (*tradução livre dos autores*) [20] como Sistemas Complexos.

1.3. Da Teoria da Complexidade de B. Found

A grafoscopia é uma disciplina forense, embasada nas premissas da individualidade, da heterogeneidade e da habituação da escrita à mão [13,43], cujo principal objetivo é determinar a autoria de manuscritos questionados [44].

A fim de alcançar uma conclusão, os examinadores devem realizar a análise e a comparação entre os manuscritos e posterior avaliação de seus achados, quando devem ponderar sobre suas significâncias considerando aspectos quantitativos e qualitativos [45,46] que incluem: (*i*) a influência de possíveis estados patológicos e farmacológicos [17], (*ii*) a influência do suporte, do instrumento escritor e das condições ergonômicas utilizadas [47,48], (*iii*) o processo de maturação observado, (*iv*) a variabilidade natural da escrita [33], (*v*) a habilidade cognitiva do(s) escrito(es) [40,50], (*vi*) as características individuais e de classe da escrita e (*vii*) possíveis influências relacionadas ao processamento linguístico e visual [29,51].

O termo "complexidade" tem sido utilizado para se referir a esta miríade de considerações a serem ponderadas pelos examinadores desde obras seminais da grafoscopia [52] (e também em estudos sobre a escrita, mas não com objetivos forenses explícitos [53,54,55]), porém, sem uma definição formal para seu significado [56]. Apenas a partir de 1995, em uma série de publicações de Bryan Found e colaboradores [21], que a Teoria a Complexidade foi definida dentro da grafoscopia. Os autores, reconhecendo a importância destas considerações para a ponderação dos seus achados, encapsularam esta série de atributos e a expuseram (de maneira brilhante) a partir da percepção subjetiva (1) do quão difícil é um manuscrito para ser imitado e (2) da chance de que as semelhanças observadas sejam obtidas ao acaso, postulando, respectivamente, as relações com a complexidade: (1) quanto maior a complexidade de um manuscrito, mais difícil de produzir uma imitação sem deixar sinais do processo de simulação, e (2) quanto menos complexo for um manuscrito, maior a chance de encontrar as semelhanças ao acaso.

A relevância da Teoria da Complexidade para a grafoscopia foi explorada pelos próprios autores [57] em experimento que considerava a performance de peritos em grafoscopia em uma tarefa que envolvia a classificação de assinaturas entre simuladas e genuínas. Os pesquisadores encontraram, entre outros resultados, que, considerando a complexidade dos manuscritos, os peritos emitiram mais opiniões corretas sobre grafismos mais complexos, corroborando precauções que datam de textos clássicos da grafoscopia "evitar emitir opinião sobre manuscritos em disputa com extensão muito limitada" [58] (*tradução livre dos autores*).

Ainda em seus trabalhos sobre a Teoria da Complexidade na identificação forense de manuscritos, Found e colaboradores propuseram um modelo estatístico que relaciona estas percepções subjetivas com características espaciais, objetivamente observadas nas imagens dos manuscritos, e consideraram que os melhores preditores destas percepções seriam uma combinação da quantidade de cruzamento de traços (e retraços) com a quantidade de inversões no sentido do movimento [59]. Porém, é importante notar que em tal trabalho os autores identificam e combinam preditores, ou seja, características espaciais das imagens que, tomadas em uma combinação determinada, melhor se ajustariam à percepção da complexidade gráfica. Porém, o conceito de complexidade tratado na teoria de Found é inerentemente subjetivo e remonta à intrincada avaliação dos aspectos quantitativos e qualitativos (exemplificados neste tópico, nos itens (*i*) ao (*vii*) enumerados no primeiro parágrafo), inferidos a partir dos manuscritos examinados.

Reforçando este aspecto subjetivo, outros autores retomaram o conceito de complexidade gráfica trazida por Found (mais especificamente considerando por complexidade apenas (1) – quão difícil é um manuscrito para ser imitado), a exemplo de [56], que propôs um modelo alternativo para a percepção subjetiva da complexidade (denominado Coeficiente de Dificuldade de Imitação – *Coefficient of Dificulty of Imitation*), que considera propriedades cognitivas de um imitador e propriedades biomecânicas do processo de escrita. Em outro estudo [59], utilizando assinaturas coletadas digitalmente, foram adicionados aos

preditores utilizados no modelo de Found, características cinemáticas dos manuscritos, como velocidade. [60] trouxe a discussão sobre a influência da legibilidade na percepção da complexidade, enquanto [61] tratou da reprodutibilidade e acurácia esta avaliação subjetiva. Utilizando uma metodologia que incluía a técnica de *eye-tracking*, [62] avaliaram a quantidade, a duração e a localização da fixação dos olhos de voluntários durante a tarefa de imitar uma assinatura e encontraram suporte para o modelo de Found, porém, apontam que outros fatores podem ser incorporados para melhor se ajustar à percepção subjetiva da complexidade dos manuscritos. Em um estudo que utilizou apenas assinaturas de baixa complexidade no qual os voluntários imitavam tais manuscritos, [63] encontrou que seus resultados não suportam a hipótese de que exista uma simulação perfeita, mesmo considerando assinaturas simples, trazendo questionamentos sobre o posicionamento forense diante de casos de baixa complexidade gráfica.

Por fim, ressalta-se que B. Found e seus colaboradores propõem que sua Teoria da Complexidade seja aplica em uma etapa específica dos exames, durante a avaliação (após as análises e comparações) [64]. Tal cronologia ressalta a adequação do termo "Teoria" utilizado por B. Found, uma vez que sua metodologia se aplicaria no momento onde explicações seriam elaboradas, a partir das convergências e divergências observadas nos manuscritos examinados.

1.4. Do encontro entre a Teoria da Complexidade de B. Found com os Sistemas Complexos na escrita à mão

A Teoria da Complexidade de B. Found deve ser aplicada pelos examinadores na etapa de análise dos manuscritos, quando devem ponderar sobre a significância de seus achados, considerando, a partir do observado nos *produtos* da escrita à mão, aspectos relacionados ao seu *processo*. Desta maneira, mais o que uma casualidade semântica envolvendo "complexidades", a Teoria da Complexidade se conecta ao Sistema Complexo da escrita à mão quando considera que a partir do *produto* se inferem o (*i*) grau de habilidade, maturação e possíveis deteriorações do *processo*; (*ii*) adaptações a condições e circunstâncias que podem incluir a intenção de alterar a escrita intencionalmente; (*iii*) capacidades cognitivas de um eventual imitador que busca sucesso em reproduzir características estáticas e dinâmicas de manuscritos; e, principalmente, quando considera que (*iv*) apesar de o aprendizado da escrita à mão se dar a partir de moldes compartilhados por uma sociedade, **seu *produto* contém comportamentos individuais que emergem espontaneamente a partir do Sistema Complexo do *processo* de escrita à mão**.

2. CONCLUSÃO

Neste artigo, os autores mostram que a abordagem por Sistema Complexos (tratada no subtópico *1.1*) pode ser estendida especificamente para o *processo* de escrita à mão (subtópico *1.2*) e ressaltam que a Teoria da Complexidade de B. Found, proposta no contexto da Identificação Forense de Manuscritos (subtópico *1.3*), esta fundamentada em conceitos evidenciados pela abordagem por Sistemas Complexos aplicada na escrita à mão e refletem a relação causal entre seu *processo* e *produto* (subtópico *1.4*).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] G. P. van Galen; H.L. Teulings. The independente monitoring of form and scale fator in handwriting. *Acta Psychologica*. 54:9-22, (1983).

[2] S. Rosenblum; M. Livneh-Zirinski. Handwriting process and product characteristics of children diagnosed with developmental coordination disorder. *Hum Mov Sci*. 27:200-2014 (2008).

[3] G. P. van Galen. Handwriting: issues for a psychomotor theory. *Hum Mov Sci*. 10:165-191 (1991).

[4] S. Palmis; J.L. Velay; M. Longcamp. Motor control in the developing brain: a review. *Cogn Neuropsychol.* (2017).

[5] B. Bacon; A. Khatiri; J. Palmer; T. Freeth; P. Pettitt; R. Kentridge. An upper paleolithic proto-writing system and phenological calendar. *Camb Archael J*. 33:3, 371-389 (2022).

[6] Y. Yuan; S. Brown. The neural basis of mark making: a functional MRI study of drawing. *PLoS ONE* 9(10): e108628 (2014).

[7] Y. Yuan; S. Brown. Drawing and writing: an ALE meta-analysis of sensorimotor activations. *Brain and Cognition*. 98:15–26 (2015).

[8] B. Abernethy; W. A. Sparow. The rise an fall of dominant paradigms in motor behavior research. *Approaches to the study of Motor Control and Learning* (1992).

[9] L. R. B. Schomaker; A. J. W. M. Thomassen; H.-L. Teulings. *A computational model of cursive handwriting*, *in* Advances in Psychology. The Netherlands, 153-177 (1989).

[10] R. Plamondon. A kinematic theory of rapid human movements. Part I – Movement representation and Generation. *Biol Cybern*. 72:295-307 (1995).

[11] S. N. Srihari; S.H. Cha; H. Arora; S. Lee. Inividuality of handwriting. *J Forensic Sci*. 47(4):856-872 (2002).

[12] D. Impedovo; G. Pirlo. Automatic signature verification. *IEEE Trans Syst Man Cybern*. 38:5, 609-635 (2008).

[13] H. H. Harralson; L. Miller. *Huber and Herick's handwriting identification: facts and fundamentals*. CRC Press (2018).

[14] M. P. Caligiuri; L. A. Mohammed. *The neuroscince of handwriting – Applications for Forensic Document Examination*. CRC Press (2021).

[15] H.L. Teulings. Handwriting movement control. *Handbook of perception and action*. 2:561-613 (1996).

[16] H. Harralson; H.-L.; B. Farley. Comparison of handwriting kinematics in movement disorders and forgery. *J Forensic Doc Exam*. 10:39-48 (2010).

[17] M. P. Caligiuri; P. J. Weiden; A. Legedza; S. Yagoda; A. Claxton. Handwriting kinematics in patients with schizophrenia treated with long-acting injectable atypical antipsychotics. *Schizophr Bull* (2022).

[18] F. R. Willett; D. T. Avansino; L. R. Hochberg; J. M. Henerson; K. V. Shenoy. High-performance brain-to-text communication via handwriting. *Nature*, 13:249-255 (2021).

[19] G. Deco. Rethinking integration and segregation: contribution of whole-brain modelling. *Nat Rev Neurosci*. 16: 430-439 (2015).

* [20] G. Mayers-Kress; Y.T. Liu; K. M. Newell. Complex Systems an human movement. *Complexity*. 12(2):40-51 (2005).

[21] B. Found; D. Rogers. Contemporary issues in Forensic Handwriting Examination. A discussion of key issues in the wake of the Starzecpyzel decision. *J Forensic Doc Exam* (1995).

[22] Y. Bar-Yam. *Dynamics of Complex Systems*. Addison Wesley Longman, Inc. (1997).

[23] J. Ladyman; K. Wiesner. *What is a Complex System?* Yale University Press (2020).

[24] J. Ladyman; J. Lambert; K. Wiesner. What is a Complex System? *Eur J Philos Sci*. (3):33-67 (2013).

[25] M. Kuhlmann. Explaining Financial Markets in Terms of Complex Systems. *Philos Sci*. 81:5, 1117–1130 (2014).

[26] A. P. Accardo; M. Genna; M. Borean. Development, maturation and learning influence on hanwriting kinematics. *Hum Mov Sci*. 32:136-146 (2013).

[27] S. Edelman. Language and Other complex behaviors: unifying characteristics, computational models, neural mechanisms. *Lang Sci*. 62:91-123 (2017).

[28] R. G. J. Meulembroek; G. P. van Galen. *The aquisition of skilled handwriting: discontinuous trends in kinematic variables*. Cognition and Action in Skilled Behavior. Elsevier Science Publishers. 273-281 (1988).

[29] C. M. Abzeid; *et al*. Handwriting in lebanese bigraphic children: standarization of the BHK scale. *J Occup Ther Sch Early Interv* (2017).

[30] T. Flash; N. Hogan; M. J. E. Richardson. Optimization principles in Motor Control. *The handbook of brain theory and neural networks*. 628-685 (1998).

[31] E. Chartel; A. Vinter. The impacto f spatio-temporal constrains on cursive letter hanwriting in chilren. *Learning Instr*. 18: 537-547 (2008).

[32] H.-L. Teulings; A. J. W. M. Thomassen. G. P. van Galen. Invariants in handwriting: the information contained in a motor program. *Adv Psychol*. 37:305-315 (1986).

[33] M. Dijoua; R. Plamondon. Studying the variability of hanwriting patterns using the Kinematic Theory. *Human Movement Science*. 28, 588-601 (2009).

[34] J. Danna; J.L. Velay. Basic and supplementary sensory feedback in handwriting. *Front Psychol*. 6:169 (2015).

[35] M. C. Hepp-Reymon; V. Chakarov; J. Shulte-Monting; F. Huethe; R. Kisteva. Role of proprioception and vision in handwriting. *Brain Res Bul*. 79:365-370 (2009).

[36] J. A. S. Kelso. Relative timing in brain and behavior. *Hum Mov Sci*. 16(4):453-460 (1997).

[36] D. A. Rosenbaum; R. G. Cohen; S. A. Jax; D. J. Weiss; R. van der Wel. The problem of serial order in behavior: Lashley's legacy. *Hum Mov Sci*. 26:525-554 (2007).

[37] S. M. Stringer; E. T. Rolls. Hierarchical dynamical models of motor function. *Neurocomputing*. 70: 975-990 (2007).

[38] J. Diedrichsen; K. Kornsheva. Motor skill learning between selection and execution. *Trends Cogn Sci*. 19(4):227-232 (2015).

[39] R. Huys; D. Perdikis; V. K. Jirsa. Functional architectures and structured flows on manifolds: a dynamical framework for motor behavior. *Psichol Rev*. 121(3):302-336 (2014).

[40] D. A. Rosenbaum; S. B. Kenny; M. A. Derr. Hierachical control of rapid movement sequences. *J Expt Psychol*. 9(1):86-102 (1983).

[41] S. W. Keele; J. J. Summers. The structure of motor programs. *Motor Control: issues and trends*. 109-142 (1976).

[42] O. Kolodny; S. Edelman. The problem of multimodal concurrent serial order in behavior. *Neurosci Biobehav Rev* (2015).

[43] L. A. Mohammed. Assessment of signature complexity. *Forensic Examination of signatures.* 31-41, (2019).

[44] E. S. Camara e Silva; S. Feuerharmel. *Documentoscopia: aspectos científicos, técnicos e jurídicos*. Millennium Editora (2013).

[45] European Network of Forensic Science Institutes (ENFSI). *Best Practice Manual for the Forensic Examination of Handwriting*. 3 (2022).

[46] R. A. Hicklin, *et al*. Accuracy and reliability of forensic handwriting comparisons. *PNAS* 119:32 (2022).

[47] L. A. Mohammed; L. Cunningham. Effects of writing instruments and constraints on signatures. In *Forensic Examination of signatures.* 97-117 (2019).

[48] J. B. Okado; M. C. Diana. Análise de assinaturas estáticas produzidas em tela. *Revista Brasileira de Criminalística*. 12(2):41-46 (2023).

[49] T. Dewhurst; B. Found; D. Rogers. Are expert penmen better than lay people at producing simulations of a model signature? *Forensic Sci Int*. 180, 50-53 (2008).

[50] T. Borduqui. Como evoluem as variáveis dinâmicas ao longo do treino para a falsificação de uma assinatura. *Apresentação oral em Conferência Internacional de Ciências Forenses – InterForensics* (2023).

[51] H. Miton; O. Morin. Graphic complexity in writing systems. *Cognition*. 214 (2021).

[52] W. R. Harrison. *Suspect Documents*. Sweet & Maxwell Limited (1958).

[53] H. S. R. KAO; D. T. L. Shek; E. S. P. Lee. Control modes an task complexity in tracing and handwriting performance. *Acta Psychologica*. 54: 69-77 (1983).

[54] H. S. R. Kao; M. P. Hong; L. P. Wah. *Handwriting pressure: effects of task complexity, control mode and orthographic difference*. In Graphonomics: Contemporary Research in Hanwriting. Elsevier Science Publishers (1986).

[55] A. M. Wing. Response timing in handwriting. In *Information Processing in Motor Control and Learning*. New York Academic, 153-172 (1978).

[56] J. J. Brault; R. Plamondon. A complexity measure of hanwritten curves: modeling of dynamic signature forgery. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. 23(2): 400-413 (1993).

[57] J. Sita; B. Found; D. K. Rogers. Forensic handwriting examiners expertise for signature comparison. *J Forensic Sci*. 47:5 (2002).

[58] B. Found; D. Rogers; V. Rowe; D. Dick. Statistical modelling of experts' perceptions of the ease of signature simulation. *J Forensic Doc Exam*. 4:104-118 (1998).

[59] M. Angel; M. P. Caligiuri; M. Cavanaugh. Kinematic models of subjective complexity in handwriting signatures. *J Am Soc Quest Doc*. 20:2, 3-10 (2017).

[60] L. C. Alewinjse; E. van den Heuvel; R. D. Stoel. Analysis of signature complexity. *J Forensic Doc Exam*. 21: 37-49 (2011).

[61] H. Stern; M. Angel; M. Cavanaugh; S. Zhu; E. Lai. Assessing the complexity of handwritten signatures. *Law, Probability & Risk* (2018).

[62] A. Pepe; D. Rogers; J. Sita. A consideration of signature complexity using Simulator's gaze behavior. *J Forensic Doc Exam*. 22, 5–13 (2012).

[63] L. Cadola; P. Margot; R. Marquis. Are simple signatures so easy to simulate? *J Am Soc Quest Doc.* 16:2 (2003).

[64] B. Found; C. Bird. The modular forensic handwriting method. *J Forensic Doc Exam*. 26 (2016).

v. 14, n. 4, p. 414-418, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Teste cego de abordagem matemática em rubricas de baixa complexidade capturadas digitalmente

J.B. Okado[a], E.C.G.B. Marotta[b], E.S.C. Silva[c], P.D. Sily[c]

[a] *Instituto de Criminalística, Superintendência da Polícia Técnico Científica, São Paulo (SP), Brasil*
[b] *Instituto de Criminalística Carlos Éboli, Secretaria de Estado de Polícia Civil do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ), Brasil*
[a] *Polícia Federal, Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: jessica.okado@gmail.com. Tel.: +55-17-99714-0389.*

Keywords: Assinaturas capturadas digitalmente (ACD); grafoscopia digital; complexidade; dtw.

1. INTRODUÇÃO

A expansão no uso de documentos digitais aumentou a necessidade de formas autenticação de documentos que possam ser utilizadas no ambiente virtual. Assinaturas capturadas digitalmente (ACD's) são um tipo de assinatura eletrônica com biometria de manuscritos, que permitem a utilização de imagem de assinaturas, juntamente com dados adquiridos durante a sua captura. Este dados quantitativos podem incluir dados ponto a ponto de posição (vertical e horizontal), pressão da caneta, velocidade, aceleração e até movimentos aéreos [1-3].

Enquanto na grafoscopia tradicional, em papel e caneta, é possível ao perito inferir dados de pressão e velocidade, na grafoscopia digital com a disponibilidade de dados quantitativos, é possível a visualização de comportamentos de gradiente de pressão, movimentos aéreos e velocidade, bem como a utilização de ferramentas estatísticas.

Assinaturas podem ser classificadas de acordo com sua complexidade como baixa, média ou alta, dependendo da quantidade de pontos de inversão (pontos de virada, incluindo arremates e ataques) e dos pontos de cruzamento observados trajetória da assinatura [4]. Um dos principais fatores para a segurança de uma assinatura é a sua complexidade, que pode ser determinante na capacidade dos peritos em identificara autenticidade de um espécime questionado [5].

Desta forma, tradicionalmente, a análise grafoscópica em rubricas é limitada, pois são comumente assinaturas simplificadas, em geral estilizadas e reduzidas. Em exames de amostras de baixa complexidade, que oferecem poucos elementos para análise e podem ser simuladas com mais facilidade, há maior chance de equívocos nas conclusões, não sendo recomendado conclusões com extremos categóricos de autoria [6-7].

Em estudo anterior [8] foi validada a hipótese de que a análise dos dados dinâmicos pode aumentar a convicção de peritos em exames de rubricas de baixa complexidade e diminuir as taxas de erro, em relação a grafoscopia tradicional.

Outro estudo [9] demonstrou boas taxas de sucesso na classificação de amostras de assinaturas simuladas e autênticas, usando abordagem matemática, com avaliação por DTW, seguido de teste estatístico Kolmogorov-Smirnov (KS).

Este trabalho procurou responder se análise matemática dos parâmetros dinâmicos que performou bem com amostras simuladas e naturais de todas as complexidades [9] também teria boa acurácia para assinaturas de baixa complexidade utilizando-se 10 padrões e comparar com as taxas de erros de peritos em documentoscopia [8].

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Amostras

Foram utilizados os arquivos de amostras de grafoscopia digital de estudo prévio [8]. Oito indivíduos com grau de habilidade gráfica elevado e rubricas de

baixo grau de complexidade cederam 10 amostras de sua assinatura usual, de forma síncrona. Para realização da análise matemática, cada grupo de amostras naturais foi analisado contra uma amostra questionada, e cada natural contra todas as naturais de cada grupo, totalizando oito exames em exemplares questionados, em forma de teste cego. Dos oito exemplares, seis eram simulações, um autêntico e um disfarce.

2.2. Análise de dados

Foram avaliadas as características de posição nas coordenadas x e y, velocidade, aceleração, *jerk* e pressão relativa, em algoritmo implementado em Python pelos autores. A medida de dissimilaridade entre o grupo de assinaturas naturais e questionada foi avaliada usando a função *Dynamic Time Warping* (DTW) com distância euclidiana, para as curvas de cada característica em função da posição relativa na assinatura esticada [10-11]. Desta forma, nesta etapa foram utilizadas as características locais e não globais, ou seja, os valores ponto a ponto das assinaturas e não dados médios.

A posição relativa na assinatura esticada em um ponto n é dada pelas equações 1 e 2. Esta medida foi utilizada para aumentar a comparabilidade de regiões semelhantes entre amostras questionadas e naturais, de forma análoga à análise de traços [3], por reduzir a chance de comparar a região final de uma assinatura genuína com a região inicial de uma simulação, uma vez que as simulações não seguem o princípio da isocronia [12].

$$dS_n', = \sum_{i=0}^{n} (dS_n) \quad (1)$$

$$dS_n = \sqrt{(x_n - x_{(n-1)})^2 + (y_n - y_{(n-1)})^2} \quad (2)$$

O cálculo das distâncias DTW leva em conta o melhor alinhamento entre duas curvas, não necessitando que elas tenham o mesmo número de pontos, de forma que ocorre o melhor alinhamento entre os perfis das curvas. Assim, cada amostra natural foi calculada contra todas as outras naturais e a amostra questionada foi comparada contra cada natural.

Os valores da matriz da DTW foram avaliados comparando-se os grupos de assinaturas naturais e questionadas por meio de estatística descritiva de box plot e por teste de hipóteses Kolmogorov-Smirnov (KS).

Para o teste estatístico, considerou-se a hipótese nula (H0): "A amostra questionada pertence ao grupo padrão" e a hipótese alternativa (H1): "A amostra questionada não pertence ao grupo padrão". Utilizou-se nível de significância de p-valor menor ou igual a 10^-10 [9, 13].

O teste KS foi realizado para cada característica isoladamente, sendo a questionada considerada como de mesma distribuição das naturais, se mais que metade das características fossem consideradas da mesma distribuição. Também foi avaliado utilizando-se somente as características de gradiente de pressão e velocidade, pois, em estudos anteriores estas duas características foram consideradas as com melhores performances [9-10]. Se mais da metade das características da amostra questionada fossem classificadas como de mesma distribuição, então era considerado como resultado que a amostra questionada é pertencente a mesma distribuição das naturais.

3. RESULTADOS

Os resultados de box plot forneceram dados para análise visual de qual amostra foi mais variável e qual característica foi menos constante para cada grupo analisado, podendo ser observados na Figura 1. A amostra 1003 exibiu a menor variabilidade, enquanto o gradiente de pressão foi a característica que apresentou menor variabilidade intra padrões para os grupos.

Os resultados do teste KS, expressos em duas variáveis, "*statistic*" e *"p-value*", estão compilados na Tabela 1. A interpretação destes valores de resultados está detalhada na tabela 2. Tomadas isoladamente cada característica, X e Y erraram 6 das 8 amostras (75%), velocidade, *jerk* classificou erroneamente 5 das 8 amostras (62,5%), aceleração 4 (50%) e pressão 3 (37,5%).

Considerando as seis características locais estudadas e considerando a questionada como mesma distribuição das naturais se mais da metade das características foram classificadas como autênticas, então quatro amostras foram classificadas erroneamente (50%). Considerando apenas pressão e velocidade, três amostras foram classificadas erroneamente (37,5%). Estes resultados estão listados na tabela 2, marcas em cinza são classificações erradas e em branco as corretas. Estes resultados vão de encontro com o observado na grafoscopia tradicional, em que a posição nos eixos X e Y são perceptíveis e mais fáceis de simular que velocidade e pressão.

A comparação das taxas de erro do modelo testado com as taxas de erro de peritos em estudo prévio [8] é mostrada na tabela 3, que inclui as taxas de erro para 20 peritos que responderam sobre as amostras em grafoscopia tradicional (GT), 20 peritos que responderam em grafoscopia digital (GD) com dados médios e curvas com imagem da assinatura e do teste cego com modelo matemático por DTW seguido de teste KS [9], utilizando todas as características e utilizando apenas velocidade e gradiente de pressão.

Figura 1. Imagens de box plots para distâncias DTW de amostras naturais versus questionadas, para cada grupo e cada uma das seis variáveis.

Tabela 1. Resultados do teste estatístico KS por amostra, por característica. (v = velocidade, a = aceleração, J = *jerk*, p% = gradiente de pressão, sta=statistic – estatística biamostral, pvalue = p valor).

	Característica											
	X		Y		V		a		J		p%	
Amostra	sta	pvalue	sta	pvalue	sta	pvalue	sta	pvalue	sta	pvalue	sta	pvalue
1001	0.31	0.345674	0.29	0.434468	0.73	7.82E-05	0.52	0.014689	0.66	0.000713	1.00	6.84E-11
1003	0.80	8.13E-06	0.76	3.81E-05	1.00	6.84E-11	1.00	6.84E-11	1.00	6.84E-11	1.00	6.84E-11
1004	0.40	0.11376	0.37	0.177952	0.31	0.345674	0.19	0.887658	0.22	0.747422	0.59	0.003648
1006	0.44	0.058363	0.41	0.096564	1.00	6.84E-11	0.91	6.84E-08	1.00	6.84E-11	1.00	6.84E-11
1007	0.61	0.002178	0.77	2.51E-05	0.83	1.90E-06	1.00	6.84E-11	0.96	4.51E-09	0.83	1.90E-06
1008	0.76	3.81E-05	0.58	0.004712	0.30	0.385609	0.33	0.270119	0.37	0.177952	0.30	0.385609
1009	0.96	4.51E-09	0.69	0.000295	0.93	1.96E-08	1.00	6.84E-11	0.91	6.84E-08	0.73	7.82E-05
1010	1.00	6.84E-11	0.66	0.000713	0.71	0.000155	0.93	1.96E-08	0.82	3.55E-06	0.86	6.94E-07

Tabela 2. Interpretação do teste estatístico KS por amostras, por característica. (v = velocidade, a = aceleração, J = *jerk*, p% = gradiente de pressão, em cinza quando houve erro no resultado da classificação).

amostra	X	Y	v	a	J	p%	com seis características	com p e v	gabarito
1001	Autêntica	Autêntica	Autêntica	Autêntica	Autêntica	Simulada	**Autêntica**	**Inconcl.**	Simulada
1003	Autêntica	Autêntica	Simulada	Simulada	Simulada	Simulada	**Simulada**	**Simulada**	Simulada
1004	Autêntica	Autêntica	Autêntica	Autêntica	Autêntica	Autêntica	**Autêntica**	**Autêntica**	Simulada
1006	Autêntica	Autêntica	Simulada	Autêntica	Simulada	Simulada	**Inconcl.**	**Simulada**	Simulada
1007	Autêntica	Autêntica	Autêntica	Simulada	Autêntica	Autêntica	**Autêntica**	**Autêntica**	Disfarce
1008	Autêntica	Autêntica	Autêntica	Autêntica	Autêntica	Autêntica	**Autêntica**	**Autêntica**	Autêntica
1009	Autêntica	Autêntica	Autêntica	Simulada	Autêntica	Autêntica	**Autêntica**	**Autêntica**	Simulada
1010	Simulada	Autêntica	Autêntica	Autêntica	Autêntica	Autêntica	**Autêntica**	**Autêntica**	Simulada

Tabela 3. Taxas de erro do modelo utilizando as seis variáveis estudadas, utilizando apenas gradiente de pressão (p%) e velocidade (v) e taxas de erro para peritos em estudo anterior, para grafoscopia tradicional (GT) e acesso aos dados dinâmicos com grafoscopia digital (GD)[8]

amostra	Todas variáveis	p e v	GT[8]	GD[8]
1001	erro	INC	45	0
1003	acerto	acerto	15	10
1004	erro	erro	25	5
1006	INC	acerto	50	10
1007	**acerto**	**acerto**	**75**	**50**
1008	**acerto**	**acerto**	**70**	**10**
1009	erro	erro	5	15
1010	erro	erro	35	35
taxa de erro média	**50%**	**38%**	**40%**	**17%**

4. DISCUSSÃO

A partir dos resultados de box plot, é possível inferir sobre a variabilidade exibida em cada amostra para cada característica, sendo que na maioria dos exemplares a pressão é menos variável entre os padrões, enquanto as posições X e Y variam mais. Tal observação pode explicar por que a utilização dos resultados do teste estatístico considerando só pressão e velocidade apresenta menor taxa de erro que usando todas as características.

As amostras classificadas erroneamente são amostras que exibiram maior variação dentro das naturais ou na questionada contra as naturais.

Comparando-se com as taxas de erro de peritos, em estudo anterior [8], na média, a taxa de erros do método matemático (50% com todas as características e 37,5% utilizando só gradiente de pressão e velocidade) foi similar ao grupo de peritos que recebeu as amostras de grafoscopia tradicional (40%) e maior que a taxa de erros do grupo de peritos que recebeu as amostras de grafoscopia digital (17%). Um contraste grande ocorreu em relação à amostra 1008, que teve 70% de taxa de erro entre os peritos que utilizaram a grafoscopia tradicional, 10 % entre os peritos que utilizaram grafoscopia digital, e o teste matemático classificou corretamente e principalmente para a amostra 1007, que teve taxa de erros de 75% entre os peritos que utilizaram grafoscopia tradicional, 50% entre os que utilizaram grafoscopia digital e o teste cego acertou.

Comparado com os resultados de determinação inicial do método matemático [12] que atingiu simultaneamente 7,5% de taxa de erros para amostras naturais e simuladas de 6 assinaturas de baixa complexidade, as taxas de erro do estudo atual são bem maiores. Este modelo ainda está em estágio de desenvolvimento e o desenho experimental do grupo controle foi realizado utilizando 60 padrões naturais tomado de forma assíncrona, enquanto as amostras utilizadas no teste cego incluem 10 padrões tomados de forma síncrona, que pode não ser suficiente para um cálculo robusto e representação da variabilidade natural do indivíduo.

Cabe ressaltar as limitações das comparações de taxas de erros de estudo anterior e este teste realizado. Os peritos que utilizaram grafoscopia digital, tiveram acesso às curvas de comportamento de pressão, velocidade e aos dados médios, enquanto o modelo matemático testado utiliza os dados locais, para avaliar o comportamento de velocidade e pressão. Ainda, o modelo testado não pondera pesos distintos para cada característica, algo que o perito consegue fazer empiricamente a partir dos padrões avaliando a constância, raridade e perceptividade de cada achado para analisar a relevância das evidências.

5. CONCLUSÕES

A disponibilidade de dados quantitativos permite analisar amostras por modelos matemáticos, auxiliando o perito. Este modelos não substituem um profissional especializado, mas é possível que ajude na construção do embasamento de sua conclusão.

No caso do modelo testado, ainda em desenvolvimento, não foi observada boa performance em relação a rubricas de baixa complexidade, utilizando apenas 10 padrões naturais. Futuramente, novos testes deverão ser realizados para avaliar se as taxas de erro com peritos permaneceriam similares, caso tivessem recebido os box plots e distâncias DTW para a tomada de decisão, bem como novos estudos sobre qual a quantidade mínima de padrões para se obter resultados com maior acurácia em modelos de baixa complexidade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Academia Nacional de Polícia, que tornou possível os dois trabalhos anteriores citados, durante elaboração de TCC do 3º Curso de Especialização em documentoscopia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] H. Harralson; L. Miller. *Huber and Headrick's Handwriting Identification*. (2017) EPUB format United States of America.

[2] J. Linden et al. Dynamic signatures: A review of dynamic feature variation and forensic methodology. *Forensic Sci.* ***291***: 216-229 (2018).

[3] M. P. Caligiuri; L. A. Mohammed. *The neuroscience of handwriting*. EPUB format ed. ISBN 9781466559189: United States of America (2012).

[4] B. Found, D. Rogers, V. Rowe & D. Dick. Statistical modelling of experts' perceptions of the ease of signature simulation, *Forensic Doc. Exam*. ***11***: 73-99 (1998).

[5] S. Feuerharmel. *Análise Grafoscópica de Assinaturas*. Brasil (2017).

[6] N. Koller et al. Probability conclusions in expert opinions on handwriting. substantiation and standardization of probability statements in expert opinions. *Munich, Germany: Luchterhand* (2004).

[7] M. Angel; J. S. Kelly. *Forensic Document Examination in the 21st Century. 1ª ed*. EPUB. format ed. ISBN 9781000245424. United States of America (2021).

[8] E. C. G. B. Marotta. Parâmetros biodinâmicos na análise grafoscópica de Rubricas de baixa complexidade – um estudo comparativo. *Trabalho de conclusão de curso*, Academia Nacional de Polícia (2023).

[9] J. B. Okado. Avaliação de características globais e locais de assinaturas dinâmicas: uma abordagem matemática. *Trabalho de conclusão de curso*, Academia Nacional de Polícia (2023).

[10] J. Linden, R. Marquis, W. Mazzella. Forensic analysis of digital dynamic signatures: new methods for data treatment and feature evaluation. *J Forensic Sci*, ***62***: 382-391 (2017).

[11] T. Lelore, H. Mouchère, E. M. Moussa. Point to segment distance DTW for online handwriting signals matching. *ICPRAM 2023. SCITEPRESS-Science and Technology Publications,* 850-855 (2023).

[12] M. P. Caligiuri, L. A. Mohammed, B. Found, D. Rogers. Nonadherence to the isochrony principles in forged signatures. *Forensic Sci. Int*. ***223*** : 228-232 (2012).

[13] J. B. Okado; E. S. C. Silva, P. D. Sily. Dynamic signatures: a mathematical approach to analysis, *Forensic Sci. Res.* (para ser publicado em 2024).

v. 14, n. 4, p. 419-421, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Eficácia de procedimento adotado para análise grafoscópica em demandas do MPSP com elevado número de amostras: um estudo de caso

L.A.F. Cazumbá[a,*], A.P. Sanches[a], S.G. Rosa[a]

[a] *Núcleo de Evidências Forenses – NUCEF, Ministério Público de São Paulo, São Paulo (SP), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência:lucilenecazumba@mpsp.mp.br Tel.: +55-19-99105-5333.*

Keywords: procedimento, grafoscopia, amostras, volumetria, eficácia.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O presente estudo de caso resulta de Pareceres Técnicos produzidos pelo Núcleo de Evidências Forenses - NUCEF, do Ministério Público de São Paulo a partir de solicitações de análise grafoscópica, por grupo especializado, em folhas de controle de ponto e memorandos de frequência em nome de servidores da Assembleia Legislativa de São Paulo (ALESP) para fundamentar investigação envolvendo notícia de funcionários "fantasmas" e repasses de salário na ALESP. No setor são recorrentes solicitações que envolvam grande volume de material para análise grafoscópica [1]. Para contribuir na celeridade dos processos atendidos, faz-se necessário a aplicação de metodologias que contribuam para a organização e realização de tais exames no menor tempo possível, mantendo-se a qualidade do trabalho pericial.

Diante de tal cenário, a adoção de critérios e procedimentos realizados para efetivar o exame grafoscópico com grande número de amostras questionadas e padrões, buscando a probidade nas análises e agilidade na entrega de resultados é um dos objetivos do setor.

2. DESENVOLVIMENTO

O material questionado recebido refere-se a sete sujeitos. Após análise prévia do material e a observação da viabilidade técnica do exame foi elaborado um Parecer Técnico para cada suposto autor dos lançamentos gráficos. Não foi possível a realização de coleta de padrões, considerando o tipo de investigação, sendo então as amostras questionadas comparadas entre si para indicar se todas os lançamentos gráficos partiram do mesmo punho escritor ou mais de um, ponto de partida para posterior coleta de padrões dos possíveis autores, se necessário.

As Peças de Exame (PE) foram disponibilizadas digitalmente e alguns conceitos se tornam necessários. O documento digitalizado é um documento físico que foi escaneado e transformado em um arquivo digital. Tem-se, então, a assinatura digitalizada obtida por meio do escaneamento de uma assinatura manuscrita ou documento impresso, sendo uma versão eletrônica de uma assinatura comum. Nesses casos elementos como ataque e remate, andamento gráfico, alógrafos, método de construção, pressão e evolução e retoques dependem da resolução do documento, quanto menor a resolução maior a dificuldade para identificação dos elementos caracterizadores da escrita, podendo gerar erros de interpretação pelo perito/assistente ou impedir a análise de características imprescindíveis para conclusão de uma análise mais sólida [2]. O documento digital é aquele criado diretamente em formato digital incluindo arquivos de texto, planilhas eletrônicas e apresentações etc. Como nativos digitais, são armazenados e compartilhados eletronicamente, tornando-os fáceis de serem encontrados e recuperados. Nesse caso a assinatura eletrônica será gerada em plataformas digitais em que os termos e condições são criados diretamente em um arquivo de texto virtual, como um arquivo de Word ou PDF, e compartilhados remotamente entre as partes envolvidas. Desta forma,

no presente caso não foram encaminhados os documentos originais, tratando-se de assinaturas lançadas em documento físico (Livro Ponto) sendo as páginas digitalizadas para envio.

O método empregado nesse exame se baseou nas etapas propostas por Huber e Headrick (1999) [3] que pode ser didaticamente dividido em quatro fases: 1. Análise das assinaturas e dos manuscritos questionados e padrões; 2. Comparação das características neles observadas; 3. Avaliação (ponderação) da significância das similaridades e diferenças observadas nessa comparação; e 4. Formulação da conclusão, além de respostas aos quesitos. Destacando que para o presente caso, não foram utilizadas amostras padrão, mas sim comparação entre as questionadas.

Os resultados foram apresentados com base nas análises, ponderações e pesquisas para identificar a partir do quadro grafoscópico formado com as ocorrências de convergências e/ou divergências entre a escrita questionada e padrão, em graus de convicção [4]. A ausência de padrões fez com que as análises seguissem critérios pré-estabelecidos pelas analistas. Diante da impossibilidade da coleta de padrões gráficos de cada sujeito, optou-se em analisar o método de construção de um exemplar escolhido aleatoriamente e, a partir dele, compará-lo com os demais. Além disso, a cada novo modelo de construção os resultados eram apontados para mais de um punho escritor (dualidade de punhos) e para as amostras que deveriam ser lançadas pelo mesmo escritor. As análises seguiram as etapas: 1. separação das assinaturas; 2. preparação de tabelas indicando o número de por mês para cada sujeito; 3. preparação de formulários de coleta; 4. estudo do método de construção e escolha do exemplar adotado como padrão; 5. recorte das imagens para confronto; 6. elaboração dos modelos que serviram de base para o presente caso; 7. análise dos elementos caraterizadores da escrita (1) por assinatura; e, 8. Parecer Técnico.

Para os autores estudados [5] o confronto grafoscópico deve ser realizado quando há uma razoável correspondência morfológica entre as escritas a serem examinadas. Embora o elemento morfologia não seja um discriminador no que se refere a unicidade ou dualidade de punho, sua importância relaciona-se à viabilidade ou não da realização do exame. Com a análise dos documentos enviados e os lançamentos questionados, tem-se como primeira etapa a identificação de quais confrontos entre amostras poderiam ou não ser realizados. Dois exemplos de método de construção identificados para os lançamentos do Sujeito 1 seguem ilustrados na **Figura 1**.

Figura 20. Modelo A – Método de Construção – **matrícula 28241**

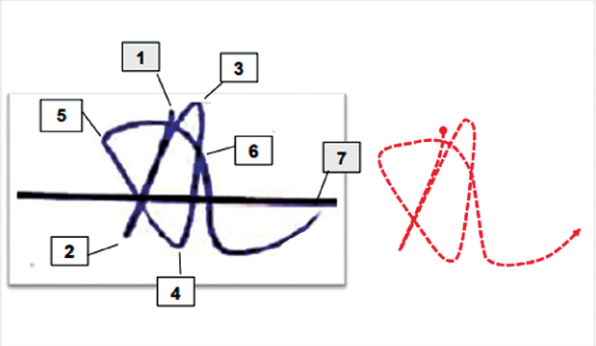


Figura 1. Exemplo amostrado no Parecer Técnico

Os lançamentos analisados são rubricas – "firma abreviada, usadas para situações de menor criticidade, como aposição de vistos sobre partes de um documento (folhas de ponto e correções ou alterações feitas em um documento já concluído, por exemplo), ou ainda quando se precisa autenticar muitas folhas em documentos extensos, reservando-se a assinatura principal apenas para a última" [2]. Para melhor viabilizar as análises e apresentação dos resultados os exemplares de rubricas foram examinados, primeiramente, mês a mês. Para cada sujeito, de acordo com o número de métodos de construção identificados, foram escolhidas cores e letras que foram dispostas em tabelas para ilustrar os resultados. Assim, os modelos diferentes para as rubricas lançadas receberam letras em ordem crescente de observação dentro daquele mês (por exemplo: A, B, C, D, E e F) – exemplo de apresentação do resultado de um mês para o Sujeito 1 segue ilustrado na **Figura 2**.

Quadro 2. Modelos de rubricas identificados nos lançamentos de **Anna** para **novembro/2018 - matrícula 28241**

DATA	MODELO DE RUBRICA USADO	
	Entra/Saída	Saída
01/11/2018	A	A
05/11/2018	A	A
06/11/2018	B	B
07/11/2018	B	B
08/11/2018	B	B
09/11/2018	B	B
12/11/2018	B	B
13/11/2018	B	B
14/11/2018	B	B
21/11/2018	B	B
22/11/2018	C	C
23/11/2018	B	B
26/11/2018	B	B
27/11/2018	B	B
28/11/2018	B	B
29/11/2018	D	D
30/11/2018	B	B

Figura 2. Exemplo amostrado no Parecer Técnico

Após as etapas acima elencadas, os resultados encontrados para todos os sujeitos do caso estão apresentados na Tabela 1. O fato dos documentos serem digitalizados não impossibilitou as análises, pois foram baseadas na literatura que trata o tema [2,3].

Tabela 1. Apresentação dos resultados

CASO	ASSINATURAS/RUBRICAS	MODELOS DE ASSINATURAS/RUBRICAS	RESULTADO
1A	102	7	Dualidade de punho
2F	646	12	Dualidade de punho
3C	126	8	Dualidade de punho
4R	186	1	Unicidade de punho
5M	352	4	Dualidade de punho
6G	1393	7	Dualidade de punho
7MC	332	1	Unicidade de punho
TOTAL	**3137**	**40**	**2 Unicidade; 5 Dualidades**

3. CONCLUSÃO

Em casos com volume extenso de material e diferentes métodos de construção para peças questionadas, sem o gerenciamento e padronização de etapas como proposto demandaria mais tempo, ineficiência no exame e resposta ao requisitante que dependeria dessas análises prévias para prosseguir com o procedimento em trâmite no órgão especializado e desvendar a fraude em questão.

Além disso, o conhecimento técnico dos profissionais e a busca constante por desenvolver metodologias caso a caso para o setor permitem melhor gestão do resultado em tempo, exame de quantidade excessiva de material e qualidade dos resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] J. Mathyer. The Expert Examination of Signatures. J. Crim. L. & Criminology. **52**: 122-133 (1961).

[2] S. Feuerhalmel. Análise Grafoscópica de Assinaturas. Campinas: Millenium Editora (2017).

[3] L.A.F. Cazumbá. Análise grafoscópica em documentos digitalizados possibilidades e desafios. Conferência Internacional de Ciências Forenses. Foz do Iguaçu (2021).

[4] R.A. Huber; A.M. Headrick. Handwriting Identification: fact and fundamentals. Boca Raton. CRC Press LCC (1999).

[5] L.B. Mendes. Documentoscopia. 3.ª ed.- Campinas,SP: Millenium, 2010. In E.S.C. Silva; S. Feuerhalmel. Documentoscopia: aspectos científicos, técnicos e jurídicos. Campinas: Millenium Editora (2013).

v. 14, n. 4, p. 422-426, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Análise em grafoscopia digital de uma assinatura em letra de imprensa

J.B. Okado[a]

[a] *Instituto de Criminalística, Superintendência da Polícia Técnico Científica, São Paulo (SP), Brasil*

**Endereço de e-mail para correspondência: jessica.okado@gmail.com. Tel.: +55-17-99714-0389.*

Keywords: Assinaturas capturadas digitalmente (ACD); grafoscopia digital; complexidade; DTW, letra sincopada.

1. INTRODUÇÃO

O uso de assinaturas eletrônicas cresceu nos último anos, principalmente durante a pandemia de COVID19, devido a necessidade de autenticação de documentos de forma digital. Dentre as assinaturas eletrônicas, as Assinaturas Capturadas Digitalmente (ACD's) manuscritas são de especial interesse para perícia. Enquanto na grafoscopia tradicional, em assinaturas de papel e caneta era possível inferir apenas sobre velocidade e pressão, em assinaturas dinâmicas, é possível a aquisição de dados quantitativos, ponto a ponto, que incluem características de posição nos eixos x e y, velocidade, aceleração e *jerk* e dados antes inacessíveis ao perito, de gradiente de pressão e movimentos aéreos. [1-2] Embora seu uso não seja comum no Brasil, em 2016 já havia casos de fraudes em assinaturas dinâmicas na Europa e desde então há diversos estudos publicados na literatura sobre o tema. Contudo ainda há inúmeras questões a serem respondidas, principalmente em relação a um protocolo de como devem ser realizados os exames nestes dados [2-3].

Um desafio em grafoscopia tradicional é o exame em letras de imprensa maiúsculas. Em letras sincopadas, em que não há conexões entre elas, impossibilita a análise algumas características, de forma que impõe algumas limitações ao exame [4].

Embora muito tenha sido publicado sobre dados em assinaturas dinâmicas, pouco há na literatura sobre grafoscopia digital em letra de imprensa [5-6]. Pessoas que escrevem utilizando este tipo de letra como estilo preferencial e a usam de forma usual acabam desenvolvendo idiocrasias e frequentemente desenvolvem aumento na velocidade de execução e outras características individuais, tornando seu exame possível [4].

Existem publicações na área computacional de reconhecimento de padrões para escritas sincopadas, obtendo boa taxa de acerto para identificar um escrito como daquela pessoa, de 92,4% para uma palavra e melhorando para 96,5% quando utilizando ao menos duas palavras [5-6].

Este estudo procurou testar modelo matemático [7] para uma assinatura com modelo em letra de imprensa maiúscula, legível, de alta complexidade (calculada utilizando teoria da complexidade [8]), simulações desta assinatura com modelo à vista e disfarce forma (forma parecida) e aleatório (forma distinta).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Amostras

As amostras foram adquiridas em notebook acoplado à mesa digitalizadora Wacom STU 540 e utilizando software para captura Wacom SignatureScope.

Foram utilizados 60 exemplares naturais de uma assinatura de alta complexidade, legível e em escrita de imprensa maiúscula, adquiridos mediante termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Foram colhidos de forma assíncrona em três blocos de 20 exemplares cada [7]. O legítimo detentor da firma também forneceu um disfarce com forma parecida

J.B. Okado, Rev. Bras. Crim. 14(4), 422-426, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

(disfarce formal) e um disfarce com forma totalmente diferente (disfarce aleatório). Foram utilizadas para teste 29 simulações realizadas com modelo à vista, feitas por 29 voluntários distintos, os quais puderam treinar até que obtivessem um modelo que considerassem bom. Todos possuíam grau mínimo de instrução de ensino superior e nenhum possuía conhecimento em grafoscopia. Não foi dado a esses voluntários estímulo ou punição pela qualidade da simulação.

2.2. Análise de dados

Para análise dos dados, foi utilizada abordagem em dois passos [7]. Inicialmente foram avaliadas as 62 características globais exportadas pelo software por Análise de componentes principais (PCA) e análise de distância multivariada seguido por teste estatístico Kolmogorov-Smirnov (KS), de cada amostra natural contra todas as outras e de cada amostra simulada contra todas as naturais e de cada natural contra todas as outras naturais. Para o teste estatístico, considerou-se a hipótese nula (H0): "A amostra questionada pertence ao grupo padrão" e a hipótese alternativa (H1): "A amostra questionada não pertence ao grupo padrão". Utilizou-se nível de significância de p-valor menor ou igual a 10^-10 [7, 9].

Como segundo passo, foi realizada análise dos dados locais de posição x e y, velocidade, aceleração, *jerk* e gradiente de pressão, por cálculo de distância DTW seguido de teste estatístico KS, seguindo mesma hipótese e p-valor das globais. O método DTW calcula o melhor alinhamento entre duas curvas, que podem ter número de pontos diferentes e é utilizado para análise de escritas [7, 10]. Dado o grande volume de dados, os cálculos foram todos realizados em algoritmo em Python implementado pela autora.

O teste KS foi realizado para cada característica isoladamente. Uma amostra questionada foi considerada como de mesma distribuição das naturais, se mais da metade das seis características avaliadas fossem classificadas como de mesma distribuição das naturais.

3. RESULTADOS

Para as características globais, a análise de PCA classificou corretamente todas as 29 amostras simuladas como não pertencentes ao grupo das naturais e todas as naturais foram agrupadas em mesmo grupo. O disfarce de formal foi agrupado junto das amostras naturais, enquanto o disfarce aleatório foi classificado fora das naturais. O agrupamento pode ser observado na Figura 1.

O resultado por distância multivariada ponderando ao mesmo tempo todas as características globais, seguido por teste KS errou uma das 60 amostras naturais (1,7%), 3 das 29 simuladas (10,3%), acertou o disfarce formal, classificando-o como autêntico e errou disfarce aleatório, classificando-o como de distribuição diferente das naturais.

A análise das características locais por característica isolada errou apenas 3 das 29 (10,3%) amostras simuladas para X, aceleração e jerk. A característica Y errou uma amostra de 29 simuladas (1,7%), e as variáveis velocidade, aceleração, *jerk* e pressão acertaram todas as amostras simuladas (erro de 0%). Considerando todas as variáveis com peso igual, a análise errou três amostras das naturais (taxa de erro de 10,3%) e nenhuma das simuladas (0% de erro), errou disfarce aleatório (para todas as variáveis estudadas) e acertou disfarce formal (apenas aceleração e *jerk* classificaram erroneamente). Os resultados estão sumarizados na tabela 2.

Observando-se os gráficos das posições X e Y (figuras 2 e 3), em função da posição relativa (dS_sta) na assinatura esticada, com cores de gradiente de pressão na região é possível observar, por exemplo, que na amostra simulada 1 o comportamento da pressão da é totalmente diferente das naturais, colocadas em sobreposição e uma natural sozinha para facilitar visualização.

A sobreposição das 60 amostras naturais mostram indiretamente a variabilidade do modelo estudado, que se mostrou mais variável em Y que X e possui maior constância no início da assinatura, região em que as curvas sobrepostas ficam mais próximas.

A figura 3 e 4 mostram as variáveis X em Y em função da posição relativa na assinatura esticada, com cores diferentes para movimentos aéreos e movimentos em tela. Embora na simulação 1 o falsário consiga razoavelmente copiar as características visíveis de X e Y, não consegue simular os movimentos aéreos, imperceptíveis para o falsário, apresentando-se bem distintos.

J.B. Okado, Rev. Bras. Crim. 14(4), 422-426, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

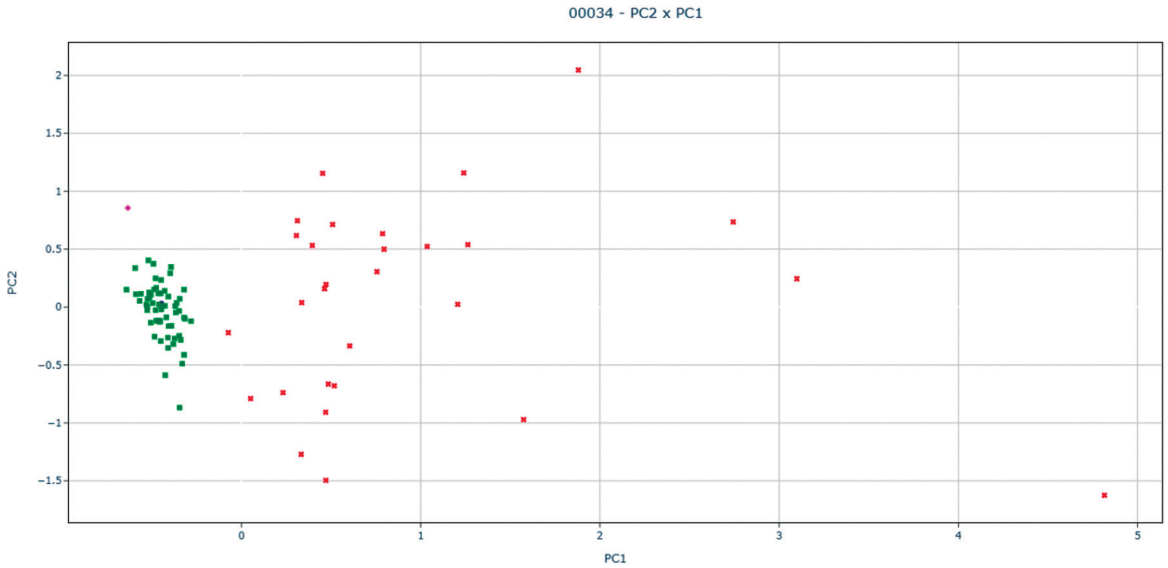


Figura 1. Resultado de agrupamento por PCA. Em quadrados verdes, amostras naturais (N), em X vermelhos, amostras simuladas (S); em círculo azul disfarce formal (D_form) e em losango rosa disfarce aleatório (D_rand).

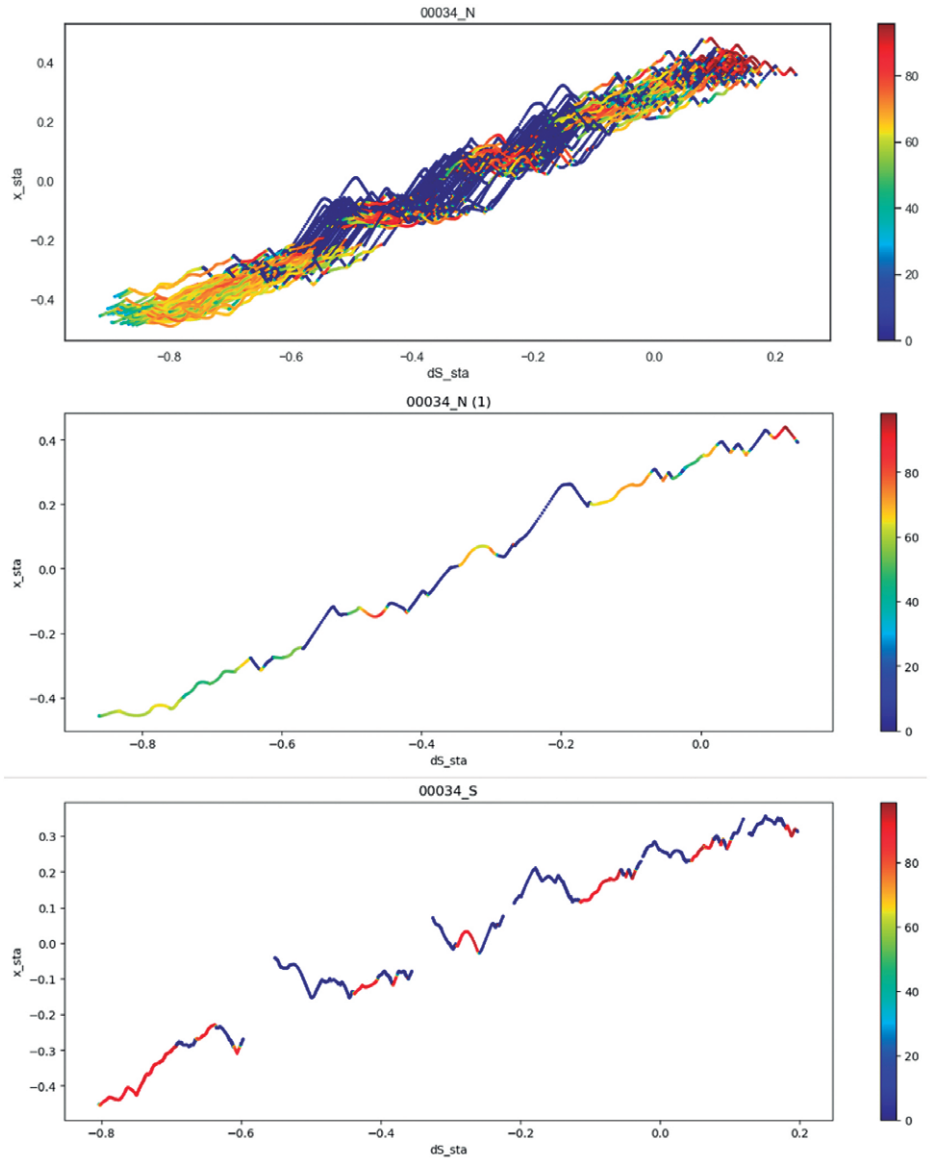


Figura 2. Curvas da posição no eixo X, em função da posição relativa na assinatura (dS_sta), com cores variando de azul para vermelho, quanto maior a pressão aplicada naquele ponto. Acima, todas as 60 amostras naturais sobrepostas. No meio, visualização de uma amostra natural e abaixo visualização de uma amostra simulada.

J.B. Okado, Rev. Bras. Crim. 14(4), 422-426, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

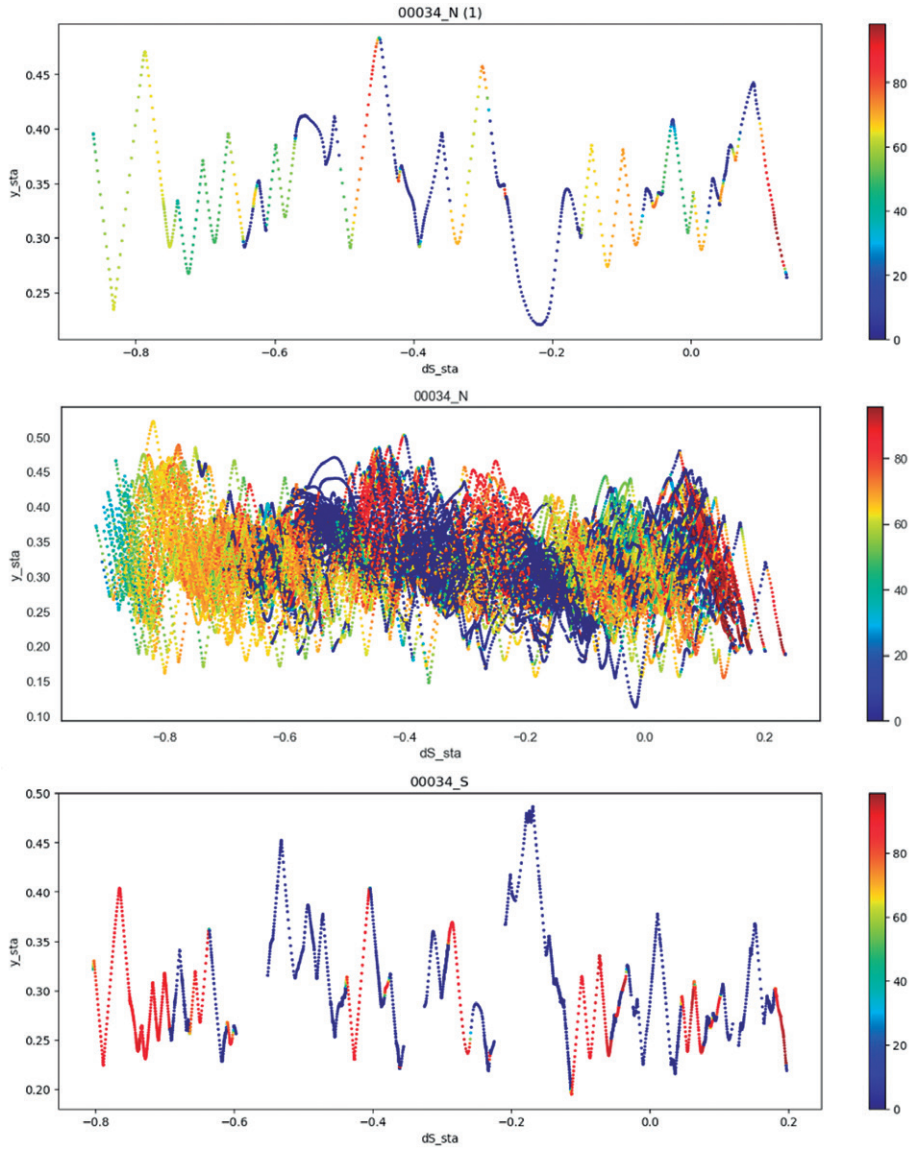


Figura 3. Curvas da posição no eixo Y, em função da posição relativa na assinatura (dS_sta), com cores variando para vermelho, quanto maior a pressão aplicada naquele ponto. Acima, todas as 60 amostras naturais sobrepostas; no meio visualização de uma amostra natural e abaixo visualização de uma amostra simulada.

Tabela 1. Resultados e taxas de erro para análise dos dados globais, análise por distância multivariada seguida de teste KS (p-valor=10^10).

tipo de amostra	taxa de erro (%)	nº de amostras classificadas erroneamente
naturais	1.7	1/60
simuladas	10.3	3/29
disfarce formal	0.0	0
aleatório	100.0	1

Tabela 2. Taxas de erro utilizando DTW seguido de teste estatístico KS por amostras, por característica local. (v = velocidade, a = aceleração, J = *jerk*, p% = gradiente de pressão).

variável	x		y		p		v		a		j		Usando as 6 variáveis	
Tipo	nº	taxa erro (%)	nº	taxa erro (%)	nº	taxa erro (%)	nº	taxa erro (%)	nº	taxa erro (%)	nº	taxa erro (%)	nº	taxa erro (%)
naturais	3/60	5%	4/60	7%	5/60	8%	5/60		3/60	5%	3/60	5%	3/60	5%
simuladas	1/29	3%	2/29	7%	0/29	0%	0/29	0%	0/29	0%	0/29	0%	0/29	0%
disfarce formal	0/1	0%	0/1	0%	0/1	0%	0/1	0%	0/1	0%	0/1	0%	0/1	0%
disfarce aleatório	1/1	100%	1/1	100%	1/1	100%	1/1	100%	1/1	100%	1/1	100%	1/1	100%

J.B. Okado, Rev. Bras. Crim. 14(4), 422-426, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

4. DISCUSSÃO

Ainda que exemplares de escrita em letra de imprensa não tenham conexões entre as letras, palavras comumente escritas pelo indivíduo, principalmente um gesto automatizado como a assinatura, apresenta idiocrasias do punho escritor.

Apesar da variabilidade apresentada, o teste matemático com 60 padrões obteve excelente acurácia, tanto para amostras naturais quanto simuladas, mostrando a viabilidade de exame grafoscópico em letras de imprensa.

Os resultados para o teste com uma assinatura em letra de imprensa maiúscula mostraram resultados promissores com boa taxa de acerto no caso estudado, mesmo apresentando certa variabilidade natural no padrão, tanto para avaliação por dados globais como para dados locais, atingindo taxa de acerto comparável com programas de reconhecimento de padrões para escrita em letra de forma descritos na literatura e citados anteriormente.

Visualmente para o perito que analisa, o gradiente de pressão e velocidade podem enriquecer o exames nos casos de letra sincopada. Desta forma os gráficos de velocidade, pressão e movimentos aéreos, foram os que forneceram mais informação dentre as características estudadas.

Este estudo possui limitações quanto ao número de disfarces testados, quanto a intenção e esforço dos voluntários em conseguir uma boa falsificação e se trata de estudo de caso de apenas uma assinatura. Em estudos futuros, espera-se avaliar o comportamento de escritas em letra sincopada de gestos não automatizados, por exemplo palavras.

5. CONCLUSÕES

Embora a análise em letra sincopada apresente maiores limitações quando comparado ao exame grafoscópico em letra cursiva, devido à falta de conexões entra as letras, a análise em grafoscopia digital utilizando modelo matemático para analisar uma assinatura em letra de forma resultou em altas taxas de acertos para amostras naturais e simulações.

Neste caso, as variáveis de gradiente de pressão, velocidade e movimentos aéreos foram as características que mais forneceram evidências para classificação correta. O modelo matemático testado alcançou para as simuladas 100% de acerto por PCA, 89,7% por distância multivariada seguido de KS e 100% por DTW seguido de teste KS, sendo que todos os métodos foram capazes de classificar corretamente o disfarce formal como pertencente ao grupo das autênticas.

Dentre as limitações deste estudo estão o estudo de caso de apenas um modelo de assinatura e em estudos futuros espera-se avaliar outros manuscritos em letra de imprensa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] H. H. Harralson;. *Developments in Handwriting and Signature Identification in the Digital Age*. 1. ed. ISBN 9781-45-573147-3: Reino Unido (2013).

[2] J. Linden et al. Dynamic signatures: A review of dynamic feature variation and forensic methodology. *Forensic Sci.**291***: 216-229 (2018).

[3] M. P. Caligiuri; L. A. Mohammed. *The neuroscience of handwriting*. EPUB format ed. ISBN 9781466559189: Estados Unidos da América (2012).

[4] R. Hueber, A. Headrick. *Handwriting Identification Facts and Fundamentals.* Estados unidos da America (2018).

[5] E. Sesa-Nogueras, M. Faundez-Zanuy. Biometric recognition using online uppercase handwritten text. *Pattern Recognit. **45***: 128-144 (2012).

[6] M. Faundez-Zanuy, Fierrez, J., M.A.Ferrer, M. Diaz, R. Tolosana, R. Plamondon. Handwriting biometrics: Applications and future trends in e-security and e-health. *Cognit. Comput*. ***12**:* 940-953 (2020).

[7] J. B. Okado. Avaliação de características globais e locais de assinaturas dinâmicas: uma abordagem matemática. *Trabalho de conclusão de curso*, Academia Nacional de Polícia (2023).

[8] B. Found, D. Rogers, V. Rowe & D. Dick. Statistical modelling of experts' perceptions of the ease of signature simulation, *Forensic Doc. Exam*. ***11***: 73-99 (1998).

[9] J. B. Okado; E. S. C. Silva, P. D. Sily. Dynamic signatures: a mathematical approach to analysis, *Forensic Sci. Res.* (para ser publicado em 2024).

[10] J. Linden, R. Marquis, W. Mazzella. Forensic analysis of digital dynamic signatures: new methods for data treatment and feature evaluation. *J Forensic Sci*, ***62***: 382-391 (2017).

Ministério Público do Estado de São Paulo, Rev. Bras. Crim. 14(4), 427-429, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 427-429, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Assinaturas manuais e digitais: cenário atual

[a] Ministério Público do Estado, São Paulo (SP), Brasil

[b] *CEFAC – Saúde e Educação, São Paulo (SP), Brasil*

**Endereço de e-mail para correspondência: lucilenecazumba@mpsp.mp.br Tel.: +55-19-99105-5333*

Keywords: grafoscopia, assinatura, manuscrita, digital, metodologia.

1. INTRODUÇÃO

Os processos eletrônicos nos tribunais e novos tipos de documentos firmados, na atualidade, também eletronicamente, permitiram que outras modalidades de assinaturas fossem inseridas no campo do estudo da identificação, como a assinatura eletrônica, prevista na Lei 14.129 de 2021. Um dos subtipos dessas assinaturas são as capturadas digitalmente, também denominadas assinaturas dinâmicas, [1] por apresentarem características da escrita à mão, como pressão e duração, apreendidas com uma caneta em uma tela ou tablet digital [2]. A partir desse cenário conhecer os trabalhos produzidos nessa área torna-se necessário para direcionar os procedimentos, resultados e pesquisas a serem desenvolvidas para esse tipo de análise.

Verificar a uniformidade metodológica e evidências científicas entre assinaturas manuais e assinaturas capturadas digitalmente é o objeto da presente revisão bibliográfica, considerando que os grupos de estudo e recomendações internacionais buscam incessantemente apontar os procedimentos gerais para exames e comparações de assinaturas capturadas digitalmente manuscritas (entrada) [3].

O presente estudo tem como objetivo proceder revisão sistemática de literatura sobre assinaturas manuais e digitais

A presente pesquisa teve como base revisão sistemática de publicações nos últimos quatro anos, a fim de verificar a uniformidade metodológica na captura de assinaturas digitais. Foram utilizados como descritores assinatura manual, assinatura capturada digitalmente e análise grafoscópica nas plataformas Lilacs, Scielo, Open Grey e Open Thesis.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados 14 artigos publicados entre os anos de 2019 e 2022. Heckeroth et al [4] compararam assinaturas capturadas digitalmente e assinaturas convencionais de 80 pessoas encontrando características estatisticamente significantes entre esses dois tipos de assinaturas, o que não restringiu a comparabilidade entre elas desde que realizada com cautela. Sharma et al (2021) [5] estudaram dois conjuntos de assinaturas escritas pelo mesmo indivíduo (convencional e capturada digitalmente). Apesar das diferenças entre as assinaturas produzidas pelo mesmo autor foi possível estabelecer a autoria das assinaturas capturadas digitalmente. Outros estudos propuseram novas características relacionados à capturada, processamento e classificação das assinaturas como Diaz et al (2019) [6].

A coleta de material relacionado ao tipo de peça em exame foram objetos dos estudos de Linden et al (2021) [7] e Abosamra e Oqaibi (2021) [8] este último destaca o desafio de superar as questões de classe e individuais da escrita.

Zimmer et al (2021) [9] compararam assinaturas capturadas digitalmente com 26 combinações diferentes de hardware e software recomendando a normalização do tamanho da assinatura e alertando que ainda assim podem apresentar diferenças.

Estudos sobre o tipo de instrumento utilizado para a captura das assinaturas foram identificados em Lunardini et al (2021) [11] que desenvolveram uma caneta inteligente com sensores de força e movimento, a partir de uma caneta tradicional, e em, Faundez-Zanuy et al (2021) [12] que realizaram testes com ca-

Ministério Público do Estado de São Paulo, Rev. Bras. Crim. 14(4), 427-429, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

netas diferentes para analisar a pressão da ponta, fator importante no momento das análises.

A nova postura de mão chamada *FingerPen* também se tornou objeto de estudo. Marullo et atl (2022) estudaram como o uso de tecnologias digitais diminuiu drasticamente o número de vezes que realmente se usa uma caneta e se escreve no papel. Em contrapartida os autores apontaram para o impacto cognitivo positivo da escrita à mão. Destacaram que uma maneira possível de unir os benefícios da escrita à mão e da escrita digital é usar ferramentas adequadas para escrever em telas sensíveis ao toque ou tablets gráficos, no presente estudo a própria mão como uma ferramenta de escrita. A nova postura de mão chamada FingerPen - uma pegada realizada pela mão no dedo indicador – é, segundo o estudo, apreciada pelos usuários e leva a características de escrita precisas [13].

Okado e Diana (2023) em pesquisa recente buscaram demonstrar as dificuldades de comparação de padrões coletados em papel e caneta com assinaturas produzidas em tela, em especial aquelas escritas produzidas com a ponta dos dedos, evidenciando a necessidade de aquisição de padrões adequados à comparação grafoscópica. Após a coleta de assinaturas físicas em papel e caneta e produzidas em tela de celular com diferentes instrumentos: dedo indicador e mínimo livres, dedo em posição de pinça ("finger pen adaptada"), e caneta stylus em tela de celular , estudaram os diferentes elementos discrimindores da escrita (morfologia, alógrafos, método de construção, andamento, espaçamentos interliterais e intervocabulares, conexões, alinhamentos, inclinação, calibre, proporção, velocidade, dinamismo, qualidade do traçado, ataques e remates, valores angulares e curvilíneos). Referidos estudo demonstrou o efeito benéfico do treinamento durante as coletas conferindo maior convicção aos exames periciais, e, também atentando-se a possibilidade de indicação de disfarce gráfico, em especial quando utilizando-se do dedo mínimo no caso de assinaturas produzidas em tela [14].

A análise dos referidos estudos aponta para a utilização dos conceitos da grafoscopia tradicional e seus elementos para análise e identificação dos punhos escritores. O tipo de suporte, instrumento usado pelo autor dos lançamentos, a variação natural, características de classe e alterações estudadas anteriormente pelos peritos da área durante anos continua sendo o ponto de partida e base para os estudos das assinaturas capturadas digitalmente.

Um novo cenário com o desenvolvimento de ferramentas para extração e medidas surge e deve ser considerado nas pesquisas. A interdisciplinariedade continua sendo o fio condutor da análise pericial acrescida da expertise dos peritos e todos os novos conceitos que envolvem a área da escrita.

3. CONCLUSÃO

As evidências científicas verificadas através de artigos compilados neste estudo mostraram que conhecer os novos cenários apontados nos estudos compilados, torna-se necessário para direcionar os procedimentos, bem como, verificar a uniformidade metodológica entre as assinaturas manuais e assinaturas capturadas digitalmente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] M. Okawa, Synergy of on-surface and in-air trajectories: Exploratory analysis of forensic online signatures implementing lessons learned from biometrics, Forensic Science International: Reports, Volume 8, 2023, 100340, ISSN 2665-9107, https://doi.org/10.1016/j.fsir.2023.100340.

[2] B.G., CAKOVSKA et al. Recommendations for capturing signatures digitally to optimize their suitability for forensic handwriting examination. J Forensic Sci. 2020:00:1-5

[3] Rede Europeia de Institutos de Ciência Forense . Apêndice 5 – Procedimento geral para exames forenses e comparações de assinaturas capturadas digitalmente e entradas manuscritas . Em: Rede Europeia de Institutos de Ciência Forense , editor. Manual de Melhores Práticas para o Exame Forense de Caligrafia . Ver 03. Wiesbaden, Alemanha : ENFHEX; 2020. págs. 48 – 64 .

[4] J. Heckeroth, et al. Features of digitally captured signatures vs. pen and paper signatures: Similar or completely different? Forensic Science International 318, 110587, 2021.

[5] P. Sharma, M. Singh, O.P. Jasuja, Forensic examination of electronic signatures: a comparative study, Nowa Kodyfikacja Prawa Karnego 59 (2021) 149–184.

[6] M. Diaz, M.A. Ferrer, J.J. Quintana, Anthropomorphic features for on-line signatures, IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. 41 (12) (2019) 2807–2819, https://doi.org/10.1109/TPAMI.2018.2869163.8

[7] J. Linden, F. Taroni, R. Marquis, S. Bozza, Bayesian multivariate models for case assessment in dynamic signature cases, Forensic Sci. Int. 318 (2021), 110611, https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110611.

[8] G. Abosamra, H. Oqaibi, Using residual networks and cosine distance-based K-NN algori-

Ministério Público do Estado de São Paulo, Rev. Bras. Crim. 14(4), 427-429, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

thm to recognize on-line signatures, IEEE Access 9 (2021) 54962–54977, https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3071479.

[9] J. Zimmer, N. Kalantzis, T. Dziedzic, J. Heckeroth, E. Kupferschmid, C. Fernandes, B. Geistova ´ Cakovsk ˇ ´ a, M.J. Branco, K. Axelsson Spjuth, P. Vaccarone, A. Kerkhoff, The challenge of comparing digitally captured signatures registered with different software and hardware, Forensic Sci. Int. 327 (2021), 110945,
https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2021.110945

[10] F. Lunardini, D.D. Febbo, M. Malavolti, M. Cid, M. Serra, L. Piccini, A.L. G. Pedrocchi, N.A. Borghese, S. Ferrante, A smart ink pen for the ecological assessment of age-related changes in writing and tremor features, IEEE Trans. Instrum. Meas. 70 (2021) 1–13, https://doi.org/10.1109/TIM.2020.3045838

[11] M. Faundez-Zanuy, O. Brotons-Rufes, C. Paul--Recarens, R. Plamondon, On handwriting pressure normalization for interoperability of different acquisition stylus, IEEE Access 9 (2021) 18443–18453, https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3053499

[12]

[13] S. Marullo, M. Pozzi, M. Malvezzi, D. Prattichizzo. Analysis of postures for handwriting on touch screens without using tools. Scientific Reports 12(1), 1-11, 2022.
https://www.nature.com/articles/s41598-021-04367-5

[14] Okado JB, Diana MC. Análise de assinaturas estáticas produzidas em tela. Rev. Bras. Crimin. [Internet]. 26º de abril de 2023 [citado 10º de julho de 2024];12(2):41-6. Disponível em: https://revista.rbc.org.br/index.php/rbc/article/view/695

v. 14, n. 4, p. 430-433, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Abordagem de Análise de Vínculos em um caso de Exame Pericial Contábil-Financeiro de Sonegação Fiscal

R.M.D.S. Ribeiro[a,*], C.S. Passos[b], J.R.S. Filho[c]

[a] *Instituto de Criminalística, Superintendência da Polícia Científica, Palmas (TO), Brasil*
[b] *Instituto de Criminalística, Superintendência da Polícia Científica, Palmas (TO), Brasil*
[c] *Instituto de Criminalística, Superintendência da Polícia Científica, Palmas (TO), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: roberto.silva@ssp.to.gov.br. Tel.: +55-63-98405-1055.*

Keywords: Perícia Financeira; Análise de Vínculos; Sonegação Fiscal; Lavagem de Dinheiro.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Entre os crimes financeiros se destacam os crimes tributários (Lei n 4.729, de 14 de julho de 1965 e Lei n. 8.137, de 27 de dezembro de 1990) e os crimes de lavagem de dinheiro (Lei n. 9.613, de 3 de março de 1998).

Os crimes tributários resultam em diminuição de receitas fiscais e consequentemente um efeito redutivo na capacidade de custear os serviços públicos[1]. Na Comunidade Europeia estima-se uma evasão fiscal de 50 bilhões de euros em perdas tributárias somente em imposto sobre valor agregado (IVA) no ano de 2023[2]. Já no Brasil, a aferição de sonegação fiscal é de R$ 374 bilhões para o ano de 2021, somente considerando os tributos federais, ICMS e ISS[3].

Em relação à lavagem de dinheiro, estima-se que 2 a 5% do PIB global é ocultado ou dissimulado, resultando no valor entre 800 bilhões a 2 trilhões de dólares[4]. Considerando o Brasil, o valor movimentado no branqueamento de capitais foi por volta de 6 bilhões de reais no ano de 2016[5]. Claramente, por causa da ilicitude e furtividade da conduta de branqueamento de capitais, dificulta contabilizar o verdadeiro montante dessas transações ilícitas.

Um dos institutos estatais utilizado para o enfrentamento dos crimes financeiros é a Perícia Oficial, em especial a contabilidade forense. Esta se caracteriza pelo emprego de procedimentos de exame, vistoria, investigação pericial, arbitramento, mensuração avaliação, certificação e técnicas de auditoria na investigação de evidências financeiras em questões jurídicas, através de um conjunto de conhecimentos com o objetivo de apontar a responsabilidade[6]. O contador forense está envolvido na investigação e análise de evidência financeiras, além de desenvolver ferramentas informatizadas que auxiliam no exame e apresentação dessas evidências[7].

Dentro das técnicas de investigação financeira, se destaca o exame pericial de análise de vínculos, sendo ela determinante na determinação e consequente exibição dos relacionamentos existentes entre os diversos atores envolvidos em atos ilícitos, facilitando a visualização e a compreensão das estruturas das organizações criminosas investigadas [8]. Assim, a técnica de *link analysis* é uma ferramenta essencial nos exames de crimes financeiros, possibilitando a visualização gráfica das redes de conexões da organização criminosa investigada.

Sobre essa temática, estudo apontou que a análise de vínculos é uma ferramenta apropriada na investigação de crime de lavagem de dinheiro, pois proporciona numerosos retornos informacionais, contribuindo na evidenciação de movimentações financeiras características de lavagem de dinheiro, como exemplo contas de passagem e intermediários, como também no rastreamento de capitais em redes financeiras intricadas[9].

Já em outra pesquisa, a análise de vínculos possibilitou a visualização de um banco de dados financeiros por meio de grafos que evidenciavam indivíduos suspeitos de exercerem a função de interpostas pessoas (laranjas)[10].

Este trabalho tem como objetivo demonstrar como a técnica de análise de vínculos possibilita a Perícia

Contábil-Financeira realizar exames de movimentações bancárias suspeitas de crimes financeiros.

Justifica-se o corrente trabalho pela possibilidade de contribuir no desenvolvimento da área da contabilidade forense, além de verificar a efetividade da técnica de análise de vínculos nas investigações de crimes financeiros, permitindo a aplicação da teoria e o preenchimento de lacunas na prática pericial.

2. PROBLEMÁTICA

Em uma investigação de sonegação fiscal realizada pela Delegacia Especializada em Repressão a Crimes contra a Ordem Tributária, encaminhou ao Núcleo Pericial Especializado em Crimes Financeiros da Polícia Cientifica uma requisição de exame pericial contábil-financeiro em movimentações bancárias de suspeitos, requisitando demonstrar a estrutura da organização criminosa, como também identificar os produtores rurais destinatários das transferências financeiras.

Esses envolvidos pertenciam a uma organização criminosa que utilizavam uma empresa de fachada do setor de comercialização de grãos com o fim de não recolher imposto (ICMS), resultando em R$ 4.858.988,28 de perdas para o tesouro estadual [11].

A estrutura da quadrilha possuía quatro investigados: uma entreposta pessoa, com registro de socio-administrador da empresa de fachada; o operador do esquema fraudulento e procurador da empresa fictícia; o contador da empresa investigada; e por fim um terceiro suspeito de envolvimento na organização.

A organização criminosa possuía o seguinte modus-operandi: o operador atuava como corretor intermediando a venda de grãos entre produtores agrícolas e empresas compradoras deste produto. Como não recolhiam imposto, os grãos possuíam preços atrativos no mercado, apresentando uma concorrência desleal. Para mediar a venda, o operador cobrava uma porcentagem nas receitas provenientes do conluio, de onde provinha o logro da quadrilha.

Do exame deste caso, partiu a ideia de aplicar a análise de vínculos nos dados bancários exibidos pela delegacia requisitante, tendo o objetivo pericial demonstrar através de grafos os relacionamentos entre os investigados, a estrutura da organização criminosa, como também os produtores agrícolas beneficiários do esquema.

3. DESENVOLVIMENTO

Este estudo caracterizou como uma pesquisa descritiva, pois teve o objetivo retratar as características de determinado fenômeno e a identificação de relações entre variáveis, além de caracterizar a natureza dessa relação[12]. Realizou uma pesquisa documental sobre legislação e normativas sobre o crime de lavagem de dinheiro e operações suspeitas. Também elaborou uma pesquisa bibliográfica sobre o tema análise de vínculos em periódicos, livros e manuais.

Coletou os dados de extratos bancários referente a investigação descrita no capítulo anterior. Estes dados foram encaminhados pela delegacia requisitante mediante central de custódia. Sendo que eles foram anonimizados.

A análise de vínculos foi processada com o auxílio do software IBM i2 Analyst´s Notebook, disponível gratuitamente para download no site da empresa (uso limitado a 30 dias, baixado em 5/10/2021).

O tratamento de dados constituiu de três etapas: i) limpeza dos dados, retirando caracteres desnecessários; ii) padronização, estruturação de datas e outras medidas com a mesma especificação; iii) concatenação, junção de nome e sobrenome em um único campo de dados. Essas atividades foram realizadas por algoritmos computacionais. Também realizou a depuração dos dados, permitindo a identificação de lançamentos espelhados, exclusão de lançamentos repetitivos, e exclusão de lançamentos não factuais[9].

A fim de elaborar os grafos, inicialmente configurou as entidades e os vínculos. No caso das entidades, realizou uma modelagem por CPF/CNPJ. Desconsiderou as transferências que não tinham identificação da origem ou do destino dos recursos, não lançando estes registros nos grafos, pela impossibilidade de estimar os vínculos. Em casos particulares, congregou estas transações sem identificação da origem ou destino em uma entidade, denominada de “Origem não identificada” ou “Destino não identificado”.

Em relação aos vínculos, estes foram elaborados tendo como origem as transferências bancárias entre as entidades. Cada transação bancária retratou um vínculo, possuindo as variáveis de valor (em reais) e natureza do lançamento (C para crédito e D para Débito). Sendo que nos grafos, estes vínculos estão agrupados no total de valores como também na contagem de lançamentos, contudo, separado por natureza do lançamento. Estes vínculos também possuem graficamente uma seta representando a direção da transferência bancária.

Após o tratamento de dados, o grafo resultou em 1032 entidades e 1125 vínculos. Por meio da função localizar mais conectados por contagens elaborou a figura n. 1, evidenciando as pessoas físicas e jurídicas investigadas (moldura vermelha) nas primeiras colocações, como o esperado.

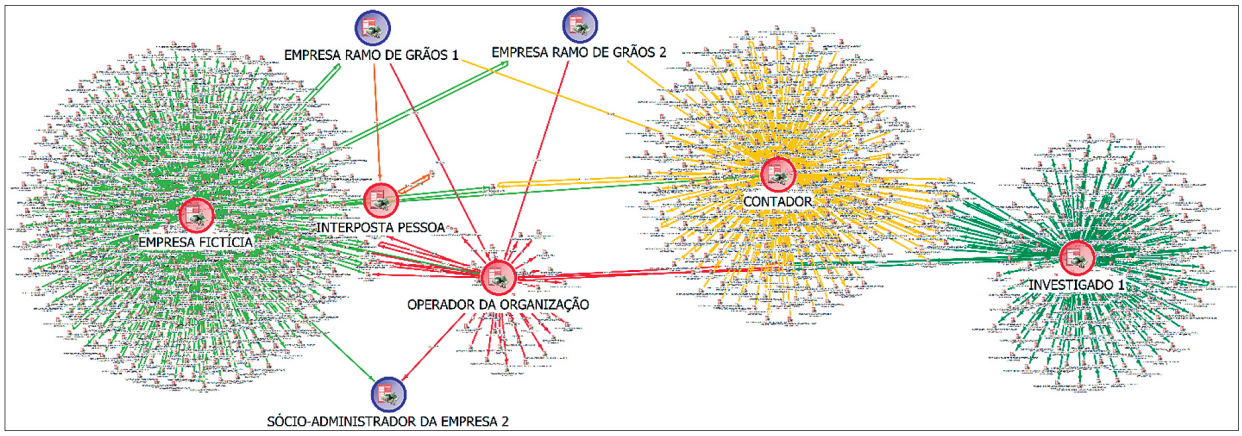


Figura 1. Diagrama geral da organização. **Fonte:** autor.

Também demonstrou outras três entidades (moldura azul), sendo duas empresas do ramo de grãos suspeitas de serem empresas de fachada, e o sócio-administrador de uma dessas empresas, sendo este suspeito de ser interposta pessoa do operador da organização. Fato confirmado durante o percurso das investigações.

Continuando com o exame, selecionou somente as conexões com a Empresa Fictícia, filtrando-as por saídas. Com o uso da função localizar mais conectados, agora por conexões com valores totais mais altos, exportou os dados estruturados conforme a tabela n. 1, demonstrando as saídas da empresa fictícia para os dez primeiros produtores agrícolas (pessoas físicas e jurídicas).

Estas informações evidenciaram os destinatários das movimentações bancárias da Empresa Fictícia. Sendo que a partir delas, e com auxílio de informações providas de bancos de dados da receita estadual permitiu apontar mais de cinquenta produtores rurais que estavam obtendo proveito do arranjo criminoso.

Finalizando o estudo, elaborou um grafo, conforme a figura n. 2, descrevendo a estrutura e o modus operandi da organização criminosa. Nela é possível visualizar algumas tipologias presentes na lavagem de dinheiro, como a empresa de fachada, a interposta pessoa (laranja), o procurador, e operações financeiras que por sua frequência, aporte e método, constituem expediente para ocultar a identificação dos destinatários finais.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como enfoque expor a técnica de análise de vínculos como uma ferramenta em investigações periciais de crimes financeiros em um caso prático em que evidenciou uma organização criminosa destinada a sonegar impostos por meio de empresa de fachada.

O estudo elaborou a estrutura da organização criminosa, composta de interposta pessoa, operador financeiro, contador e produtores agrícolas. Como também apontou o seu modus operandi, em que o operador da organização intermediava a venda de grãos entre os produtores rurais e empresas compradoras.

Igualmente, os grafos possibilitaram identificar mais de cinquentas produtores rurais que foram beneficiados por este esquema de sonegação fiscal, possibilitando ao fisco estadual o recebimento dos tributos devidos.

Conforme apresentado neste trabalho, verificou a efetividade da técnica da análise de vínculos nas perícias de crimes financeiros, possibilitando a aplicação da teoria e um caso prático, deste modo enriquecendo a área da contabilidade forense.

Tabela 1. Principais destinatários das transferências bancárias da Empresa Fictícia. **Fonte:** autor.

Entidade emissora (A)	Valor	Direção	Entidade receptora (B)
Empresa Fictícia	R$ 6.930.995,93	A ---> B	Produtor Rural 1
Empresa Fictícia	R$ 6.545.842,60	A ---> B	Produtor Rural 2
Empresa Fictícia	R$ 3.320.358,49	A ---> B	Produtor Rural 3
Empresa Fictícia	R$ 2.840.565,50	A ---> B	Produtor Rural 4
Empresa Fictícia	R$ 2.199.091,98	A ---> B	Produtor Rural 5
Empresa Fictícia	R$ 2.109.727,70	A ---> B	Produtor Rural 6
Empresa Fictícia	R$ 1.643.519,55	A ---> B	Produtor Rural 7
Empresa Fictícia	R$ 1.569.826,68	A ---> B	Produtor Rural 8
Empresa Fictícia	R$ 1.200.000,00	A ---> B	Produtor Rural 9
Empresa Fictícia	R$ 1.188.697,00	A ---> B	Produtor Rural 10

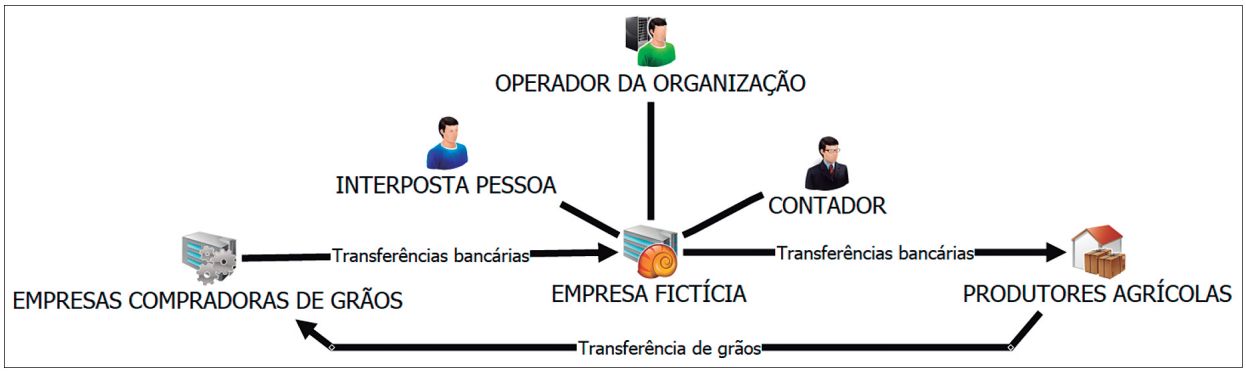


Figura 2. Estrutura da organização e modus operandi. **Fonte:** autor.

Como sugestão recomendamos pesquisas ampliando o uso da análise de vínculos em exames periciais e o desenvolvimento de novos algoritmos, pois os grafos demonstram potencial ferramenta para identificar os relacionamentos entre os atores suspeitos, visualizar as estruturas das organizações criminosas, como evidenciar o caminho do dinheiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Organisation for Economic Co-operation and Development. *Designing a national strategy against tax crime: core elements and considerations, OECD*, França (2024), 14, doi: 10.1787/0e451c90-en.

[2] European Public Prosecutor's Office. *Operation Admiral: EPPO uncovers organised crime groups responsible for VAT fraud estimated at €2.2 billion*, Retirado em 7 de junho de 2024, de https://www.eppo.europa.eu/en/media/news/operation-admiral-eppo-uncovers-organised-crime-groups-responsible-vat-fraud-estimated?etrans=pt.

[3] Instituto Brasileiro de Planejamento e Tributação. *Estudo sobre sonegação fiscal das empresas brasileiras,* IBPT, Curitiba (2023). Retirado em 7 de junho de 2024, de https://drive.google.com/file/d/16qO-QEgeeJTblG_LVVy1TdwdgRuL_Lps/view?usp=sharing&usp=embed_facebook.

[4] United Nations Office on Drugs and Crime. *Money laundering*, UNODC. Retirado em 7 de junho de 2024, de //www.unodc.org/unodc/en/money-laundering/overview.html.

[5] G. Valente. *Lavagem de dinheiro movimenta cerca de R$ 6 bi por ano, estima BC*, O Globo. Retirado em 7 de junho de 2024, de https://oglobo.globo.com/economia/lavagem-de-dinheiro-movimenta-cerca-de-6-bi-por-ano-estima-bc-20483152.

[6] A. Alves, D.R.N. Ferreira, F.T. Binho et al. *Perícia Contábil I*, Brasil (2017). Retirado em 12/06/2024, de https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595021518.

[7] A. Owojori; T. O. Asaolu. The role of forensic accounting in solving the vexed problem of corporate world, *European journal of scientific research*, **29**: 183–187 (2009). Retirado em 7 de junho de 2024, de https://www.researchgate.net/profile/Anthony-Owojori/publication/292566948_The_role_of_forensic_accounting_in_solving_the_vexed_problem_of_corporate_world/links/5840bc0908ae61f75dceecce/The-role-of-forensic-accounting-in-solving-the-vexed-problem-of-corporate-world.pdf.

[8] C. F. Romão. A Utilização de Ferramentas de Análise de Vínculos no Combate aos Crimes de Lavagem de Ativos, *Revista Brasileira de Ciências Policiais*, **4**: 35–67 (2013) Retirado em 7 de junho de 2024, de 10.31412/rbcp.v4i1.134.

[9] R. S. Lima; A. L. M. Serrano; C. M. Cupertino. Contabilidade forense e grafos no combate à lavagem de dinheiro, Anais do *20º USP Internacional Conference in Accounting*, 1-17 (2020). Retirado em 6 de junho de 2024, de https://congressousp.fipecafi.org/anais/20UspInternational/ArtigosDownload/2205.pdf.

[10] R. Zaina; G. M. Araujo; A. L. Pinto; E. Bisset. Aplicação e melhoria de análise de grafos em relatórios de inteligência financeira, *Bibliotecas. Anales de investigación*, **15**: 333-348 (2019). Retirado em 10 de junho de 2024, de http://revistas.bnjm.sld.cu/index.php/BAI/article/view/102.

[11] S. Cruz; C. Spricigo; M. Juliate. *Operação 'Bricklayer' da Polícia Civil do Tocantins investiga empresa em Luzimangues por sonegação fiscal*. Retirado em 6 de junho de 2024, de https://www.to.gov.br/secom/noticias/operacao-bricklayer-da-policia-civil-do-tocantins-investiga-empresa-em-luzimangues-por-sonegacao-fiscal/g8nqtdamjaq.

[12] A. C. Gil. *Métodos e técnicas de pesquisa social*, Atlas, Brasil (2008).

v. 14, n. 4, p. 434-439, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Análise da Eficiência e Segurança das Assinaturas Digitais nas Transações Eletrônicas: Um Estudo de Caso

C.V. Barbosa[a,*], D.M. Amaral[b], K.C. Cintra[a]

[a] *IPOG – Instituto de Pós-graduação e Graduação, Goiânia, (GO), Brasil*
[b] *Instituo de Especialização Profissional Study Prime, Goiânia, (GO), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: cristiane@barbosasobrinho.com.br. Tel.: +55-21-999965-8876.*

*Keywords: **P**erícia Forense, Grafoscopia, Assinatura Digital, Documentoscopia.*

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os avanços tecnológicos têm causado uma transformação significativa em nossas vidas. A rápida evolução tecnológica trouxe agilidade e praticidade ao nosso dia a dia. As assinaturas digitais emergiram como uma solução confiável para a autenticação de documentos eletrônicos, proporcionando uma maneira eficiente e segura de validar transações eletrônicas. No entanto, esse progresso também gerou um aumento nas ocorrências de falsificações relacionadas aos contratos digitais. Assinaturas digitais utilizam criptografia para garantir que um documento não tenha sido alterado após a assinatura. A diversidade de tipos de assinaturas e a complexidade dos métodos de validação podem resultar em brechas de segurança se não forem adequadamente gerenciadas. Este estudo investiga a importância das assinaturas digitais na segurança jurídica das transações eletrônicas, destacando a eficácia das assinaturas digitais avançadas e qualificadas na garantia da autenticidade e integridade dos documentos. A pesquisa busca identificar as vulnerabilidades e os pontos fortes de cada tipo de assinatura, oferecendo uma análise detalhada das práticas atuais e propondo melhorias para aumentar a confiabilidade das assinaturas digitais.

2. OBJETIVOS

A metodologia empregada neste estudo de caso incluiu a análise de oito contratos eletrônicos denominado contrato fictício com diferentes tipos de assinaturas digitais. Para realizar essa análise foram utilizados recursos online disponíveis nos sites gov.br, validador.iti.gov.br, e uma plataforma de assinatura digital. Esta abordagem permitiu uma avaliação abrangente da autenticidade, integridade e validade jurídica dos documentos eletrônicos. Para manter o anonimato, o nome da empresa específica utilizada para validação não será divulgado.

3. TIPOS DE ASSINATURAS DIGITAIS

No contexto das transações eletrônicas e segurança digital, existem diversas variações de assinaturas digitais, cada uma com sua própria peculiaridade em termos de segurança e legalidade. Essas diferentes opções proporcionam alternativas adaptáveis às necessidades de diversos contextos e transações (SANTOS, 2020).

3.1. Assinatura Digital Simples

A assinatura digital simples é a forma mais básica e acessível de assinatura eletrônica. Nesse caso, o procedimento envolve a aplicação de um código único, geralmente gerado pelo signatário, muitas vezes vinculado ao seu endereço de e-mail ou nome. Apesar de oferecer uma camada inicial de autenticação, sua segurança é relativamente inferior em comparação com outros tipos de assinaturas digitais. Sua principal vantagem reside na simplicidade e facilidade de implementação, sendo adequada para transações de menor complexidade e risco (SILVA, 2023).

3.2. Assinatura Digital Avançada

A assinatura digital avançada representa uma evolução em relação à versão simples, incorporando elementos adicionais de segurança. Normalmente, essa moda-

lidade exige o uso de certificados digitais, emitidos por uma Autoridade de Certificação confiável como é o caso da assinatura gov.br. Essa abordagem acrescenta uma camada extra de autenticação e confiabilidade, dado que o certificado digital atua como uma identidade eletrônica, estabelecendo uma conexão mais robusta entre o signatário e sua assinatura. A assinatura digital avançada é frequentemente empregada em transações mais sensíveis e em processos que demandam uma garantia maior de autenticidade (OLIVEIRA *ET AL.,* 2021).

3.3. Assinatura Digital Qualificada

A assinatura digital qualificada é o nível mais alto e seguro de assinatura eletrônica. Utiliza um certificado digital emitido por uma Autoridade de Serviços de Certificação Qualificada (ASQ), conforme o parágrafo 1º do artigo 10º da Medida Provisória nº 2200-2/2001. Equivalente à assinatura manuscrita em termos de validade legal, é empregada em transações de alta importância que exigem o mais alto nível de segurança. A segurança é baseada em chaves e o processo envolve a criação de uma sequência de números, letras e símbolos por software, que resume os dados do documento para envio a terceiros (Behrens, 2006). Diferentes tipos de assinaturas digitais oferecem flexibilidade para atender às exigências específicas de cada contexto digital, desde processos simples até procedimentos legais complexos. A seguir, apresenta-se uma representação visual com exemplos de assinaturas eletrônicas para facilitar a compreensão.

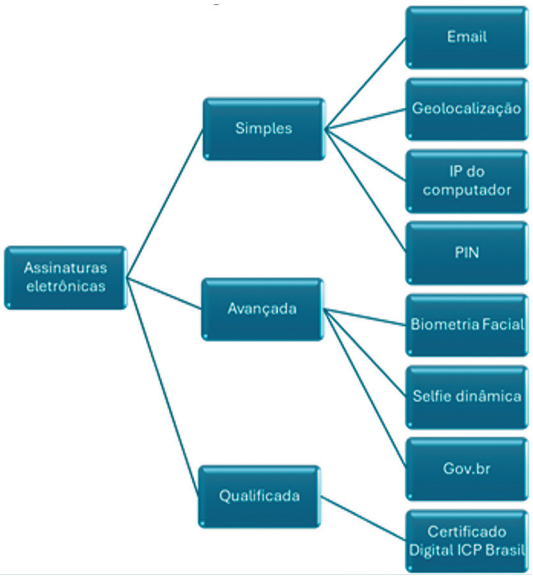


Figura 1. Representação de algumas assinaturas eletrônicas. **Fonte:** As autoras (2024)

3.4. Outras Tecnologias de Assinaturas Digitais

Além das assinaturas digitais baseadas em criptografia assimétrica, outras tecnologias de assinatura digital merecem destaque. A biometria utiliza características físicas únicas, como impressões digitais e reconhecimento facial, oferecendo segurança adicional por ser difícil de falsificar. A assinatura digital por meio de certificados em nuvem permite armazenar e gerenciar assinaturas em servidores online seguros, facilitando seu uso em diferentes dispositivos. Também há as assinaturas digitais por tokens ou smart cards, dispositivos físicos que armazenam chaves criptográficas e são protegidos por senha, garantindo autenticidade e amplamente utilizados em ambientes corporativos e governamentais. A seguir, apresentam-se alguns métodos de validação com assinaturas eletrônicas:

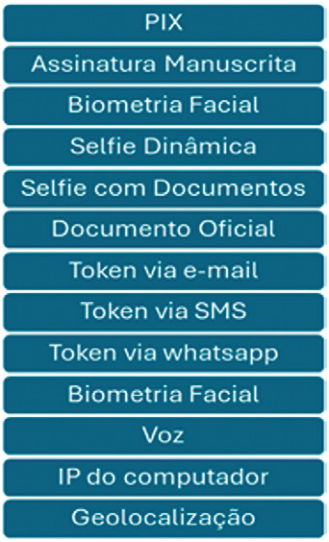


Figura 2. Métodos utilizados como Assinaturas Eletrônicas. **Fonte:** As autoras (2024)

4. METODOLOGIA

4.1. Coleta de Dados

Os dados foram coletados de contratos eletrônicos fictícios assinados por diferentes métodos, incluindo assinaturas simples, avançadas e qualificadas. A análise envolveu a validação das assinaturas utilizando as plataformas de assinaturas digitais, verificando a eficácia de cada tipo de assinatura na garantia da autenticidade dos documentos. A escolha dos contratos foi baseada em diferentes cenários de aplicação, incluindo acordos comerciais, documentos financeiros e contratos de serviços.

4.2. Análise das Assinaturas

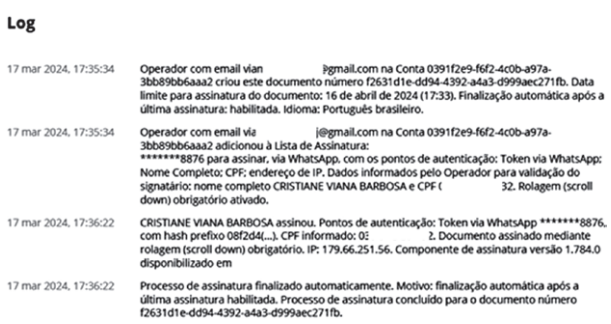
Foram realizadas análises detalhadas das assinaturas, incluindo testes controlados para verificar vulnerabilidades e a robustez das diferentes modalidades de assinatura. A assinatura simples foi analisada pelo envio de um token via WhatsApp e e-mail, enquanto a assinatura avançada envolveu métodos como o envio de uma selfie com documento pelo WhatsApp e o uso do assinador gov.br. Cada método foi avaliado quanto à sua capacidade de prevenir fraudes e garantir a integridade dos documentos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussões deste estudo destacam a eficácia das assinaturas digitais na garantia da autenticidade, integridade e validade jurídica dos documentos eletrônicos analisados. Observou-se que os diferentes tipos de assinaturas digitais, desde as simples até as qualificadas, apresentam níveis variados de segurança, sendo as assinaturas qualificadas as mais confiáveis. Esses resultados ressaltam a importância das assinaturas digitais como ferramentas essenciais para assegurar a segurança jurídica das transações eletrônicas, sublinhando também a necessidade contínua de monitoramento e atualização das práticas de segurança digital. As técnicas de análise de assinaturas eletrônicas são essenciais para os peritos na verificação da autenticidade e validade de documentos assinados digitalmente. Essas técnicas envolvem análises perceptuais, contextuais e computacionais, utilizando ferramentas especializadas para identificar e verificar os diferentes tipos de assinaturas presentes nos documentos eletrônicos. No entanto, neste artigo, procedemos apenas com as análises de validação através das plataformas indicadas na metodologia. Uma aplicação criteriosa dessas técnicas é essencial para garantir resultados confiáveis e embasar decisões judiciais relacionadas a documentos assinados digitalmente.

5.1. Análise da Assinatura Simples pelo Token enviado por whatsapp sem alterações

As autoras do artigo procederam ao cadastro em uma plataforma de assinatura digital e conduziram o processo para realizar uma assinatura simples. Após o cadastro do contrato fictício para ser assinado a plataforma enviou um link por WhatsApp contendo um token. Utilizando o token recebido previamente, as autoras realizaram a assinatura do documento fictício. Após essa etapa, a plataforma disponibilizou uma página de registros denominada Log na última página do contrato eletrônico assinado, detalhando os eventos ocorridos até a assinatura final do documento.



Log

17 mar 2024, 17:35:34 — Operador com email vian)gmail.com na Conta 0391f2e9-f6f2-4c0b-a97a-3bb89bb6aaa2 criou este documento número f2631d1e-dd94-4392-a4a3-d999aec271fb. Data limite para assinatura do documento: 16 de abril de 2024 (17:33). Finalização automática após a última assinatura: habilitada. Idioma: Português brasileiro.

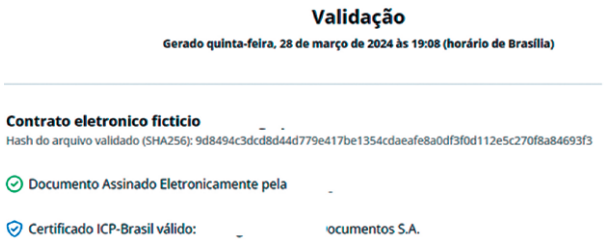
17 mar 2024, 17:35:34 — Operador com email via)@gmail.com na Conta 0391f2e9-f6f2-4c0b-a97a-3bb89bb6aaa2 adicionou à Lista de Assinatura: *******8876 para assinar, via WhatsApp, com os pontos de autenticação: Token via WhatsApp; Nome Completo; CPF; endereço de IP. Dados informados pelo Operador para validação do signatário: nome completo CRISTIANE VIANA BARBOSA e CPF (32. Rolagem (scroll down) obrigatório ativado.

17 mar 2024, 17:36:22 — CRISTIANE VIANA BARBOSA assinou. Pontos de autenticação: Token via WhatsApp *******8876, com hash prefixo 08f2d4(...). CPF informado: 0 2. Documento assinado mediante rolagem (scroll down) obrigatório. IP: 179.66.251.56. Componente de assinatura versão 1.784.0 disponibilizado em

17 mar 2024, 17:36:22 — Processo de assinatura finalizado automaticamente. Motivo: finalização automática após a última assinatura habilitada. Processo de assinatura concluído para o documento número f2631d1e-dd94-4392-a4a3-d999aec271fb.

Figura 3. Descrição dos atos praticados - Log. **Fonte:** Plataforma de Assinatura Digital (2024)

Para que fosse possível validar a autenticidade da assinatura, o documento foi submetido ao validador disponível na plataforma do assinador digital.



Validação

Gerado quinta-feira, 28 de março de 2024 às 19:08 (horário de Brasília)

Contrato eletronico ficticio

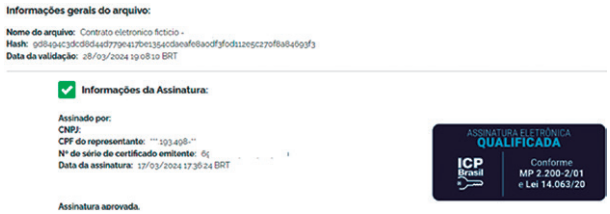
Hash do arquivo validado (SHA256): 9d8494c3dcd8d44d779e417be1354cdaeafe8a0df3f0d112e5c270f8a84693f3

Documento Assinado Eletronicamente pela

Certificado ICP-Brasil válido: ocumentos S.A.

Figura 4. Validação online do documento digital
Fonte: Plataforma de Assinatura Digital (2024)

O documento foi submetido também ao validador disponível em https://validar.iti.gov.br/, pertencente ao Instituto Nacional de Tecnologia da Informação (ITI).



Informações gerais do arquivo:

Nome do arquivo: Contrato eletronico ficticio -
Hash: 9d8494c3dcd8d44d779e417be1354cdaeafe8a0df3f0d112e5c270f8a84693f3
Data da validação: 28/03/2024 19:08:10 BRT

Informações da Assinatura:

Assinado por:
CNPJ:
CPF do representante: ***.193.498-**
Nº de série do certificado emitente: 65
Data da assinatura: 17/03/2024 17:36:24 BRT

ASSINATURA ELETRÔNICA QUALIFICADA
ICP Brasil
Conforme MP 2.200-2/01 e Lei 14.063/20

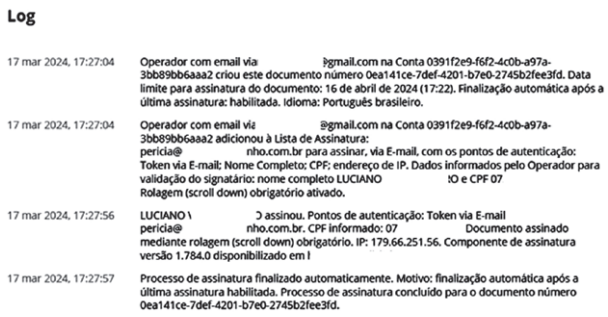
Assinatura aprovada.

Figura 5. Validação online do documento digital
Fonte: Validador ITI (2024)

De acordo com os resultados acima as imagens confirmam que o contrato assinado digitalmente está devidamente validado pela empresa que está certificando essa assinatura simples.

5.2. Análise da Assinatura Simples pelo Token com alteração dos dados enviado por e-mail

Para avaliar a segurança jurídica do documento digital, foi realizado um teste controlado para verificar a vulnerabilidade da assinatura. Para isso, a autora cadastrou os dados de outra pessoa e solicitou a assinatura pelo token para o seu e-mail. Após essa etapa, a plataforma de assinatura digital disponibilizou uma página de registros denominada Log na última página do contrato eletrônico assinado, detalhando os eventos ocorridos até a assinatura final do documento, conforme demonstrado abaixo:



Log

17 mar 2024, 17:27:04 — Operador com email via)gmail.com na Conta 0391f2e9-f6f2-4c0b-a97a-3bb89bb6aaa2 criou este documento número 0ea141ce-7def-4201-b7e0-2745b2fee3fd. Data limite para assinatura do documento: 16 de abril de 2024 (17:22). Finalização automática após a última assinatura: habilitada. Idioma: Português brasileiro.

17 mar 2024, 17:27:04 — Operador com email via @gmail.com na Conta 0391f2e9-f6f2-4c0b-a97a-3bb89bb6aaa2 adicionou à Lista de Assinatura: pericia@ nho.com.br para assinar, via E-mail, com os pontos de autenticação: Token via E-mail; Nome Completo; CPF; endereço de IP. Dados informados pelo Operador para validação do signatário: nome completo LUCIANO O e CPF 07 Rolagem (scroll down) obrigatório ativado.

17 mar 2024, 17:27:56 — LUCIANO) assinou. Pontos de autenticação: Token via E-mail pericia@ nho.com.br. CPF informado: 07 Documento assinado mediante rolagem (scroll down) obrigatório. IP: 179.66.251.56. Componente de assinatura versão 1.784.0 disponibilizado em I

17 mar 2024, 17:27:57 — Processo de assinatura finalizado automaticamente. Motivo: finalização automática após a última assinatura habilitada. Processo de assinatura concluído para o documento número 0ea141ce-7def-4201-b7e0-2745b2fee3fd.

Figura 6. Descrição dos atos praticados - Log. **Fonte:** Plataforma de Assinatura Digital (2024)

O documento foi submetido ao validador disponível na plataforma do assinador digital.

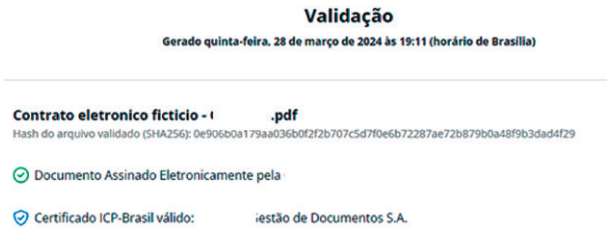


Figura 7. Validação online do documento digital. **Fonte:** Plataforma de Assinatura Digital (2024)

Prosseguindo com a validação da assinatura no endereço eletrônico https://validar.iti.gov.br/, pertencente ao Instituto Nacional de Tecnologia da Informação (ITI).

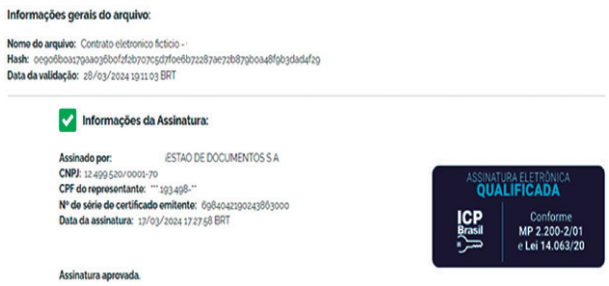


Figura 8. Validação online do documento digital. **Fonte:** Validador ITI (2024)

O contrato foi considerado válido mesmo com dados de outra pessoa, indicando que a plataforma não realiza uma validação efetiva. Qualquer pessoa pode cadastrar-se e enviar o documento para o e-mail de outra, criar um e-mail falso para essa finalidade, que será assinado e validado tanto pela empresa certificadora quanto pelo Instituto Nacional de Tecnologia da Informação (ITI) através de um certificado digital válido. Contudo, a validação realizada pelo ITI está correta, pois ele verifica apenas que o documento contém um certificado digital, que neste caso é da empresa que certifica a assinatura. A análise revelou uma vulnerabilidade nas assinaturas simples, permitindo que terceiros assinem documentos em nome de outra pessoa, comprometendo a autenticidade e validade jurídica. Este teste demonstrou essa fragilidade específica. Há preocupações significativas sobre a segurança desse método, pois um cliente pode receber um e-mail fraudulento e, sem autorização, assinar um documento, ou alguém pode criar um e-mail com dados do signatário e assinar um contrato. Do ponto de vista pericial, é possível validar que o e-mail ou WhatsApp listado no Log recebeu o token, mas não associar a identidade da pessoa apenas com essa validação.

5.3. Análise da Assinatura Avançada através de Selfie com documento enviado por whatsapp com foto com identificação irregular

Utilizando um contrato fictício contendo os dados da autora em um teste controlado, foi analisada a assinatura avançada com a modalidade PIX, enviada via WhatsApp, acompanhada de uma selfie com documento. Foi apresentada a página dos logs contendo toda a trilha da transação realizada. A validação inicial da assinatura foi feita através do site da plataforma de assinatura digital utilizada, seguida pela validação no endereço eletrônico https://validar.iti.gov.br/, pertencente ao Instituto Nacional de Tecnologia da Informação (ITI). Os resultados foram os mesmos mencionados anteriormente: as assinaturas foram devidamente validadas. Observou-se que, em comparação com as demais assinaturas simples, esta assinatura foi realizada através de um PIX de 0,01. No entanto, o perito precisaria solicitar ao banco a confirmação da transação naquela data e os dados de quem fez a suposta transação. Isso se deve ao fato de ter sido gerado apenas um QRcode para ser copiado e colado. Além disso, é importante ressaltar que a selfie foi realizada com um cartão de crédito e não com um documento de identificação. Sem a devida confirmação pelas partes envolvidas, essa forma de autenticação não possui validade. Essa modalidade de assinatura também se mostrou frágil, uma vez qualquer pessoa poderia realizar esse tipo de transação. Durante o teste controlado, foi realizada uma selfie sem documento, e o sistema não autorizou. No entanto, quando realizada a selfie com um cartão de crédito (sem foto), o sistema interpretou esse formato como válido, o que levanta preocupações quanto à segurança jurídica oferecida por esse método.

5.4. Análise da Assinatura Avançada através de Selfie com documento enviado por whatsapp com foto de outra pessoa e com documento irregular

Neste teste controlado, a autora utilizou seus próprios dados; no entanto, a selfie foi realizada com sua filha de 13 anos segurando uma carteira funcional. Foi apresentada a página dos logs contendo toda a trilha da transação realizada. A validação inicial da assinatura foi feita através do site da plataforma de assinatura digital utilizada, seguida pela validação no endereço eletrônico https://validar.iti.gov.br/, pertencente ao Instituto Nacional de Tecnologia da Informação (ITI). Os resultados foram os mesmos mencionados anteriormente: as assinaturas foram devidamente validadas. Isso evidenciou que esse método, se não for devidamente confirmado, ou se for uma simples foto, é aceito da mesma forma. Assim como nas assinaturas simples discutidas anteriormente, essa forma de contratação apresenta uma grande vulnerabilidade.

5.5. Assinatura avançada documento Nato-digital assinada pelo assinador gov.br

Esse tipo de assinatura é considerado seguro, uma vez que a validação é realizada por meio do endereço

eletrônico https://validar.iti.gov.br/, que é de propriedade do Instituto Nacional de Tecnologia da Informação (ITI). No entanto, é importante ressaltar que a segurança dessa assinatura depende da existência da assinatura avançada no domínio gov.br. Para ser realizado esse tipo de assinatura alguém teria que ter acesso à senha da plataforma gov.br e com isso seria possível a assinatura.

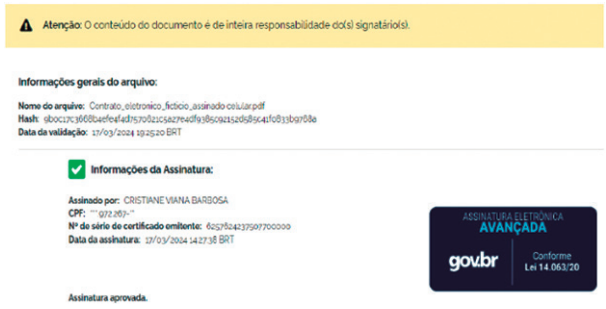


Figura 9. Validação online do documento digital. **Fonte:** Validador ITI (2024)

5.6. Assinatura Avançada Assinada com gov.br com o documento impresso e digitalizado

Em um outro teste controlado, um contrato contendo a imagem de uma assinatura digital avançada foi escaneado. Contudo, ao tentar validar a assinatura, o validador exibiu uma mensagem indicando que não reconhecia a assinatura ou que ela estava corrompida. Isso sugere que o documento pode não ser autêntico e possivelmente seja apenas uma cópia do original ou uma montagem. Para uma análise e verificação adequada, é fundamental que o documento seja o original assinado ou uma cópia integral, ambos em formato digital. Essa situação destaca a importância de garantir que documentos assinados digitalmente sejam tratados e verificados adequadamente, evitando análises analógicas que possam comprometer a autenticidade e integridade do documento.

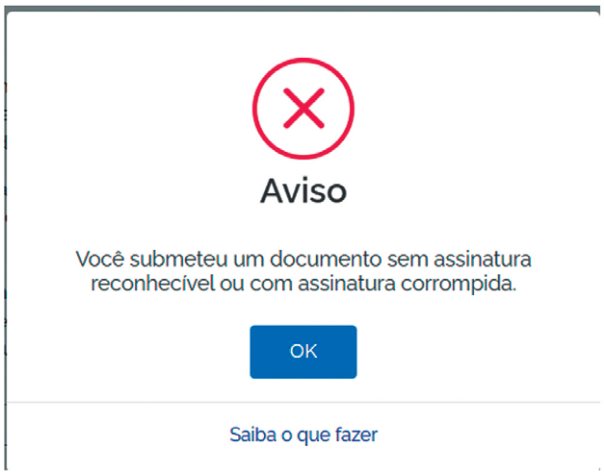


Figura 10. Validação online do documento digital. **Fonte:** Validador ITI (2024)

5.7. Assinatura Avançada Documento Nato-digital Assinada com Certificado Digital

Este tipo de assinatura é considerado a mais segura, uma vez que passa por validação no endereço eletrônico https://validar.iti.gov.br/. e se não houver uma assinatura com certificado digital, ela não será validada, conforme demonstrado abaixo:

Figura 11. Validação online do documento digital. **Fonte:** Validador ITI (2024)

5.8. Assinatura Avançada com Documento Alterado após ter sido assinado com Certificado Digital

Este documento foi gerado a partir de um arquivo com assinatura digital, o qual foi posteriormente convertido para o formato Word e, em seguida, salvo como PDF com a representação da assinatura digital avançada. Portanto, não houve escaneamento do documento, ele permaneceu em formato totalmente digital.

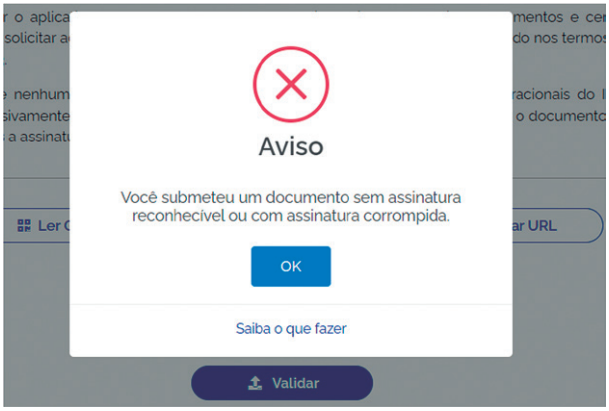


Figura 12. Validação online do documento digital. **Fonte:** Validador ITI (2024)

As análises anteriores evidenciam que a assinatura avançada é a mais segura dentre todas as modalidades analisadas.

6. CONCLUSÕES

Este estudo destaca a importância das assinaturas digitais na segurança jurídica das transações eletrônicas. Os resultados indicam que diferentes modalidades de assinaturas digitais oferecem variados níveis de segurança, sendo as assinaturas qualificadas e as assinaturas avançadas pelo assinador gov.br as mais

confiáveis. A pesquisa empírica analisou oito contratos eletrônicos fictícios, cada um contendo diferentes tipos de assinaturas digitais, desde as simples até as qualificadas. Utilizando plataformas como gov.br, validador.iti.gov.br e uma plataforma de assinaturas digitais, foram avaliadas a autenticidade e integridade dessas assinaturas. Os resultados revelaram que as assinaturas qualificadas proporcionam a maior segurança jurídica. No entanto, reconhecer os desafios e vulnerabilidades associados ao uso dessas assinaturas é essencial, destacando a necessidade contínua de atualização e aprimoramento das práticas de segurança digital. Este estudo reforça o papel essencial dos peritos na análise forense digital, identificando vulnerabilidades em diferentes tipos de assinaturas digitais. Para pesquisas futuras, sugere-se um desenvolvimento mais abrangente, explorando outras plataformas certificadoras e métodos de assinaturas digitais, incluindo a análise de endereço IP e geolocalização. Essa ampliação permitirá uma compreensão mais completa das práticas de segurança digital no contexto das transações eletrônicas.

É igualmente importante que as partes envolvidas em transações eletrônicas verifiquem a fidedignidade dos documentos que servem de base para os contratos. A validação da autenticidade dos documentos é um passo fundamental para garantir a integridade das transações, prevenindo fraudes e garantindo que todas as partes estejam cientes e de acordo com os termos. As partes devem adotar práticas rigorosas de verificação para assegurar que os documentos não apenas contenham assinaturas válidas, mas também sejam verdadeiros e não adulterados. Este cuidado adicional é fundamental para manter a confiança e a segurança nas transações eletrônicas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao XXVII Congresso Nacional de Criminalística pela oportunidade de apresentar este trabalho. Também expressamos nossa gratidão ao Doutor Thiago Borduqui Ferrari pela disponibilidade, paciência e valioso auxílio durante a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Anderson, B. (2021). Multi-factor Authentication in Digital Signature Verification. Journal of Digital Authentication, 9(1), 34-49.

[2] Behrens, F. (2006). Assinatura Eletrônica & Negócios Jurídicos. Curitiba: Juruá.

[3] Brasil. Medida Provisória n. 2.200-2 de 24 de agosto de 2001. Institui a Infra-Estrutura de Chaves Públicas Brasileira - ICP-Brasil. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/antigas_2001/2200-2.htm. Acesso em: 30 junho 2023.

[4] Brasil. Lei de nº 12.682 de 09 de julho de 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12682.htm. Acesso em: 30 junho 2023.

[5] Castro, A. A. (2002). O documento eletrônico e a assinatura digital.: Uma visão geral. Revista Jus Navegandi. Disponível em: https://jus.com.br/artigos/2632/o-documento-eletronico-e-a-assinatura-digital. Acesso em: 17 mar. 2024.

[6] Jones, A. (2019). Enhancing Digital Transaction Security. International Journal of Digital Law, 8(2), 45-67.

[7] Kumar, R., & Singh, P. (2021). Advances in Digital Signature Technologies. Cybersecurity Journal, 12(3), 144-160.

[8] Mendes, F. (2022). Public Key Infrastructure and Digital Document Security. Law and Technology Review, 15(1), 98-112.

[9] Saraiva, B. N. (2023). Garantindo a integridade de documentos eletrônicos por assinatura digital em um sistema acadêmico universitário. UFRJ.

[10] Silva, S. M. M. A. (2023). A Segurança Jurídica dos contratos eletrônicos e seus efeitos nas relações comerciais. PUC Goiás.

[11] Smith, J. (2020). Digital Signatures and Cybersecurity. Journal of Information Security, 10(4), 215-228.

[12] Valtuille Neto, R. (2022). Influência do desenvolvimento digital no mercado de locação de imóveis: desafios ao acompanhar a revolução digital. PUC Goiás.

[13] Volpi Neto, Â. (2001). Comércio Eletrônico - Direito e Segurança. Curitiba: Juruá.

B.R. Costa, J.B. Almeida, Rev. Bras. Crim. 14(4), 440-445, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 440-445, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

O papel dos Laboratórios e dos Núcleos especializados em Contabilidade Forense e Perícia Criminal Contábil dentro dos Órgãos Oficiais de Perícia

B.R. Costa[a,*], J.B. Almeida[b]

[a] *Departamento Financeiro, Defensoria Pública do Paraná, Curitiba (PR), Brasil*
[b] *Coordenação de Ciências Contábeis, Fundação Universidade Federal do Tocantins, Palmas (TO), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: brunocostacont@gmail.com. Tel.: +55-63-998127-3237.*

Keywords: Contabilidade Forense; Perícia Criminal Contábil; Perito Criminal Contábil; Crimes Financeiros.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, houve um aumento nos crimes de natureza financeira e econômica, muitos dos quais tiveram grandes repercussões, tornando mais evidente os delitos feitos por grandes empresas e pessoas importantes no cenário brasileiro [1]. Esses delitos envolvem diversas práticas ilegais, como fraudes fiscais, lavagem de dinheiro, sonegação de impostos e desvio de verbas, exigindo uma abordagem especializada para sua investigação e resolução.

Nesse contexto, a contabilidade forense surge como uma ferramenta relevante na análise e detecção dessas infrações, fornecendo suporte técnico e científico essencial para as investigações criminais. A contabilidade forense é a aplicação de habilidades investigativas e analíticas com o propósito de solucionar problemas financeiros, de modo a atingir os padrões requeridos por cortes judiciais, não se limitando àqueles que efetivamente resultem em ações judiciais [2]. Ou seja, é a análise de fatos contábeis que podem revelar possível fraude, sendo adequada para apresentação em tribunal.

Com isso, os profissionais desta área, chamados de peritos contábeis, atuam em estreita colaboração com autoridades policiais e judiciárias, contribuindo para a elucidação de casos complexos por meio de análises detalhadas e precisas.

A perícia contábil constitui o conjunto de procedimentos técnico-científicos destinados a levar à instância decisória elementos de prova necessários a subsidiar à justa solução do litígio ou constatação de um fato, mediante laudo pericial contábil e/ou parecer pericial contábil, conforme as normas jurídicas e profissionais, e a legislação específica no que for pertinente [3]. A Perícia Contábil é, portanto, o grupo de procedimentos técnicos e científicos que, com base em exames e investigações diversas, faz o levantamento e avalia provas que subsidiarão laudos ou pareceres apresentados para a solução de um litígio em vias judiciais ou extrajudiciais [4].

Neste contexto, a perícia criminal contábil se fundamenta na aplicabilidade da contabilidade forense e da Perícia Contábil para a execução de suas atividades. A perícia criminal contábil ocupa um lugar centralizado nos processos envolvendo os crimes contra a ordem econômica e tributária ou contra o sistema financeiro [5]. Além disso, o direito penal deve ser utilizado apenas de forma subsidiária, em situações em que não haja outro modo de se proteger o bem tutelado, devendo atentar-se aos bens mais importantes [6]. Por esse motivo, a perícia criminal contábil e a prova pericial dela advinda seguem regras de execução diferentes das demais perícias, inerentes ao direito penal. Dessa maneira, os Peritos Criminais contábeis devem atentar-se para a legislação penal, que vincula a atuação dos peritos, e para as orientações específicas do conselho de classe [7].

Considerando a relevância da contabilidade forense e da Perícia Contábil na praticabilidade da perícia criminal contábil, este artigo visa explorar a atuação dos Órgãos Oficiais de Perícia na condução de inves-

B.R. Costa, J.B. Almeida, Rev. Bras. Crim. 14(4), 440-445, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

tigações relacionadas a crimes financeiros, com foco nos setores especializados em contabilidade forense e perícia criminal contábil. A análise se baseia em dados coletados de diferentes instituições, destacando a importância desses setores, na prática da perícia criminal e apresentando uma visão das atividades desempenhadas por eles. Especificamente busca-se i) apresentar os órgãos que possuem setores específicos voltados para a contabilidade forense e a perícia criminal contábil; ii) levantar as atribuições e atividades desses setores; e iii) apresentar a percepção de peritos criminais contábeis referente as atividades desenvolvidas, a avaliação da estrutura, os desafios na atividade de contabilidade forense e perícia criminal contábil.

2. MATERIAL E MÉTODO

Trata-se de uma pesquisa qualitativa e exploratória, que visa abordar aspectos relacionados a um tema pouco explorado [8]. É uma pesquisa documental [9], pois explorou Organogramas e Legislações que tratam das estruturas organizacionais dos Órgãos Oficiais de Perícia, bem como suas funções e atividades desempenhadas.

Os dados também foram coletados por meio de questionário, composto por 10 perguntas abertas, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Questionário

Bloco	Perguntas
Bloco 1	Qual sua idade?
	Qual seu gênero?
	Qual sua formação?
	Qual Órgão Oficial de Perícia Vinculado?
	Há quanto tempo você atua como Perito Criminal Contábil?
Bloco 2	No órgão que você trabalha qual o setor que desenvolve a atividade de contabilidade forense e perícia criminal contábil?
	Quais as principais atividades desenvolvidas pelo setor que atua em crimes financeiros?
	Qual a importância do setor (Núcleo, Laboratório, Seção, outro) que atua no combate a crimes financeiros?
	Quais os principais desafios enfrentados na atividade de contabilidade forense e perícia criminal contábil?
	Como você avalia a estrutura oferecida pelo órgão oficial a que está vinculado, para a execução da atividade de perícia criminal contábil?

Fonte: Elaborado pelos autores

O questionário foi formulado por meio do *Google Forms* e foi enviado por meio do *WhatsApp* no grupo nacional de peritos criminais contábeis e disponibilizado pelo *Instagram* em 06/07/2024. Até a 12/07, foram obtidas 7 respostas.

Após o levantamento e organização dos dados em planilhas de *Excel*, foram elaboradas tabelas para facilitar o entendimento e interpretação dos dados. As respostas ao questionário foram expostas e analisadas por meio de quadros e citações diretas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Órgãos Oficiais com setores específicos de contabilidade forense e perícia criminal contábil

No Quadro 2, são destacados os órgãos com setores especializados para lidar com demandas contábeis relacionadas à contabilidade forense na perícia criminal.

Quadro 2 - Órgãos oficiais com setores de contabilidade forense na prática da perícia criminal contábil

Órgão	Nome do Setor
Polícia Federal	Divisão de perícias Digitais, contábeis e de Engenharia (Serviços de Perícias Contábeis e Econômicas)
Perícia Forense do Estado do Ceará	Núcleo de Perícias Documentoscópicas e Contábeis (NUPDC)
Departamento da Polícia Técnica do Distrito Federal	Seção de Perícias de Crimes Econômicos e Financeiros
Superintendência de Polícia Técnico Científica do Espírito Santo	Seção de Contabilidade
Superintendência de Polícia Técnico Científica do Maranhão	Seção de Contabilidade Forense
Polícia Científica do Mato Grosso	
Superintendência de Polícia Técnico Científica de Rondônia	Departamento de Merceologia e Contabilidade
Superintendência de Polícia Técnico Científica de São Paulo	Núcleo de Crimes Contábeis (IC-NCC)
Polícia Científica da Paraíba	Laboratório de Documentoscopia e Perícia Contábil
Superintendência da Polícia Científica do Tocantins	Núcleo Especializado de Crimes Financeiros

Fonte: Elaborado pelos autores

Vale ressaltar que, de um órgão oficial de perícia para outro, há certa diferença na execução das atividades de cada setor, por se tratar de organograma elaborado pela própria instituição, mas todos os meios de processo caminham para o mesmo fim: a atuação da contabilidade forense, na prática da perícia criminal na análise de crimes financeiros.

O Núcleo de Perícias Documentoscópicas e Contábeis (NUPDC), da Coordenadoria de Perícia Criminal (Copec) da Perícia Forense do Estado do Ceará (Pefoce), se dedica à análise de crimes relativos a finanças e contabilidade.

B.R. Costa, J.B. Almeida, Rev. Bras. Crim. 14(4), 440-445, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Em relação aos crimes de ordem financeira, o laboratório de perícia contábil é responsável por periciar casos de suspeita de fraudes fiscais, sonegação de impostos, furto por confiança e outras situações em que haja a necessidade de avaliar movimentações financeiras, desvio de verbas, entre outros delitos ligados a finanças e contabilidade [10].

Portanto, fraude contra o erário e demais situações relacionadas a movimentações financeiras e desvio de recursos são analisadas pelo laboratório do NUPDC.

Já no Instituto de Polícia Científica da Paraíba, as demandas desta natureza são tratadas no Laboratório de Documentoscopia e Perícia Contábil. Neste laboratório, busca-se examinar: "Autenticidade gráfica; Exame de Autenticidade ou Falsidade Documental; Exame de Autoria Gráfica; Exame de Integridade Documental; e o Exame de Perícia Contábil" [11]. As atividades realizadas pelo Laboratório se voltam para documentos e para abordagens voltadas ao patrimônio, nesse último caso, a perícia contábil é a técnica adotada.

A investigação sobre lavagem de dinheiro é uma das atuações do Núcleo de Perícias Contra Crimes Financeiros da Superintendência da Polícia Científica do Tocantins. A Operação Laboratório, que aconteceu em 2023," teve por finalidade investigar a prática de lavagem de dinheiro do tráfico de drogas, através de estabelecimentos comerciais localizados naquele município. [...] A Operação Laboratório também contou com apoio [...] do setor de perícia contábil e computação forense da Polícia Científica [12].

O Departamento da Polícia Federal também conta com serviços especializados. Conforme a Instrução Normativa (IN) n.º 013/2005 [13], que define as competências específicas das unidades centrais e descentralizadas do Departamento de Polícia Federal e as atribuições de seus dirigentes, no artigo 92:

> *Art. 92. Ao Serviço de Perícias Contábeis e Econômicas compete:*
>
> *I - elaborar laudos de apreciação de vestígios em procedimentos pré-processuais e judiciários da esfera criminal relacionados a exames periciais contábeis, econômicos, financeiros e merceológicos;*
>
> *II - pesquisar, avaliar, desenvolver e aprimorar técnicas e metodologias relacionadas aos exames periciais correlatos à sua área de atuação;*
>
> *III - estabelecer contatos com outras instituições congêneres no Brasil e no exterior, visando ao intercâmbio de informações;*
>
> *IV - propor a realização de cursos, palestras, seminários e conferências, colaborando com sua realização, em nível nacional e internacional, com o objetivo de realizar a troca de experiências, bem como propor o treinamento, a atualização e a especialização profissional em sua área de atuação;*
>
> *V - propor medidas relativas à padronização de laudos, controle de qualidade e outros procedimentos correlatos às suas atividades específicas;*
>
> *VI - acompanhar e promover estudos sobre a legislação e jurisprudência em sua área de atuação, em articulação com a DPCRIM/INC/DITEC;*
>
> *VII - prestar apoio técnico-científico e administrativo nas perícias relacionadas a sua área de atuação e emitir informações e pareceres visando à instrução de processos sobre assuntos específicos;*
>
> *VIII - propor diretrizes para busca, coleta, transporte e preservação do material objeto dos exames de sua competência;*
>
> *IX - especificar e propor a aquisição de produtos e serviços necessários para desempenhar suas atividades;*
>
> *X - dispor dos dados estatísticos das atividades relacionadas à sua atribuição, consolidando-os e encaminhando-os ao Chefe da DPER/INC/DITEC.*

A existência de setores especializados em demandas contábeis é importante, pois fornecem a infraestrutura e o conhecimento técnico necessários para abordar complexas questões contábeis em investigações criminais, assegurando que as análises e evidências sejam robustas e confiáveis.

3.2 Percepções de peritos criminais contábeis: atividades, estrutura e desafios na contabilidade forense e perícia criminal contábil

O Quadro 3 apresenta o perfil dos peritos que participaram da pesquisa.

Quadro 3 – Perfil dos peritos

Idade	Gênero	Graduação	Tempo de atuação/Perito Criminal
32	Masculino	Ciências Contábeis	3 anos
34	Feminino	Ciências Contábeis	7 anos
37	Masculino	Ciências Contábeis	7 anos
38	Feminino	Ciências Contábeis	2 anos

B.R. Costa, J.B. Almeida, Rev. Bras. Crim. 14(4), 440-445, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Idade	Gênero	Graduação	Tempo de atuação/Perito Criminal
44	Masculino	Ciências Contábeis	18 anos
45	Masculino	Engenharia Elétrica	1 ano 3 meses
47	Masculino	Ciências Contábeis/ Direito	18 anos

Fonte: Elaborado pelos autores

Percebe-se que os peritos possuem idade entre 32 e 47 anos, com a maioria sendo do gênero masculino e predominando a formação em Ciências Contábeis. O tempo de atuação na perícia criminal contábil está entre 1 e 18 anos.

Um dos questionamentos feitos aos peritos teve como intuito conhecer o setor que desenvolve a atividade de contabilidade forense e perícia criminal contábil, do órgão em que exerce suas atividades. As respostas estão apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Órgão e setores de contabilidade forense e perícia criminal contábil

Órgão	Departamentos
Polícia Científica do Estado do Espírito Santo	Departamento de Contabilidade Forense
PCDF	Seção de Perícias de Crimes Econômico-Financeiros
Superintendência de Polícia Científica Tocantins	Núcleo Especializado em Crimes Financeiros e Lavagem de dinheiro
Pefoce	Sim/ Documentoscopia
Polícia Federal	A parte de perícia é no Serviço de Perícias Contábeis e Econômicas/DPDCE/INC/DITEC/PF. A Contabilidade Forense está presente em diversos setores, inclusive na perícia.

Fonte: Elaborado pelos autores

A existência de setores ligados à área de contabilidade forense e perícia criminal contábil e de profissionais com a formação voltada para a área contábil pode auxiliar no desenrolar de investigações de crimes relativos a essa área. Segundo os peritos pesquisados, tais setores são importantes pois:

> *Se bem estruturado, colabora no bloqueio de ativos frutos de práticas ilícitas assim promovendo a asfixia financeira da organização criminosa (Perito A).*
>
> *Indispensável para apurar materialmente a ocorrência ou não de crimes em operações contábil-financeiras (Perito C).*
>
> *Combate a corrupção (Perita D).*
>
> *Alta importância [...] na produção da prova (Perito E).*

A presença de tais setores possibilita o combate à prática de crimes contábeis, econômicos, financeiros e de corrupção e fraudes. Bem como a repressão da entidade criminosa.

Com relação às principais atividades desenvolvidas pelos setores em que os peritos atuam, observa-se nas respostas que atuam em crimes diversos.

> *Perícias em crimes tributários (Perito A).*
>
> *Investigações relacionadas a crimes patrimoniais/financeiros, principalmente, lavagem de capitais (Perita B).*
>
> *Exames de operações contábeis fraudulentas e lavagem de dinheiro (Perito C).*
>
> *Vários setores atuam com crimes financeiros. Especificamente na perícia, os principais exames são: desvio de recursos públicos, lavagem de dinheiro, corrupção, crimes contra o sistema financeiro nacional etc (Perito E).*
>
> *Análise de documentos e assinaturas (Perito G).*

Apura-se, pelas respostas, que as atividades desenvolvidas pelos peritos estão relacionadas às investigações sobre crimes: de lavagem de dinheiro, tributários, financeiros, operações contábeis fraudulentas, desvios de recursos públicos, corrupção, análise de documentos e assinaturas. Tais atividades exigem dos profissionais conhecimentos sobre atividades contábeis e financeiras que os permitam identificar os possíveis crimes.

Quando questionados se há desafios a serem superados nas atividades de perícia criminal contábil desenvolvidas nos órgãos oficiais, as respostas dos peritos apontaram o seguinte:

> *Falta de recursos humanos (servidores) e acesso a cursos específicos da área forense (Perito A).*
>
> *Complexidade dos casos. Volume de dados. Variedade dos casos (difícil estabelecer procedimentos padrões) (Perita B).*
>
> *Obtenção de softwares de processamento de dados para filtros e comparações de informações (Perito C).*
>
> *Crime organizado sofisticado (Perita D).*
>
> *Diria que é o volume de dados cada vez maior, bem como a complexidade das operações (Perito E).*
>
> *Enorme quantidade de dados para análise e diversidade de casos dificultando uma padronização (Perito F).*
>
> *Aperfeiçoamento na área (Perito G).*

B.R. Costa, J.B. Almeida, Rev. Bras. Crim. 14(4), 440-445, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

O volume de dados a serem analisados foi apontado como desafio por três peritos. Isso implica dizer que há a necessidade de mais servidores para auxiliar nas investigações, além de *softwares* adequados para processar esses dados, corroborando com a resposta do Perito C.

A complexidade, variedade e sofisticação dos casos também foram apontadas como desafios. A dificuldade em encontrar aperfeiçoamento adequado para a área, bem como a falta de servidores na área, também foram mencionados como desafios a serem superados. Cabe aos órgãos executores da perícia criminal contábil proporcionar ambientes de aperfeiçoamento continuado, para que os profissionais possam minimizar os desafios apontados.

Com relação à avaliação da estrutura oferecida pelo órgão oficial a que estão vinculados, para a execução da atividade de perícia criminal contábil, os peritos responderam:

> *Apesar da estrutura física dedicada, faltam servidores bem como especialização dos servidores alocados (Perito A).*
>
> *Excelente (Perita B, Perito F).*
>
> *Regular com muito espaço para evolução no que diz respeito a sistemas (Perito C).*
>
> *Boa (Perito A, Perita D, Perito G).*
>
> *Ótima estrutura física, mas o excesso de demandas prejudica focar no mais importante (Perito E).*

Embora a maioria dos peritos tenha apontado que a estrutura física é de boa para excelente, há ressalvas quanto a outros aspectos da estrutura em uma visão mais ampla. A ausência de servidores e especialização na área pode prejudicar a execução das atividades e o andamento dos trabalhos periciais. Outro aspecto mencionado de forma negativa foi o excesso de solicitações de perícias. Infere-se, portanto, que isso está diretamente relacionado com a falta de servidores especializados para suprir o número de demandas na área. Adicionalmente, a ausência de sistemas que atendam as demandas sobre crimes financeiros, que estão cada vez mais sofisticados e ligados a tecnologias, é uma crítica do Perito C sobre a estrutura do setor do órgão a que ele está vinculado.

4. CONCLUSÕES

O objetivo desta pesquisa foi explorar a atuação dos Órgãos Oficiais de Perícia na condução de investigações relacionadas a crimes financeiros, com foco nos setores especializados em contabilidade forense e perícia criminal contábil. Os crimes financeiros representam um desafio para a aplicação da justiça devido à sua complexidade e ao impacto econômico e social que provocam. A contabilidade forense é uma importante ferramenta na análise e detecção dessas infrações penais, fornecendo suporte técnico e científico adequado para a execução da perícia criminal contábil nas investigações criminais.

Os resultados revelaram que no Brasil há setores, em órgãos oficiais, voltados para a contabilidade forense e perícia criminal contábil. A existência de setores especializados em contabilidade forense nos órgãos oficiais de perícia é relevante, pois oferecem a infraestrutura e o conhecimento técnico necessários para abordar questões contábeis complexas. Estes setores, além de fornecerem a base técnica para a produção de provas robustas e confiáveis, também contribuem para o combate à corrupção e à criminalidade organizada. Além disso, nesses órgãos há peritos criminais contábeis que são importantes profissionais para atuarem na análise de casos complexos envolvendo fraudes fiscais, lavagem de dinheiro, sonegação de impostos e desvio de verbas.

Entretanto, o estudo também revelou desafios importantes enfrentados pelos peritos criminais contábeis, incluindo a falta de recursos humanos, a necessidade de aprimoramento contínuo, a complexidade dos casos e o volume crescente de dados a serem analisados. A falta de servidores especializados e de *softwares* adequados para processar grandes volumes de dados são barreiras que precisam ser superadas para melhorar a eficácia das investigações.

A avaliação da estrutura dos órgãos oficiais mostrou que, embora a maioria dos peritos considere a estrutura física boa ou excelente, há necessidade de melhorias em termos de recursos humanos e tecnológicos. Para enfrentar os desafios identificados, é essencial que os órgãos de perícia invistam em treinamento especializado e na aquisição de tecnologias avançadas que possam auxiliar na análise de dados complexos e no desenvolvimento de metodologias mais eficientes para a investigação de crimes financeiros.

De modo geral, a contabilidade forense e a perícia criminal contábil são áreas de grande importância no combate aos crimes financeiros. A contínua evolução dessas áreas, apoiada por investimentos em infraestrutura e capacitação profissional, é necessária para garantir a eficácia das investigações e a aplicação da justiça. Este estudo destaca a necessidade de atenção e melhorias contínuas para fortalecer a atuação dos peritos criminais contábeis e, consequentemente, a integridade do sistema de justiça brasileiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] E. C. Batalha et al. Os papéis da Perícia Criminal Contábil e Contabilidade Forense. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, **v. 16, n. 2:** p. e3497-e3497 (2024).

[2] W. S. Hopwood;J. J. Leiner; G. R. Young. *Forensic Accounting*. Mcgraw Hill Higher Education. United States of America **(**2007) 3.

[3] BRASIL. *NBC TP 01 – Perícia Contábil.* Norma Brasileira de Contabilidade, NBC TP 01 (R1), de 19 de março de 2020 dá nova redação à NBC TP 01, que dispõe sobre Perícia Contábil (2020). Disponível em: https://cfc.org.br/tecnica/normas-brasileiras-de-contabilidade/nbc-tp-de-pericia/.

[4] M. R. Henrique et al. Análise da Percepção dos Discentes sobre Perícia Contábil e Contabilidade Forense Contra Fraudes Contábeis. *Revista Brasileira de Contabilidade e Gestão*, **v. 12, n. 23:** p. 001-020 (2023).

[5] T. H. C. Silva. A perícia e o perito criminal contábil: Instrumentos a serviço da Justiça. *Revista Brasileira de Criminalística*, **v. 8, n. 1:** (2019) 35-47.

[6] BRASIL. Decreto-Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941. *Código de Processo Penal*. Diário Oficial da União, Brasília, (1941). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3689.htm.

[7] T. H. C. Silva. A perícia e o perito criminal contábil: Instrumentos a serviço da Justiça. *Revista Brasileira de Criminalística*, **v. 8, n. 1:** (2019) 35-47.

[8] A. C. Gil. *Como elaborar projetos de pesquisa.* São Paulo: Atlas (2002) 210.

[9] M. M. Oliveira. *Como fazer pesquisa qualitativa.* Petrópolis: Vozes, (2007) 70.

[10] Ascom PEFOCE. Perícia criminal contábil da Pefoce atua no combate a crimes de ordem financeira. (2020). Retirado em 24/06/2024, de https://www.pefoce.ce.gov.br/2020/07/29/pericia-criminal-contabil-da-pefoce-atua-no-combate-a-crimes-de-ordem-financeira/.

[11] INSTITUTO DE POLÍCIA CIENTÍFICA. Órgão da Polícia Civil do Estado da Paraíba a quem compete as atividades de criminalística, identificação civil e criminal, medicina e odontologia legal e de laboratório forense. (2021). Retirado em 22/06/2024, de https://www.policiacivil.pb.gov.br/institucional/orgaos-delegacias/instituto-de-policia-cientifica.

[12] SINDIPERITO. Peritos Oficiais do Núcleo de Perícias Contra Crimes Financeiros e de Computação Forense participam de operação que investiga lavagem de dinheiro em Paraíso do Tocantins. (2023). Retirado em 14/06/2024, de https://www.sindiperito.org.br/noticias/2023/3/14/peritos-oficiais-do-nucleo-de-pericias-contra-crimes-financeiros-e-de-computacao-forense-participam-de-operacao-que-investiga-lavagem-de-dinheiro-em-paraiso-do-tocantins/.

[13] BRASIL. Instrução Normativa Nº 013/2005-DG/DPF, DE 15 DE JUNHO DE 2005. *Define as competências específicas das unidades centrais e descentralizadas do Departamento de Polícia Federal e as atribuições de seus dirigentes.* Disponível em: https://www.gov.br/pf/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/in-13.pdf.

Rev. Bras. Crim. 14(4), 446-450, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 446-450, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA
Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Análise Forense de Assinaturas Digitalizadas e Digitais

Keywords: Análise forense, métodos quantitativos, otimização digital, estatística forense, alta resolução.

1. INTRODUÇÃO

Com a digitalização e a virtualização crescentes dos negócios jurídicos, a captura e verificação de assinaturas digitais tornaram-se essenciais na análise forense documental. As assinaturas digitais, ou biométricas, diferem das assinaturas digitalizadas, que não são meras imagens capturadas por scanners, pois incorporam dados dinâmicos como pressão, velocidade e ritmo da escrita. Essas assinaturas são fundamentais para autenticar documentos em diversos setores, incluindo jurídico, financeiro e governamental. No entanto, a variação entre dispositivos e softwares de captura digital apresentam desafios significativos, como destacado por Zimmer (2021). Além disso, a baixa resolução de muitas capturas digitais pode dificultar a análise forense (ENFSI, 2020). A padronização dos métodos de captura e análise é extremamente necessária para evitar inconsistências nos resultados e para aumentar a confiabilidade das análises forenses. Esses procedimentos facilitariam a comparação entre assinaturas e aumentariam a reprodutibilidade dos resultados em diferentes contextos e casos judiciais. Este artigo explora os desafios e avanços na análise forense de assinaturas digitalizadas e digitais, destacando a importância da padronização e da adoção de novas tecnologias. Por meio de uma revisão abrangente da literatura busca-se fornecer uma visão detalhada das metodologias atuais, seus pontos fortes e limitações, e as direções futuras para a pesquisa e prática forense neste campo.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste artigo é explorar e analisar os desafios e avanços na análise forense de assinaturas digitalizadas e digitais. Para alcançar esse objetivo geral os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

1. Avaliar as ferramentas e técnicas utilizadas na análise forense de assinaturas digitais, com foco em metodologias dinâmicas.
2. Identificar os principais desafios enfrentados pelos peritos forenses na análise de assinaturas capturadas digitalmente.
3. Propor diretrizes para a padronização de métodos de captura e análise de assinaturas digitais.

3. ASSINATURAS, FERRAMENTA E DESAFIOS FORENSES

Para assegurar o entendimento das nomenclaturas utilizadas, é necessário esclarecer alguns conceitos. As assinaturas em papel podem ser referidas como ‘off-line’. Já os termos ‘escaneadas’ e ‘digitalizadas’ não se referem apenas à captura de imagens através de um scaner, mas também à captura de dados biométricos por mesas digitalizadoras. Portanto, podem ser denominadas aqui como ‘on-line’.

3.1. Assinaturas Digitais vs. Papel

Estudos indicam que, embora existam diferenças significativas entre assinaturas digitais (digitalizadas, com dados biométricos on-line) e em papel (off-line), essas diferenças são geralmente pequenas e não comprometem a comparabilidade prática (HECKEROTH, 2021). As assinaturas em papel, tradicionalmente usadas, têm características dinâmicas e estáticas bem definidas, refletindo diretamente o estilo do escritor. A pressão, velocidade e sequência de traços são alguns dos fatores que contribuem para a autenticidade e singularidade de uma assinatura ma-

Rev. Bras. Crim. 14(4), 446-450, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

nuscrita. Esses fatores tornam a falsificação mais difícil, pois exigem a replicação exata do movimento e estilo do signatário original (MOHAMMED, 2015). Por outro lado, assinaturas digitais são capturadas eletronicamente, muitas vezes usando tablets ou outros dispositivos eletrônicos. Embora possam faltar algumas das características físicas de uma assinatura em papel, as assinaturas digitais oferecem outras formas de segurança e autenticidade. Heckeroth (2021) destaca que assinaturas digitais incluem metadados que podem fornecer informações adicionais sobre o processo de assinatura, como o tempo exato, localização e até mesmo a pressão exercida em diferentes pontos. Esses dados podem ser utilizados para verificar a autenticidade e identificar fraudes. O autor, ainda, aponta que a tecnologia de captura de assinaturas digitais está avançando rapidamente, com melhorias contínuas na precisão e na capacidade de replicar as características dinâmicas de uma assinatura manuscrita. Isso torna as assinaturas digitais uma alternativa viável e segura, especialmente em contextos em que a conveniência e a eficiência são prioritárias. A comparação entre os dois tipos de assinatura revela que, apesar das diferenças, ambas as formas podem ser igualmente eficazes em termos de segurança e autenticidade. A escolha entre uma e outra pode depender do contexto específico e das necessidades individuais de segurança e praticidade. Cabe ainda salientar que alguns destes dados como a fluência e a pressão podem ser medidas com maior precisão nas assinaturas biométricas on-line (digitalizadas, digitais) diferentemente das off-line (realizadas em papel) (RODRIGUES ET. AL., 2015).

3.2. Ferramenta de Análise

De acordo com Rodriguez *et.al*. (2015) as ferramentas como e-BioSign foram desenvolvidas para fornecer suporte estatístico e permitir uma análise abrangente, incorporando tanto informações tradicionais quanto dinâmicas das assinaturas. Estas ferramentas utilizam algoritmos avançados para capturar e analisar dados como pressão, velocidade e ritmo da assinatura, proporcionando uma visão detalhada do comportamento do signatário. Segundo Linden (2018), a análise dinâmica de assinaturas oferece uma nova dimensão para a autenticação forense, aumentando a precisão e a reprodutibilidade das análises. A capacidade de analisar características dinâmicas, como a sequência dos traços e as variações de pressão, permite uma detecção mais eficaz de fraudes e imitações. Essa abordagem dinâmica contrasta com a análise tradicional, que se concentra principalmente nas características estáticas, como a forma e o espaçamento das letras. Além disso, a integração de ferramentas como a e-BioSign com bases de dados de assinaturas conhecidas permite uma comparação automática e rápida, melhorando significativamente a eficiência do processo de autenticação. Rodriguez *et al*. (2015) destacam que o uso de tais tecnologias não só facilita o trabalho dos peritos, mas também fornece uma base científica sólida para a validação de assinaturas em contextos legais e comerciais.

3.3. Desafios Forenses

A resolução baixa de muitas capturas digitais pode dificultar a análise forense, e há uma necessidade urgente de padronização nos métodos de captura e análise (ENFSI, 2020). A qualidade da imagem capturada pode influenciar significativamente a capacidade dos peritos em identificar características essenciais de uma assinatura, como microvariações nos traços e padrões de pressão. Além disso, a variação entre diferentes dispositivos e softwares de captura digital apresentam desafios significativos (Zimmer, 2021). Cada dispositivo pode ter diferentes níveis de sensibilidade e precisão na captura das assinaturas, o que pode levar a inconsistências nos dados analisados. Por exemplo, tablets e smartphones de diferentes fabricantes podem capturar informações de assinatura de maneiras distintas, resultando em variações que podem comprometer a análise comparativa. Outro desafio é a interoperabilidade dos dados capturados por diferentes sistemas, sem uma padronização adequada, os dados coletados por um dispositivo podem não ser completamente compatíveis com o software de análise usado por outra instituição ou perito. Isso pode complicar a validação de assinaturas em contextos legais, onde a precisão e a reprodutibilidade são fundamentais. Harralson (2013) ressalta que a falta de treinamento adequado para os operadores dos dispositivos de captura pode afetar a qualidade das assinaturas coletadas. A padronização e a implementação de protocolos rigorosos de treinamento são essenciais para garantir que as assinaturas digitais capturadas sejam de alta qualidade e utilizáveis para fins forenses. Argumenta Zimmer (2021) que, para superar esses desafios, é necessário desenvolver e implementar normas internacionais que regulem tanto os dispositivos de captura quanto os softwares de análise. Essas normas devem garantir que todas as assinaturas digitais sejam capturadas com um nível de resolução e precisão que permita uma análise forense confiável.

Rev. Bras. Crim. 14(4), 446-450, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

4. METODOLOGIA

Esta revisão considera os métodos de análise forense descritos por diversos autores, como Rodriguez *et al*. (2015) e Zimmer (2021), focando na avaliação de assinaturas capturadas digitalmente. Foram analisados estudos comparativos entre assinaturas digitais levando em conta a informação off-line utilizada na análise de assinatura em papel como as informações dinâmicas da assinatura (on-line), com base em métricas como velocidade média, aceleração média, fluência temporal, tremor espacial, pressão, número de segmentos, comprimento da trajetória, curvatura e direção do movimento. Os métodos empregados incluem a captura de assinaturas utilizando dispositivos digitais de alta precisão, como tablets e caneta inteligente, que registram detalhes dinâmicos da assinatura em tempo real. Em seguida, esses dados foram analisados com o uso de softwares especializados, como o e-BioSign, que aplicam algoritmos avançados para identificar padrões e características únicas das assinaturas.

5. ANÁLISE QUANTITATIVA

5.1. Métricas Analisadas

Foram analisadas as seguintes métricas quantitativas, conforme descrito por Rodriguez *et al*. (2015) e Linden (2018):

- **Tempo Total de Assinatura (s):** O tempo total gasto para completar a assinatura.
- **Velocidade Média (cm/s):** A velocidade média do movimento da caneta durante a assinatura.
- **Aceleração Média (cm/s²):** A variação da velocidade do movimento da caneta.
- **Fluência Temporal (0-10):** Avaliação subjetiva da suavidade do movimento ao longo do tempo.
- **Tremor Espacial (0-10):** Avaliação subjetiva da estabilidade da trajetória da caneta.
- **Pressão (N):** A força aplicada durante a assinatura.
- **Número de Segmentos:** Quantidade de pausas ou mudanças de direção durante a assinatura.
- **Comprimento da Trajetória (cm):** A distância total percorrida pela caneta durante a assinatura.
- **Curvatura (0-10):** A quantidade de curvatura ou angulação presente na assinatura.
- **Direção do Movimento (0-10):** Análise das direções predominantes dos movimentos de assinatura.

5.2. Ferramenta de Análise

O software e-BioSign descrito por Rodriguez et al. (2015), foi aplicado para a análise dinâmica das assinaturas, proporcionando uma avaliação abrangente das métricas listadas acima. As assinaturas digitais foram diretamente analisadas com base nos dados coletados pelo mesa.

Este software fornece duas importantes funcionalidades:

- Do suporte estatístico à análise, incluindo estatística populacional para assinaturas genuínas e forjadas para alguns recursos selecionados (duração da assinatura, velocidade média e velocidade, fluência temporal e tremor espacial);
- incorporação de um correspondente automático de assinaturas que pode fornecer uma pontuação de correspondência entre as assinaturas conhecidas e questionadas em análise.

5.3. Desafios Identificados

- **Fluência Temporal:** A menor fluência temporal (regularidade e suavidade), nas assinaturas digitais pode ser abordada com treinamento dos usuários em dispositivos digitais.
- **Tremor Espacial:** A maior incidência de tremor espacial (variações e oscilações), nas assinaturas digitais pode ser reduzida com melhorias na tecnologia de captura e design ergonômico dos dispositivos.

Que servem de parâmetro quando analisados nas assinaturas off-line, na diferenciação de assinaturas genuínas e falsificadas sendo características difíceis de imitar com precisão.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise quantitativa revelou que assinaturas digitais tendem a ter menor fluência temporal e maior tremor espacial. Estas diferenças podem ser atribuídas à falta de familiaridade dos signatários com dispositivos digitais. Embora as diferenças sejam pequenas, elas são significativas, indicando a necessidade de ajustes metodológicos para melhorar a comparabilidade entre assinaturas digitais (LINDEN, 2016).

6.1. Interpretação dos Resultados

Segundo Linden (2016) os resultados indicam que, embora existam diferenças entre as assinaturas digitais, estas podem ser ajustadas através de medidas específicas:

Rev. Bras. Crim. 14(4), 446-450, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Treinamento dos Signatários: Implementar programas de treinamento para os signatários sobre o uso de dispositivos digitais pode melhorar significativamente a fluência temporal das assinaturas digitais. Este treinamento pode incluir sessões práticas e orientações sobre a ergonomia do uso dos dispositivos.

Ajustes nos Algoritmos de Análise: Algoritmos de análise de assinaturas podem ser ajustados para compensar as variações introduzidas pela tecnologia de captura digital. Isso inclui o desenvolvimento de algoritmos que possam reconhecer e ajustar automaticamente as inconsistências geradas pela falta de familiaridade do usuário.

Reprodutividade: É alta a reprodutividade dos recursos gráficos, devido aos dados capturados durante a execução da assinatura.

Ao perito Forense permanece com a competência da avaliação e análise destes dados obtidos. (ZIMMER, 2021).

6.2. Impacto das Diferenças Observadas

As diferenças na fluência temporal e no tremor espacial podem afetar a confiabilidade das análises forenses. A maior instabilidade observada nas assinaturas digitais sugere que os métodos de autenticação precisam ser adaptados para lidar com essas variações.

1. **Adaptação dos Métodos de Autenticação:** Métodos de autenticação precisam incorporar técnicas que considerem as características únicas das assinaturas digitais. Isso inclui a utilização de métricas adicionais, como a análise de pressão e velocidade, para complementar a análise tradicional.
2. **Revisão das Ferramentas de Análise:** As ferramentas de análise devem ser constantemente revisadas e atualizadas para incorporar os avanços tecnológicos e as novas descobertas na análise de assinaturas digitais.
3. **Análises dos peritos:** mesmo sendo dados digitais a análise destes dados precisa ser avaliada por perito forense, treinado para analisar as características intrínsecas e extrínsecas dos dados garantindo a integridade e a confiabilidade dos resultados obtidos.

Portanto que as informações de escalas dependem tanto do hardware como do software bem como das análises do perito, (ZIMMER, 2021).

6.3. Considerações Futuras

Futuras pesquisas devem priorizar o desenvolvimento de métodos padronizados de captura e análise de assinaturas digitais, incluindo os tópicos abaixo:

1. **Criação de Bancos de Dados de Assinaturas Digitais:** Bancos de dados extensos e variados de assinaturas digitais podem ser usados para treinar algoritmos de reconhecimento e análise, melhorando a precisão e a reprodutibilidade das análises forenses.
2. **Desenvolvimento de Normas de Captura:** Normas padronizadas para a captura de assinaturas digitais podem reduzir a variabilidade entre dispositivos e melhorar a comparabilidade dos dados.
3. **Pesquisa sobre Ergonomia de Dispositivos:** Estudos direcionados na ergonomia dos dispositivos de captura digital podem identificar melhorias que facilitam a assinatura e reduzem o tremor espacial e a hesitação dos usuários.

7. CONCLUSÃO

A incorporação de dados dinâmicos na análise de assinaturas digitais constitui um avanço significativo na autenticação forense. Tradicionalmente, a autenticação baseada em assinaturas offline considera apenas traços estáticos, como a forma e os traços de uma assinatura. No entanto, ao incorporar dados dinâmicos, como a velocidade, a pressão, a fluidez e até mesmo o tempo de execução da assinatura, adiciona-se uma nova dimensão à análise. Isso significa que não apenas a forma física da assinatura é considerada, mas também a forma como ela é realizada. A velocidade com que a assinatura é feita pode revelar informações sobre o autor, como seu estado emocional ou nível de habilidade motora. A pressão aplicada ao escrever pode indicar a confiança ou nervosismo do autor. A fluidez da assinatura pode diferenciar entre uma assinatura genuína e uma forjada, já que tende a ser mais natural e consistente em assinaturas genuínas. Para que essa abordagem seja eficaz, é fundamental padronizar os métodos de coleta e análise desses dados dinâmicos. Isso inclui a definição de protocolos claros para capturar e interpretar essas variáveis, garantindo que os resultados sejam confiáveis e replicáveis. Além disso, é essencial uma compreensão profunda dos fatores que podem influenciar esses dados dinâmicos. O tipo de dispositivo utilizado para capturar a assinatura digital, as condições ambientais durante a realização da assinatura e até mesmo a experiência prévia do autor com tecnologia digital podem impactar os resultados. Os avanços na tecnologia de captura digital, juntamente com a análise quantitativa e qualitativa detalhada,

Rev. Bras. Crim. 14(4), 446-450, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

permitem uma avaliação precisa das assinaturas, seja em papel ou digitalmente. A padronização dos métodos de captura e a familiarização dos usuários com as tecnologias digitais são passos importantes para garantir a integridade e a confiabilidade das assinaturas digitais em contextos forenses. É necessário enfatizar não apenas os avanços proporcionados pela análise de assinaturas digitais, mas também os desafios metodológicos e a contínua necessidade de pesquisa para fortalecer a aplicabilidade e confiabilidade dessas técnicas na prática forense.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao XXVII Congresso Nacional de Criminalística pela oportunidade de apresentar este trabalho. Também expressamos nossa gratidão ao Doutor Thiago Borduqui Ferrari pela disponibilidade, paciência e valioso auxílio durante a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ENFSI. (2020). Best practice manual for the forensic examination of handwriting.

[2] Heckeroth, J. (2021). Features of Digitally Captured Signatures vs Pen and Paper Signatures: Similar or Completely Different.

[3] Linden, M. (2016). Forensic analysis of digital dynamic signatures: new method for data treatment and feature evaluation.

[4] Mohammed, M. (2015). Dynamic characteristics of signatures: effects of writer style on genuine and simulated signatures.

[5] Rodriguez, R. et al. (2015). e-BioSign Tool: Towards Scientific Assessment of Dynamic Signatures under Forensic Conditions.

[6] Zimmer, D. (2021). The challenge of comparing digitally captured signatures registered with different software and hardware.

v. 14, n. 4, p. 451-453, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Desenvolvimento de Sistema Óptico de Baixo Custo para Análise Espectral de Assinaturas e Documentos

M.E.M. Haertel[a,*], L.S. Costa[a]

[a] *Universidade Federal de Santa Catarina, Blumenau (SC), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: m.haertel@ufsc.br*

Keywords: Luminescência, Laboratórios de Bolso, Perícia Documental, Documentoscopia.

1. INTRODUÇÃO

A falsificação de assinaturas em documentos, infelizmente, é algo comum. Uma das fraudes mais comuns envolvendo a falsificação de assinaturas é o golpe do empréstimo consignado, que acumulou 57.874 queixas no Procon em 2022 [1]. Desta forma, a maneira segura que se encontra para obter certeza da legitimidade de uma assinatura é, após a propositura de ação judicial correspondente, realizar uma perícia grafoscópica [2][3][4].

A realização da referida perícia é facilitada com a utilização de tecnologias espectrais, como o mouse espectral e o VSC (*Video Spectral Comparator*) [3][5]. Contudo, tais equipamentos possuem alto custo e são importados. Desta forma, são de difícil acesso para peritos judiciais e *ad hoc,* profissionais que atendem a alta demanda de análises grafoscópicas e documentoscópicas realizadas na esfera civil.

Neste contexto, esta pesquisa objetiva projetar e validar a construção de um protótipo de baixo custo, brasileiro, portátil e no formato de *pocket lab*, para análise espectral de assinaturas e documentos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Equipamentos ópticos para análise de assinaturas e documentos podem se basear em diversas tecnologias como HSI (*Hyperspectral Imaging*) [8][9][10] e espectroscopia no visível [11][12]. Uma das técnicas mais simples utilizadas utiliza somente o fenômeno da luminescência, que é a teoria base para o desenvolvimento das tecnologias espectrais. Materiais ou substâncias luminescentes são aqueles que têm a capacidade absorver a energia incidente e então retransmitir essa energia como fótons de luz [6][7]. Desta forma, a luz emitida pode ser observada sem auxilio de outros aparelhos, e captada facilmente com dectector como CCDs. Neste sentido alguns dos equipamentos mais utilizados, são o Mouse Espectral e o VSC.

2.1. Mouse Spectral

O mouse espectral é um dispositivo utilizado em investigações forenses para analisar documentos e detectar alterações, como rasuras ou falsificações. Emitindo uma luz em diversos comprimentos de onda diferente como ultravioleta e infravermelho, ele gera luminescência em determinadas substâncias presentes em tintas, papéis e outros materiais [13]. Além de diferentes luzes, também tem variações no ângulo de incidência e alguns filtros físicos. Acompanha um detector que capta a fluorescência emitida, não sendo possível observar o documento a olho nu, e um software de análise, que interpreta os resultados, mostrando assim para o usuário o detalhamento do objeto de análise [13]. Possui pequena dimensão, se assemelhando ao mouse utilizado em computadores.

O equipamento é considerado de alto custo no mercado nacional, e desta forma, o que torna difícil para que os peritos tenham em sua posse, para realizar as perícias judiciais necessárias, tendo em vista que algumas das referidas perícias são feitas para partes hipossuficientes e com discussão de valores pequenos.

2.2. Video Spectral Comparator

Esse tipo de equipamento é composto por um módulo grande onde é possível colocar o documento

M.E.M. Haertel, L.S. Costa, Rev. Bras. Crim. 14(4), 451-453, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

questionado em seu interior. Da mesma forma que o mouse espectral, o VSC possui fontes de luz em diferentes comprimentos de onda e filtros [14]. O documento pode ser visualizado sem equipamentos, assim como pode ser adquiridas imagens com uma ou duas câmeras internas. É considerado um equipamento de laboratório, e além da luminescência também pode ser utilizado para leitura de RFID, imagens ocultas (IPI) e códigos de barra 1D e 2D.

A combinação de dados relativos à imagem e comprimento de onda permite uma análise univariada, selecionando o comprimento de onda em que seja possível discriminar a informação da imagem com a do espectro, ou seja, é um dispositivo para analisar documentos e identificar leves diferenças em sua composição, como tinta ou papel [14].

Porém, o VSC possui um altíssimo custo, sendo o equipamento encontrado normalmente nas Polícias Cientificas.

3. EQUIPAMENTOS DESENVOLVIDO

Com a análise dos equipamentos baseados em luminescência e detector foi possível delimitar as especificações básicas para um protótipo de análise. Entre elas cita-se

- Capacidade de emitir diversos comprimentos de onda, incluindo infravermelho e ultravioleta;
- Possibilidade da emissão ocorrer em diferentes ângulos de incidência;
- Necessidade de aquisição da imagem da análise;
- Campo de visão mínima: tamanho médio de documentos de identificação brasileiros.
- Portátil;
- Baixo custo.

A partir dessas informações foi construído um protótipo de testes. Pensando na portabilidade, planejou-se que o sistema a ser desenvolvido seja um dispositivo para utilização em conjunto com *smartphones,* Aproveitando, inclusive, a bateria do telefone para sua alimentação. Na Fig.1 pode-se observar o conceito do sistema.

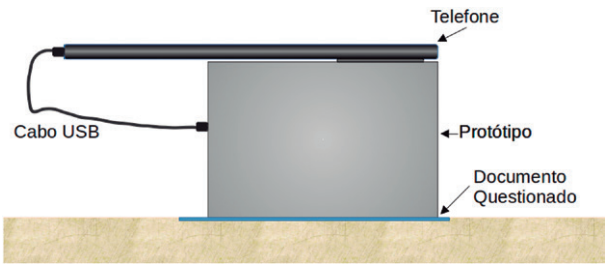


Figura 1. Representação esquemática do protótipo desenvolvido.

O equipamento construído conta com iluminação rasante, lateral e superior em infravermelho, ultravioleta e três tipos de luz branca, com diferentes temperaturas e campos de visão.

3.1. Ensaios realizados

O protótipo foi submetido a diferentes ensaios considerando textos escritos e documentos oficiais. Foram verificados, por exemplo, o desempenho do sistema de luzes brancas rasantes na determinação de oclusões e amassamentos no papel da Carteira de Identidade (Fig. 2), alteração mecânica realizada no cartão do Cadastro de Pessoas Físicas (CPF) (Fig. 3), visão de elementos de segurança na Carteira Nacional de Habilitação (Fig. 4), e a existência de escrita latente (Fig. 5).

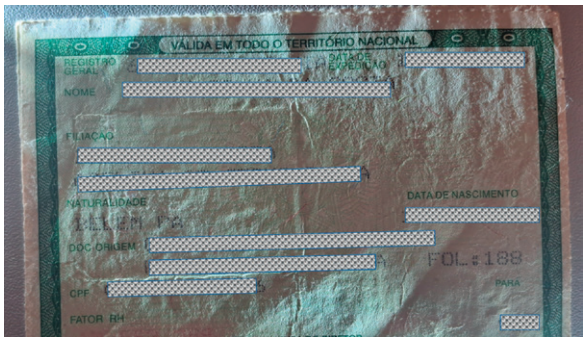


Figura 2. Carteira de Identidade (modelo antigo) iluminada por luz branca rasante.

Figura 3. Cartão do Cadastro de Pessoas Físicas com alteração provocada mecanicamente.

Figura 4. Verificação dos elementos de segurança de uma Carteira Nacional de Habilitação.**Figura 5.** Análise de escrita latente.

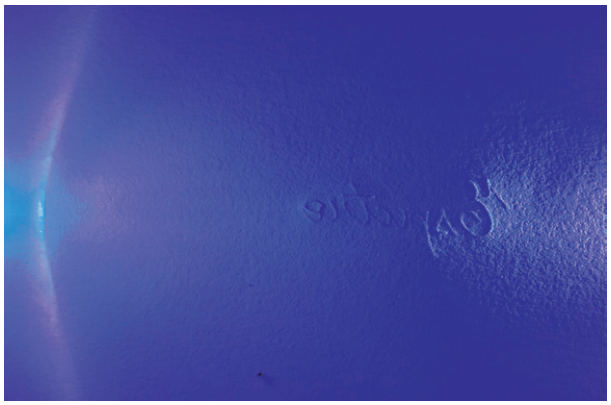


Figura 5. Análise de escrita latente.

4. CONCLUSÕES

A perícia documentoscópica é auxiliada pela tecnologia para melhorar seus resultados e análises. Há várias pesquisas e equipamentos comerciais com esse intuito, porém acabam tendo um alto custo para aquisição, dificultando com isso o acesso a peritos que trabalham na análise desses documentos na área civil.

Isso posto, nota-se a relevância de criar um equipamento com um menor custo, para que a aquisição pelos profissionais da área seja mais fácil, sem depender necessariamente dos órgãos governamentais para isso e para que esses profissionais estejam devidamente e tecnicamente municiado para a melhor execução do seu trabalho junto às perícias judiciais e auxiliando na verificação da autenticidade dos documentos analisados.

O protótipo desenvolvido mostra resultados promissores na verificação de elementos de segurança, escrita latentes entre outras análises, mostrando a viabilidade de seu uso futuro. Para o desenvolvimento futuro pretende-se adicionar uma escala no suporte do documento, fornecendo informações dimensionais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Blumenau, pelo apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Golpe do consignado, que atormenta aposentados e pensionistas, ganha nova versão; entenda. *Fantástico* (2023). Retirado em 19/07/2024, de https://g1.globo.com/fantastico/noticia/2023/04/09/golpe-do-consignado-que-atormenta-aposentados-e-pensionistas-ganha-nova-versao-entenda.ghtml.

[2] M. J. Allen. *Foundations of Forensic Document Analysis: Theory and Practice*. John Wiley & Sons (2015).

[3] J. D. P. Filho, C. M. R. Del Picchia, A. M. G. Del Picchia. *Tratado de documentoscopia: da falsidade documental*. Editora Pilares, São Paulo (2016).

[4] E. S. C. Silva, S. Feuerharmel. *Documentoscopia Aspectos Científicos, Técnicos E Jurídicos*. Associação Nacional dos Peritos Criminais Federais, (2023)

[5] L. A. B. C. Carneiro. Aplicação da radiação infravermelha na identificação de adulterações em documentos: estudos de casos. *Rev. Bras. Crimin.* **12**(5):96-104 (2023).

[6] S. J. Dhoble et al. *Functional Materials from Carbon, Inorganic, and Organic Sources:* Methods and Advances. Elsevier (2023).

[7] Levshin, V.L. Luminescence and its applications. J *Appl Spectrosc* **7**:319–327 (1967).

[8] H. I. Mirza, S. B. Ahmed, R. Solis-Oba and M. I. Malik. Endmember Analysis of Overlapping Handwritten Text in Hyperspectral Document Images. *IEEE Access* **12**:13010-13019 (2024).

[9] M. I. Malik et al. Hyper-spectral Analysis for Automatic Signature Extraction. *Proceedings of 17th Biennial Conference of the International Graphonomics Society,* International Graphonomics Society (IGS); Université des Antilles (2015).

[10] Z. Khan, F. Shafait, A. Mian. Automatic ink mismatch detection for forensic document analysis. *Pattern Recognition* **48**:3615-3626 (2015).

[11] V. A. G. Silva et al. Non-destructive identification of different types and brands of blue pen inks in cursive handwriting by visible spectroscopy and PLS-DA for forensic analysis. *Microchemical Journal* **116**:235-243 (2014).

[12] M. Ezcurra et al. Analytical methods for dating modern writing instrument inks on paper. *For Sci International* **197**(1-3):1-20 (2010).

[13] REGULA. *Spectral Luminescent Magnifier Regula 4177-5*. (2024) Retirado em 19/07/2024, de https://regulaforensics.com/products/video-spectral-comparators/4177/.

[14] REGULA. *Video Spectral Comparator Regula 4307*. (2024) Retirado em 19/07/2024, de https://regulaforensics.com/products/video-spectral-comparators/4307/.

v. 14, n. 4, p. 454-459, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Gestão da cadeia de custódia de dispositivos e mídias digitais: estudo diagnóstico no âmbito da Polícia Federal

L.A.M. Silva[a,*], B.R. Trindade[b]

[a] *Setor Técnico-Científico, Superintendência Regional da Polícia Federal no Acre, Rio Branco (AC), Brasil*
[b] *Serviço de Perícias de Genética Forense, Instituto Nacional de Criminalística, Brasília (DF), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: silva.lams@pf.gov.br. Tel.: +55-68-3212-1248.*

Keywords: Cadeia de custódia; Prova digital; Vestígio digital; Estudo diagnóstico; Código *hash*.

1. INTRODUÇÃO

O arcabouço legal brasileiro relacionado ao chamado Direito Penal Informático [1, 2] ainda é incipiente. Apesar da vigência de leis como a Lei n° 13.964 de 24 de dezembro 2019 (Pacote Anticrime), a Lei n° 12.965, de 23 de abril 2014 (Marco Civil da internet) e a Lei nº 14.132, de 31 de março de 2021 (tipificação do crime de perseguição física ou digital), além de decisões jurisprudenciais dos tribunais superiores, existem ainda lacunas a serem preenchidas, principalmente quanto a cadeia de custódia dos vestígios digitais.

Nesta mesma seara, existe ainda a reformulação do Código de Processo Penal (Projeto de Lei 8.045/2010) e do Projeto de Lei 4.939/20, que apesar de preverem, seja em maior ou menor grau, o tratamento desse tipo de vestígio, é necessário estabelecer uma melhor compreensão das diretrizes técnicas da qualidade da prova digital.

Antes da promulgação da Lei no 13.964/2019 o Brasil não possuía em sua legislação uma definição da cadeia de custódia da prova pericial, o que trazia riscos ao Sistema de Justiça Criminal como, por exemplo, insegurança jurídica advinda da ausência de uma regulamentação que buscasse proteger o ciclo de vida da prova.

Apesar de já existirem normativos e manuais elaborados em âmbito governamental, normas técnicas internacionais e a própria doutrina da criminalística que resguardam de alguma maneira o manuseio dos vestígios, o Pacote Anticrime trouxe à tona novos pontos de discussão [3].

Além de definir a cadeia de custódia como o "conjunto de todos os procedimentos utilizados para manter e documentar a história cronológica do vestígio coletado em locais ou em vítimas de crimes, para rastrear sua posse e manuseio (...)" [4], o normativo também estabeleceu suas dez etapas (reconhecimento, isolamento, fixação, coleta, acondicionamento, transporte, recebimento, processamento, armazenamento e descarte), que necessitam ser gerenciadas e controladas.

A disseminação do uso das TIC no cometimento de ilícitos penais aumenta a produção, a transmissão e o armazenamento de vestígios digitais (arquivos de mídias, mensagens eletrônicas etc.) que, diferentemente dos vestígios físicos, são artefatos voláteis e abstratos.

Ressalta-se que a regulamentação trazida pela Lei no 13.964/2019 abrange somente os vestígios físicos, como uma mancha de sangue ou uma cédula falsa. Os vestígios digitais, tais como, arquivos de texto, documentos, imagens, vídeos, mensagens etc., cujas características exigem diferentes cuidados no gerenciamento e controle da cadeia de custódia, sequer são mencionados.

Na Computação Forense a proteção da cadeia de custódia é tanto a física, ou seja, do dispositivo propriamente dito, quanto a digital, relacionada ao seu conteúdo [5, 6]. Sendo assim, é fundamental que as etapas que envolvem desde a coleta até o descarte de uma prova digital sejam protegidas e supervisionadas durante todo o ciclo de vida.

Este trabalho adotou então a hipótese de que é necessário a adoção de procedimentos a serem elabo-

rados, instituídos e avaliados nas unidades de criminalística federais, no intuito de contribuir para uma gestão eficiente da cadeia de custódia de dispositivos e mídias digitais e, logo, para a produção de uma prova pericial válida.

Com base nisso, foi realizado um estudo diagnóstico com Peritos Criminais Federais para identificar o nível de maturidade das práticas forenses atualmente adotadas, especificamente, quanto à cadeia de custódia dos dispositivos e das mídias digitais. Estes resultados podem embasar um conjunto de boas práticas a serem adotadas no manuseio adequado desse tipo de vestígio.

O restante deste artigo está organizado conforme descrito a seguir. A seção 2 contém uma revisão da literatura relacionada à cadeia de custódia do vestígio digital. A seção 3 descreve os materiais e métodos adotados. A seção 4 detalha os principais resultados e discussão sobre os dados analisados. Por fim, a seção 5 contém as conclusões.

2. CADEIA DE CUSTÓDIA DO VESTÍGIO DIGITAL

A gestão da cadeia de custódia do vestígio digital vai além da garantia da integridade, normalmente feita utilizando um código de verificação como o código *hash*. O desafio para a sua eficiência abrange não somente os vestígios propriamente ditos, como também os meios utilizados para o seu armazenamento (HD, pen drive etc.) e/ou transmissão (roteador, modem etc.), tanto na mídia original quanto em sua cópia forense [7].

Considerando a prova digital detentora de atributos como a imaterialidade, a volatilidade, a fragilidade, a facilidade de dispersão e a necessidade de dispositivo para transmissão [8, 9], é importante frisar que o seu manuseio envolve aspectos mais específicos das provas físicas, pois além de exigir um rol de conhecimentos dinamicamente especializados, normalmente dispõe de uma quantidade limitada de profissionais capacitados na produção da prova técnico-científica quiçá para sua contestação ou validação.

Como exemplos de vestígios digitais tem-se desde arquivos, mídias ou documentos digitais, como planilhas, vídeos, dados de georreferenciamento e mensagens eletrônicas, até registros de bancos de dados e conteúdo armazenado em serviços de computação em nuvem.

Pode-se ainda discutir cenários que envolvam crimes específicos da área de informática, por exemplo, aqueles relacionados a ataques cibernéticos ou ainda crimes financeiros realizados por meio da disseminação de software malicioso. Quão complexo é, por exemplo, garantir a cadeia de custódia de dados voláteis armazenados na memória RAM de um computador que foi encontrado ligado no momento do cumprimento de um mandado de busca e apreensão?

Esse tipo de vestígio exige maior cautela, por ser mais suscetível a manipulação (intencional ou não) do que os vestígios físicos, devendo para isso serem adotados procedimentos que garantam a proteção dos dados [10, 11].

A autenticidade da prova trata-se da garantia de que o vestígio examinado "provém das fontes anunciadas e que não foi alvo de mutações ao longo de um processo, assegurando-se a identificação e a segurança da origem da informação" [11].

Para isso, pode-se adotar nos laboratórios de informática forense o uso de normas, tais como a NBR ISO/IEC 27037/2013, que fornece diretrizes para atividades específicas no manuseio de evidências digitais. Por sua vez, [12] apresenta um compilado de ações que buscam sistematizar de maneira eficiente a cadeia de custódia de vestígios digitais, cada um com sua fundamentação legal.

Em seu trabalho, [13] propôs além de uma metodologia conceitual, um arcabouço tecnológico para lidar com grandes volumes de dados e/ou dispositivos de armazenamento, formado por uma "infraestrutura de componentes computacionais autônomos e inteligentes, bases de dados, rede de comunicação, hardwares e pessoas para prover eficiência na apuração de delitos".

Um dos aspectos que tem fomentado o debate da cadeia de custódia é o da própria fiabilidade da prova pericial. E isso está diretamente relacionado com os critérios de admissibilidade das provas em juízo, no intuito de garantir que provas periciais de baixa ou nenhuma fiabilidade não sejam admitidas no processo [14, 15]. Para [10], a análise da cadeia de custódia da prova digital é o que permitirá dar-lhe ou negar-lhe valor para a decisão da causa.

De igual relevância tem-se ainda a necessidade de se garantir eficiência nos exames de metadados dos vestígios digitais, sendo estes potenciais fontes de controle da cadeia de custódia.

Dessa forma, tal como preconiza [5], a "verificabilidade do meio probatório, que consiste em uma das funções do contraditório, apenas é viável se for possível determinar a integridade das fontes de prova". E esse requisito, tais como outros, como a autenticidade

e a confidencialidade, só poderão ser garantidos com uma gestão eficiente da cadeia de custódia dos dispositivos e das mídias digitais.

Para [16], a documentação da cadeia de custódia é imprescindível quando se trata de dados digitais, sendo a sua ausência ou inconsistência fator determinante para que a prova se torne ilegítima, tendo em vista principalmente a fragilidade desse tipo de prova. Neste sentido, [3] conclui em seu trabalho que o assunto da prova digital seja "disciplinado legalmente obedecendo princípios internacionais de segurança e validade", destacando que qualquer comprometimento à higidez da prova pode nulificar a sua utilização no processo penal.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

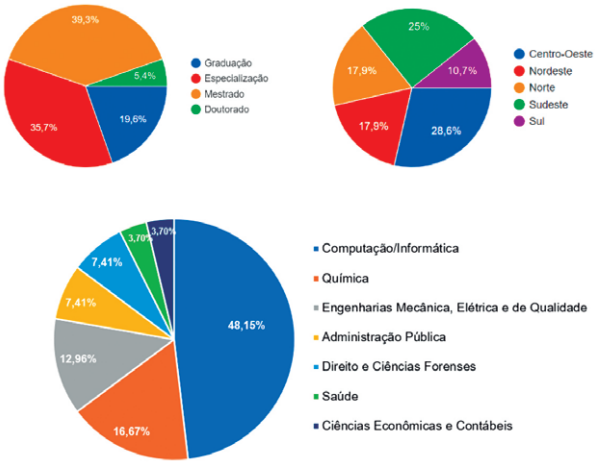
O estudo diagnóstico apresentado nesse trabalho foi realizado com base na análise dos dados coletados por um questionário aplicado aos Peritos Criminais Federais que atuam na realização de exames periciais das áreas de Informática, Documentoscopia e/ou Audiovisual.

O questionário com 38 (trinta e oito) questões foi disponibilizado on-line, com divulgação através de mensagens para listas de discussão de e-mail e equipes de trabalho específicas das áreas de perícias em Informática, Documentoscopia e Audiovisual na Polícia Federal.

O recebimento das respostas se deu no mês de maio de 2023, com um total de 56 (cinquenta e seis) respondentes, sendo as perguntas organizadas em 3 (três) blocos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à distribuição dos respondentes, foram atingidos 10% do universo de 560 (quinhentos e sessenta) Peritos Criminais Federais que elaboraram pelo menos um Laudo nas áreas de Informática, Documentoscopia e/ou Audiovisual no ano de 2022 em todo o país[1]. Atingiu-se também a maioria das áreas de formação de ingresso ao cargo (11 das 19 áreas), com prevalência das áreas de Informática/Computação e Química. Quanto à expertise dos respondentes, mais de 80% possuem curso de pós-graduação e 69,6% têm 4 anos ou mais de atuação no cargo. Estes resultados são mostrados nas Figuras 1 a 3.



Figuras 1, 2 e 3. Titulação, distribuição e formação dos respondentes.

Considerando a expertise na realização de exames periciais especificamente nas áreas de Informática, Documentoscopia e Audiovisual, 17,9% nunca realizaram perícia na área de Informática. Do restante, 82,1% já realizaram exame pericial em dispositivos móveis (celulares, tablets etc.) e 66,1% em mídias físicas diversas (computadores, notebooks, HD, pen drive etc.).

Do total de respondentes, 25% responderam nunca terem realizado perícia na área de Documentoscopia. Sendo que, dentre os demais, 48,2% já realizaram exame pericial em documentos digitais e/ou digitalizados e 37,5% em assinaturas digitais e/ou digitalizadas. Considerando a área de Audiovisual, 62,5% dos respondentes nunca atuaram em exame pericial desta área. Dentre os respondentes com atuação nesta área, 30,4% já realizaram exames em imagens, 28,6% em vídeos e 17,9% em áudios.

As questões sobre cadeia de custódia foram elaboradas com base nas etapas estabelecidas pela Lei 13.964/2019, com ênfase no recebimento e processamento. Neste bloco de questões, foram aplicadas 14 (catorze) questões utilizando a escala de Likert, sendo especificado o nível de concordância dos respondentes para determinadas afirmações com o uso de 5 (cinco) opções de respostas. A Figura 4 mostra estes resultados.

Foi possível constatar que apenas 5% dos respondentes concordam com a afirmação de que os vestígios digitais são recebidos com o código *hash*. Da mesma forma, 59% discordam do fato dos materiais recebidos para exame pericial estarem acompanhados de informações e documentação adequadas.

Assim, verifica-se a necessidade de se aperfeiçoar os mecanismos de registro e compartilhamento de informações e documentação relacionadas

1 Dado obtido em consulta realizada no SisCrim na data de 29/06/2023.

às etapas que antecedem o recebimento do vestígio pela unidade de criminalística, principalmente quando executadas pelos ocupantes de outras carreiras policiais.

Em relação à etapa de processamento do exame pericial, 86% dos respondentes concordam que buscam manter fidedignas informações, tais como, data de deslacre/lacre, data de emissão do Laudo etc., no Sistema Nacional de Gestão das Atividades de Criminalística (SisCrim).

Quanto à documentação, 61% concordam que fotografam e/ou capturam imagens antes, durante e/ou após a realização dos exames. Quando se trata desta documentação por parte do próprio Perito, as respostas levam ao entendimento de que é dedicado esforço em manter os dados do SisCrim o mais completo e condizente com a realidade possível. Entretanto, estes registros ficam sob a guarda apenas do Perito que realizou o exame. Isso aumenta o risco de indisponibilidade destes dados, por exemplo, diante de um incidente de segurança da informação, ou ainda, sob situações diversas, como a necessidade de uso por outro Perito ou assistente judicial, diante de licença ou afastamento do detentor dos arquivos.

Para mitigar este risco, por exemplo, para a área de Documentoscopia, foi estabelecida a Portaria no 1.298/2023-DITEC/PF, que dispõe sobre os procedimentos para composição e organização do dossiê técnico de documentos que, dentre outras orientações, recomenda a inserção das imagens relacionadas ao exame pericial na base de dados do SisCrim.

Além disso, 84% indicaram que realizam os exames sob uma cópia ou imagem do vestígio original e 70% concordam que realiza o cálculo cruzado do *hash* de um arquivo que contém dois ou mais *hashes*, gerando assim um duplo mecanismo de verificação que contribui também para a reprodutibilidade dos exames, se necessário.

Quanto à percepção do domínio de conhecimentos relacionados à execução das etapas da cadeia de custódia, 71% concordaram que conhecem na prática estas etapas e 57% julgaram que os demais atores da persecução penal conhecem a execução prática destas etapas.

A questão com maior estabilidade entre as respostas, foi sobre o encaminhamento da Ficha de Acompanhamento de Vestígios junto com o Laudo, com 34% discordando, 39% concordando e 27% responderam neutros.

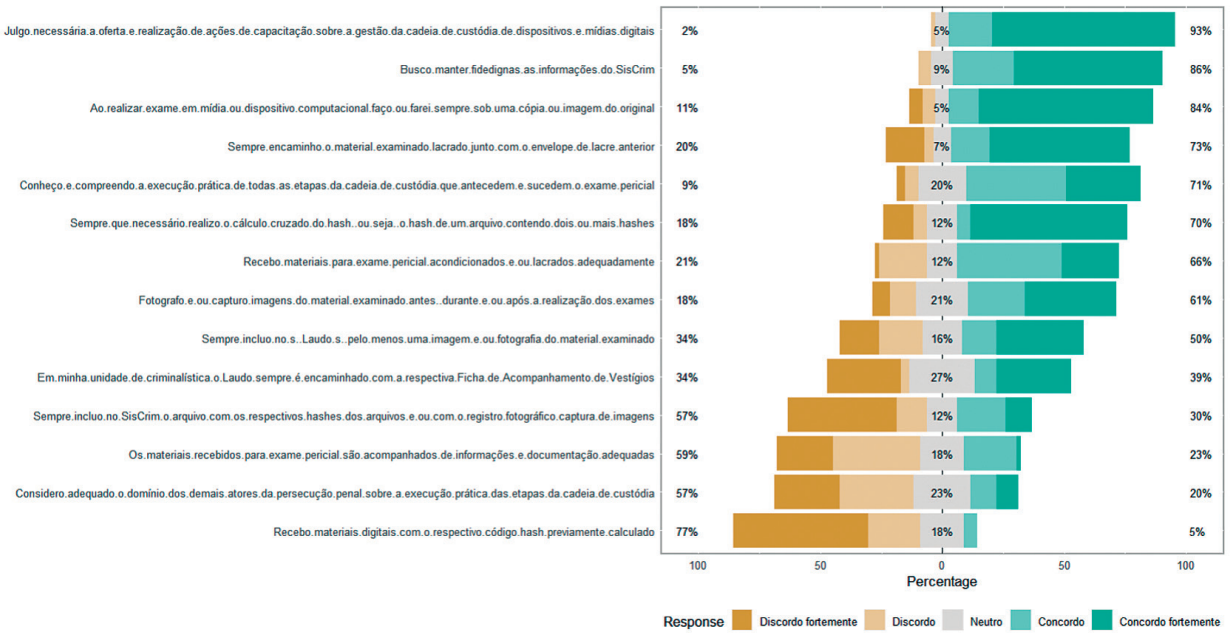


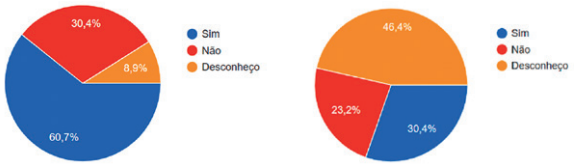
Figura 4. Resultado das questões sobre cadeia de custódia de dispositivos e mídias digitais.

Quando questionados sobre os dados informados no envelope de lacre ao devolver o material periciado, 96,4% realizam a identificação do material, informando o número ao qual foi registrado no SisCrim, 80,4% realizam a sua identificação pessoal/profissional (nome de guerra ou nome próprio, assinatura e matrícula) e 73,2% realizam a identificação do procedimento e do próprio Laudo.

Em relação ao local do exame, 58,9% indicaram que não realizam os exames de dispositivos e/ou mídias digitais em laboratório ou ambiente com controle de acesso (por exemplo, fechadura eletrônica).

Quanto à central de custódia, os respondentes foram questionados sobre a adequabilidade do ambiente destinado para este fim na unidade de criminalística e no âmbito da superintendência regional, delegacia

descentralizada ou posto avançado. No primeiro caso, 60,7% declaram que ele é adequado, 30,4% inadequado e 8,9% desconhecem (Figura 5). Estes resultados mudam quando se consideram o ambiente externo à unidade de criminalística, sendo que 30,4% consideram adequado, 23,2% como inadequado e 46,4% declararam desconhecer as condições deste ambiente (Figura 6).



Figuras 5 e 6. Percepção sobre as condições da central de custódia da unidade de criminalística e daquela externa à unidade de criminalística.

Ressalta-se que à época de realização deste trabalho, a Polícia Federal não dispunha ainda de uma Central de Custódia nacional, limitando-se aos ambientes de cada unidade de criminalística, distribuídas nas capitais e no Distrito Federal e em algumas cidades do interior país. Nas superintendências regionais, delegacias descentralizadas e postos avançados existem também depósitos destinados ao armazenamento temporário de itens apreendidos, seja, antes do envio para perícia ou, após o procedimento pericial, até a realização de ações como a devolução à alguma das partes, o encaminhamento ao juízo competente ou o próprio descarte.

Dentre os respondentes que declararam conhecer as condições de adequabilidade dos ambientes destinados à guarda das provas, foram obtidos relatos das condições destes ambientes. De maneira geral, foram descritos a utilização de mecanismos de controle de acesso (chave, fechadura eletrônica etc.), o uso de cofre e armário e, em menor ocorrência, a presença de câmeras de segurança.

Dentre as principais limitações relatadas, tem-se a ausência de controle de temperatura e/ou umidade, o que pode afetar a própria qualidade do exame pericial, por alguma alteração na composição do vestígio por conta das condições ambientais.

Além disso, outro ponto a se destacar é o fato de que a guarda nestes ambientes é feita somente antes da designação do Perito e após a devolução do material examinado, ficando este responsável pela guarda durante os exames, fazendo isso seja em cofre, armário ou apenas em algum espaço em seu ambiente de trabalho que, nem sempre possui os mesmos mecanismos de adequabilidade.

Os respondentes foram levados a fazer uma autoavaliação quando questionados se, mesmo que de maneira geral, conhecem alguma norma (padrão, especificação etc.) e/ou manual e/ou conjunto de boas práticas nacional e/ou internacional que trate sobre cadeia de custódia de dispositivos e/ou mídias digitais. Do total, 58,9% alegaram não conhecer algum destes tipos de documento e 41,1% possuem esse conhecimento.

Por fim, 78,6% dos respondentes indicaram não ter participado nos últimos 3 anos de alguma capacitação, seja palestra, oficina, curso, disciplina etc., cujo tema principal tenha sido "Cadeia de Custódia" e 93% concordam quanto a necessidade de se realizar ações de capacitação sobre este tema.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou um estudo diagnóstico sobre a gestão da cadeia de custódia de dispositivos e mídias digitais no âmbito da Polícia Federal. Dentre os principais problemas identificados e proposições feitas neste trabalho, tem-se a falta de informações da etapa de coleta dos vestígios, a necessidade de ampliação de ambientes controlados para a realização dos exames e de adequação e padronização dos ambientes destinados à guarda das provas periciais, tanto nas unidades de criminalística ou superintendências regionais, delegacias descentralizadas e postos avançados, encaminhamento da ficha de acompanhamento de vestígios junto com o Laudo pericial, além do estabelecimento de treinamentos e capacitações periódicas para todos os atores do Sistema de Justiça Criminal que de alguma forma lidam com a prova digital.

Como trabalho futuro, sugere-se a confrontação dos resultados obtidos neste trabalho com o conteúdo dos Laudos produzidos, em determinado período, pelas áreas de Documentoscopia, Informática e Audiovisual.

Recomenda-se ainda a realização de uma revisão sistemática da literatura sobre o tema da cadeia de custódia de vestígios digitais, de maneira que possa embasar o desenvolvimento de novos trabalhos, já que se trata de um tema incipiente com atual relevância também em escala internacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] S.T. Sydow. *Curso de direito penal informático: partes geral e especial*, Juspodivm, Brasil (2022).

[2] G.M. Moura. *Curso de direito penal informático*, D'Plácido, Brasil (2021).

[3] N.M. De Rose. A cadeia de custódia e a lei nº 13.964/2019: uma análise perante a doutrina, as nor-

mas e as diretrizes técnicas da qualidade. *TCC de Especialização*, Escola Superior de Polícia, Academia Nacional de Polícia (2021).

[4] BRASIL. Lei nº 13.964, de 24 de dezembro de 2019. Aperfeiçoa a legislação penal e processual penal. Diário Oficial da União, ed. 248-A, 24 dez. 2019.

[5] G. Prado. *A cadeia de custódia da prova no processo penal*, Marcial Pons, Brasil (2021).

[6] L. Reiber. *Mobile forensic investigations: a guide to evidence collection, analysis, and presentation*, McGraw-Hill Education, United States of America (2018).

[7] J.S. Kelly; M. Angel. *Forensic document examination in the 21st century*, CRC Press, United States of America (2020).

[8] D.P. Vaz. Provas digitais no processo penal: formulação do conceito, definição das características e sistematização do procedimento probatório. *Tese de Doutorado*, Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo (2012).

[9] D.J. Kist. *A prova digital no processo penal*, JH Mizuno, Brasil (2019).

[10] A.O. Minto. *A prova digital no processo penal*, LiberArs, Brasil (2021).

[11] R.S. Cunha. *Pacote anticrime – Lei 13.964/2019: comentários às alterações no CP, CPP e LEP*, JusPodivm, Brasil (2020).

[12] W.F. Neres. A cadeia de custódia dos vestígios digitais sob a ótica da Lei n. 13.964/2019: aspectos teóricos e práticos. *Boletim Científico ESMPU* **56**: ano 20 (2021).

[13] L. R. Costa. Metodologia e arquitetura para sistematização do processo investigatório de análise da informação digital. *Dissertação de Mestrado*, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília (2012).

[14] R. Herdy; J.M. Dias. Devemos admitir provas periciais de baixa fiabilidade epistêmica? *Consultor Jurídico* (2021). Retirado em 25/07/2022, de https://www.conjur.com.br/2021-mar-05/limite-penal-devemos-admitir-provas-periciais-baixa-fiabilidade-epistemica.

[15] P.A. Kunii; R. Herdy; A.T. Bruni. O que podemos aprender com os erros periciais? *Consultor Jurídico* (2020). Retirado em 25/05/2022, de https://www.conjur.com.br/2020-nov-20/limite-penal-podemos-aprender-erros-periciais.

[16] G. Badaró. Os standards metodológicos de Produção na Prova Digital e a Importância na Cadeia de Custódia. *Boletim IBCCRIM*, ano 29 (2021).

v. 14, n. 4, p. 460-463, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

A análise de medidas envolvendo pausas silenciosas em um caso de perícia de Comparação de Locutor

I.N. Lopes

[a] *Diretoria de Criminalística, Polícia Científica de Santa Catarina, Joinville (SC), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: iury.lopes@policiacientifica.sc.gov.br.*

Palavras-chave: Fonética Forense; Comparação de Locutor; Análise Linguística; Pausas silenciosas.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O exame de Comparação de Locutor é um procedimento pericial que consiste na análise de um material de voz e fala atribuído a um indivíduo (material questionado), comparando-o com um material que sabidamente foi produzido por aquele indivíduo (material padrão). O objetivo do exame é apontar, com base nos elementos fonético-fonológicos, linguísticos e acústicos observados, se os materiais foram produzidos pela mesma pessoa ou por indivíduos diferentes [1].

Nesse contexto, o material questionado pode ser oriundo de diversas fontes, como interceptação telefônica, gravação ambiental ou arquivos de áudio encaminhados por meio de aplicativo de troca de mensagens. Quanto ao material padrão, recomenda-se que ele seja coletado diretamente pela equipe pericial através de uma entrevista com o indivíduo apontado. Desde que cumpra os requisitos de adequabilidade, como boa qualidade de captação e ausência de ruídos, materiais provenientes de depoimentos gravados ou audiências *online* também podem ser utilizados como padrão.

A realização do exame de Comparação de Locutor envolve uma Análise Perceptivo-Auditiva, em que são analisados aspectos segmentais e suprassegmentais da fala, acompanhada de uma Análise Acústica, que corresponde à quantificação de parâmetros acústicos do sinal de fala com a utilização de *softwares* específicos [2, 3].

No contexto da Análise Perceptivo-Auditiva, realiza-se uma investigação a respeito dos aspectos fonético-fonológicos de produções específicas de segmentos de fala, como determinadas vogais e consoantes, bem como se destacam achados importantes do ponto de vista linguístico, como padrões gramáticos e discursivos [4].

Dentre os diversos aspectos linguísticos que podem ser analisados, destaca-se a ocorrências de pausas ao longo do discurso, sejam elas preenchidas ou silenciosas. As pausas preenchidas são aquelas caracterizadas por alongamentos ou repetições de vogais ou expressões como marcas de hesitação, planejamento da fala ou forma de monitoramento da conversação [5]. As pausas silenciosas, por sua vez, correspondem a um silêncio que ocorre durante o turno de fala de um locutor. Estabeleceu-se a duração mínima de 200 ms para que um período de silêncio seja considerado uma pausa para fins de análise linguística [6].

É importante notar que a frequência e a localização das pausas podem ser influenciadas pela resposta individual do falante a demandas psicolinguísticas ou sociolinguísticas, possuindo uma função tanto para o falante quanto para o ouvinte [6].

Dessa forma, considera-se que, aliado aos demais elementos de comparação observados, o perfil de ocorrência de pausas na fala de um indivíduo pode representar um relevante achado linguístico no contexto da Comparação de Locutor.

2. PROBLEMÁTICA

O caso analisado no presente estudo correspondeu a um exame pericial de Comparação de Locutor realizado pelo autor no âmbito da Polícia Científica de

I.N. Lopes, Rev. Bras. Crim. 14(4), 460-463, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

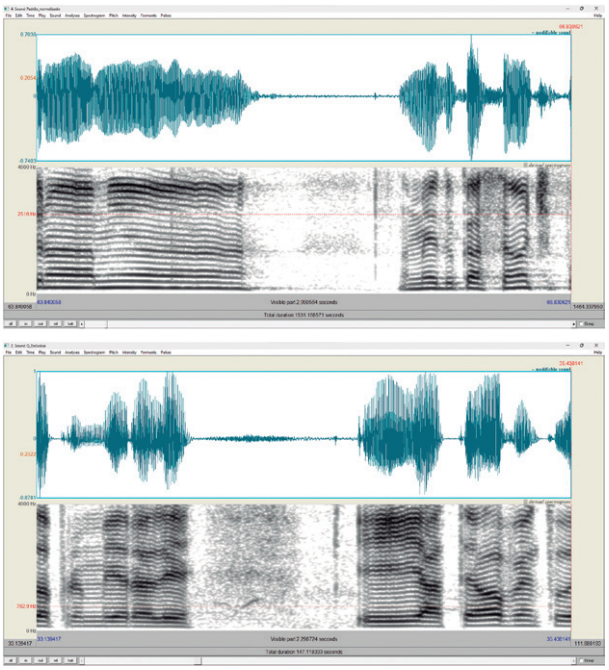
Santa Catarina, em atenção a requisição do Poder Judiciário em uma Ação Penal de Competência do Júri.

O material questionado disponível consistia em 10 arquivos de áudio extraídos de um aparelho de telefone celular, possuindo características compatíveis com gravações feitas e encaminhadas por meio de aplicativo de troca de mensagens. Após a concatenação dos arquivos, duração total do material foi de 2min27s.

O material padrão consistiu no material de voz e fala coletado pela equipe pericial em entrevista com o indivíduo a quem se atribuía os áudios questionados.

As amostras de fala contidas nos materiais padrão e questionado passaram pelas etapas de oitiva, transcrição, análise perceptivo-auditiva e acústica. Sem prejuízo dos demais achados de interesse, chamou bastante a atenção, durante a análise dos fenômenos linguísticos na etapa da análise perceptivo-auditiva, a semelhança no perfil de utilização das pausas silenciosas (ou pausas não preenchidas).

Após uma avaliação perceptual das diversas ocorrências de pausas, observou-se que tanto o material padrão como o material questionado apresentaram, de forma recorrente, pausas não preenchidas entre sentenças, nas quais se notavam ruídos de respiração audível, caracterizando aparente incoordenação peumofonoarticulatória.



Figuras 1 e 2. Exemplo da ocorrência de uma pausa silenciosa com ruído respiratório no áudio padrão e no áudio questionado, respectivamente. Em cada figura, o gráfico superior representa o oscilograma e o gráfico inferior representa o espectrograma do trecho.

Em uma análise geral, tinha-se a impressão de que essas pausas apareciam com a mesma frequência em ambos os materiais, além de possuírem duração média semelhante e apresentarem o mesmo perfil de ruído respiratório. A partir daí, apontou-se a necessidade da realização de medidas estatísticas que pudessem ou não corroborar essa percepção.

3. DESENVOLVIMENTO

Dado o contexto dos materiais analisados, optou-se por realizar quatro medidas estatísticas relacionadas às pausas silenciosas presentes nas amostras de voz e fala: a duração média das pausas, a distribuição da duração das pausas nos intervalos de tempo, a taxa de ocorrência de pausas por 100 sílabas e a duração total das pausas em relação à duração total do trecho.

Para a realização das medidas, foi utilizada uma amostra de trecho do material padrão, correspondente a 5min15s, e a totalidade do material questionado (2min27s). O trecho analisado do material padrão foi selecionado de forma a compreender períodos de fala encadeada e em contextos que mais se aproximavam do material questionado.

A marcação dos trechos de pausas silenciosas foi realizada com a utilização do *software* Praat, versão 6.4.04.

3.1. Duração média das pausas

O cálculo da duração média das pausas silenciosas foi elaborado calculando-se a soma dos intervalos de tempo correspondentes a cada pausa e se dividindo pelo número total de pausas. A tabela a seguir mostra os resultados obtidos, sendo os intervalos de tempo medidos em milissegundos:

Tabela 1. Dados utilizados para o cálculo da duração média das pausas e os resultados obtidos.

	Duração total das pausas (ms)	Nº de pausas	Duração média das pausas (ms)
Material padrão	67.748,26	93	728,48
Material questionado	29.277,33	36	813,26

Os resultados para a duração média das pausas, de aproximadamente 728 ms para o material padrão e de aproximadamente 813 ms para o material questionado, guardam similaridade entre si, sendo que a diferença entre eles corresponde a uma variação de 11,6%.

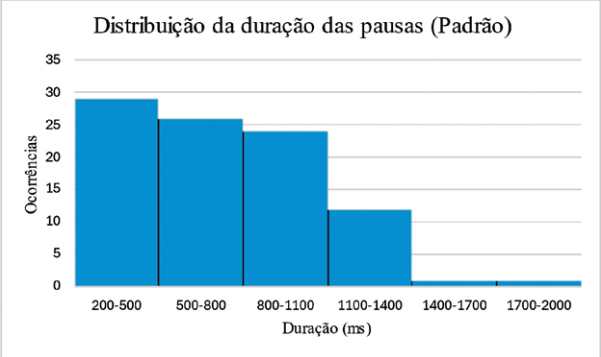
3.2. Distribuição da duração das pausas

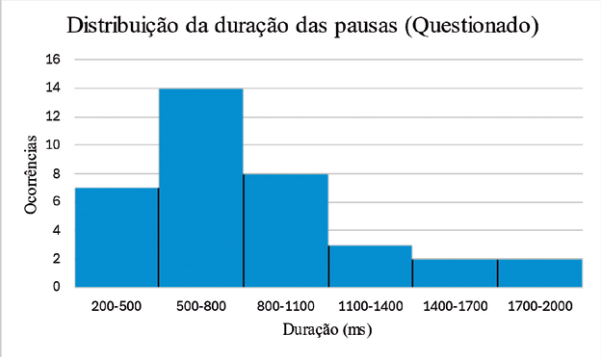
A distribuição da duração das pausas foi avaliada a partir da construção de um gráfico do tipo histograma, sendo que os dados de duração das pausas foram agrupados em seis intervalos de mesma extensão: 200 ms

I.N. Lopes, Rev. Bras. Crim. 14(4), 460-463, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

a 500 ms; 500 ms a 800 ms; 800 ms a 1100 ms; 1100 ms a 1400 ms; 1400 ms a 1700 ms; e 1700 a 2000 ms.

As figuras a seguir mostram a distribuição obtida para a duração das pausas no material padrão e no material questionado.





Figuras 3 e 4. Gráficos da distribuição da duração das pausas silenciosas.

No material padrão, observou-se a ocorrência de muitas pausas de curta duração (menores que 500 ms), proporcionalmente em relação ao material questionado. Ambos os materiais apresentaram a maior parte das pausas silenciosas compreendidas na faixa entre 500 e 1100 ms, notando-se uma redução no número de ocorrências à medida que se olha para os intervalos maiores (1400 a 1700 ms e 1700 a 2000 ms).

3.3. Taxa de ocorrência das pausas

A avaliação da taxa de ocorrência de pausas silenciosas foi realizada a partir do cálculo do número de pausas a cada 100 sílabas pronunciadas. A tabela a seguir mostra os dados analisados:

Tabela 2. Dados utilizados para o cálculo da taxa der ocorrência de pausas por 100 sílabas e os resultados obtidos.

	Nº de pausas	**Número de sílabas pronunciadas no trecho**	**Taxa de ocorrência por 100 sílabas**
Material padrão	93	1341	6,93
Material questionado	36	660	5,45

Os resultados obtidos para a taxa de ocorrência das pausas silenciosas foram, portanto, de aproximadamente 6,93 pausas a cada 100 sílabas para o material padrão e de aproximadamente 5,45 pausas a cada 100 sílabas para o material questionado. Essa medida apresentou uma diferença entre os valores correspondendo a uma variação de 27%. Embora o resultado por si só não exclua a possibilidade de se tratar da fala do mesmo indivíduo, a apuração deve ser avaliada com cautela diante dos demais achados fonético-fonológicos, linguísticos e acústicos, sobretudo considerando os diferentes contextos em que a fala foi produzida.

3.4. Duração total das pausas em relação à duração do trecho

Outra medida empregada foi a duração total das pausas silenciosas, obtida somando-se a extensão de cada ocorrência, em relação à duração total do trecho. A tabela a seguir traz os valores encontrados.

Tabela 3. Dados utilizados para o cálculo da taxa der ocorrência de pausas por 100 sílabas e os resultados obtidos.

	Duração total das pausas (ms)	Duração total do trecho (ms)	Duração das pausas / duração total
Material padrão	67.748,26	315.423,79	0,21
Material questionado	29.277,33	146.925,49	0,20

Essa medida apresenta um importante resultado para a comparação entre os materiais. O perfil de utilização das pausas silenciosas ao longo do discurso, representado pelo tempo utilizado para as pausas em relação à duração total da fala, mostrou-se convergente para os trechos analisados, apresentando uma variação de apenas 5% entre o material padrão e o material questionado.

4. CONCLUSÕES

Diante dos resultados estatísticos obtidos, é possível notar que, de fato, as percepções iniciais a respeito das semelhanças no perfil de ocorrências de pausas silenciosas nos materiais padrão e questionado encontram respaldo em algumas das medidas estatísticas realizadas.

Discrepâncias observadas, sobretudo no cálculo da distribuição da duração das pausas e na taxa de ocorrência de pausas silenciosas a cada 100 sílabas, são importantes e não devem ser ignoradas no momento de se atribuir o resultado da comparação. Entretanto, tais divergências podem ser adequadamente justificadas pela diferença nos contextos comunicativos dos materiais.

No material questionado, o indivíduo realiza monólogos que, em certa medida, pode-se afirmar que são planejados, uma vez que se trata de áudios enviados por aplicativo de troca de mensagens. Não se observa, portanto, excesso de pausas curtas, que indicam uma hesitação, mas sim pausas de duração média, geralmente envolvendo tomada de ar antes de retomar o turno de fala.

No material padrão, por sua vez, o indivíduo desenvolve um diálogo espontâneo com a equipe pericial, procurando, sempre que possível, controlar sua fala. Nesse contexto, as pausas de duração média com tomada de ar continuaram sendo percebidas, mas também foi apontado um grande número de pausas curtas, com duração inferior a 500 ms, o que pode caracterizar hesitação e tentativa de controle sobre a fala.

Da análise geral dos resultados obtidos nesse caso, conclui-se, portanto, que a avaliação do perfil de utilização de pausas silenciosas ao longo do discurso representou um importante achado de ordem linguística que apontou convergência entre o material padrão e o material questionado. Tomada em conjunto com os demais elementos fonético-fonológicos, linguísticos, acústicos e de perfil de voz, essa avaliação mostrou-se robusta para a atribuição do resultado desse exame e pode ser uma ferramenta útil para outros exames que apresentem características semelhantes.

Para trabalhos futuros, sugere-se que as medidas apresentadas nesse estudo possam ser expandidas para mais casos de Comparação de Locutor, a fim de que sejam identificados os índices que possuem maior caráter individualizador quando se analisa o perfil de utilização de pausas silenciosas e as características prevalentes na população de maneira geral.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece às contribuições feitas pelo perito criminal Tiago Petry ao atuar como revisor do laudo referente ao caso analisado no estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] A.L.C. MORISSON; B.G. ANDRADE; C.E.P. MACHADO; G.H.M ARRUDA; P.M.G.I REIS; R.O. RIBEIRO; R.A.R CORRÊA. Exames de registros de áudio e imagem. In: D. TOCHETTO (ed.); A. ESPINDULA (ed.). *Criminalística: procedimentos e metodologias*, Brasil (2022) 391-426.

[2] E. GOLD; P. FRENCH. International practices in forensic speaker comparison. *IJSLL* ***18***: 293-307 (2011).

[3] E. GOLD; P. FRENCH. International Practices in Forensic Speaker Comparisons: Second Survey. *IJSLL* ***26***: 1-20 (2019).

[4] P. FOULKES; P. FRENCH. Forensic Speaker Comparison: A Linguistic-Acoustic Perspective. In: P. TIERSMA (ed.); L.M. SOLAN (ed.). *The Oxford Handbook of Language and Law*. United States of America (2012) 557-572.

[5] P.A. BARBOSA (org.); L.A.F. CAZUMBA (org.); A.C. CONSTANTINI (org.); A.P MACHADO (org.); R.R. PASSETTI (org.); A.P SANCHES (org.). *Análise Fonético-Forense: em tarefa de Comparação de Locutor*. Brasil (2020) 29-40.

[6] K. MCDOUGALL; M. DUCKWORTH. Profiling fluency: An analysis of individual variation disfluencies in adult males. *Speech Communication* ***95***: 16-27 (2017).

v. 14, n. 4, p. 464-466, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Proposta de protocolo de admissibilidade de material de vídeo para Identificação Humana

A.P. Sanches[a,*], L.A.F. Cazumbá[a], S.G. Rosa[a]

[a] *Centro de Apoio à Execução – CAEx, Ministério Público de São Paulo, São Paulo (SP), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: anasanches@mpsp.mp.br Tel.: +55- 11 98773-7557.*

Keywords: admissibilidade, vídeo, face, identificação, humana.

1. INTRODUÇÃO

A realização dos exames para identificação de rostos humanos, adotados pela doutrina internacional, segue critérios científicos preconizados principalmente pelo *Facial Identification Scientific Working Group* (FISWG) [1], *Organization of Scientific Area Committee for Forensic Science* (OSAC) [2] e *Scientific Working Group on Digital Evidence* (SWGDE) [3]. Há, ainda, a sistemática da *European Network of Forensic Science Institutes* (ENFSI) que inclui a metodologia denominada *Analysis, Comparison, Evaluationand Verification* (ACE-V) para comparações de biometrias com finalidade forense [4]. É a partir do estudo dos elementos guiado por tais metodologias que se torna possível apontar convergências ou divergências entre faces que estão sendo comparadas em um contexto forense.

Seguindo as orientações das comunidades científicas internacionais, o exame é dividido de acordo com o ACE-V [4] e a Lista de Características de Comparação de Imagens Faciais para Análise Morfológica do FISWG [1] nas fases de análise, comparação, avaliação e verificação.

No entanto, de acordo com preceitos legais [5] e recomendações de pares profissionais e metodologia adotada, a primeira etapa de qualquer perícia é a de verificação da admissibilidade do material recebido [5].

Referente aos vestígios de imagem estática ou dinâmica (foto ou vídeo, respectivamente), nesta etapa, o objetivo seria avaliar os aspectos técnicos dos arquivos questionado e padrão, definindo se possuem condições de fornecerem elementos suficientes para uma análise robusta [6]. Neste caso, considerando o Exame de Comparação Facial, elementos a saber: resolução, compressão, iluminação, foco, estabilidade, incidência e visibilidade das estruturas faciais [7].

Após a análise da adequabilidade é que se decide pelo exame se utilizando do método comparativo, ao qual permite avaliar um dado concreto a partir da dedução do mesmo os elementos constantes e gerais.

Desta forma, a análise de admissibilidade do material é etapa imprescindível para o trabalho pericial, que em investigações desta natureza visa a comparação desde características gerais (proporção, pele, formato do rosto e compleição) até as mais detalhadas e individualizantes da morfologia avaliada (rosto, cabelo, testa, sobrancelhas, olhos, nariz, bochechas, orelhas, boca, queixo/mandíbula, pescoço). Logo, a qualidade do material impacta diretamente nos aspectos que foram passíveis de análise, sendo eles mais gerais ou individualizantes.

De acordo com as diretrizes mínimas para um Exame de Comparação Facial é necessário considerar, dentre outros fatores, a baixa resolução e nitidez nas imagens, perspectiva e distorção de lente, condições diferenciadas de luminosidade no momento da execução das fotografias [8]. Tais critérios também devem ser observados durante a seleção dos *frames* para as fases subsequentes do exame.

Tendo em vista a importância da etapa em que os aspectos técnicos das imagens a serem comparadas são avaliados, definindo se as amostras fornecem elementos suficientes para uma comparação robusta, que o presente trabalho foi desenvolvido e se faz necessá-

A.P. Sanches *et al.*, Rev. Bras. Crim. 14(4), 464-466, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

rio, uma vez que os exames periciais de comparação facial têm se tornado cada vez mais recorrentes em instituições como o Ministério Público de São Paulo.

2. OBJETIVO

Apresentar proposta de procedimentos para admissibilidade em material de vídeo em exame pericial para identificação de pessoa do setor de áudio, vídeo e documento do Ministério Público do Estado de São Paulo.

3. MATERIAL E MÉTODO

Os dados a serem apresentados foram obtidos de Parecer Técnico – PT produzido pelo setor no ano de 2023, no qual atuou as analistas. As recomendações contidas no documento FISWG e ENFSI foram observadas para análise dos critérios indicados e admissibilidade do material apresentado indicando a inviabilidade técnica do exame. O *software* de análise vídeo *Adobe Premiere Pro* (2022, versão 22.5.0.51), foi utilizado para os procedimentos.

4. RESULTADOS

O material questionado recebido (Tab. 1) para análise resulta de 5 (cinco) arquivos contendo imagens dinâmicas de CFTVs instalados no local e nas imediações dos fatos para comparação com um arquivo de vídeo advindo de oitiva de um dos suspeitos para sua identificação nas imagens, se possível.

Tabela 1. Arquivos recebidos

ARQUIVO	DURAÇÃO
Padrão	00:06:43
Vídeo A	00:00:46
Vídeo B	00:01:52
Vídeo C	00:01:01
Vídeo D	00:00:11
Vídeo E	00:00:40

Além dos vídeos foi enviada uma imagem do documento de identidade do suposto autor. Do material enviado foram selecionados *frames* com indicação do arquivo onde foi identificado e extraído, o instante e a letra que representa cada imagem: em vermelho são *frames* dos arquivos relacionados ao dia dos fatos (questionados), e, em preto do arquivo e documento com imagens do suspeito, possível autor dos fatos a ser identificado (padrão). Cada imagem foi ampliada para ilustrar a inviabilidade na realização do exame considerando os seguintes fatores:

a. baixa resolução na gravação das imagens;
b. distância do rosto capturado da câmera;
c. ângulo de incidência e visibilidade do rosto podendo alterar proporções relativas das características faciais;
d. diferença ou variação na iluminação da imagem também foi marcadamente diferente entre fotografias e gravações de CFTV, tornando redundantes as características faciais dependentes da cor (ou seja, tom de pele, luminescência e cor), uma vez que pareciam diferentes mesmo entre imagens correspondentes dependendo da vestimenta, ângulo, se locomovendo ou parado.

Alguns exemplares dos *frames* apresentados no Parecer Técnico seguem na tabela 1, contendo também as características de cada imagem.

5. DISCUSSÃO

A aplicação das diretrizes mínimas com a extração de *frames* permitiu indicar o motivo pelo qual os vídeos e imagens recebidos não são admissíveis para a continuidade de cada exame e identificação do suspeito. Sem obedecer aos critérios indicados pela literatura no que se refere a admissibilidade das imagens, e, analisando apenas as características gerais, poderia se afirmar que há algumas similaridades entre os sujeitos das imagens que seriam: cor da pele; contorno facial/linha mandibular; ângulo e formato queixo; proporção facial (2/3 inferiores maior); comprimento do nariz alongado.

No entanto, tais similaridades podem também estar relacionadas a diferença de iluminação; incidência da luz na imagem questionada; ângulo da filmagem; sombra do capuz podem confundir o formato e contorno facial, assim como a presença de boné.

Para determinar os critérios mínimos para exame facial em várias instalações de CFTV, é necessário um entendimento mais completo das condições impostas às imagens para esse tipo de instalações específicas. Isso é de particular relevância com o aumento global contínuo na instalação e uso de sistemas de CFTV que tem sido observado nos setores privado, público e comercial nas últimas duas décadas. Esse aumento pode ser atribuído a vários fatores; no entanto, dois principais impulsionadores incluem avanços na produção de sistemas de computação e CFTV e uma redução nos custos associados [8].

A falta de padronização relativa à instalação de CFTV, das condições de gravação e da qualidade da imagem é que impede a utilidade das imagens faciais derivadas desses sistemas em todos os casos de com-

paração facial, tornando-se uma atividade desafiadora. É justamente, a partir da avaliação das condições da gravação, de suas inconsistências, da baixa qualidade da imagem que se pode decidir pela realização ou não do Exame de Comparação Facial.

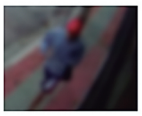
Imagem	Amostra	Características
	B	Ângulo fronto/lateral do corpo Vestimenta encobrindo partes da face Zoom na imagem captada Qualidade da imagem/sombra
	C	Ângulo frontal Boné encobriundo partes da face Distância da câmera Qualidade da imagem/sombra
	D	Ângulo frontal Boné encobriundo partes da face Zoom na imagem captada Qualidade da imagem/sombra
	E	Ângulo frontal Parte da face fora do enquadramento da câmera Distância da câmera
	F	Ângulo frontal Parte da face fora do enquadramento da câmera Distância da câmera
	G	Ângulo frontal Imagem não contemporânea

Figura 1. Arquivos recebidos

4. CONCLUSÕES

O profissional que atua na área pericial deve conhecer os documentos internacionais que norteiam o trabalho dos peritos buscando sempre fundamentar sua conduta para que conduza as perícias obedecendo todas as etapas. A inadmissibilidade de um material amparada em diretrizes permite com que os operadores do Direito e público que se baseiam dos resultados periciais possam entender as limitações do exame. Dessa forma, evita-se que etapas posteriores sejam realizadas à da análise da qualidade, em casos como esse, e ao final apontem que não foi possível concluir por nenhum resultado pela ausência de imagens adequadas ou elementos passíveis de comparação e confronto entre as amostras. Além disso, se previne o risco de um falso positivo ou negativo do exame.

Outro fator que deve ser sempre considerado é que a fundamentação dos Pareceres e Laudos Técnicos produzidos pelos profissionais devem estar cada vez mais alicerçados em métodos científicos e documentos produzidos por grupos que estudam o tema. Destarte, a divulgação da área permitirá novas possibilidades de atuação e inserção de várias Ciências no mundo pericial. O feito também propiciará o aumento da confiança dos que se valem do trabalho técnico pericial evitando a produção de laudos inconclusivos ou a apresentação de resultados temorosos ou frágeis na tentativa de solucionar uma demanda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Facial Identification Scientific Group (FISWG). FISWG: Image Factors to consider in facial Image Comparison [Internet]. Version 01. 2021. [Acesso 02 jul 2024]. Disponível em: https://fiswg.org/fiswg_image_factors_to_consider_in_facial_img_comparison_v1.0_2021.05.28.pdf

[2] Organization of Scientific Area Commite for Forensic Science – Facial Identification Subcommittee ande Digital/Multimedia Scientific Area Committee (OSAC) [Internet]. OSAC 2022-S-0007. Standard Guide for Facial Comparison Overview and Methodology Guidelines. 2022.

[3] Scientific Working Group on Digital Evidence (SWGDE). SWGDE Position on Facial Recognition and Facial Comparison [Internet]. Version: 1.2 (June 9, 2022).

[4] European Network of Forensic Science Institutes (ENFSI). BPM for Facial Image Comparison [Internet]. Version 01, (Jan, 2018). [Acesso 20 mai 2023]. Disponível em: https://enfsi.eu/wp-content/uploads/2017/06/ENFSI-BPM-DI-01.pdf.

[5] BRASIL. Lei nº 13.964, 24 de dezembro de 2019. Código de Processo Penal. [Acesso em 02 jul 2024]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/l13964.htm.

[6] C.D. Guedes. Prova de Vídeo em Processo Penal: aportes epistemológicos. Rio de Janeiro, 2023.

[7] M. Steyn; M. Pretorius; N. Briers; N. Bacci; A. Johnson; T.M.R. Houlton. Forensic facial comparison in South Africa: state of the Science. Forensic Science International, 287: 190-194 (2018).

[8] N. Bacci; J.G. Davimes; M. Steyn; N. Briers. Forensic Facial Comparison: current status, limitations, and future directions. Biology. 10(12): 1269 (2021).

v. 14, n. 4, p. 467-472, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Sistema de Processamento Integrado de Evidências Digitais - SPRINT

G.B. Bedendo[a,*], H. Galperin[a], A. Vrubel[a], R.R.R. Duart[a], M.A. Hempkemeyer[a]

[a] *Polícia Científica do Paraná, Curitiba (PR), Brasil.*
**Endereço de e-mail para correspondência: gustavo.borelli@policiacientifica.pr.gov.br.*

Keywords: Computação Forense; Informática Forense; Perícia digital; Automação.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A produção de prova pericial no âmbito da Forense Computacional consiste, em sua essência, na análise de evidências digitais obtidas através da extração de dados de equipamentos computacionais, que armazenam dados de usuários, aplicativos, documentos, etc., com objetivo de auxiliar na elucidação de possíveis fatos delituosos. A perícia computacional é comumente composta de 3 etapas: extração dos dados, processamento em ferramentas especializadas e análise e elaboração de laudo.

A extração dos dados inicia-se com a constatação do equipamento e deve compreender a análise física, lógica e tecnológica do equipamento em questão, verificando, por exemplo, os danos e características visíveis do equipamento, as informações do sistema operacional, tipo de criptografia e capacidade de armazenamento.

Os procedimentos adotados para a obtenção dos dados e sua integralidade dependem do tipo de sistema operacional e equipamento periciado. Em casos de dados em nuvem, a sua obtenção, por exemplo, pode ser realizada à empresa responsável pelo armazenamento via autorização judicial. Em aparelhos celulares, que possuem um sistema operacional instalado, as técnicas de extração consistem, por exemplo, na exploração de falhas de segurança em *hardware* (*chipset*, dispositivo de armazenamento, etc.) ou *software* (SO, *kernel*, etc.), a fim de conseguir acesso suficiente para *download* dos dados do dispositivo.

A integralidade é a relação entre a quantidade e qualidade dos dados extraídos com os dados que existem ou já existiram no dispositivo de armazenamento periciado. Esta característica está diretamente relacionada aos avanços tecnológicos na área de criptografia, por consequência, enquanto no passado os dados eram passíveis de extração direta no equipamento, atualmente os dispositivos e sistemas operacionais comumente se utilizam de técnicas de criptografia de dados para preservação da privacidade de seus usuários, mas que se apresentam como um obstáculo na extração forense.

O processamento consiste na interpretação, organização e apresentação dos dados a fim gerar um conjunto de informações, com clareza e significado, facilitando o procedimento de análise da evidência. O uso de ferramentas forenses específicas – que possuem suporte para interpretação de registros de diversos sistemas operacionais, aplicativos, arquivos, etc. – é indispensável, devido ao volume e complexidade dos dados a serem analisados. A qualidade das informações geradas depende da integralidade da extração e capacidade das ferramentas de interpretar corretamente os dados extraídos.

Os *softwares* de processamento devem prover meios de exportação e visualização das informações geradas, obedecendo critérios de rastreabilidade, busca e organização. A rastreabilidade é necessária para indicar origem da informação gerada, pois a mesma foi criada a partir de uma interpretação de um dado ou conjunto de dados. Mecanismos de busca são essenciais, pois o volume de informações dificulta a localização de vestígios de interesse. E organização, a fim de facilitar o encontro de registros pertinentes aos fatos, por exemplo apresentando os dados de formas

distintas (cronologicamente, tamanho, etc.) ou dispostos de forma lógica que reflita a forma visualizada no equipamento (*e.g.* conversas em redes sociais).

O laudo pericial deve relatar a metodologia adotada nas etapas anteriores e deve conter informações suficientes que viabilizem a sua reprodutibilidade, tais como metodologia e procedimento de extração, com suas características e limitações, incluindo as ferramentas de processamento utilizadas e, se houver, apresentação dos registros de interesse aos fatos ou respostas aos quesitos.

2. PROBLEMÁTICA

Conforme exposto, a produção de prova pericial é composta de diversas etapas configuráveis a depender do resultado desejado. Assim, a grande variabilidade de características e tecnologias nos equipamentos periciados determina o fluxo de extração e processamento dos dados e deve ser registrada no laudo, pois a falta de metodologia e ausência de padrão dificulta a rastreabilidade e reprodutibilidade da perícia e pode comprometer a correta análise e interpretação dos dados:

- Na extração, desconsiderar as especificações dos equipamentos ou o uso de técnicas inadequadas pode resultar em um volume ou qualidade de dados inferior ao ideal, perda definitiva de dados ou até danos irreversíveis ao equipamento, inviabilizando a perícia.
- No processamento, a configuração incorreta das ferramentas causa inconsistências e ausência de informações (*e.g.* perfil de processamento inadequado para extrações físicas, que poderia prejudicar a recuperação de arquivos apagados).
- Também, a incorreta ou incompleta interpretação dos dados pelas ferramentas especializadas, mesmo quando configuradas corretamente, pode trazer prejuízos (*e.g.* recuperação parcial dos metadados de um arquivo de pornografia infantojuvenil, prejudicando a análise da história da evidência, afetando a determinação de autoria e tipo penal).
- Na análise, as deficiências no volume, qualidade ou interpretação dos dados podem induzir a conclusões incorretas ou incompletas acerca dos vestígios, bem como ineficiência, visto o esforço extra despendido na tentativa de compreensão das informações disponíveis.
- Na elaboração do laudo, inconsistências na descrição da metodologia utilizada podem prejudicar a documentação acerca das etapas e suas configurações, causando problemas de reprodutibilidade e dúvidas, podendo resultar em prejuízo às partes envolvidas no processo legal (*e.g.* ausência de documentação das avarias presentes no equipamento — resultantes ou não das etapas periciais; registros de custódia do equipamento — lacres de entrada e saída; ambiguidade em determinada informação — tipo específico de criptografia presente, configurações de processamento utilizadas, entre outras).

3. DESENVOLVIMENTO

Visando reduzir as problemáticas anteriormente expostas, a Seção de Computação Forense da Polícia Científica do Paraná implementou um sistema de cadastro e geração de estatísticas, bem como um sistema de automação, que engloba as etapas de processamento, pós-processamento e geração de anexos eletrônicos e pré-laudos com informações parcialmente preenchidas.

3.1. Sistema de cadastro de material

Na etapa de extração de dados, é utilizada uma ficha específica, em papel, para cada tipo de equipamento a ser extraído. Essa ficha contém informações detalhadas, incluindo número da requisição pericial, o tipo de equipamento (celular, HD, SSD, etc.), o tipo de extração (lógica, *downgrade*, *file system* completo ou parcial, etc.), a marca e modelo dos materiais, tipo de criptografia, senhas, entre outros dados relevantes.

Ao término das extrações dos equipamentos, as informações preenchidas nas fichas em papel são cadastradas no "Sistema de Fichas". Um exemplo é apresentado na Figura 1. Este sistema tem como objetivo catalogar detalhadamente todas as extrações realizadas na seção, criando uma base de conhecimento. Por exemplo, ao pesquisar um modelo específico de celular (SM-J500M) no "Sistema de Fichas", é possível visualizar os tipos de extrações já realizadas nesse modelo de equipamento (Física via "EDL", "*Bootloader*", etc.). A consulta da ficha eletrônica do equipamento é utilizada durante as etapas de processamento, pós-processamento e elaboração de pré-laudo como fonte de informações e tomada de decisões no processo de automação.

O "Sistema de Fichas" desenvolvido nesta seção também provê estatísticas acerca das extrações realizadas por meio de gráficos, que indicam os méto-

dos e tipos de extrações, as ferramentas utilizadas, eventuais ausências de suporte, entre outros dados relevantes, auxiliando na análise e no aprimoramento contínuo dos procedimentos adotados.

REP:	1327/2021
Nº Eq.:	1 (Tipo: Celular)
Data abertura:	04/07/2024
Data extração:	05/07/2024
Marca:	Samsung
Modelo:	SM-G570M
Defeito:	Nao
Bateria com defeito:	Nao
Modo avião:	Sim
Debug:	Sim
Com senha:	Nao
Criptografia	Full-Disk
OS	Android (versão: 8.0.0)
Chipset	Exynos
Extração Lógica:	Sim
Extração FS:	Nao
Extração FFS:	Nao
Extração Física:	Sim (Tipo(s): Bootloader)
Cartão Sim 1:	Ausente: nao Estava fora: nao Defeito: nao

Figura 1. Trecho de ficha de equipamento no "Sistema de Fichas".

3.2. Sistema de Processamento Integrado

Para orquestrar as ferramentas nas etapas de processamento e pós-processamento de dados e geração de pré-laudo, foi utilizado o servidor de automação Jenkins [1] que, mesmo sendo desenhado para *CI / CD (continuous integration / continuous deployment)* em desenvolvimento de *software*, foi escolhido e adaptado para este fim.

De forma resumida, a tecnologia escolhida é composta de:

- *Nodes*, são as "máquinas" onde os trabalhos (como o processamento de uma evidência) são efetivamente executados;
- *Agents*, aplicações executadas nos nodes responsáveis pelo recebimento de tarefas do orquestrador e execução utilizando *Executors;*
- *Executors*, são *threads* executadas dentro dos *agents*. O número de executores determina a quantidade de tarefas executadas em paralelo por um *agent*;
- *Job*, se trata de um trabalho configurado no orquestrador, composto de um código contendo instruções das tarefas a serem executadas e variáveis de configuração.

A Seção de Computação Forense utiliza quatro servidores para automação (*nodes*), com configurações variadas entre 128 e 192GB de memória RAM, 36 núcleos físicos e configurações de armazenamento em RAID 0, de 3 a 6TB, e foram preparados de forma padronizada (mesmas configurações e versões de ferramentas), favorecendo a replicabilidade e consistência do processamento dos dados.

Cada *node* executa dois tipos distintos de *agents*: "*initial"* (inicializa as etapas de processamento) e "*runner"* (responsável pelas suas subtarefas e demais execuções). Como o processamento é composto de ferramentas que consomem uma grande quantidade de memória RAM e espaço em disco, a configuração da quantidade de *executors* do tipo "*initial"* limita o número de requisições de processamentos simultâneos, visando o seu correto funcionamento.

No servidor Jenkins foram implementados três *jobs: ProcessMobileDevice, PostProcessMobileDevice e CreateReport*, detalhados na sequência.

3.2.1. Etapa de Processamento (ProcessMobileDevice)

Cada *job ProcessMobileDevice* utiliza um executor do tipo *initial* e suas subtarefas são executadas em *runners,* responsáveis pela execução das ferramentas de processamento de dados:

- *Cellebrite Physical Analyzer* [2]
- *Magnet Axiom* [3]
- *Testdisk Photorec* [4]
- *PCP Forensics,* desenvolvido na Polícia Científica do Paraná, possui *parsings* que ampliam e enriquecem as informações geradas pelas demais ferramentas de processamento, tais como, suporte às redes sociais Discord e Randochat, processamento de *caches* de navegação e transcrição automatizada de áudios e vídeos utilizando o modelo de inteligência artificial Whisper [5].

A lógica de execução dos *softwares* é dependente do tipo de equipamento e extração de dados a ser processada, conforme exemplo simplificado na Figura 2.

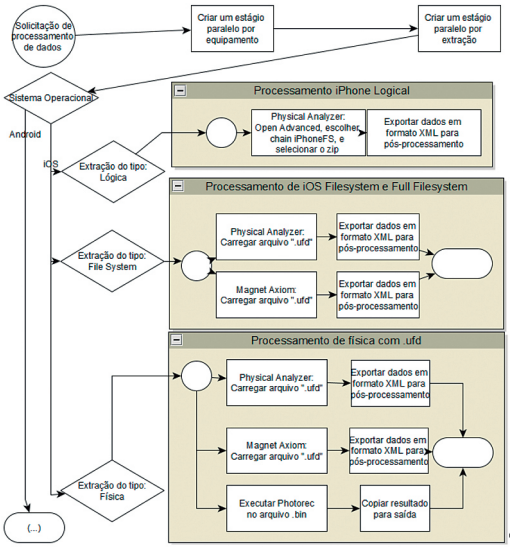


Figura 2. Exemplo de fluxo lógico de processamento automatizado em sistemas iOS.

A automação de execução das ferramentas forenses foi alcançada através do desenvolvimento de programas em Python. Estes *softwares* são executados pelo orquestrador com os argumentos necessários (*e.g.* dados de entrada, configuração de processamento, diretório de saída) que interagem com as janelas de execução das ferramentas, realizando o completo carregamento, configuração, processamento e exportação dos dados desejados. Para fins de validação, são coletados *logs* e capturas de tela. O resultado desta etapa consiste em exportações em formato XML para cada ferramenta forense utilizada.

3.2.2. Etapa de Pós-Processamento (PostProcessMobileDevice)

As exportações em XML são consolidadas através do *job PostProcessMobileDevice,* que executa ferramentas desenvolvidas na Polícia Científica do Paraná:

- *MobileMerger* (apresentado no XXIV Congresso Nacional de Criminalística - Florianópolis), consolida as informações exportadas, possibilita a implementação de *parsings* customizados e corrige erros de interpretação, gerando informações mais consistentes e completas. O programa mitiga a dependência de uma única ferramenta de processamento, que pode possuir suporte limitado, inconsistente ou inexistente em determinadas situações. Devido à maior riqueza de informações e por ter sido desenvolvida internamente, a ferramenta apresenta os dados de forma: customizada, *e.g.* alertando arquivos de pornografia infantojuvenil através de base própria de *hashes*; mais clara, padronizando informações de *timezones,* linha do tempo, mapas de localização, etc.; sucinta, *e.g.* removendo ícones e arquivos irrelevantes que prejudicam a legibilidade das informações, além de melhor utilização de espaço textual em conversas de redes sociais; independente de plataforma (muitas ferramentas possuem suporte somente a sistemas Windows). A ferramenta exporta no seu arquivo de *log* as principais consolidações e correções realizadas nas fontes de dados de entrada e produz como resultado arquivos em formato XeLaTeX [6] [7], que quando compilados produzem um ou mais relatórios em formato PDF.
- *mmAssembler,* responsável pela compilação paralela dos arquivos XeLaTeX [6][7] gerados da execução da ferramenta *MobileMerger*, produzindo relatórios em formato PDF.
- Compressor de Mídias, responsável pela redução do tamanho dos arquivos de vídeo através de técnica de *reencoding (*utilizando o *software ffmpeg* [8] e *codec* H.265*)* e de imagens, através de *resampling* (utilizando o programa *nconvert* [9]). Todos os metadados são preservados e os arquivos originais são mantidos para posterior análise.
- *FERA (Forensics Evidence Report Analyzer),* que reduz a complexidade de visualização dos diversos arquivos PDFs gerados como resultado da consolidação. A ferramenta indexa o conteúdo textual, viabilizando a busca rápida mesmo em arquivos com mais de 500.000 páginas. Todas as buscas realizadas ficam salvas e a possibilidade de realizar marcações nos documentos (visíveis apenas na ferramenta, preservando o documento original), auxiliam na organização e eficiência da análise.

A etapa de pós-processamento cria arquivos ZIP consolidados que contem a totalidade dos artefatos gerados até o momento. Em casos de falhas, a configuração e código fonte dos *Jobs* permite o reaproveitamento de artefatos processados com sucesso, favorecendo a eficiência e evitando o retrabalho. A Figura 3 mostra trecho da página do servidor Jenkins com algumas configurações de um *job* de processamento a ser automatizado.

3.2.3. Etapa de Elaboração de Pré-laudo e Anexo Eletrônico (CreateReport)

O Anexo Eletrônico é arquivo ZIP multivolume que contém os relatórios gerados pelos programas *MobileMerger* e *mmAssembler* e a ferramenta *FERA* para leitura e busca de informações. Este anexo é disponibilizado para *download* pelas partes na nuvem

do Estado do Paraná quando encerrada a perícia. Um fluxograma simplificado, com a geração de pré-laudo após as etapas de pós-processamento, é apresentado na Figura 4.

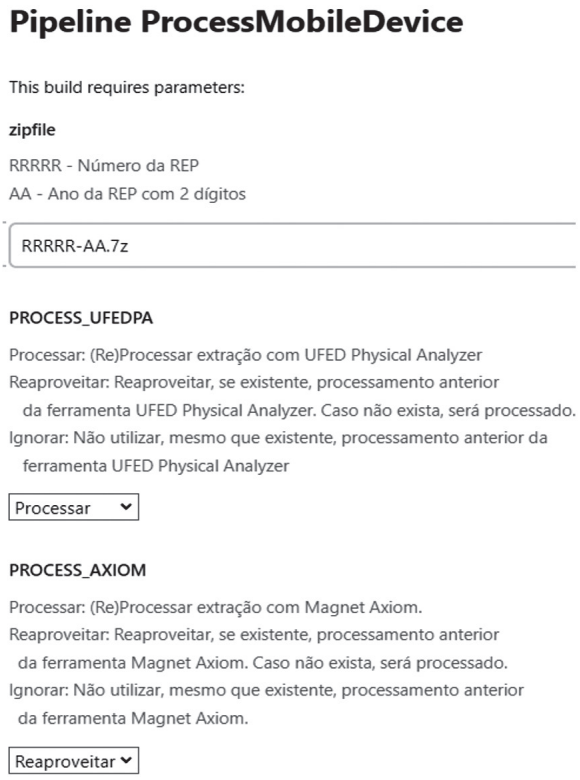


Figura 3. Trecho da página do servidor Jenkins de configuração das ferramentas forenses de um *job* de processamento.

Com as informações do "Sistema de Fichas" e resultados de processamento e pós-processamento, um programa desenvolvido em Python cria, a partir de um *template ".odt"*, um pré-laudo (Figura 5) com textos e tabelas padronizados para cada um dos equipamentos periciados, contendo por exemplo:

- Avarias e características do equipamento (*e.g.* *display* trincado, bateria ausente, etc.);
- Configuração de preservação do mesmo (*e.g.* modo avião ou depuração USB habilitados, etc.);
- Tipos de desbloqueio e extração realizados e seus detalhes (*e.g.* senha fornecida, força-bruta, etc.);
- Tipos de processamentos realizados e suas peculiaridades (*e.g. parsing* limitado, impossibilidade de recuperação de arquivos apagados, etc.);
- Informações de contas e referências aos relatórios produzidos, conforme presente no Anexo Eletrônico;
- Realçe dos arquivos de pornografia infantojuvenil com *hash* conhecido.

No período de Jul/23 à Jun/24, o sistema processou automaticamente 4604 equipamentos, uma média de 383 equipamentos por mês, desconsiderando falhas de processamento que ocorreram, por exemplo, por erros programação ou sobrecarga de trabalho nos *nodes*. O gráfico na Figura 6, mostra que o sistema evoluiu em volume de produção e consistência, isso ocorreu em virtude da pronta manutenção, evolução de código e melhorias na infraestrutura.

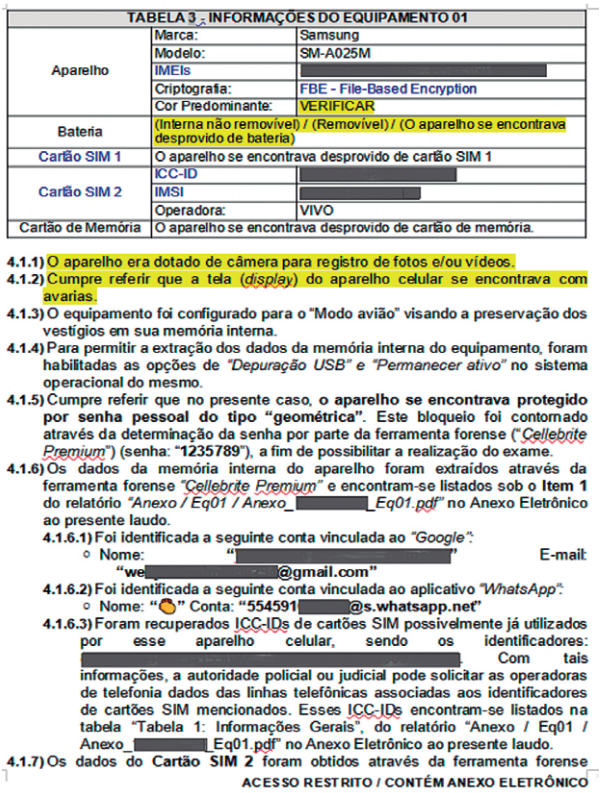


TABELA 3 - INFORMAÇÕES DO EQUIPAMENTO 01		
Aparelho	Marca:	Samsung
	Modelo:	SM-A025M
	IMEIs	[redacted]
	Criptografia:	FBE - File-Based Encryption
	Cor Predominante:	VERIFICAR
Bateria	(Interna não removível) / (Removível) / (O aparelho se encontrava desprovido de bateria)	
Cartão SIM 1	O aparelho se encontrava desprovido de cartão SIM 1	
Cartão SIM 2	ICC-ID	[redacted]
	IMSI	[redacted]
	Operadora:	VIVO
Cartão de Memória	O aparelho se encontrava desprovido de cartão de memória.	

4.1.1) O aparelho era dotado de câmera para registro de fotos e/ou vídeos.
4.1.2) Cumpre referir que a tela (*display*) do aparelho celular se encontrava com avarias.
4.1.3) O equipamento foi configurado para o "Modo avião" visando a preservação dos vestígios em sua memória interna.
4.1.4) Para permitir a extração dos dados da memória interna do equipamento, foram habilitadas as opções de *"Depuração USB"* e *"Permanecer ativo"* no sistema operacional do mesmo.
4.1.5) Cumpre referir que no presente caso, **o aparelho se encontrava protegido por senha pessoal do tipo "geométrica".** Este bloqueio foi contornado através da determinação da senha por parte da ferramenta forense (*"Cellebrite Premium"*) (senha: **"1235789"**), a fim de possibilitar a realização do exame.
4.1.6) Os dados da memória interna do aparelho foram extraídos através da ferramenta forense *"Cellebrite Premium"* e encontram-se listados sob o **Item 1** do relatório *"Anexo / Eq01 / Anexo_[redacted]_Eq01.pdf"* no Anexo Eletrônico ao presente laudo.
4.1.6.1) Foi identificada a seguinte conta vinculada ao *"Google"*:
- Nome: "[redacted]" E-mail: "we[redacted]@gmail.com"

4.1.6.2) Foi identificada a seguinte conta vinculada ao aplicativo *"WhatsApp"*:
- Nome: "[redacted]" Conta: "554591[redacted]@s.whatsapp.net"

4.1.6.3) Foram recuperados ICC-IDs de cartões SIM possivelmente já utilizados por esse aparelho celular, sendo os identificadores: [redacted]. Com tais informações, a autoridade policial ou judicial pode solicitar as operadoras de telefonia dados das linhas telefônicas associadas aos identificadores de cartões SIM mencionados. Esses ICC-IDs encontram-se listados na tabela "Tabela 1: Informações Gerais", do relatório "Anexo / Eq01 / Anexo_[redacted]_Eq01.pdf" no Anexo Eletrônico ao presente laudo.
4.1.7) Os dados do **Cartão SIM 2** foram obtidos através da ferramenta forense

ACESSO RESTRITO / CONTÉM ANEXO ELETRÔNICO

Figura 4. Trecho de pré-laudo com textos padronizados (trechos em amarelo exigem verificação pelo perito).

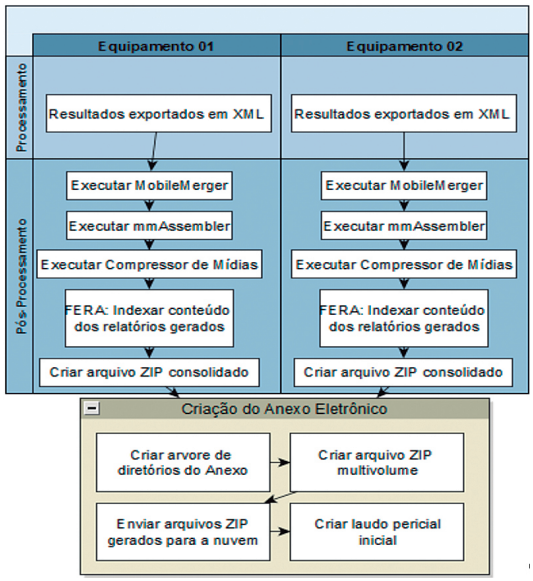


Figura 5. Diagrama de fluxo com as etapas de processamento e pós-processamento executadas em paralelo e etapa de elaboração de Anexo Eletrônico e pré-laudo.

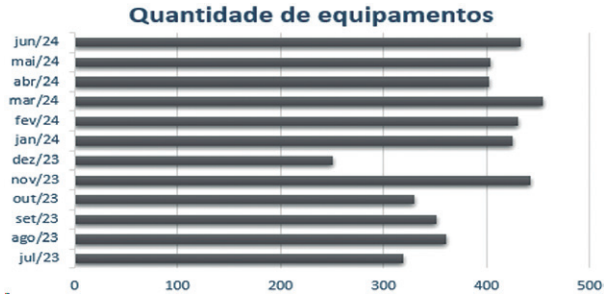


Figura 6. Equipamentos examinados no período de Jul/23 a Jun/24.

4. CONCLUSÕES

O desenvolvimento e implantação de programas e sistemas de cadastro e automação na Seção de Computação Forense da Polícia Científica do Paraná contribuíram para uma melhoria significativa na padronização e clareza de informações – condizente com o método científico – além de ganhos robustos na produtividade e eficiente alocação dos recursos. Houve ganho notável no volume de processamento de dados, pois os sistemas implantados enfileiram os *jobs* solicitados e agem independentes de ação humana, ou seja, a produção de evidências digitais ocorre ininterruptamente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio e confiança depositados pelos demais peritos da Seção de Computação Forense da Polícia Científica do Paraná. Nosso obrigado pelas ideias, *feedback* e participação no trabalho realizado no desenvolvimento e validação dos sistemas e ferramentas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Jenkins. Disponível em: https://www.jenkins.io/. Acesso em: 10/07/2024.

[2] Cellebrite Physical Analyzer. Disponível em: https://cellebrite.com/pt/cellebrite-physical-analyzer-pt/. Acesso em: 05/07/2024.

[3] Magnet AXIOM. Disponível em: https://www.magnetforensics.com/products/magnet-axiom/. Acesso em: 05/07/2024.

[4] CgSecurity PhotoRec. Disponível em: https://www.cgsecurity.org/wiki/PhotoRec. Acesso em: 05/07/2024.

[5] A. Radford, J. W. Kim, T. Xu, G. Brockman, C. McLeavey, I. Sutskever. Robust Speech Recognition via Large-Scale Weak Supervision. arXiv preprint arXiv:2212.04356, 2022.

[6] D.E. Knuth. A Document Preparation System. Addison-Wesley, Palo Alto, 1986.

[7] J. Kew. XETEX, the Multilingual Lion: TEX meets Unicode and smart font technologies. TUGboat, 2005.

[8] FFMPEG Disponível em: https://ffmpeg.org/. Acesso em: 10/07/2024.

[9] XnView NConvert. Disponível em: https://www.xnview.com/en/nconvert/. Acesso em: 10/07/2024.

v. 14, n. 4, p. 473-475, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Análise da Influência de Diferentes Estilos de Elocução na Prosódia para Perícia de Voz: Uma Revisão Sistemática

P. Baron[a,*]

[a] *Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: fonoaudiologapaola@gmail.com. Tel.: +55-48-9972-5496.*

Keywords: Prosódia; Perícia de Voz; Estilo de elocução; Forense; Comparação de Locutor.

1. INTRODUÇÃO

A prosódia, um componente essencial da fala, envolve variações de entonação, ritmo e intensidade que conferem significado e emoção à comunicação verbal [1]. Estudar a prosódia é crucial para entender como diferentes estilos de elocução, como leitura, fala espontânea e fala direcionada, podem impactar a análise forense da voz. A coleta de amostras de voz para análise forense deve considerar essas variações para garantir a precisão e a confiabilidade dos resultados [2].

A prosódia desempenha um papel significativo na caracterização da fala, que envolve a variação melódica, ritmo, acentuação e pausas que ajudam a distinguir entre diferentes tipos de fala e contextos comunicativos.

Segundo resultado de um estudo com falantes políticos espanhóis, mostraram que os falantes se comportam de maneira semelhante dentro de cada gênero discursivo, mas certas marcas fônicas específicas permitiram caracterizar individualmente alguns dos falantes. Isso destaca a importância da prosódia na diferenciação de estilos de fala e na identificação forense de falantes [3].

A coleta de amostras de voz para análise forense é um processo crítico que deve levar em consideração a variabilidade prosódica e os estilos de elocução. A precisão e a confiabilidade da análise forense da voz dependem da qualidade e da representatividade das amostras coletadas [2][4].

O objetivo desta revisão sistemática é investigar a influência de diferentes estilos de elocução na prosódia e como essas variações podem impactar a análise forense da voz, em exame de comparação de locutor. Tendo como objetivos específicos:

- Analisar a literatura existente sobre a prosódia em diferentes contextos de fala e identificar as variáveis mais relevantes para a perícia de voz.
- Comparar as características prosódicas de diferentes estilos de elocução avaliar suas implicações para a análise forense.
- Avaliar a precisão e a confiabilidade das análises forenses de voz realizadas a partir de diferentes estilos de elocução.
- Propor recomendações metodológicas para a coleta de amostras de voz em perícias forenses, com base nos achados da revisão sistemática.

2. METODOLOGIA

A coleta de dados para esta revisão integrativa realizou-se a partir de fontes secundarias por meio de levantamento bibliográfico e baseado nas experiências vivenciada pela autora onde se buscou aproximar as informações coletadas com os objetivos.

A pesquisa foi conduzida nas bases de dados Periódicos CAPES, PubMed, Scopus, IEEE e Elsevier. Utilizou-se a combinação de descritores e operadores booleanos: forensic AND (utterance OR “speech rate” OR prosody OR “speaking style”). A busca foi restrita a artigos publicados nos últimos cinco anos (2019-2024) e que estivessem acessíveis nas bases mencionadas.

2.1. Critérios de Inclusão e Exclusão

Para garantir a relevância dos artigos incluídos na revisão, foram estabelecidos critérios rigorosos de inclusão e exclusão:

P. Baron, Rev. Bras. Crim. 14(4), 473-475, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

2.1.1. Critérios de inclusão

- Artigos publicados nos últimos 5 anos (2019-2024).
- Artigos acessíveis através das bases de dados mencionadas.
- Estudos que investigaram a prosódia e estilos de elocução no contexto da perícia de voz.
- Estudos empíricos e revisões sistemáticas pertinentes ao objetivo da pesquisa.

2.1.2. Critérios de exclusão

- Artigos que não se enquadraram no objetivo da pesquisa.
- Estudos teóricos sem aplicação prática ou análise empírica.
- Publicações duplicadas entre as bases de dados.

2.2. Processo de seleção e analise dos artigos

Os artigos foram selecionados a partir do título e do resumo e, em análise aprofundada, a partir da leitura completa do artigo. Foram excluídos aqueles que não atendiam a adequação com o objetivo.

Os estudos selecionados foram sintetizados para a extração e análise dos dados de forma descritiva, possibilitando observar, contar, descrever e classificar os dados, com o intuito de reunir o conhecimento produzido sobre o tema explorado na revisão.

3. RESULTADOS

Foi identificado na busca inicial resultou em um total de 157 artigos nas cinco bases de dados mencionadas. Os títulos e resumos dos artigos foram lidos para eliminar aqueles que não eram pertinentes ao objetivo da pesquisa. O número de artigos restantes após a triagem inicial foi:

- Periódicos CAPES: 29 encontrados, 3 selecionados.
- PubMed: 6 encontrados, 3 selecionados.
- Scopus: 34 encontrados, 8 selecionados.
- Elsevier: 75 encontrados, 8 selecionados.
- IEEE: 13 encontrados, 0 selecionados.

Total de artigos após a triagem inicial: 22.

Foram excluídos os artigos duplicados, o número total foi reduzido para 13.

A leitura completa dos textos dos 13 artigos restantes foi realizada para confirmar a relevância ao estudo. Após essa etapa, apenas 3 artigos concordaram plenamente com o objetivo da pesquisa e foram incluídos na revisão final.

Na Fig. 1 é possível ver o processo de seleção dos artigos para esta revisão.

Figura 1. Fluxograma do Processo de Seleção dos Artigos.

Os artigos selecionados para esta revisão estão caracterizados na Tab. 1, quanto ao ano de publicação, título, o objetivo do artigo, amostra usada na pesquisa, os resultados e a conclusão.

Tabela 1. Características dos estudos selecionados.

Ano	Título	Objetivo	Amostra	Resultados	Conclusão
2019	Forensic Voice Discrimination by Lay Listeners: The Effect of Speech Type and Background Noise on Performance [5].	Examinar como diferentes tipos de fala (leitura, fala espontânea) e ruído de fundo afetam a capacidade de discriminação de voz por ouvintes leigos.	Participantes leigos e especialistas forenses, com gravações de voz em diferentes contextos de fala e ruído de fundo.	O ruído de fundo e o tipo de fala influenciam significativamente a capacidade de discriminação de voz. Leitura em ambientes silenciosos apresentou melhores resultados.	O contexto de coleta de amostras de voz deve ser cuidadosamente considerado em análises forenses, recomendando ambientes controlados para melhor precisão.
2023	On the speaker discriminatory power asymmetry regarding acoustic-phonetic parameters and the impact of speaking style[6].	Avaliar a assimetria de poder discriminatório do falante em relação a parâmetros acústico-fonéticos e o impacto do estilo de fala.	20 falantes do português brasileiro, com gravações em conversas telefônicas espontâneas e entrevistas.	Parâmetros espectrais, como as frequências dos formantes, apresentaram melhor desempenho na discriminação de falantes. A combinação de diferentes parâmetros melhorou a precisão.	A combinação de parâmetros acústico-fonéticos de diferentes classes pode melhorar a precisão na comparação de falantes em contextos forenses. Recomenda-se a padronização dos métodos de coleta de amostras de voz.

Ano	Título	Objetivo	Amostra	Resultados	Conclusão
2024	Multiparametric Analysis of Speaking Fundamental Frequency in Genetically Related Speakers Using Different Speech Materials: Some Forensic Implications[7]	Investigar a frequência fundamental da fala em indivíduos geneticamente relacionados usando diferentes materiais de fala.	Indivíduos geneticamente relacionados, com gravações de fala em leitura, fala espontânea e fala direcionada.	A frequência fundamental varia significativamente entre os estilos de elocução. Fala espontânea apresentou maior variabilidade, enquanto a leitura mostrou maior consistência.	Diferenças entre estilos de elocução destacam a importância de considerar o estilo ao realizar comparações forenses de voz, sugerindo que a leitura pode fornecer amostras mais consistentes.

4. DISCUSSÃO

Os resultados dos estudos revisados indicam que diferentes estilos de elocução influenciam significativamente a prosódia e, consequentemente, a análise forense da voz. A leitura, com sua natureza mais controlada e consistente, tende a fornecer amostras de voz que são mais facilmente discrimináveis e analisáveis em comparação com a fala espontânea, que apresenta maior variabilidade prosódica [7].

Em um dos estudos a capacidade de discriminação de voz foi impactada pelo tipo de fala e pelo ruído de fundo, com a leitura em ambientes silenciosos mostrando melhores resultados. Isso sugere que, para a coleta de amostras de voz forense, é recomendável usar contextos controlados e minimizar o ruído de fundo para aumentar a precisão da análise [5].

Quando consideramos a análise da frequência fundamental (F0), ela se mostrou mais consistente em tarefas de leitura, sugerindo que durante o exame de comparação de locutores, é importante variar os estilos de elocução. Na amostra de fala espontânea a F0 teve maior variabilidade, porém é crucial que uma coleta tenha uma quantidade adequada de fala espontânea para que as características intra e interfalante possa ser identificada [7].

Destaca-se a importância de combinar diferentes parâmetros acústico-fonéticos para melhorar a precisão na discriminação de falantes. Isso reforça a necessidade de uma abordagem multifacetada na análise forense da voz, considerando não apenas a prosódia, mas também outros aspectos acústicos [6].

5. CONCLUSÕES

A prosódia e os estilos de elocução são parâmetros importantes que devem ser considerados na análise forense dos exames de comparação de locutores.

Este estudo destaca a importância de uma coleta cuidadosa e uma análise detalhada das amostras de fala para melhorar significativamente a precisão e a confiabilidade das identificações forenses, contribuindo para avanços na ciência forense. Recomenda-se mais estudos na área e inserir na coleta de voz amostras de fala considerando os estilos de elocução na análise forense para garantir resultados mais precisos e confiáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] P.A. Barbosa. *Manueal de Prosódia Experimental Editora da Abralin,* Brasil (2022) 294p.

[2] P. Arantes, Efeito do estilo de elocução e do falante sobre o tamanho mínimo de amostra para estimativa da taxa de produção da fala, *RAbralin*, **23**: 125–160 (2024).

[3] E. San Segundo e J. Yang, Formant dynamics of Spanish vocalic sequences in related speakers: A forensic-voice-comparison investigation, *Journal of Phonetics*, **75**: 1–26 (2019).

[4] M.I. Rehder, A.F. Pessoa, A.P. Sanches, R.C.S. Gonzalez. *Assinatura vocal*. *Editora Millennium,* Brasil (2022) 194p.

[5] H. M. J. Smith, T. S. Baguley, J. Robson, A. K. Dunn, e P. C. Stacey, Forensic voice discrimination by lay listeners: The effect of speech type and background noise on performance, *Applied Cognitive Psychology*, **33:** 272–287 (2019).

[6] J. C. Cavalcanti, A. Eriksson, e P. A. Barbosa, On the speaker discriminatory power asymmetry regarding acoustic-phonetic parameters and the impact of speaking style, *Front. Psychol.*, **14:** 1101187 (2023).

[7] J. C. Cavalcanti, A. Eriksson, e P. A. Barbosa, Multiparametric Analysis of Speaking Fundamental Frequency in Genetically Related Speakers Using Different Speech Materials: Some Forensic Implications, *Journal of Voice*, **38:** 243.e11-243.e29 (2024).

v. 14, n. 4, p. 476-481, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Autorretrato dos peritos criminais brasileiros em comparação de locutores: atributos, metodologia e desafios

K.A. Oliveira[a,*], A.N. Pessoa-Almeida[a], R.A. Randow[b], A.L. Morisson[c]

a Departamento de Fonoaudiologia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória (ES), Brasil
b Polícia Científica de Santa Catarina, Florianópolis (SC), Brasil
c Polícia Federal, Brasília (DF), Brasil
**Endereço de e-mail para correspondência: kamilly.amaro14@gmail.com.br. Tel.: +55-27-981141505.*

Keywords: Phonetics; Speech, Language and Hearing Sciences; Voice Quality; Auditory Perception; Speech Acoustic.

1. INTRODUÇÃO

Na perícia, a elucidação de evidências com indicadores e balizadores confrontados trazem compreensão holística diante de dados de distintas naturezas técnico-científicas. Sabe-se que o perito oficial de natureza criminal, com formação acadêmica de nível superior e aprovação em concurso público – estadual ou federal, é servidor que atua na elucidação de crimes em que o interesse é do Estado ou da União [1]. Isso posto, de acordo com a Lei Federal nº 12.030 de 17 de setembro de 2009 [2], Peritos Criminais têm múltiplas áreas de formação de base e empregam, metodologicamente, preceitos particulares do objeto do exame, materializados em vestígios de crimes e que demandam integrados domínios específicos [3]. Cada campo tem particularidades, especificidades e evoluções/avanços técnico-científicos relacionados aos exames, o que demanda capacitação contínua [4] e dentre os exames periciais realizados pelo perito criminal está o de Comparação de Locutores (CL). Tal exame, na prática, investiga amostras de fala/voz e confronta as características desses registros de áudio para sustentar ou refutar hipóteses de mesma origem, diante das convergências e divergências das características e parâmetros das amostras, a fornecer informações para a elucidação criminal [5].

A CL é, em geral, realizada por procedimentos científicos que se correlacionam, como análise de conteúdo, análise linguística/sociolinguística, avaliação perceptivo-auditiva, extração de parâmetros acústicos, por meio de recursos tecnológicos de análises, em plano segmental e suprassegmental [1,6]. Modelos estatísticos, como probabilísticos, podem permitir análises de dados conforme projeção de resultados, validação de evidências, testes de hipóteses, modelagem e simulação conforme complexidade de informações [7,8]. O advento das tecnologias aplicadas ao crime (que envolvem uso de *Inteligência Artificial e Machine Learning, Criptomoedas, Deepfakes, Ransomware, DarkWeb* e outros) condiz com o alastramento de ocorrências de tais crimes cibernéticos: o campo apresenta elevada demanda no mundo digital atual.

À vista disso, mapear características da perícia criminal brasileira em exames de CL e obter demandas sobre os desafios impactam, outrossim, em promover sensibilização e reflexão da categoria de profissionais em prol de melhorias em desenvolvimento de carreira, tecnologias e pressupostos teórico-metodológicos. Com esse propósito, este estudo teve como meta descrever atributos e desafios referidos por peritos criminais brasileiros à realização de exame de CL.

2. MÉTODOS

Esta pesquisa teve caráter observacional, de corte transversal, analítico. Consistiu-se em amostra não-probabilística (amostragem em *snowball sampling)* e intencional de peritos criminais brasileiros, estaduais e federais, que realizam o exame de CL em sua rotina laboral. Ocorreu em ambiente virtual, conforme preceitos éticos, sendo aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo, sob o parecer de número 6.574.277.

O convite à participação de peritos oficiais foi divulgado por aplicativos de mensagens instantâneas de redes sociais e telefone móvel, por meio da técnica *snowball sampling.* Os dados foram coletados ao longo de 3 meses, utilizando-se de formulário eletrônico *Google Forms*®. Constou de 32 questões (abertas e semidirigidas). Houve divisão das questões em três seções: **(1)** caracterização dos participantes - dados sociodemográficos (informações sobre o perito criminal como: idade, gênero, área de formação de ensino superior, federação de atuação, tempo de atuação, por exemplo). **(2)** metodologia adotada para realização do exame de CL. **(3)** questão semidirigida, para que o participante, descrevesse desafios que considerasse relevante no desempenho de sua rotina laboral.

Os resultados registrados no *Google Forms*® foram transportados para planilhas no Programa *Microsoft Office Excel*®. Realizou-se análise descritiva pelo mesmo *software* (frequência absoluta e relativa, medidas de tendência central - média, moda, mediana e medidas de variabilidade – desvio padrão-DP). Para a apresentação das respostas qualitativas referentes aos desafios referenciados pelos peritos criminais foram geradas representações visuais (*word cloud*) por meio do *software online WordArt*.

3. RESULTADOS

Responderam ao questionário 53 peritos oficiais estaduais e federais de natureza criminal conforme território brasileiro em distribuição quantitativa apresentada na Figura 1.

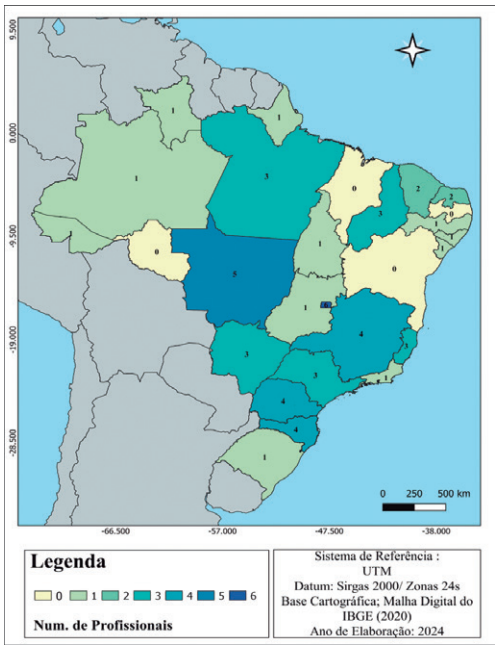


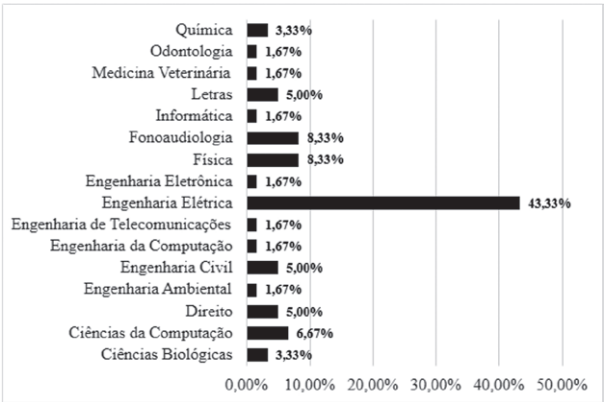
Figura 1. Unidade da Federação de atuação/lotação dos peritos criminais - Fonte: autoras, gerado pelo *software* livre QGIS.

Notou-se maior quantitativo de peritos na região Centro-Oeste do Brasil (15), sendo o Distrito Federal a unidade da federação com o maior número de participantes (6), seguida do Mato Grosso (5). Alguns estados não registraram participantes na pesquisa, são eles Bahia, Pernambuco, Maranhão e Rondônia.

A maioria dos peritos criminais participantes era do sexo masculino (84,9%), com idade entre 41 a 50 anos (41,5%). Houve equivalente distribuição com relação aos dois grupos possíveis de esfera de atuação (estadual ou federal), conforme apresentado na Figura 1.

O Gráfico 1 apresenta dados sobre a distribuição de curso da formação de graduação de ensino superior dos peritos criminais participantes: verificou-se sobre ser prevalente o de Engenharia Elétrica (43,3%). A média de tempo de atuação enquanto perito criminal é de 15,26 anos (DP=5,05), sendo o tempo, em média, de experiência com a realização do exame de CL é de 8.94 anos (DP=6,464) e 40,13 (DP=59,254) exames de CL realizados ao longo dos anos de suas carreiras. A maioria (77,4%) considerou importante a longitudinalidade e formação continuada à atuação neste campo.

Gráfico 1. Curso de graduação de ensino superior dos peritos criminais

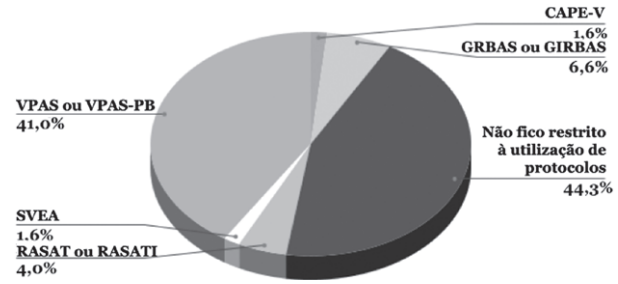


Tendo em consideração que a Secretaria Nacional de Segurança Pública (SENASP) juntamente com a Polícia Federal (PF) oferecem formação continuada, nacional, na época presente intitulada como Curso Básico de Comparação de Locutor (outrora denominada Capacitação Nacional de Peritos Criminais em Fonética Forense), evolutivamente a ocorrer em três etapas, constatou-se que, dos participantes do estudo, 86,8% finalizaram todas as etapas dessa referida capacitação. 11,3% terminaram as duas primeiras etapas. 90,6% informou que já realizou entre 1 e 10 capacitações em CL ao longo de sua carreira oficial.

A pesquisa revelou, sobre metodologias adotadas, que 98,1% dos indivíduos afirmaram que examinam as amostras por meio de análise perceptivo-auditiva correlacionada à análise acústica. Acerca dos instru-

mentos mais utilizados para endossar o exame de CL: o VPAS - *Vocal Profile Analysis Scheme* (Laver, 1980) ou VPAS-PB (Protocolo da Análise do Perfil Vocal em versão adaptada ao Português Brasileiro por Camargo e Madureira, 2008) foi mencionado em 41% das respostas, todavia, 44,3% referiram não ficarem restritos à aplicação de protocolos, conforme apresentado no Gráfico 2. 75,5% dos peritos criminais dispõem algum colega revisor à realização da atividade laboral, seja um colega ou pares da academia da área, em ocasiões nas quais apresentam dúvida nos achados durante a análise.

Gráfico 2. Instrumentos, protocolos ou escalas empregados para avaliação da voz/fala nas amostras de áudio.



Legenda: *GRBAS (Grade, Roughness, Breathiness, Asteny, Strain); GIRBAS (Grade, Instability, Roughness, Breathiness, Asteny, Strain); VPAS (Vocal Profile Analysis Scheme); VPAS-PB (Protocolo da Análise do Perfil Vocal traduzido e adaptado para o Português Brasileiro); RASAT (Rouquidão, Aspereza, Soprosidade, Astenia, Tensão); RASATI (Rouquidão, Aspereza, Soprosidade, Astenia, Tensão, Instabilidade); CAPE-V (Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice in Protocolo de Avaliação da Qualidade Vocal da Universidade de Aveiro); SVEA (Stockholm Voice Evaluation Approach).*

O questionário disponibilizou três questões semi-dirigidas com possibilidade de resposta dissertativa, que versavam sobre estratégias e desafios da rotina diária de suas atividades laborais em exame de CL.

Referiram que continuamente realizam a busca de informação particular, específica na literatura (em artigos e/ou livros), consultam colegas com experiência na área, professores/pesquisadores especialistas no assunto, realizam discussão com o perito colega revisor, registram nota de ponderação equivalente à dúvida, escala qualitativa (variando de -4 à +4), remetem ao corpo docente e colegas peritos do SEPAEL/INC, repetem a análise e/ou verificam precedentes em outros laudos. Ainda sobre desafios, em maioria, tangenciam a "qualidade", a "adequabilidade" e mencionam a "subjetividade" do exame. Foram exemplificados a qualidade do sinal acústico (baixa relação sinal-ruído, degradação e compressão), tanto da amostra questionada, quanto do padrão, além de exíguo conteúdo de "fala líquida" (amostras de voz e fala exclusivamente produzidas pelo locutor-alvo) para análise. Especificamente a respeito de aspectos vocais e da fala, os impasses relatados estariam na análise perceptivo-auditiva da qualidade vocal e parâmetros vocais, timbre, prosódia, identificação de elementos do trato vocal e possibilidade de alterações nessas estruturas. Diante dos diferentes procedimentos para realizar o exame de CL, ademais houve explanações sobre divergências e dificuldades em obter dados absolutos de valores da análise acústica, interesse em maior experiência de elementos particularizados da fala espontânea e à fonética e fonologia.

Outrossim, foram maiormente pontuadas limitações de quantitativo de pessoal de equipe laboral (reduzido número de profissionais realizando este tipo de perícia, com crescente demanda), quantidade e qualidade de material para análise (amostras de fala/voz) e prazos exíguos para entrega dos laudos periciais (Figura 2).

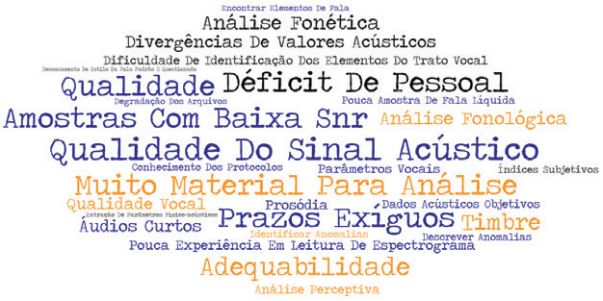


Figura 2. Vocábulos mencionados em respostas sobre os principais desafios metodológicos na realização do exame de CL

Mencionaram que os equipamentos considerados relevantes aos peritos criminais em suas rotinas laborais envolvem: computador com bom processador; placa externa de áudio; fone de ouvido profissional supra-aural de elevada fidelidade (sem filtros adicionais automáticos) e com resposta em frequência apropriada; microfone unidirecional; *softwares* adequados de edição e análise de áudio (*Praat, OcenAudio, Adobe Audition, FFmpeg* e outros, como conversores de formatos de arquivos, ferramentas capazes de gerar análises estatísticas e sistemas de reconhecimento automático de locutor (RAL). Os elementos essenciais do ambiente físico (Figura 3) a serem considerados para realização do exame de CL citados pelos participantes deste estudo foram: sala de alvenaria, ambiente silencioso, com isolamento acústico e livre de interrupções durante o procedimento de análise ou coleta; sala de coleta de amostras padrão.

Figura 3. Equipamentos e espaço físico referidos como relevantes para realizar o exame de CL.

4. DISCUSSÃO

Aos múltiplos elementos técnico-comparativos considerados ao exame de CL, notadamente os peritos criminais assinalaram reconhecimento sobre o caráter multidimensional e complexo da integração de análises – a sapiência aprofundada e de expertise, conhecimento integrado e avançado teórico-prático em análises perceptivas, fonético-acústica e sociolinguística [9,10]. Coincide com a literatura internacional o que foi constatado neste estudo que, preponderantemente, mencionou a análise perceptivo-auditiva como balizadora de decisões, colocada de modo integrado à análise acústica, o que reitera sobre o caráter de aplicabilidade da análise perceptivo-auditiva como norteadora de decisões de métodos de análise acústica. Outros estudos referiram que, no Brasil, utiliza-se predominantemente a análise perceptivo-auditiva de voz e fala combinada com a análise acústica [10, 11, 12] e tal conjunção de abordagens também tem sido fortemente recomendada na capacitação da SENASP[9]. A participação integrada da análise sociolinguística em CL também foi citada nas respostas desses participantes, todavia, aparecendo com menor frequência. Assim como apontado em estudos anteriores, os participantes deste estudo mencionaram o uso predominante do instrumento VPAS (ou VPAS-PB) para a avaliação perceptivo-auditiva no âmbito forense, conforme demonstrado no Gráfico 2 [13]. Para tanto, enseja treinamento e desenvolvimento de competências do perito criminal em prol de suas habilidades auditivas, ao alcançar competências em ordenação das informações, auditivamente, para a complexidade de interpretações sonoras que o cérebro organiza e interpreta nessa atividade laboral [9,10]. Também mencionado nas questões semidirigidas como sendo tarefas desafiadoras, o exame de CL envolve a necessidade de sensatez, circunspecção e prudência na organização do ambiente acústico durante a atividade laboral na ocasião da atividade laboral de exame de CL (Figura 3). Os resultados apontam para os peritos criminais demonstrarem engajamento para a formação, com particularidades como a de adaptar a metodologia de análise conforme necessário para lidar com as singularidades e desafios referentes à qualidade do sinal e tipos de amostras de cada caso específico, de acordo com circunstância e pleito, sendo sim, desafiadora a abordagem de fala espontânea e com características nas quais há variáveis efeitos da captação da gravação, situação na qual a fala gravada ocorreu, dentre outros fatores intervenientes que influenciam a qualidade do sinal acústico a ser analisado.

Manifestaram os participantes, conforme representado na Figura 2, zelo em posturas científicas crítico-reflexivas, todas voltadas para garantir a precisão, a validade científica e a concepção de que o rigor é imprescindível, todavia, que a originalidade e ineditismo na flexibilidade de estratégias multivariadas de parâmetros de diversas naturezas deve ser desenvolvido. E já que é assim, a demanda por constante atualização científica ficou evidenciada pela Figuras 2: considerando que, em constante evolução, novos métodos e tecnologias ou então pela conjuntura de novas provas nas quais, por exemplo, inteligência artificial tem trazido desafios em fala sintetizada. Consoante com o que mormente a Figura 2 representou, houve menção sobre a análise acústica, particularmente em fala espontânea, que requer diligência e destaca a complexidade técnica da abordagem que não mais é tomada em percursos alimentados por medidas absolutas caminhando crescentemente aos parâmetros de normatizações que contemplem variações, evoluções e organizações alicerçadas nos densos preceitos de fonética acústica experimental [13,14, 15].

Limitações de quantitativo de pessoal (reduzido número de profissionais realizando este tipo de perícia), quantidade e qualidade de material para análise (amostras de fala/voz), prazos exíguos para laudos técnicos demonstram o crescente aumento de demanda de crimes cibernéticos ao exame de CL [3,13,14,15]. Crucialmente, a imparcialidade, transparência e cuidados – tal como o não comprometimento da integridade da evidência, rigor metodológico científico, responsabilidade, cautelas com efeitos de vieses cognitivos abalizam assertividade, confiabilidade e ética, assegurando que os resultados sejam aceitos e respeitados na interface dos contextos científicos e jurídicos [1,3], conforme elucidado como preocupação dos participantes. Os desafios mencionados na Figura 3 coincidem com as respostas dos peritos criminais aqui engajados, demonstrando compromisso com o aprimoramento contínuo e entrega de laudos periciais robustos e conforme práticas baseadas em evidências. A esta ocasião, reforçando os preceitos supracitados, em prol de crescentemente precisão e requisitos teórico-metodológicos que garantem a abordagem da complexidade técnica com rigor técnico-científico, a Figura 3 demonstra o quanto preceitos em qualidade de sinal a ser analisado recorrem em considerações sobre variabilidade de características de parâmetros das amostras de fala espontânea sem contexto foneticamente previsível ou reproduzível, múltiplos fatores intervenientes - como os de acústica do ambiente, do equipamento de captura da amostra ou posiciona-

mentos de locutores, como até mesmo o de formação e recursos humanos a este exame – que acompanham a evolução de recursos tecnológicos [14,15]. Congruente com as respostas dos participantes deste estudo, sabe-se que para tal a literatura refere sobre se tornar necessária a realização de múltiplas capacitações continuamente na área durante a carreira, sendo esse preceito de consenso e referenciado pela maioria dos indivíduos que participaram da pesquisa. Tais informações poderiam instigar os órgãos a ampliar a oferta de treinamentos, para assim, aprimorar o serviço, qualificar e atualizar o desenvolvimento de recursos humanos. Os dados reforçam a importância da interface dos peritos criminais com universidades, com grupos acadêmicos de pesquisa, da participação em eventos científicos, do intercâmbio extra laboral de conhecimentos e experiências, em desafios da rotina laboral, a qual exige dinâmica entre desenvolvimento de competências da atuação conforme demanda de tarefas, como atendimentos a cenas de crime, procedimentos de coleta e elaboração de documentos periciais. No Brasil, a capacitação fornecida pela SENASP e PF, conforme informações do Serviços de Perícias em Audiovisual e Eletrônicos do Instituto Nacional de Criminalística da PF, formou profissionais ao longo de 16 anos, a maioria concluinte de todas as etapas do treinamento. Notadamente o Brasil tem avançado com tal iniciativa, que é tomada como relevante aos peritos criminais, particularizando pressupostos teóricos e metodológicos a serem adotados, para além de uniformizar os procedimentos envolvidos no exame no sentido de haver uma prescrição fixa de procedimentos, enfoca desenvolvimento de competências, tendo em vista, conforme é sabido e se revela como desafiador por este estudo (nas Figuras 2 e 3), as técnicas científicas que contemplem amostras acusticamente não previsíveis e com qualidade que demanda singulares e particulares olhares a cada caso, que portanto não há consenso na literatura a respeito da única metodologia padrão-ouro de abordagem da amostra de áudio a ser seguida na área [9]: formação adequada garante que os peritos consigam validade e a confiabilidade em decisões, em correlações de naturezas de dados e apuração técnica em desenvolvimento de competências que envolvem para além de domínio em conhecimento/conceitual, domínio de habilidades (prática) e atitudinal, de decisões sobre a aplicabilidade mais apurada conforme cada particular ocasião.

Consta-se que o Brasil tem se destacado como um país inovador na área pericial, com aplicabilidade de tecnologias e métodos científicos avançados em ciências forenses. O espaço crescente oportuniza integração de técnicas interdisciplinares, e este estudo mostra que os peritos criminais brasileiros se posicionam engajados para este preceito. Incentiva-se, a partir dessas constatações, que incessantemente ocorram fortalecimentos ao desenvolvimento de incentivos em recursos humanos e tecnologias da área, bem como parcerias internacionais e colaborações com instituições de ensino superior, compartilhando conhecimento e tecnologia a promover o fortalecimento das práticas periciais.

5. CONCLUSÕES

Ao questionário sobre a realização de exame de CL revelaram-se como características dos peritos criminais brasileiros participantes do estudo:

- maioria do sexo masculino (84,9%), com idade de entre 41 e 50 anos (41,5%), formação de curso superior prevalente em Engenharia Elétrica (43,3%). Apresentaram média de tempo de atuação de 15,26 anos (DP=5,05), tempo médio de experiência com a realização do exame de CL de 8.94 anos (DP=6,464) e média de 40,13 (DP=59,254) exames realizados.
- 98,1% dos indivíduos afirmaram que avaliam as amostras por meio de análise perceptivo-auditiva integrada à análise acústica.
- três questões semidirigidas indagaram sobre desafios metodológicos, equipamentos e/ou recursos relevantes e sobre como costumam proceder em ocasiões de necessidade de aportes para esclarecimentos científicos permitiram discussão sobre este contexto laboral que exige aporte para melhores decisões e condutas, com assertividade, boas práticas, desenvolvimento e sistematização de técnicas em prol de robustez e estratégias científicas com desenvolvimento contínuo de tecnologias e recursos humanos em perícia criminal.

AGRADECIMENTOS

Aos peritos oficiais de natureza criminal que aceitaram o convite para participarem deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] A.L. Morisson et al. Exames de registros de Áudio e Imagens: Recomendações técnicas para a padronização de procedimentos e metodologias. In: D. Tochetto; A. Espindula (org). *Criminalística: Procedimentos e Metodologias.* Millenium, Brasil (2022) 361-396.

[2] Brasil. **Lei nº 12.030, de 17 de setembro de 2009.** Dispõe sobre as perícias oficiais e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Presidência da República, [2009].

[3] L. A. Pereira; R. M. Souza. Análise acústica na comparação de locutores: procedimentos metodológicos. *Revista de Perícia Forense* (2021)

[4] T.J.R. Lima. O trabalho pericial como uma prática multidisciplinar: um estudo de caso. *Perícia Federal* **1**: 53-62 (2021).

[5] M.L.C. Gomes; D. O. Carneiro. A fonética forense no Brasil: cenários e atores. *Language and Law/ Linguagem e Direit*o. **1**: 22-36 (2017).

[6] L.A.F. Cazumbá; A.P. Sanches. Análise Fonético-Forense em tarefa de comparação de locutor In: *Manual De Fonética Acústica Experimental: aplicações a dados do Português*. Cortez Editora, Brasil (2015).

[7] P. A. Barbosa; S. Madureira. *Manual De Fonética Acústica Experimental: Aplicações a dados do Português.* Cortez Editora, Brasil (2015). 591p

[8] E. Gold; P. French. International practices in forensic speaker comparison. *Int J Speech Lang Law* **18**(2):293-307 (2011).

[9] J. C. Silva; M. A. Santos. Fonética Forense: técnicas e aplicações na identificação de locutores. *Revista Brasileira de Criminalística* (2020).

[10] A. C. Guedes et al. Habilidades de processamento auditivo central e exame pericial de comparação de locutor. *ACR* 28: e2829 (2023).

[11] P. A. Barbosa (coord.). *Análise Fonético-Forense: em tarefa de comparação de locutor.* Millennium, Brasil (2020) 67-87.

[12] A. N. Wulf et al. Ferramentas e Protocolos Utilizados na Perícia Criminal Relacionados à Voz: Revisão de Literatura. *Dist da Comunicação.* **32:** 52–63 (2020).

[13] A. C. Lima; P. S. Almeida. Estudo de caso na aplicação da fonética forense em investigações criminais. *Revista de Investigação Criminal* (2021).

[14] F. S. Ribeiro; G. P. Mendes. Desafios e avanços na comparação de locutores em análises criminais. *Rev. de Fonética Forense* (2022).

[15] T. A. Ferreira; V. M. Carvalho. Uso de tecnologias de reconhecimento de voz em exames de comparação de locutores. *Rev Internacional de Ciências Forenses* (2021).

F.G. Teixeira, J.A. Matos, Rev. Bras. Crim. 14(4), 482-487, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 482-487, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Revisão por pares como ferramenta para o controle de qualidade dos laudos periciais oficiais: importância da consolidação no Brasil e proposta de um procedimento

F.G. Teixeira[a,*], J.A. Matos[b]

a Instituto de Criminalística Carlos Éboli, Secretaria de Estado de Polícia Civil, Rio de Janeiro (RJ), Brasil
b Delegacia de Homicídios da Baixada Fluminense, Secretaria de Estado de Polícia Civil, Rio de Janeiro (RJ), Brasil
**Endereço de e-mail para correspondência: peritofilipegteixeira@gmail.com. Tel.: +55-21-97225-7322*

Keywords: Revisão por pares; Qualidade; Ciências Forenses; Laudo Pericial; Perícia Oficial.

1. INTRODUÇÃO

A atividade de perícia oficial de natureza criminal é reconhecida por sua natureza eminentemente técnica e científica, um fato amplamente aceito e consagrado tanto pela doutrina quanto pela legislação pátria. No entanto, apesar dessa notável característica, uma ferramenta crucial da ciência, a revisão por pares, permanece subutilizada na Polícia Científica.

A revisão por pares, também conhecida como avaliação por pares, revisão paritária ou arbitragem, conforme [1], consiste, essencialmente, na análise crítica do trabalho de um acadêmico por outros profissionais do mesmo campo de estudo ou áreas afins. Seu propósito primordial é assegurar que a qualidade do trabalho publicado atenda a um padrão de excelência e confiabilidade.

De acordo com [2], a revisão por pares é o principal mecanismo de controle de qualidade na esfera científica. Ao avaliar a qualidade da pesquisa realizada, essa prática determina quais estudos recebem financiamento e quais são dignos de publicação.

Estudiosos como [3,4] ressaltam que os defensores da revisão por pares consideram os próprios cientistas como os mais aptos para avaliar a qualidade do trabalho científico dentro de suas áreas de expertise. Quando a revisão por pares é eficaz, afirmam os autores, as alegações e opiniões são fundamentadas, os experimentos e dados atendem a padrões rigorosos, e os resultados decorrem logicamente dos dados apresentados. O mérito, ao invés de autoridade e influência, determina o que é publicado.

Adicionalmente, [5] observa que o processo no qual os cientistas alternam entre serem avaliados e avaliadores na revisão por pares contribui para a uniformização dos critérios de avaliação e formalidades dentro de determinadas áreas do conhecimento.

Portanto, é inegável que esse método de controle de qualidade, amplamente reconhecido como o mais adequado para a produção científica e acadêmica em geral, eleva a qualidade do trabalho produzido. Isso se reflete na fundamentação e compreensibilidade dos resultados, na minimização de erros, no aumento da confiabilidade, na padronização de forma, métodos e resultados, e na garantia da integridade do conhecimento científico.

Dessa forma, advogar pela adoção da revisão por pares na elaboração de laudos periciais é uma extensão lógica e esperada dessa prática para além do âmbito da pesquisa acadêmica. Ainda mais porque os laudos periciais são documentos técnicos e científicos que exercem impacto direto e significativo em processos judiciais e procedimentos administrativos, tais como inquéritos policiais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O objetivo deste estudo é investigar a utilização da revisão por pares como ferramenta para o controle de qualidade dos laudos periciais oficiais, assim como

propor um procedimento para utilização em nossos institutos de perícia e unidades técnico-científicas.

A primeira fase do trabalho envolveu uma extensa pesquisa bibliográfica sobre o tema, abrangendo tanto a literatura nacional quanto a internacional.

A segunda fase consistiu no envio de questionários para todos os órgãos de perícia oficial do Brasil. Esses questionários foram distribuídos eletronicamente através dos portais de transparência da União, do Distrito Federal e dos estados, conforme estabelecido pela Lei de Acesso à Informação (Lei 12.527/2011).

Devido às diversas peculiaridades regionais dos órgãos de perícia oficial, houve variações nos destinatários dos questionários. Na maioria dos casos foram enviados para as Secretarias de Segurança Pública dos estados (cuja nomenclatura também varia nacionalmente), exceção do questionário enviado para a União, endereçado à Polícia Federal, e ao Estado do Rio de Janeiro, endereçado à Secretaria de Estado de Polícia Civil. As seguintes perguntas foram feitas:

Os Institutos oficiais de criminalística, medicina legal e identificação do Estado do [Respectivo Estado] implementam a revisão por pares como ferramenta para o controle de qualidade dos laudos periciais?

Se sim, como se dá esse processo, há alguma norma específica?

Optou-se por utilizar a nomenclatura "institutos oficiais de criminalística, medicina legal e identificação", conforme previsto no Sistema Único de Segurança Pública (SUSP), estabelecido pela Lei nº 13.675/2018. Essa nomenclatura é amplamente reconhecida e respeitada em todas as unidades federativas.

Por fim, após a coleta de dados através da pesquisa bibliográfica e dos questionários, procedeu-se à análise e interpretação dos resultados obtidos.

3. RESULTADOS

3.1. Pesquisa Bibliográfica: revisão por pares na produção de laudos periciais

A discussão específica sobre revisão por pares no contexto das Ciências Forenses aplicadas, especialmente na produção de laudos, não foi identificada na literatura nacional. No entanto, tal discussão foi encontrada na literatura internacional, com foco primário na Medicina Legal, abrangendo a elaboração de laudos de necropsia, clínica médica, análises clínicas, toxicológicas, genéticas e de biologia molecular.

É importante notar que há variações na nomenclatura dos cargos dos profissionais que desempenham a função de Peritos Oficiais nos países de língua inglesa em comparação com o Brasil, assim como diferenças na organização das instituições de perícia. Ao longo deste trabalho essas nomenclaturas foram adaptadas para o contexto brasileiro.

De acordo com [6], as Ciências Forenses adotaram amplamente a revisão por pares, particularmente a verificação, como parte essencial dos sistemas de gestão da qualidade e de prevenção de erros. Organismos de acreditação têm exigido a revisão de laudos e outros documentos técnicos como parte dos procedimentos padrão de controle de qualidade, enquanto as sociedades profissionais têm recomendado o uso de verificação ou revisão para garantir a robustez das conclusões e reduzir as taxas de erro.

Estudos como [7] destacam que a revisão por pares na prática da Patologia Forense se tornou fundamental para o processo de melhoria contínua da qualidade dos laudos periciais. Conforme [7], em algumas jurisdições dos Estados Unidos, por exemplo, um processo de revisão por pares documentado é parte dos requisitos para obtenção de acreditações, como as oferecidas pela *National Association of Medical Examiners* (NAME). No Canadá, Reino Unido e Austrália, a revisão por pares faz parte de códigos de prática ou padrões de acreditação [7].

No entanto, [6] ressalta que, embora a revisão por pares seja amplamente praticada e seja parte integrante das estratégias modernas de gestão da qualidade e prevenção de erros, sua eficácia ainda não foi completamente testada e depende, em grande parte, de relatos anedóticos.

A referência [6] destaca a importância de que qualquer sistema de verificação e revisão que busque maior precisão deve ser conduzido através de uma reanálise cega e independente do material probatório. Métodos para mitigar possíveis vieses cognitivos e resolver divergências entre examinador e revisor devem ser desenvolvidos e documentados. Em última análise, os laboratórios forenses necessitarão desenvolver procedimentos que maximizem a eficácia da detecção de erros com a maior eficiência possível e com a máxima transparência para os tribunais.

Além disso, [7] explica que os laudos periciais podem ser revisados prospectivamente (antes da emissão) ou retrospectivamente (após a emissão). Embora a revisão prospectiva permita a identificação e correção de erros antes da emissão do laudo, ela pode sobrecarregar os recursos humanos existentes. A revisão retrospectiva, por outro lado, pode ser realizada em uma proporção elevada de laudos emitidos, limitada

F.G. Teixeira, J.A. Matos, Rev. Bras. Crim. 14(4), 482-487, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

também pela carga de trabalho da unidade e disponibilidade de mão de obra.

Conforme o relato de [7] foi estabelecido o objetivo de uma taxa de 100% de revisão retrospectiva dos laudos em sua unidade e alcançado em 1 ano, com resultados satisfatórios. Houve maior e mais consistente aderência às recomendações técnicas e com o tempo as revisões se tornaram mais rápidas (45 minutos a 1 hora) e diminuiu a detecção de problemas de qualidade. [7] também destacam que os peritos relatam que as revisões melhoraram sua prática e sues laudos. A prática de revisão por pares também ocasionou a tendência de harmonização do estilo de redação, reduzindo as variações individuais e levou ao desenvolvimento de um formato padrão de laudo. Esse formato padrão melhorou a qualidade, o controle e a gestão dos documentos.

O modelo de revisão retrospectiva proposto por [7], resumidamente consiste da:

1. Criação de um checklist compreensível, flexível e fácil de seguir para o exame pericial;
2. Revisão retrospectiva (após a emissão) de fração dos laudos periciais, preferencialmente a maior fração possível e pelo chefe imediato dos peritos;
3. Feedback informal e confidencial ao perito sobre cada laudo pericial emitido;
4. Reuniões de grupo regulares para melhoria da qualidade, identificando e abordando áreas comuns para melhoria.

A referência [8] descreve o procedimento de revisão por pares em sua unidade, o qual apresentaremos a seguir de forma resumida. Não nos limitamos a uma mera tradução da tabela do artigo; alguns termos foram adaptados e os itens foram modificados para esclarecer o procedimento. Por exemplo, na tabela original, não estava claro se algumas revisões eram prospectivas (realizadas antes da emissão do laudo) ou retrospectivas (realizadas após a emissão do laudo).

1. Discussão prospectiva informal da perícia no Instituto Médico Legal.
2. Autorrevisão prospectiva formal e diária de perícias individuais pelo perito legista após a conclusão das necropsias.
3. Revisão por pares prospectiva e formal de perícias selecionadas aleatoriamente por um segundo perito legista para garantir que uma em cada dez sejam revisadas.
4. Apresentação formal no Instituto Médico Legal de necropsias de casos de homicídio e mortes suspeitas.
5. Revisão por pares formal e obrigatória de perícias em caso de homicídios, mortes sob custódia, mortes suspeitas e exames em crianças e adolescentes (o termo original utilizado é "*pediatric deaths*").
6. Se possível, a participação de um médico pediatra em perícias em crianças e adolescentes, não necessariamente um servidor.
7. Revisão final adicional de perícias complexas ou necropsias em que a causa da morte foi alterada em relação ao diagnóstico provisório inicial.
8. Existência de mecanismos formais em vigor de forma que pareceres alternativos sejam enviados ao Instituto Médico Legal, se necessário.
9. Apresentação formal mensal de casos de neuropatologia por um perito legista médico neuropatologista.
10. Por fim, cada laudo passa por uma verificação administrativa realizada pelo corpo de apoio administrativo para verificar erros tipográficos ou de transcrição.

De acordo com [8], este processo tem sido aplicado em sua unidade ao longo de vários anos, demonstrando excelentes resultados. Os autores enfatizam que, embora possa parecer inicialmente dispendiosa, essa abordagem possibilita uma verificação minuciosa dos casos antes da emissão dos laudos. Como resultado, houve uma significativa redução no número de retificações e complementações de laudos devido a erros, além de uma maior uniformidade nas análises realizadas. As sessões de revisão dos laudos não apenas desempenham um papel educativo, mas também funcionam como exercício de auditoria.

Segundo [8], o tempo investido nessas revisões rigorosas frequentemente é menor do que o necessário para lidar com erros ou questões complexas que só são identificadas após a emissão dos laudos.

3.2. Consulta aos Órgãos Oficiais de Perícia Oficial

Dos 28 órgãos de perícia consultados, 23 responderam o formulário, sendo que, destes, 13 órgãos responderam que implementam a revisão por pares como ferramenta para o controle de qualidade dos laudos periciais. Dessas 13 perícias, 10 relataram que a revisão por pares não é aplicada em regra, mas apenas em condições específicas, sendo as citadas: de forma voluntária, em exames complexos ou apenas em setores específicos. Apenas 6 órgãos periciais responderam que possuem normas internas sobre essa revisão.

F.G. Teixeira, J.A. Matos, Rev. Bras. Crim. 14(4), 482-487, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Devido à extensão e diversidade das respostas obtidas, não é viável apresentar todos os resultados neste resumo expandido, os quais serão minuciosamente detalhados na futura publicação do artigo completo.

No entanto, é possível adiantar que a maioria das respostas demonstrou uma confusão entre o conceito de revisão por pares e o de coautoria de exame pericial. É importante notar que, anteriormente, a coautoria do exame pericial era obrigatória de acordo com a redação do caput do artigo 159 do CPP revogada pela Lei nº 11.690 de 2008. Esta determinava que o exame de corpo de delito e outras perícias deveriam ser realizados por dois peritos oficiais. Atualmente, a coautoria tornou-se opcional e está expressamente prevista no § 7º do artigo 159 do CPP, no caso de perícias complexas e multidisciplinares.

4. DISCUSSÃO

Em um universo de 23 formulários respondidos, 13 perícias responderam que utilizam a revisão por pares como ferramenta de controle de qualidade dos laudos, sendo que destas, 10 explicaram utilizar o método apenas em situações excepcionais e apenas 6 relataram possuir normas internas sobre a matéria. Portanto, o resultado desta pesquisa demonstra que a revisão por pares é subutilizada na polícia científica brasileira e, quando aplicada, em geral não é normatizada em procedimentos internos do órgão.

A análise mais aprofundada das respostas aos formulários revela uma falta de clareza entre os servidores respondentes quanto ao conceito de revisão por pares, muitas vezes confundido com a coautoria de laudos. Em outras palavras, alguns dos órgãos que afirmaram aplicar a revisão por pares podem, na verdade, estar utilizando apenas a coautoria de laudos como método de controle de qualidade. No entanto, esse viés não afeta a conclusão de que o método é pouco utilizado, apenas sugere que a pesquisa pode ter superestimado o número de perícias que fazem uso da revisão por pares. Por outro lado, a coautoria dos exames pode obter os mesmos resultados da revisão por pares, porém com uma responsabilidade pessoal muito maior do segundo perito e necessariamente com um procedimento prospectivo e não anônimo.

Já quanto a pesquisa bibliográfica, naturalmente, a revisão por pares retrospectiva não suscita grande controvérsia, e o modelo proposto por [7] pode ser facilmente aplicado nos institutos de perícia e unidades técnico-científicas brasileiros. No entanto, o processo de revisão proposto por [8], com múltiplas etapas prospectivas, demanda uma análise mais aprofundada para avaliar sua viabilidade legal no Brasil.

Esta questão surge porque a exigência de que o perito submeta a minuta do seu laudo para revisão por outros peritos em sua unidade, sejam eles do mesmo nível hierárquico ou superior, com o objetivo de modificar o laudo, apresenta duas preocupações principais. Primeiramente, há a questão da possível violação do sigilo do inquérito policial conforme previsto no Código de Processo Penal, ou do sigilo judicial e, eventualmente, até do sigilo profissional. Além disso, há o questionamento se essa revisão prospectiva pode comprometer as autonomias técnica, científica e funcional do perito.

Essa questão não está claramente definida, especialmente porque o laudo é emitido tanto pelo perito quanto pelo seu instituto, que também é responsável por zelar pela qualidade e credibilidade dos laudos produzidos. Essas autonomias são garantidas pela Lei 12.030/2009 para o exercício da atividade de perícia oficial de natureza criminal. Tanto os peritos oficiais quanto os órgãos de perícia oficial são responsáveis por essas atividades, portanto, em situações onde suas autonomias aparentemente conflitam, é necessário um juízo de adequabilidade, necessidade e proporcionalidade para chegar a uma conclusão apropriada.

É importante notar que ainda existem no Brasil perícias oficiais vinculadas às polícias judiciárias, onde, em algumas delegacias, ocorre situação ainda mais delicada: peritos oficiais subordinados hierarquicamente diretamente às autoridades policiais que solicitam o exame pericial e investigam o caso. Conforme apontado por [9], essa configuração pode até ser considerada ilegal em nosso ordenamento jurídico. Nesse cenário, não há um conflito aparente entre as autonomias individuais do perito e as autonomias do órgão de perícia, pois o perito não está lotado em um órgão técnico-científico. Qualquer interferência sobre o exame pericial por parte das autoridades policiais, direta ou indiretamente, é inapropriada, com exceção das permitidas em lei, como a elaboração de quesitos e a preservação do local de crime.

No entanto, há aspectos do procedimento proposto por [8] que podem ser adotados, como o sorteio aleatório de laudos, a revisão por pares de mesma hierarquia e a apresentação de casos. A revisão informal na unidade e a autorrevisão pelo perito são práticas já existentes e inerentes à função do perito, portanto, não necessariamente precisam ser formalizadas no procedimento.

As críticas de [6] também são pertinentes, especialmente a necessidade de uma reanálise cega e inde-

F.G. Teixeira, J.A. Matos, Rev. Bras. Crim. 14(4), 482-487, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

pendente do material probatório, a mitigação de possíveis vieses cognitivos e a resolução de divergências entre examinador e revisor. Uma análise duplo-cega com pelo menos dois peritos da unidade pode ser considerada como um mecanismo para reduzir vieses cognitivos, e a percentagem de laudos a ser revisada pode ser ajustada de acordo com os recursos humanos disponíveis. Essa abordagem se assemelha à revisão usual em revistas acadêmicas, com a diferença de que todos os envolvidos pertencem à mesma instituição.

A proposta de [6] de revisão de laudos por membros externos como um mecanismo de qualidade certamente é custosa, pois quem ou quais instituições revisariam esse material gratuitamente? Além disso, muito maior o risco de violações ao sigilo funcional e à autonomia do órgão pericial. No entanto, há uma espécie de revisão externa retrospectiva dos laudos, realizada por indivíduos autorizados por lei a ter acesso a esses documentos, que podem fornecer críticas, sugestões e elogios, apontar forças e fraquezas. Se trata das citações e comentários aos laudos nos inquéritos policiais, denúncias do Ministério Público e processos judiciais. Embora os operadores do Direito não sejam peritos na área de expertise do laudo, ou seja, não são pares, são os destinatários finais dos laudos e podem fornecer argumentos técnico-jurídicos valiosos.

Embora um estudo aprofundado desses documentos seja mais demorado e demande mão de obra especializada, especialmente servidores familiarizados tanto com as Ciências Forenses quanto com o Direito, e produza um feedback lento (anos após a emissão dos laudos), ainda é possível realizá-lo para uma pequena fração dos laudos, especialmente os casos mais emblemáticos, famosos ou complexos.

Com base nas considerações acima, propomos o seguinte procedimento geral de revisão por pares para ser implementado nos institutos de perícia e unidades técnico-científicas, baseado na síntese dos trabalhos de [6, 7, 12], com algumas adaptações:

1. Elaboração de Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) específicos para cada tipo de exame pericial, visando padronizar os processos e garantir a consistência na realização das perícias.
2. Desenvolvimento de um checklist abrangente, flexível e de fácil compreensão para cada exame pericial, com o intuito de facilitar a revisão, seguindo as diretrizes estabelecidas nos POPs.
3. Realização de revisão retrospectiva (posterior à emissão do laudo), de forma duplo-cega, de uma amostra aleatória dos laudos periciais, por no mínimo dois peritos lotados na unidade.
4. Providenciar um feedback formal e confidencial ao perito redator para cada laudo pericial revisado, destacando tanto os pontos fortes quanto as áreas passíveis de melhoria.
5. Promover reuniões periódicas em grupo para aprimoramento da qualidade, identificando e abordando as áreas que necessitam de melhorias, com base em uma análise estatística das deficiências observadas durante as revisões.
6. Realizar apresentações formais periódicas de perícias de destaque realizadas pela unidade, já com os respectivos laudos emitidos, focando nos aspectos técnicos e científicos. Caso possível, incluir também aspectos e repercussões jurídicas, bem como citações dos laudos em inquéritos policiais, denúncias e processos judiciais.

5. CONCLUSÕES

A revisão por pares, amplamente reconhecida como um método de avaliação de excelência na pesquisa científica acadêmica, emerge como uma prática subutilizada na esfera da perícia oficial de natureza criminal brasileira e, quando aplicada, em geral não normatizada em procedimentos internos do órgão pericial.

Em oposição, a literatura internacional destaca a importância da revisão por pares nas Ciências Forenses aplicada, evidenciando sua contribuição para a melhoria contínua da qualidade dos laudos periciais. O emprego dessa ferramenta melhora a fundamentação e compreensibilidade dos resultados, minimiza erros, aumenta a confiabilidade, padroniza forma, métodos e resultados, e garante a integridade do conhecimento científico.

Nesse sentido foram estudadas e discutidas propostas de procedimentos de revisão por pares de laudos periciais, tanto prospectivas (antes da emissão) quanto retrospectivas (após a emissão). Desse estudo foi produzido um procedimento de revisão por pares aplicável a nossos institutos e unidades técnico-científicas, basicamente com análise retrospectiva (após emissão) de amostra aleatória dos laudos periciais emitidos, avaliação duplo-cega, com feedback formal e confidencial dos resultados aos peritos avaliados, reuniões regulares para discussão e soluções de deficiências comuns encontradas nos laudos e apresentações periódicas de casos de destaque da unidade.

A próxima etapa do trabalho é a realização de uma análise jurídica da revisão por pares do tipo prospectiva (antes da emissão do laudo) para pesquisar se há conflito entre deste tipo de revisão com o sigilo profissional e as autonomias técnica, científica e funcional

dos peritos oficiais. Caso seja considerada legal proporemos um modelo atualizado de revisão por pares que incorpore etapas prospectivas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] PEDRI, Patricia; ARAÚJO, Ronaldo Ferreira. Vantagens e desvantagens da revisão por pares aberta: consensos e dissensos na literatura. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, **v. 26**, p. 1-18. (2021)

[2] BORNMANN, Lutz. Scientific peer review. *Annual review of information science and technology*, **v. 45, n. 1**, p. 197-245. (2011)

[3] EISENHART, Margaret. The paradox of peer review: Admitting too much or allowing too little?. *Research in Science Education,* **v. 32**, p. 241-255. (2002)

[4] ENSERINK, Martin. Peer review and quality: A dubious connection?. (2001)

[5] SOUDER, Lawrence. The ethics of scholarly peer review: a review of the literature. *Learned Publishing*, **v. 24, n. 1**, p. 55-72. (2011)

[6] BALLANTYNE, Kaye N.; EDMOND, Gary; FOUND, Bryan. Peer review in forensic science. *Forensic science international*, **v. 277**, p. 66-76. (2017)

[7] OBENSON, Ken; WRIGHT, Claire M. The value of 100% retrospective peer review in a forensic pathology practice. *Journal of forensic and legal medicine*, **v. 20, n. 8**, p. 1066-1068. (2013)

[8] SIMS, D. Noel; LANGLOIS, Neil EI; BYARD, Roger W. An approach to peer review in forensic pathology. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, **v. 20, n. 5**, p. 402-403. (2013)

[9] TEIXEIRA, Filipe Guimarães. Da ilegalidade da subordinação hierárquica do perito oficial à autoridade requisitante do exame pericial. *Revista da Seção Judiciária do Rio de Janeiro*, **v. 28, n. 60**, p. 51-73. (2024)

v. 14, n. 4, p. 488-493, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Diagnóstico nacional das Polícias Científicas em relação à temática de desastres em massa

D.C.S.C. Soares[a,*], A.R. Deitos[b]

[a] *Gerência de Perícias em Mortes Violentas, Perícia Oficial e Identificação Técnica, Cuiabá (MT), Brasil*
[b] *Instituto Nacional de Criminalística, Polícia Federal, Brasília (DF), Brasil*

**Endereço de e-mail para correspondência: danielsoares@politec.mt.gov.br. Tel.: +55-65-98126-8444.*

Keywords: DVI; Desastre em Massa; Protocolo de DVI; Polícia Científica; Diagnóstico nacional.

1. INTRODUÇÃO

Desastres em massa, sejam eles causados por fenômenos da natureza, como enchentes, ou sejam oriundos da ação antropogênica, como chacinas, ou até mesmo mistos, devido a eventos da natureza agravados pela omissão humana, como queda de barragens, são ocorrências cada vez mais presentes no Brasil e no mundo.

Com isso, faz-se necessário que as instituições de segurança pública estejam sempre preparadas para eventos de tamanha magnitude, principalmente as instituições periciais, uma vez que estas serão as responsáveis tanto pela perícia do local do fato quanto pela identificação dos corpos vitimados na catástrofe.

Outro item que deve ser pontuado é ausência de um rede nacional de DVI, o que dificulta a pronta resposta a eventos dessa magnitude quando ocorre a necessidade de uma cooperação interestadual, uma vez que os representantes institucionais no assunto, também conhecidos como pontos focais de cada Estado, se existirem, são desconhecidos no âmbito nacional até o presente momento. Também é desconhecido quais são os estados que possuem protocolos de atuação para tais ocorrências.

Neste sentido, o presente trabalho é um diagnóstico sobre o cenário nacional das instituições periciais referente ao assunto Desastres em Massa e para a elaboração dessa pesquisa, foi realizado um levantamento inicial por meio de um questionário on-line com o qual foi possível levantar informações sobre a realidade do DVI (*Disaster Victim Identification*) nas instituições de perícia nacional, seus dirigentes e os pontos focais no assunto.

Estas informações subsidiaram a busca pelos protocolos de cada uma das instituições junto aos Diretores e aos Pontos Focais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Conforme Araújo (2013) [1], desastres em massa são eventos repentinos e de curta duração nos quais, devido ao elevado número de vítimas, a capacidade assistencial, técnica e socorrista local é grandemente superada. Uma vez que os recursos se tornam indisponíveis ou esgotados, acaba por ser necessário mobilizar recursos externos e/ou realocá-los a fim de atender a ocorrência. Devido ao seu caráter calamitoso e violento gera-se uma perturbação e mobilização social muito grande.

Segundo a Defesa Civil [2], os desastres em massa podem ser classificados quanto sua origem: a) causas naturais (terremotos, avalanches, enchentes, tsunamis, furacões, entre outros); b) ação humana/antropogênicos, seja por ação ou omissão (ataques terroristas, chacinas, quedas de aeronaves, quedas de prédios, entre outros); c) mistos, sendo que neste último a ação ou omissão humana contribui para intensificar, complicar ou agravar os desastres naturais (quedas de barragens, deslizamento de terra em área de ocupação irregular, entre outros).

Devido ao grande número de vítimas envolvidas nestes eventos a INTERPOL (*International Criminal*

Police Organization) criou protocolos que auxiliam e agilizam a identificação das vítimas, são os chamados Protocolos de DVI. Tais protocolos constituem uma série de etapas a serem seguidas e formulários que devem ser utilizados, garantindo-se a fidedignidade dos dados coletados e agilidade no confronto de informações, como, por exemplo, os formulários AM (Ante Mortem) e PM (Post Mortem).

No primeiro (AM) os dados são coletados por meio de familiares das vítimas, de prontuários médicos e odontológicos, ou de banco de dados (como no caso de impressões digitais). Enquanto no segundo (PM), os dados são coletados através dos exames no cadáver, exame perinecroscópicos e necroscópicos, como a necrópsia, a necropapiloscopia e o odontolegal, além de quaisquer outros exames cabíveis e necessários que possam auxiliar na maior coleta de dados post mortem possíveis.

Os desastres também podem ser classificados como abertos, fechados ou mistos. Desastres abertos são eventos resultando em um número desconhecido de mortes dos quais não se possuem informações prévias disponíveis, como, por exemplo, ataques terroristas. Os desastres fechados são eventos relacionados a um grupo determinado de indivíduos, como, por exemplo, acidentes aéreos que possuem lista de passageiros, facilitando com isso a obtenção dos dados ante mortem para posterior confronto. E, por fim, os mistos são eventos nos quais ocorre a combinação das modalidades aberto e fechado, caso de um acidente aéreo em uma área residencial, por exemplo [2].

A perícia no local do fato de um desastre em massa é fundamental, tanto para materializar o fato quanto para definir a causa do desastre, além de ajudar a reconstruir a maneira como o evento aconteceu. Nos casos de desastres originados por ação humana, a prova pericial será de grande valia para persecução penal, tanto na fase investigativa quanto na fase processual penal.

Contudo, esta perícia não pode ser realizada da mesma forma que uma perícia ordinária. Devido à grande magnitude desses eventos, se faz necessário dispor do trabalho em grupo, contando também com o auxílio de outras instituições. Portanto, se torna fundamental seguir protocolos específicos que visem a garantir, ao mesmo tempo, a eficácia da perícia e a celeridade dos processos envolvidos no atendimento.

Segundo o EM-DAT, banco dados internacional sobre desastres em massa, no Brasil, entre os anos de 1921 e 2021, foram registradas 433 ocorrências desse tipo, naturais ou não, como: incêndios, chacinas, inundações, queda de barragens, explosões e acidentes aéreos, entre outros, tendo sido afetadas mais de 15 milhões de pessoas.

Entre alguns dos casos acima mencionados, podemos citar como exemplos: a Chacina do Carandiru em SP no ano de 1992, a Explosão no Osasco Plaza Shopping em 1996, o Acidente Aéreo GOL Boeing 737 em MT no ano de 2006, o Acidente Aéreo TAM em SP em 2007, Acidente Aéreo AIR FRANCE em 2009, Incêndio na Boate Kiss em Santa Maria/RS em 2013, Rompimento das Barragens de Mariana e Brumadinho em MG nos anos de 2015 e 2019, respectivamente, o Acidente Aéreo da CHAPECOENSE em 2016, além dos Deslizamentos de Terra em Petrópolis/RJ em 2011 e 2022.

Ao analisarmos os fatos elencados ocorridos somente no Brasil, no que tange a resposta a cada um desses incidentes, vemos grande participação de diversas instituições, principalmente da Defesa Civil, Bombeiros, SAMU, Força Nacional, Polícia Civil, Polícia Federal e Perícia (Criminalística e IML - onde essa se encontra fora do corpo de servidores da Polícia Civil), entre outros, todas agindo em unicidade e sincronia por meio do SCI (Sistema de Comando de Incidentes).

Com isso, a Defesa Civil e algumas agências de segurança pública, como os Bombeiros e a Polícia Federal, dentre outras, possuem protocolos e planos de contingência para atendimento desses tipos de ocorrências, ainda que muitas vezes o Estado e os Municípios em que ocorreu o fato não possuam protocolos para tal atendimento ou nem mesmo infraestrutura adequada.

Por ser algo calamitoso e de grande comoção pública, os demais Estados e a União acabam contribuindo com servidores e infraestrutura no intuito de auxiliar na resolução da catástrofe e com isso mitigar os danos que poderiam ser gerados por um atendimento indevido e ineficaz.

Após o devido socorro e resgate dos sobreviventes a este tipo de evento calamitoso, além do foco na perícia do local, é fundamental o foco na identificação das vítimas, elemento que nem sempre é fácil, uma vez que tais corpos podem sofrer ações destruidoras e degenerativas, devido a atuação de agentes mecânicos, físicos, radiológicos, nucleares e químicos.

Também podem haver corpos em avançado estado de decomposição, bem como corpos fragmentados, mutilados e/ou macerados, sendo necessário utilizar-se de técnicas como DNA ou Odontologia Legal para a identificação desses corpos e fragmentos, uma vez que em muitos casos as impressões papilares não se encontram preservadas ou, até mesmo, nem existam, no caso de alguns fragmentos de corpos [3].

Ainda que existam protocolos para cada uma das fases envolvidas no DVI: 1- fase de local; 2- fase post mortem; 3- fase ante mortem; e 4- reconciliação,

eles não são totalmente rígidos e estáticos, podendo a equipe, em caso de necessidade, fazer adaptações operacionais para a realidade em que estão atuando, de tal forma que o serviço possa ocorrer do melhor modo possível, sendo uma tarefa a ser desenvolvida em grupo, contudo, cada um com a sua respectiva função, sendo imprescindível modificar a rotina diária do serviço dos profissionais que ali irão atuar [4].

A perícia tem como dever em um desastre em massa, quando possível, reconstituir os corpos fragmentados, devolver a identidade a estes, diagnosticar a causa mortis, reconstituir a catástrofe para que seja possível identificar a causa, a dinâmica e a autoria do fato [5].

3. METODOLOGIA

Para a confecção do presente estudo, foi realizado um questionário on-line a partir do qual foi possível conhecer a realidade nacional. Em seguida, foram contatadas as instituições de Polícia Científica que possuíam algum tipo de protocolo, instrução normativa, portaria, ou outro documento, para eventos envolvendo desastres em massa. Além disso, foram identificadas pessoas que possuíam algum tipo de capacitação na área.

O questionário era composto por 3 partes, sendo a primeira parte uma seção de identificação do participante, a segunda uma seção de mapeamento do conhecimento do participante em relação ao assunto e a terceira parte uma seção de levantamento dos dados institucionais e dos pontos focais dentro de cada instituição.

A partir de tal levantamento, foi possível mapear os pontos focais de DVI em todo o território nacional e ir em busca dos protocolos nacionais já existentes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Resultados

Ao todo foram analisadas 107 respostas ao questionário on-line, por intermédio das quais foi possível mapear o cenário nacional como um todo, incluindo a Polícia Federal e o Exército Brasileiro, uma vez que representantes de todas instituições Estaduais e das demais instituições retromencionadas, participaram, como pode ser observado na tabela 01.

Dentre os profissionais participantes, a maioria atua a mais de 5 anos na Perícia e 67% atuam no setor de Perícias Externas, ou seja, possíveis setores que atuariam em um caso de desastre em massa.

Observou-se que 49% dos participantes já fizeram algum tipo de capacitação referente à DVI e que desses 49%, aproximadamente 93% tiveram essa capacitação de forma Institucional e apenas 7% o fizeram de forma Particular, sendo as instituições mais comumente responsáveis por ministrar esses cursos são a Polícia Federal e a Força Nacional de Segurança Pública.

Maior parte dos participantes, 48,6%, não possuíam conhecimento se em sua instituição de origem existe ou não um protocolo institucional para atendimento dessas catástrofes e dos 28% que informaram que em sua instituição havia um protocolo instituído para esse tipo de evento, 71% nunca tiveram nenhum tipo de contato com tal protocolo, nunca leram e/ou tiveram qualquer tipo de treinamento.

A partir do apontamento dos pontos focais e dos contatos dos Dirigentes foi possível mapear que dentro do cenário Nacional, incluindo a Polícia Federal e o Exército Brasileiro, apenas 6 instituições possuem protocolos oficialmente publicados na área, são elas: Polícia Federal, Exército Brasileiro, Bahia, Distrito Federal, Sergipe, Paraná, ressaltando que o Estado do Paraná utiliza o protocolo da Polícia Federal.

Tabela 1. Mostra a distribuição dos participantes por instituição.

ESTADO	INSTITUIÇÃO	QUANTIDADE
EB	Exército Brasileiro	1
PF	Polícia Federal	4
AC	Polícia Civil - AC	1
AL	Polícia Científica AL	2
AP	Polícia Científica AP	2
AM	Polícia Civil AM	1
BA	DPT BA	2
CE	PEFOCE	1
ES	Polícia Civil - ES	9
GO	SPTC/GO	12
MA	Perícia Oficial MA	4
MT	POLITEC/MT	2
MS	Polícia Científica MS	2
MG	Polícia Civil - MG	5
PA	Polícia Científica PA	6
PB	Polícia Civil PB	4
PR	Polícia Científica PR	3
PE	Polícia Científica PE	6
PI	Polícia Civil - PI	5
RJ	Polícia Civil - RJ	2
RN	ITEP/RN	2
RS	IGP/RS	11
RO	POLITEC/RO	2
RR	Polícia Civil - RR	1
SC	Polícia Científica SC	3
SP	SPTC/SP	9
SE	COGERP/SE	2
TO	Polícia Civil - TO	1
DF	Polícia Civil - DF	2
TOTAL DE PARTICIPANTES		107

4.2. Discussões

A partir dos dados coletados pode-se observar que o público de Peritos participantes da pesquisa possui

um vasto tempo de carreira, apontando que 80% está acima de 5 anos no cargo, assim como possuem uma grande experiência quando o assunto se trata de Perícias Externas, tendo em vista que quase 70% atuam nessa área, trazendo ao estudo uma maior margem de confiabilidade, já que estes são profissionais com larga experiência na atuação Pericial e possuem amplo conhecimento a respeito das instituições em que laboram.

Observa-se também que foi possível mapear todo o cenário brasileiro a respeito do assunto, afinal, todos os Estados possuíram ao menos um representante na referida pesquisa e ainda foi possível abranger, além das instituições Estaduais, a Polícia Federal e o Exército Brasileiro, permitindo que a presente pesquisa possua uma vasta abrangência e elevada representatividade.

Foi possível notar também que, apesar da maior parte dos integrantes do estudo já possuírem um elevado tempo de atuação na área pericial e 56% conhecerem os protocolos voltados para atendimento de ocorrências em DVI (sendo que, inclusive, destes, 72% afirma conhecer todas as fases dos protocolos internacionais), apenas 12% já participaram de alguma pronta resposta demonstrando que mesmo tais ocorrências estando cada vez mais presentes, ainda não são cotidianas.

Em consonância com o observado e descrito acima, 51% dos participantes já receberam algum tipo de capacitação na área, sendo que quase em sua totalidade se capacitaram de forma institucional (93%) e apenas 7% se capacitaram de forma particular. Vale ressaltar que se observou que muitos participantes fizeram mais de uma capacitação na área.

Foram mencionadas ao todo 18 entidades capacitadoras, dentre essas as que mais foram mencionadas pelos participantes como responsáveis por suas capacitações tem-se a Polícia Federal e a Força Nacional, juntamente com a Polícia Civil do Estado do Espírito Santo.

Contudo, em observações descritas pelos próprios participantes, pode-se analisar que, apesar do elevado número de entidades capacitadoras, os instrutores quase em sua totalidade foram informados como sendo da Polícia Federal, como foi o caso da capacitação para a Perícia da Polícia Civil do Estado do Espírito Santo na ACADEPOL/ES, em que foi apontado como instrutor responsável por tal capacitação o Perito Criminal Federal Alexandre Deitos, assim como no caso da capacitação da Força Nacional.

Portanto, nesse quesito, pode-se observar que apesar de terem sido apontadas 18 entidades capacitadoras, não necessariamente existe um elevado número de instrutores na área, isso por um lado é bom, pois garante a elevada qualidade do conteúdo transmitido aos alunos durante tais capacitações. Entretanto, também demonstra que são poucos os profissionais conhecidos como referência na área e com elevado conhecimento a ponto de transmitir adiante tal conteúdo.

No quesito pontos focais também se observa a baixa quantidade de indivíduos apontados, demonstrando que não são todas as instituições e estados que possuem pontos focais no assunto. Foram apontados apenas 11 pontos focais em todo o Brasil, sendo um deles da Polícia Federal e os outros 10 dos Estados: Bahia, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Piauí, Santa Catarina, Sergipe e Distrito Federal.

Outro ponto importante que foi levantado é que apenas 6 instituições possuem protocolos na área, sendo elas a Polícia Federal, o Exército Brasileiro, o Departamento de Polícia Técnica da Bahia, Departamento de Polícia Técnica do Distrito Federal, a Coordenadoria Geral de Perícias de Sergipe e a Polícia Científica do Paraná, sendo que esta última utiliza o Protocolo da Polícia Federal.

Contudo, apesar de não possuírem protocolos publicados oficialmente, a Polícia Científica de Santa Catarina e o Departamento de Polícia Técnico-Científica do Piauí estão confeccionando os seus.

Notamos com isso que a quantidade de protocolos institucionais no assunto ainda é muito diminuta e que existem Estados que, apesar de terem Pontos Focais, ainda não possuem seus protocolos institucionais na área.

Vale ressaltar também que, mesmo nas instituições que foram apontadas como detentoras de protocolos na área, 71% dos participantes indicaram nunca terem tido qualquer tipo de contato com tais protocolos, seja apenas por uma simples leitura destes e/ou um treinamento/capacitação no tema, indicando uma falta de divulgação e treinamento dentro das Instituições a respeito de tais procedimentos.

Foi informado por 80% dos participantes que sua Instituição de origem não possui um grupo especializado no atendimento de tais ocorrências e, em sua totalidade, os participantes indicaram ser importante haver Protocolos Institucionais, bem como um Protocolo Nacional a respeito do assunto além, é claro, de capacitações, permitindo que os profissionais estejam preparados e capacitados para atuarem em situações tão complexas e distintas das ocorrências ordinárias.

Foi possível ter acesso aos protocolos operacionais de DVI da INTERPOL e dos Estados de Sergipe, Distrito Federal, Paraná e Polícia Federal, sendo que os dois últimos compartilham do mesmo protocolo.

Entre os pontos fortes observados em cada um dos protocolos, temos:

- a lista de materiais necessários e a feitura de kits de atuação;
- a importância de uma fase anterior ao desastre e a criação um modus operandi para se preparar para ele;
- a cadeia hierárquica a ser seguida no caso de um acionamento;
- a função da equipe precursora e o que deve conter no diagnóstico inicial, elemento fundamental para a elaboração do PAI (Plano de Ação do Incidente);
- a formação e divisão de atuação dos integrantes das equipes tanto da busca e recuperação de corpos quanto da perícia do local;
- classificação de cada tipo de vestígio encontrado nos eventos de desastre em massa;
- formulários em português alinhados com os formulários da INTERPOL.

5. CONCLUSÕES

Assim, devido a própria natureza desses eventos, envolvendo um grande número de vítimas, uma alta complexidade aliada a enorme quantidade de dados a serem analisados a respeito do fato e das vítimas, fica clara a necessidade de pessoas capacitadas para atuarem em tal tipo de situação, bem como destaca-se a vital importância de existirem procedimentos especificamente elaborados para tais atendimentos, visando: à garantia de um processo célere, eficaz, objetivo e seguro; e; à identificação precisa da vítima, assim como das causas que deram origem à catástrofe.

A presente pesquisa conseguiu abranger todas as instituições periciais estaduais, além da Polícia Federal e o Exército Brasileiro e, segundo os números apontados, infelizmente, dentro do cenário nacional ainda existem poucas instituições que possuem um protocolo próprio de atuação, e nas poucas instituições que possuem tais procedimentos oficialmente publicados, ainda é exígua a divulgação e o treinamento dos Peritos que possam vir a atuar na pronta resposta desses eventos.

Um número mais reduzido ainda de instituições possui grupos especializados no atendimento envolvendo esses tipos de eventos, fazendo com que tais ocorrências necessariamente sejam atendidas pelos Peritos que atuam nas seções geralmente externas, principalmente aquelas que praticam cotidianamente atendimento a locais relacionados a mortes violentas.

Ainda que existam profissionais com amplo gabarito e conhecimento no atendimento a locais relacionados a homicídios, suicídios e acidentes, a realidade de um desastre em massa é algo totalmente distinto do ordinário, exigindo-se que sejam respeitados protocolos específicos totalmente diversos dos procedimentos operacionais comumente empregados em ocorrências com menor número de vítimas e menos calamitosas.

Ressalta-se ainda que poucos são os profissionais na área que possuem grande grau conhecimento e qualificação a ponto de serem multiplicadores do assunto e capacitarem uma elevada gama e diversidade de profissionais. Nota-se uma boa quantidade de Peritos que buscam qualificação no tema, apesar da falta de experiência em tal tipo de atendimento, permitindo que, em um futuro, se houver a necessidade de atuação, tenham um norte de como procederem, uma vez que estes eventos se tornam cada vez mais corriqueiros na realidade do mundo moderno em que vivemos e atuamos.

Com isso, vemos a real importância da implementação de protocolos institucionais e/ou nacionais e da realização de capacitações enraizadas na cultura organizacional, a fim de permitir que todos os profissionais possam atuar de forma uníssona no atendimento, buscando uma resposta à altura da que a sociedade brasileira necessita.

Observa-se que, em todas as respostas aos incidentes ocorridos em território nacional, os sistemas de segurança pública obtiveram grande êxito no resultado alcançado à luz dos fatos observados.

Claro que sempre existem pontos que podem ser melhorados quando de um futuro acontecimento, contudo observa-se que as instituições brasileiras estão relativamente preparadas para o atendimento de catástrofes envolvendo desastres em massa, ainda que não em sua totalidade nacional.

Assim, podemos concluir que o cenário mundial cada dia mais favorece o acontecimento de desastres, que de uma maneira ou de outra possam vir a se tornar desastres em massa, sejam eles de origem natural ou não, com ou sem a participação do homem, isso devido ao grande avanço tecnológico e o considerável aumento de ocupação territorial que a humanidade vem atingindo, propiciando-se ambientes cada vez mais caóticos e propenso a catástrofes.

Ainda que estes ambientes gerem elementos passíveis de se ter desastres em massa dentro do cenário nacional, muitas instituições possuem uma capacidade de resposta eficaz, eficiente e relativamente satisfatória. Contudo, sempre é possível e necessário melhorar e evoluir os procedimentos, garantindo uma melhor resposta aos eventos, independentemente de sua natureza e, para isso, se faz extremamente necessário a existência de protocolos que garantam uma resposta otimizada, padronizada e validada para tais eventos, assim como vemos no cenário internacional, e cada vez mais dentro do cenário nacional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os servidores das forças de segurança pública de todos os Estados que dedicaram parte do seu tempo para responder o questionário e contribuir com a referida pesquisa acadêmica, bem como, à ANP - Polícia Federal e ao Perito Criminal Federal Alexandre R. Deitos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ARAUJO, L. G. et al. A identificação humana de vítimas de desastres em massa: a importância e o papel da Odontologia Legal. *Revista da Faculdade de Odontologia* **v. 18, n. 2**: 224-229 (2013).

[2] BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Política nacional de Defesa Civil. Brasília, 82p. (2007).

[3] ALLEN-HALL, A., MCNEVIN, D. Human tissue preservation for disaster victim identification (DVI) in tropical climates. *Forensic Sci Int: Genetics* **v. 6, n. 5**: 653-657 (2012).

[4] ROCHA, C. S., SILVA, L. S., SILVA, J. M. Experiences of workers at the legal medical institute of Belo Horizonte, Minas Gerais, facing the mass disaster: Dam failure. *New Trends in Qualitative Research* **v. 13**: e730 (2022).

[5] GOMES, A. Intervenção do enfermeiro forense em cenários de catástrofe. In: Albino Gomes (org.), *Enfermagem Forense* **v. 2**: 642-659 (2016).

J.P. Campos, Rev. Bras. Crim. 14(4), 494-498, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 494-498, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Assédio e relações socioprofissionais na Polícia Técnico-Científica de Goiás

J.P. Campos[a,b*]

[a] *1ª CRPTC, Superintendência de Polícia Técnico-Científica de Goiás, Aparecida de Goiânia (GO), Brasil*
[b] *Universidade Federal de Goiás, Goiânia (GO), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: joarapc@gmail.com. Tel.: +55-62-98238-9283.*

Keywords: Assédio; Perícia Criminal; Discriminação; Trabalho.

1. INTRODUÇÃO

Assédio no local de trabalho pode ser definido como:

> *[...] toda e qualquer conduta abusiva manifestando-se sobretudo por comportamentos, palavras, atos, gestos, escritos que possam trazer dano à penalidade, dignidade ou à integridade física ou psíquica de uma pessoa, pôr em perigo seu emprego ou degradar o ambiente de trabalho [1].*

Trata-se de uma violência que surge de maneira despretensiosa, sem que atinja de forma agressiva a vítima, como uma brincadeira ou um sarcasmo, mas que toma maiores proporções, multiplicando-se, fazendo com que a vítima se sinta inferior, deprimida e humilhada. O alvo se trata normalmente de alguém que resiste ao autoritarismo e não deixa ser subjugada ou, que devido a algum conflito, é estigmatizada [1].

A Organização Internacional do Trabalho constatou que, mundialmente, mais de um em cada cinco trabalhadores já experimentou pelo menos uma forma de violência e assédio (físico, psicológico ou sexual) no trabalho durante sua vida funcional, sendo as mulheres mais propensas a sofrer de violência e assédio durante o trabalho [2].

Qualquer pessoa pode ser vítima ou cometer atos de violência e assédio no ambiente de trabalho, podendo ocorrer de forma horizontal ou vertical, interna ou externa (como clientes e outras instituições envolvidas), no setor privado ou público e no setor formal ou informal [3].

As prevalências mundiais são de 8,5% para violência física, reportada principalmente por homens, 17,9% para violência psicológica e 6,3% para violência sexual, sendo a mulher a mais afetada por este tipo de violência e mais propensa a sofrer episódios recorrentes [2]. Mais da metade das vítimas reportou que o assédio no trabalho ocorreu mais de uma vez, sendo que apenas metade compartilharam a experiência, principalmente com amigos e familiares ao invés dos meios formais, sendo as justificativas mais comuns para não oficializar sobre os assédios sofridos a perda de tempo, medo por sua reputação, procedimentos não claros e falta de confiança nas autoridades, respectivamente [2].

Um trabalho com policiais militares do Distrito Federal mostrou que, nas causas do assédio moral, entram "questões como falta de reconhecimento, a forma de gestão rigorosa, pautada na hierarquia e disciplina, bem como a falta de um espaço de discussão e clareza nas atividades a serem executadas" [3]. Os sintomas apresentados pelos policiais foram falta de motivação, isolamento social, irritabilidade, perda do sono, dores no corpo, hipertensão, estresse e tristeza, sendo os mecanismos mais comuns de enfrentamento do assédio pelos servidores a negação, a busca por apoio familiar e psicológico [3].

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada através da aplicação de um questionário composto majoritariamente por perguntas fechadas, que ficou disponível de 18 de abril a

J.P. Campos, Rev. Bras. Crim. 14(4), 494-498, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

15 de julho de 2022, tendo caráter sigiloso e acompanhado do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, sendo enviado para os e-mails institucionais de todos os servidores da Secretaria de Segurança Pública de Goiás (SSPGO). Também foi realizada pesquisa participante, já que a pesquisadora faz parte do grupo estudado.

Foram identificados 132 servidores da Superintendência de Polícia Técnico-Científica (SPTCGO) respondentes da pesquisa entre os 613 respondentes da SSPGO. Dos 132 respondentes da SPTCGO, 100 são peritos criminais, 18 auxiliares de autopsia, 7 médicos legistas, 2 fotógrafos criminalísticos e 1 auxiliar de laboratório; outros 4 respondentes não especificaram qual cargo ocupam, apenas sua função (administrativo, chefe de seção e coordenação). Como nenhum odontolegista e apenas um desenhista criminalístico ocupa o cargo atualmente, quase todos os cargos efetivos foram representados na pesquisa. Sobre o gênero dos participantes, 49,2% se declararam homens cisgênero e 50,8% mulheres cisgênero.

A estatística foi realizada com o *software IBM SPSS Statistics*, permitindo a obtenção das frequências relativas das respostas e o cruzamento dos dados coletados, determinando a distribuição conjunta das variáveis.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando perguntados sobre a liberdade de expressão, respeito de individualidade e de direitos pela instituição, houve uma certa distribuição entre os níveis de satisfação, insatisfação e neutralidade dentre os servidores da Polícia Técnico-Científica de Goiás. Para a análise quanto à liberdade de expressão na instituição 27,3% assinalaram como muito insatisfeito ou insatisfeito, 41,7% como nem insatisfeito/nem satisfeito e 31% como satisfeito ou muito satisfeito. O respeito de sua individualidade pela instituição teve 28% muito insatisfeito ou insatisfeito, 34,1% nem insatisfeito/nem satisfeito e 37,9% como satisfeito ou muito satisfeito. O respeito de seus direitos pela instituição mostrou 28,5% como muito insatisfeito ou insatisfeito, 35,6% nem insatisfeito/nem satisfeito e 34,9% satisfeito ou muito satisfeito.

O alto número de servidores que não se sentem nem satisfeitos nem insatisfeitos pode demonstrar que este não é um assunto que afeta diretamente os servidores, o que pode estar relacionado à alta avaliação de satisfação com o grau de autonomia sobre o trabalho, que apresentou 65,2% de satisfação. Quando avaliado pelo cargo dos respondentes, foi possível analisar que os que responderam não o cargo específico, mas as atividades que desempenham, como "administrativo", "chefe de seção" e "coordenação", tiveram respostas muito insatisfeito ou insatisfeito, o que pode apontar que esta temática específica afeta mais os servidores com atividades relacionadas à gestão.

Apesar de as evidências serem muito fracas neste sentido, mas somado com o que foi visto na pesquisa de campo, é possível que os servidores se sintam mais confortáveis na instituição quando desempenham a atividade fim, devido ao grau de autonomia concedido pelo trabalho, mas não experimentam os mesmos sentimentos quando na atividade de gestão, os quais podem estar sobre um controle maior e por serem cargos muitas vezes relacionados à indicação.

Quando analisadas as questões sobre a liberdade de expressão, respeito de individualidade e de direitos pela instituição pelo gênero dos respondentes, houve uma discrepância de satisfação entre homens e mulheres. As mulheres apresentaram insatisfação de 31,3% para a liberdade de expressão, 32,84% para o respeito de sua individualidade e 34,3% para o respeito de seus direitos pela instituição. Os homens apresentaram, respectivamente, 23,1%, 23,1% e 24,6%.

Amato *et al* [5] apontam que bombeiras sentem que não possuem o mesmo poder de autoridade que um homem. As mulheres bombeiras se sentem restringidas profissionalmente devido a atitude dos bombeiros homens acharem que algumas tarefas devam ser realizadas pelo homem devido a construção social de divisão de tarefas, mascarada de gentileza e, também, relacionada à falta de confiança no trabalho feminino, o que as impedem de tomar posições de liderança [5].

A insatisfação demonstrada pelas mulheres da SPTCGO aponta que o sistema militar não é a única fonte do tratamento diferenciado entre homens e mulheres na polícia e que, mesmo em um local onde há predominância de trabalho intelectual mais do que habilidades físicas, com a utilização da força, as mulheres ainda se sentem tolhidas de seus direitos.

Sobre o clima no ambiente de trabalho, 76,5% o consideram bom ou excelente, 12,1% mais ou menos e 11,4% como ruim ou péssimo. Aparentemente, o relacionamento com os colegas de trabalho é o que mais afeta essa boa avaliação, pois foi o tipo de relacionamento no ambiente de trabalho que mais apresentou avaliação como bom ou muito bom, com 87,9%.

Dejours [6] aponta que o trabalho se desenvolve no mundo social, "pois trabalhar supõe não só que os agentes cooperem, mas também que consigam viver lado a lado e se compreendam, a fim de que a violência seja conjurada". O autor ainda comenta que não

J.P. Campos, Rev. Bras. Crim. 14(4), 494-498, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

existe algo entre confiança e desconfiança no trabalho, devido às tensões das relações de poder e dominação, sendo que a confiança entre os pares é o que vai estabelecer o coletivo na situação de trabalho com a coordenação e cooperação [6].

O relacionamento com os chefes imediatos apresentou 65,2% de avaliações bom/muito bom, 22,7% como regular e 12,1% como ruim/muito ruim. Ressalta-se que nenhum servidor avaliou o relacionamento com os colegas como muito ruim e que metade considerou como muito bom, enquanto o relacionamento com a chefia imediata apresentou três avaliações como muito ruim e 28,8% como muito bom. O relacionamento com a chefia mostrou-se como o quarto fator mais assinalado para a desmotivação em trabalhar na SSPGO pelos respondentes da SPTCGO. Isso demonstra que a hierarquia interfere no relacionamento entre os servidores e na motivação no trabalho.

Minayo e Souza [7] constataram que entre os policiais que se apresentavam insatisfeitos com o relacionamento entre pares, o maior percentual era de servidores do grupo técnico, responsáveis pelos exames periciais. As autoras também observaram que, quando perguntados se poderiam contar com o apoio dos colegas de trabalho e com sua compreensão quando não se encontram em um bom dia, o grupo técnico foi o que mais apresentou insatisfação, com 24% das pessoas com queixas e 21,5% alegando não contar com os colegas [7].

Em relação ao relacionamento com a chefia, Minayo e Souza [7] identificaram no estrato técnico, por haver compatibilidade entre o cargo de perito com a de chefia, que o sentimento é que a chefia é temporária e tem caráter político e, por isso, até mesmo a questão do "apadrinhamento" e favorecimento de alguns é rotativo. Contudo, as autoras enfatizam o conflito que há entre os cargos de nível técnico, em que os servidores possuem qualificações superiores ao exigido pelo cargo e, muitas vezes, assumem funções de cargos hierarquicamente superiores, mas não possuem reconhecimento ou gratificação pelo seu mérito acadêmico [7].

Também não houve avaliações como muito ruim para os relacionamentos dos servidores da SPTCGO com os servidores de outras instituições da segurança pública e com a sociedade de modo geral. Ambos tiveram apenas 1,5% classificados como ruim, mas o relacionamento com outros servidores da SSPGO teve 24,2% considerado como regular e 74,3% como bom ou muito bom, e o relacionamento com a sociedade foi avaliado por 9,1% como regular e 89,4% como bom ou muito bom.

Em análise à Tabela 1, surpreendeu o fato de a SPTCGO apresentar maiores porcentagens de respondentes que afirmaram ter sofrido assédio moral comparado a toda SSPGO, dado que se esperava maior vitimização entre as instituições militarizadas, como a Polícia Militar e o Corpo de Bombeiros Militar, e entre a Polícia Civil, devido à estrutura rígida hierarquizada representada pela gestão ser realizada apenas por delegados.

Tabela 1. Vitimização dos servidores da Polícia Técnico-Científica de Goiás comparado com os servidores de toda Secretaria de Segurança Pública de Goiás.

Assinalou sim para "foi vítima de" ... "por alguém que trabalha com você"	% SPTC	% SSP
Assédio moral	47,0	41,6
Assédio sexual	15,2	13,1
Discriminação em razão de gênero	20,5	16,9
Discriminação em razão de cor/etnia	3,8	7,5
Discriminação em razão de orientação sexual	5,3	7,0
Discriminação em razão de religião	7,6	14,2

A violência e o assédio são relacionados ao contexto e operam, principalmente, sobre as relações de poder, normas de gênero, normas culturais e sociais e discriminação [3]. Portanto, a mesma hipótese era esperada para o assédio sexual e discriminação de gênero, já que as estruturas das outras corporações são historicamente compostas por uma considerável maioria de homens, sendo as mulheres, como no caso das instituições militares, restringidas na seleção do concurso público, representando porcentagens em torno de 10%.

Foi verificado se estes dados estavam sendo afetados pela quantidade de pessoas que selecionaram a

J.P. Campos, Rev. Bras. Crim. 14(4), 494-498, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

opção "não quero responder", mas isto não se apresentou como causa, já que na SPTCGO houve 3,8%, 1,5% e 0% que assinalaram esta opção para o assédio moral, assédio sexual e discriminação de gênero, respectivamente, enquanto a SSPGO apresentou 4,8%, 2,9% e 2,2%. Contudo, quando analisados os números de não homens cisgênero participantes da pesquisa (mulher cisgênero, mulher transgênero e pessoa não binária), os quais são os maiores alvos de assédio sexual e discriminação de gênero, constatou-se que estes representam 34,5% dos respondentes da SSPGO, indicando que a maior proporção de não homens cisgênero participantes da SPTCGO (50,8%) pode ter interferido neste resultado.

Sobre a frequência em que esses assédios ocorrerem, o assédio moral foi reportado por 21,0% como tendo ocorrido uma única vez, 14,5% duas vezes e 35,5% como "de vez em quando acontece". Já para o assédio sexual, 30% reportaram que ocorreu uma única vez e 45% como "muito raramente acontece". A discriminação de gênero foi a que apresentou maior frequência, com 51,9% respondendo que "de vez em quando acontece". Isto demonstra que a discriminação de gênero é percebida como uma violência que se repete, talvez como algo naturalizado entre os perpetradores.

Silva [8] aponta a sensação dos servidores da SPTCGO de que o órgão corregedor seja utilizado como ameaça, criando o sentimento de medo de punição, com a banalização deste instrumento de controle e fiscalização, constituindo um modo de assédio. Este relato foi corroborado, dentro do próprio trabalho, pela constatação de que a maior parte das apurações que se transformam em processo administrativo disciplinar têm como resultado a absolvição [8].

Isto também foi identificado na pesquisa de campo, em que os servidores da STPCGO relataram o sentimento de que a corregedoria não é utilizada para punir quem não faz o trabalho prescrito ou com qualidade, mas como forma de vingança devido aos atritos interpessoais entre os servidores, com relatos de que só há denúncia daqueles que não são amigos, e que as denúncias normalmente são relacionadas aos comportamentos dos servidores e não sobre o seu trabalho especificamente. Este tipo de sensação e desequilíbrio no relacionamento entre os colegas de trabalho, com sentimentos de discriminação e suspeita e relações complicadas com a hierarquia, pode colocar em perigo a saúde mental dos trabalhadores [9].

Em relação à discriminação em razão de cor/etnia, já era esperado que a SSPGO apresentasse maior número, visto que mais servidores se declararam negros (5,1% contra 1,5% na SPTCGO). A SPTCGO se mostrou mais tolerante em relação à sexualidade e religião. Enquanto a SSPGO apresentou 2,9% dos respondentes homossexuais, a SPTC teve 6,8%, sendo que a tolerância à sexualidade pode estar atrelada à religião, já que a SSPGO apresentou maior número de evangélicos, cujos líderes apresentam maior discriminação aos homossexuais em contraposição às falas e atitudes do atual papa da igreja católica. Há, também, a grande diferença entre os que alegaram que não têm religião entre os grupos (16,4% para a SSPGO e 26,5% para SPTCGO) o que pode ter afetado diretamente os níveis de discriminação religiosa e sexual encontrados.

Sobre os tipos de violência que já sofreram durante a realização do trabalho, destaca-se a agressão verbal que teve 44,7% dos respondentes afirmando já terem sofrido este tipo de violência durante o serviço. Interessante observar que este número é semelhante ao do assédio moral, podendo indicar que este tipo de agressão é a mais utilizada ou mais percebida pelos participantes da pesquisa como assédio moral no local de trabalho. Para o restante das violências questionadas, houve 6,1% alegando terem sofrido ameaça de morte, 3,8% agressão física e 1,5% tentativa de assassinato.

Quando perguntados se colegas haviam sido vítimas dessas agressões, as porcentagens aumentaram. Tiveram 58,3% que responderam que algum colega foi vítima de agressão verbal no trabalho, 22% para ameaça de morte, 15,2% para agressão física, 6,8% para tentativa de assassinato e 1,5% responderam que tiveram colegas vítimas de assassinato. Portanto, mesmo não sofrendo de agressões, a percepção dos servidores sobre sua própria segurança pode estar relacionada com a experiência de outros colegas.

4. CONCLUSÕES

Os resultados mostram que o assédio moral, uma prática abusiva que fere a dignidade e integridade dos trabalhadores, é uma realidade significativa e preocupante na instituição. O respeito à dignidade, igualdade e não discriminação são fundamentais para garantir um ambiente de trabalho saudável e justo. A falta de reconhecimento, a gestão autoritária e a ausência de espaços de diálogo são fatores que contribuem para um ambiente de trabalho adverso, afetando a saúde mental e o bem-estar dos servidores.

A pesquisa destacou que tanto homens quanto mulheres são vítimas de assédio, mas as mulheres relataram níveis mais altos de insatisfação e discriminação, refletindo uma disparidade de gênero. Tais práticas configuram violações graves que precisam ser abordadas de maneira efetiva e urgente. A melhoria das

relações interpessoais e a criação de uma cultura organizacional baseada na confiança e respeito mútuo são essenciais para enfrentar estes desafios.

A cooperação, confiança e suporte entre colegas são importantes para prevenir a violência no trabalho e promover um ambiente de trabalho positivo. As políticas institucionais devem ser orientadas por esses princípios, assegurando que todos os trabalhadores tenham seus direitos respeitados e protegidos.

Desta forma, é crucial que a SPTCGO implemente medidas efetivas para combater o assédio, promovendo uma cultura de respeito aos direitos humanos e valorizando a saúde mental de seus trabalhadores. Isso inclui treinamentos específicos (com abordagem sobre a igualdade de gênero), políticas claras de combate ao assédio, além de mecanismos eficazes de denúncia e apoio às vítimas. Apenas através de um compromisso real com a mudança cultural e estrutural será possível criar um ambiente de trabalho mais justo, seguro e saudável para todos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] M.F. Hirigoyen, M. F. *Assédio Moral: a violência perversa no cotidiano.* 17 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil (2019).

[2] ILO. *Experiences of violence and harassment at work: A global first survey*. Geneva: Internacional Labour Organization (2022).

[3] ILO. *Report of the Director-General: Fifth Supplementary Report – Outcome of the Meeting of Experts on Violence against Women and Men in the World of Work.* Geneva: Internacional Labour Organization (2016).

[4] G.C. Souza, J.B. Gonçalves, K.C. Carvalho. Danos físicos e psicossociais decorrentes do assédio moral na Polícia Militar do Distrito Federal. *Monografia* (Especialização em Psicodinâmica do Trabalho e Gestão do Estresse), Universidade de Brasília (2014).

[5] T.C. Amato, T. Pavin, L.F. Martins, T.M. Ronzani. Trabalho, gênero e saúde mental: uma pesquisa quantitativa e qualitativa entre bombeiros. *Cadernos de Psicologia Social do Trabalho*, **13**(1), 103-118 (2010).

[6] C. Dejours. *O fator humano.* Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas (1997).

[7] M.C.S. Minayo, E.R. Souza. *Missão Investigar: Entre o ideal e a realidade de ser policial.* 2 ed. Rio de Janeiro: Garamond (2003).

[8] B.D.S. Silva. Da (in)existência de corregedoria da Polícia Técnico-Científica em Goiás: uma análise à luz de aspectos do clima organizacional e da gestão de pessoas. *Monografia* (Curso de Especialização em Altos Estudos em Segurança Pública), Universidade Estadual de Goiás, 2023.

[9] C. Dejours. *A loucura do trabalho: estudo de psicopatologia do trabalho.* São Paulo: Editora Cortez-Oboré (1992).

H. Galperin, M.L.V. Silva, Rev. Bras. Crim. 14(4), 499-504, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 04, p. 499-504, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA
Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

A Gestão Na Seção de Computação Forense da Polícia Científica do Paraná

H. Galperin[a,*], M.L.V. Silva[a]

[a] *Polícia Científica do Paraná, Curitiba (PR), Brasil*
** Endereço de e-mail para correspondência: henrique.galperin@policiacientifica.pr.gov.br.*

Keywords: Gestão; Computação Forense; Informática Forense; *Lean Management*.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A Seção de Computação Forense da Polícia Científica do Paraná faz exames em mídias de armazenamento computacional, como HDs e SSDs, dispositivos computacionais móveis, como celulares e *tablets*, além de outros dispositivos computacionais. Faz parte da Seção também o Núcleo de Audiovisuais da Polícia Científica do Paraná, focado em exames de imagens, vídeos, áudios, DVRs/NVRs, etc., mas que não será escopo deste artigo, por ter exames e processos distintos.

Hoje a Seção de Computação Forense (excluindo o Núcleo de Audiovisuais e chefia) possui 23 peritos criminais, centralizando solicitações de exames de todo o estado.

2. PROBLEMÁTICA

O grande desafio da seção é a elevada e crescente demanda de perícias em equipamentos, gerando uma demanda maior que a capacidade produtiva. Soma-se a isso o crescimento da quantidade de dados presentes nos dispositivos e suas complexidades, tornando esta área um grande desafio de gestão. Este artigo apresenta algumas das soluções adotadas no Estado do Paraná para estas dificuldades.

Grande parte do processo apresentado tem por base a filosofia do *Lean Management* [1], em especial seu conceito de melhoria contínua, em que se preconiza mudanças pequenas e frequentes com foco na melhoria de produtividade e qualidade, além da redução de desperdícios e gargalos. As perguntas constantes neste tipo de cultura são (mais não limitadas a):

- Como podemos trazer mais valor ao trabalho realizado ou melhorar a qualidade do resultado?
- O que estamos fazendo que não precisaríamos estar fazendo (ou pode ser automatizado)?
- Quais nossos gargalos e como podemos mitigá-los?
- Como podemos fazer mais com o mesmo esforço?

O grande diferencial desta cultura é que pequenas mudanças trazem menos resistências e exigem menos esforço, gerando mais garantias de ganhos a médio e longo prazo comparado a grandes mudanças.

3. DESENVOLVIMENTO

Nas seções seguintes são apresentados o histórico, o funcionamento atual e os planos futuros da gestão da Seção de Computação Forense da Polícia Científica do Paraná.

3.1. O Rápido Crescimento da Seção

A Seção de Computação Forense há muitos anos é reconhecida pela qualidade do trabalho realizado, no entanto por muito tempo sofreu com carência exacerbada de peritos da área, não chegando a uma dezena de peritos. Graças ao Modelo Matemático Para a Gestão de Recursos Humanos Baseado em Controles Estatísticos de Demanda e Produtividade [2], criado pelos peritos da seção, e suporte de

H. Galperin, M.L.V. Silva, Rev. Bras. Crim. 14(4), 499-504, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

instituições como o Ministério Público do Paraná, foram nomeados 36 novos peritos criminais na área até o fim de 2019, gerando uma disrupção na gestão da seção.

Para lidar com tal crescimento foi adotada uma divisão em 5 grupos, sendo eles: o grupo de extração de dados, responsável por todas as extrações e duplicações de dados, um grupo especializado em crimes contra vulneráveis, como crianças e adolescentes, idosos, violência doméstica, etc., um grupo especializado em homicídios, um grupo para atender delegacias e grupos especializados e um grupo para tratar especialmente as prioridades legais, apelidado de "Grupo Réu-Preso". Tal divisão possibilitou uma alta especialização, trazendo resultados com elevado grau de qualidade para cada uma das áreas.

Para coordenar o trabalho realizado entre os grupos, adotou-se a metodologia *Kanban* [3], com o auxílio da ferramenta Trello [4], em que cada requisição de exame é tratada como um cartão, e transita entre colunas que indicam seu estado, evoluindo em um quadro até sua finalização.

3.2. Projetos, Convênios, Compras e Contratos

Um dos peritos da seção formou-se especialista em projetos, convênios, compras e contratos. Ele consegue priorizar a Computação Forense, instruindo e acompanhando os processos de interesse da seção de maneira ativa e com qualidade e, por ter o conhecimento técnico necessário, elabora projetos e processos mais adequados tanto às necessidades técnicas quanto à realidade da burocracia estatal, "navegando" nos dois mundos, aumentando não só a capacidade de captação de recursos como a velocidade do andamento, taxa de sucesso e valor agregado das compras e contratos realizados.

3.3. Ordem de Serviço Regulamentando Exames

Considerando a elevada demanda de exames periciais e com o objetivo de otimizar o uso do tempo dos peritos que realizam exames em equipamentos computacionais, foi criada em 2023 uma ordem de serviço interna com o intuito de regulamentar quais exames passarão por fase de análise aprofundada por parte dos peritos e quais serão realizados sem tal fase. Neste instrumento decidiu-se por focar os esforços em realizar análise aprofundada somente em requisições relacionadas a: crimes contra vulneráveis (crimes priorizados de acordo com o Art. 158 parágrafo único do Código de Processo Penal [5]), invasão de dispositivos informáticos e crimes hediondos.

A realização de análise aprofundada em crimes contra vulneráveis se deve por, além de se tratar de um público prioritário por lei, ter em sua maioria crimes relacionados a pornografia infantil, que precisam ser tipificados em relação à produção, armazenamento e/ou compartilhamento. Tal tipificação exige conhecimentos técnicos do funcionamento interno dos dispositivos possivelmente utilizados no crime.

A escolha de analisar de forma aprofundada crimes hediondos se dá, além de sua gravidade, pelo fato de majoritariamente se tratarem de homicídios qualificados. É esperado que equipamentos de tais tipos tenham passado por tentativas de ocultação de provas por parte dos acusados e, portanto, necessitam de maior conhecimento técnico para interpretar tais evidências.

A ordem de serviço também estabelece que exames realizados sem fase de análise aprofundada acompanhem ferramenta de indexação e busca nos relatórios dos anexos eletrônicos, de modo que a autoridade requisitante possa por conta própria encontrar os indícios de crimes buscados. Da mesma forma, a ordem de serviço estabelece que não serão respondidos quesitos que não demandem conhecimentos especializados em computação forense. Desta forma quesitos do tipo "Existem evidências de tráfico de drogas?" não são respondidos, pois podem ser avaliados pela autoridade requisitante através das ferramentas e materiais entregues. A junção de tais determinações, aliado ao grande investimento em automatização permite a realização da maioria dos laudos periciais de forma bastante ágil.

Por fim a ordem de serviço também determina que sejam priorizados exames de materiais coletados por peritos criminais (seja em locais de crime ou buscas e apreensões), e que sejam realizados sem fase de análise aprofundada, de forma que a investigação tenha uma resposta mais rápida, dados os curtos prazos de inquéritos policiais, da necessidade de rápida resposta por parte da investigação e por vezes a necessidade de manter prisões preventivas.

3.4. Reorganização e Diminuição de Responsabilidades da Seção

Ao longo do tempo, tanto pelo déficit salarial previamente existente na Polícia Científica do Paraná quanto pela evasão de peritos da seção para outras áreas da instituição, houve uma redução significativa na quantidade de peritos criminais lotados na Computação Forense, sendo necessária uma reestruturação dos 4 grupos de laudos mencionados (Réu preso, Especializadas, Homicídios e Vulneráveis).

H. Galperin, M.L.V. Silva, Rev. Bras. Crim. 14(4), 499-504, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Para tornar mais enxuta a organização, e mais condizente com as novas maneiras de trabalho, em 2023 transformou-se os 4 grupos de laudos em somente dois grupos, um para elaboração de laudos com análise aprofundada e outro para elaboração de laudos sem análise aprofundada, mantendo-se o grupo para extração de dados. O Núcleo de Perícias Audiovisuais continuou também sobre o guarda-chuvas da Seção de Computação Forense. Foi criado também um grupo "virtual", contendo alguns integrantes pertencentes aos times mencionados, responsável pelo desenvolvimento e operação das ferramentas e infraestrutura da seção.

Buscou-se também reduzir as responsabilidades da seção, ao transferir a gestão da central de custódia da seção para a responsabilidade da unidade, juntamente com as outras centrais na mesma localidade, permitindo o foco da chefia nos assuntos mais pertinentes aos exames.

3.5. Da Automatização e Investimento em Desenvolvimento e Infraestrutura

Hoje a seção possui dois peritos focados majoritariamente no desenvolvimento de ferramentas, com a participação eventual de outros peritos. Junta-se a estes peritos mais dois com dedicação parcial à infraestrutura de rede, hardware e software de uso da Seção de Computação Forense.

O fruto desse investimento é o alto nível de automatização e qualidade final do trabalho realizado. Hoje todos os metadados sobre os equipamentos e suas extrações, como modelo, defeitos, tipos de desbloqueio realizado, senha, etc. são registrados eletronicamente e pesquisáveis, gerando também estatísticas, como podem ser observadas na Figura 1.

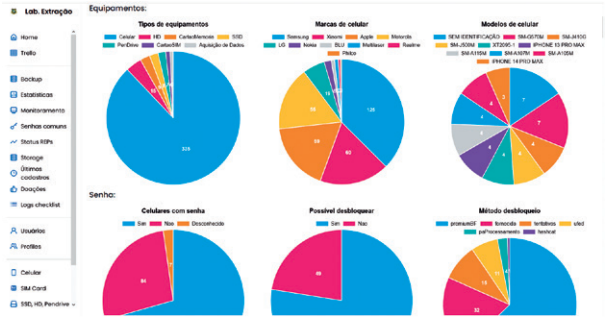


Figura 1. Captura de tela mostrando estatísticas sobre extrações.

Após a extração dos dados, toda a fase de processamento das evidências é automatizado, seja em ferramentas forenses comerciais (como Cellebrite Physical Analyzer [6] e Magnet AXIOM [7]), como ferramentas forenses de código aberto (como CgSecurity PhotoRec [8]) ou desenvolvidas internamente, como o PCP Forensics, que conta com plugins para, por exemplo, realizar transcrição de áudios por inteligência artificial e processar aplicativos móveis não suportados por outras ferramentas, como alguns desenvolvidos no Brasil.

De forma automatizada também é realizada a consolidação inteligente dos relatórios de todas as ferramentas de processamento, através da ferramenta MobileMerger, desenvolvida na seção, e a indexação dos dados para busca agilizada e visualização eficiente dos relatórios, realizado pela ferramenta FERA (Forensics Evidence Report Analyzer), também desenvolvida internamente, gerando um anexo eletrônico organizado, consolidado, de fácil compreensão e com facilidades de busca sem a necessidade de utilizar diferentes ferramentas comerciais que exigem computadores potentes para serem executadas.

Com o intuito de reduzir o tamanho do anexo eletrônico final, nesta fase também é realizada a recodificação de imagens e vídeos, utilizando-se de algoritmos mais eficientes, com mínimas perdas de qualidade (os originais podem ser solicitados caso necessário).

Ao final é gerado um pré-laudo, utilizando os metadados dos equipamentos e dados da extração, contendo boa parte de seu conteúdo pré-preenchido com textos padronizados, e é realizado o *upload* automático do anexo eletrônico resultante para a nuvem do estado, de onde o solicitante poderá baixá-lo.

Antes de tal investimento, boa parte deste processo era realizado por cada perito individualmente, enquanto algumas destas etapas seriam inviáveis sem tal infraestrutura. Sua existência eliminou gargalos nos equipamentos de cada perito, melhorou a padronização, diminuiu a necessidade de licenças de softwares, e liberou o tempo dos peritos para focar nos trabalhos que exijam a inteligência humana, além de melhorar a qualidade do resultado final.

3.6. Gestão de Métricas e Metas

Foram implementadas métricas da seção como um todo, dos grupos e métricas individuais, além das já mencionadas relacionadas às extrações de equipamentos.

Com as medições, especialmente as individuais, foi possível estabelecer uma expectativa mínima de produtividade, especificamente para os laudos sem fase de análise aprofundada, sem deixar de zelar pela qualidade. Desta maneira hoje, neste grupo, existe uma produtividade mínima exigida. Também foi possível estabelecer médias de tempos de execução de laudos com análise aprofundada, mas o desvio padrão apresentado mostrou-se significativo demais para a

criação de uma meta, desta forma decidiu-se que a avaliação de produtividade destes peritos seria realizada de forma individualizada.

3.7. Gestão de Qualidade e Padronização

A Seção de Computação Forense da Polícia Científica do Paraná sempre primou pela qualidade do trabalho efetuado. Alinhado com este pensamento, foi elaborado um plano para melhoria da qualidade dos laudos emitidos.

Os laudos com fase de análise, tanto por sua complexidade, mas também por se tratarem de crimes mais gravosos, são revisados por outro perito e assinados por ambos. Tal fato diminui as chances de erros ou inconsistências nesses laudos (sejam causadas por erro humano ou falha de ferramentas forenses).

Para todos os laudos emitidos é exigido que seja realizada uma verificação dos resultados e artefatos através de uma *checklist* eletrônica, que está em constante evolução, contendo os principais pontos críticos para que sejam identificadas falhas de cadastro, extração, processamento, dentre outras, antes da finalização do laudo. Esta *checklist* exige, por exemplo, que se ligue o celular e verifique se os aplicativos que estão no anexo eletrônico são os que estão no celular e vice-versa. Tais verificações ajudam a identificar inúmeras falhas, especialmente nas ferramentas forenses comerciais utilizadas para processamento das evidências.

Outro fator importante para a melhoria de qualidade é a padronização. Conforme citado em seção anterior, todo o processamento é realizado de forma automática (e, portanto, padronizada), e é gerado um pré-laudo, com boa parte de seu conteúdo pré-preenchido, que faz com que o formato final dos laudos sejam todos muito parecidos, com textos padronizados, e com o mínimo de erros humanos.

Apesar de ainda não implementado, o plano inclui uma revisão por amostragem dos laudos por uma equipe com grande experiência. Isso ajuda a identificar falhas de processos e necessidades de treinamentos, além de identificar possíveis pontos fortes nestes laudos, que podem ser compartilhados com todos. O resultado desta análise será anonimizado, de modo a não gerar constrangimentos aos autores dos laudos revisados.

3.8. Metodologia de Priorização e Filas de Requisições

Quando há uma demanda maior do que a capacidade produtiva, a correta priorização dos exames periciais é essencial para que o tempo investido tenha sua melhor aplicação possível. Desta forma foi criada uma metodologia de priorização padronizada para todos os exames. Entende-se que a metodologia apresentada nesta seção não é ideal, sendo apresentada na seção relativa a trabalhos futuros novas ideias que estão sendo estudadas para substituí-la.

Hoje as demandas estão divididas em três filas independentes: Fila de Vulneráveis com Análise Aprofundada, Fila Geral com Análise Aprofundada e Fila Sem Análise Aprofundada. A Fila de Vulneráveis com Análise Aprofundada contém exames com vítimas vulneráveis, priorizados pelo Art. 158, parágrafo único do Código de Processo Penal [5]. A Fila Geral com Análise Aprofundada contém todos os exames em que se faça análise aprofundada e não estejam na fila anterior. A Fila Sem Análise Aprofundada contém todos os exames a serem realizados sem análise aprofundada.

Dentro de cada uma das três filas expostas, cada exame recebe uma priorização de 0 a 10, sendo 0 o mais prioritário e 10 o menos prioritário. O mais prioritário, considerado “Urgência Máxima”, é uma classificação que somente pode ser definida a um exame pela chefia da seção, aplicado, por exemplo, em grandes casos de repercussão ou ameaças iminentes à vida.

Em segundo lugar na priorização ficam exames em que há menor infrator apreendido, seguido de quando há menor infrator envolvido (exceto quando for vítima, em que será tratado na Fila de Vulneráveis com Análise Aprofundada). Na sequência são priorizados materiais coletados por peritos criminais, para então serem priorizados exames reiterados e com prioridade legal. Entende-se como prioridade legal os exames envolvendo réus presos, réus pronunciados no tribunal do júri ou quando o exame é relacionado a crimes hediondos. Logo na sequência se prioriza exames reiterados sem prioridade legal.

Escolheu-se priorizar exames reiterados pelo fato da fila de exames ser de tamanho considerável, e possuir um número elevado de requisições extremamente antigas, aumentando o risco de realização de exames em processos arquivados ou já transitados em julgados, se fossem tratados exclusivamente por ordem cronológica. A grande falha desta metodologia é que eventualmente não são priorizados exames de relevância que não foram reiterados pela autoridade.

Na sequência da priorização são os exames não reiterados e com prioridade legal, e então o restante dos exames.

Dentro de cada priorização, o mais antigo recebe a preferência.

H. Galperin, M.L.V. Silva, Rev. Bras. Crim. 14(4), 499-504, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

3.9. Plano de Comunicação

O plano de comunicação atualmente vigente na Seção de Computação Forense, que foi inspirado na metodologia *Scrum* para gerenciamento de projetos [9], consiste primariamente em encontros curtos, frequentes e focados em remoção de impedimentos e comunicação ágil.

A ideia é que, em cada grupo, uma a duas vezes por semana (dependendo do perfil do grupo), seja realizado um encontro de até 15 minutos, no próprio local de trabalho, em que cada membro da equipe exponha seus impedimentos, ou seja, o que está fazendo com que seu trabalho não flua como deveria. Além de tais impedimentos, cada integrante apresenta a evolução de tarefas que são por natureza mais longas. Os impedimentos podem ser mitigados dentro da própria reunião, ou *a posteriori*, podendo ser com o auxílio de seus colegas, do coordenador de grupo ou escalados.

A mesma reunião é realizada entre o chefe da seção e os coordenadores de grupo, de maneira que impedimentos levantados dentro dos grupos podem ser tratados de forma rápida pela chefia, e eventuais comunicados vindos de uma cadeia hierárquica superior podem chegar a todos os servidores da seção de forma clara. A chefia da seção participa também, uma vez por semana, de uma das reuniões dos grupos, de forma alternada, de maneira que a cada 4 semanas todos os servidores tenham a oportunidade de apresentar diretamente à chefia suas ideias, opiniões ou dificuldades.

Também semanalmente a chefia marca um encontro individual com um servidor diferente, para ouvir de forma privada o que o membro da seção quiser discutir, focando em seu bem-estar psicológico, além de trazer *feedbacks* sobre o trabalho.

Por fim, foi criado um canal anônimo para que qualquer servidor possa enviar uma mensagem à chefia, sem medo de qualquer represália ou exposição, com a opção de se identificar.

Demais comunicações oficiais do dia a dia são realizadas através de reuniões específicas, sistema de mensagens instantâneas (*Mattermost* [10]) e e-mail, conforme necessárias.

3.10. Pesquisas de Clima Organizacional

Anualmente é realizada uma pesquisa de clima organizacional com todos os membros da seção, voltada aos últimos 12 meses, de forma anônima, com perguntas seguindo a escala Likert [11], com 5 pontos por questão, do “Discordo Totalmente” ao “Concordo Totalmente”, associada a um campo de texto livre para que o respondente, caso deseje, complemente sua resposta.

Tal pesquisa se inicia focada no bem-estar do servidor, passa por possíveis hostilidades no ambiente de trabalho, pela completude da infraestrutura e disponibilidade de ferramentas para realizar o trabalho, chegando numa avaliação da chefia da seção, de seu coordenador, finalizando com perguntas sobre os processos e a organização da seção.

Tais resultados têm sido valiosos para a melhoria contínua na comunicação, gestão, processos, infraestrutura, ferramental, qualidade do trabalho, dentre outros.

3.11. Desafios Futuros

Dentre exemplos de próximos passos, é possível citar o próximo grande desafio: a atualização da metodologia de priorização de exames. A ideia é dar poder aos requisitantes para que ordenem suas próprias filas de exames, baseados em critérios de seus interesses, através de um sistema na internet. Caberá à Computação Forense somente consumir tais filas de maneira balanceada, tornando o resultado de seu trabalho o mais útil possível.

Busca-se também a ampliação do quadro de servidores, tanto peritos como técnicos de perícia, para dar uma resposta mais rápida à demanda.

Outro esforço essencial, ainda em fase inicial, é a identificação, em parceria com a Polícia Civil, de quais exames que se encontram em nossas filas que não são mais necessários.

4. CONCLUSÕES

Foram apresentadas brevemente as soluções adotadas para a gestão do crescimento não só do número de servidores, mas como da demanda da Seção de Computação Forense da Polícia Científica do Paraná, de forma a possivelmente inspirar outros entes federativos a adotar ou adaptar algumas das práticas apresentadas para seus proveitos.

Graças aos processos apresentados, que estão em constante evolução, foi possível focar esforços onde se tem mais valor, obter um alto nível de automatização e padronização, obter ganhos significativos em produtividade e qualidade, além de dar visibilidade aos números da seção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] J. P. Womack; D. T. Jones. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Revised and Updated. *Free Press* (2003).

[2] A. Vrubel; A. Brondani; M. L. V. Silva; L. R. Grochocki. Modelo Matemático Para a Gestão de Recursos Humanos Baseado em Controles Estatísticos de Demanda e Produtividade. *VI Congresso de Gestão* Pública - CONSAD (2013).

[3] D. J. Anderson. Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business. *Blue Hole Press* (2010).

[4] Trello. Disponível em: https://www.trello.com/. Acesso em: 05/07/2024.

[5] Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941. Código de Processo Penal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3689.htm. Acesso em: 05/07/2024.

[6] Cellebrite Physical Analyzer. Disponível em: https://cellebrite.com/pt/cellebrite-physical-analyzer-pt/. Acesso em: 05/07/2024.

[7] Magnet AXIOM. Disponível em: https://www.magnetforensics.com/products/magnet-axiom/. Acesso em: 05/07/2024.

[8] CgSecurity PhotoRec. Disponível em: https://www.cgsecurity.org/wiki/PhotoRec. Acesso em: 05/07/2024.

[9] J. Sutherland; J.J. Sutherland. The Art of Doing Twice the Work in Half the Time. *Crown Business* (2014).

[10] Mattermost. Disponível em: https://mattermost.com/. Acesso em: 05/07/2024.

[11] R. Likert. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, v. 140, 1932, p. 1-55.

R.D.S. Monteiro, Rev. Bras. Crim. 14(4), 505-508, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 505-508, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA
Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Automatização de laudos: ferramenta de incremento para o potencial produtivo e introdução à Inteligência Artificial na Criminalística.

R.D.S. Monteiro[a]

a Instituto de Criminalística, Polícia Civil, Distrito Federal (DF), Brasil
**Endereço de e-mail para correspondência: rodrigo.silveira@pcdf.df.gov.br. Tel.: +55-61-98405-7487.*

Keywords: automatização; criminalística; Inteligência Artificial;

1. INTRODUÇÃO

O ramo da Criminalística tem como característica, assim como vários outros ramos da ciência, uma preocupação permanente com a validade e com a acurácia dos seus resultados. Inclusive, por ter se tornado um ramo autônomo e de grande importância social, passou a ter seu próprio campo de discussões epistemológicas, com postulados e regras aplicáveis às singularidades desse campo que busca validade em uma área de intersecção entre as ciências naturais e as ciências jurídicas [1].

Entretanto, essa não é mais a única preocupação atinente ao trabalho dos profissionais da Criminalística. A atual dinâmica da sociedade contemporânea – chamada por muitos de sociedade da informação e do conhecimento – é marcada pela velocidade com a qual as informações são produzidas e compartilhadas [2].

Os peritos envolvidos em casos criminais recebem pressões vindas da mídia, dos investigadores, do poder judiciário, dos familiares da(s) vítima(s) e de outros atores que, especialmente em casos de maior repercussão, anseiam por uma resposta e um fechamento na mesma velocidade em que operam as redes sociais.

A mais simplória das análises vai demonstrar que não faz sentido comparar o compromisso com o resultado que é exigido em um documento técnico em relação a publicações jornalísticas ou em mídias sociais. Essas podem errar, mudar, se retratar ou mesmo insistir no erro sem que isso acarrete responsabilidade para quem produziu a informação. No caso do perito criminal, isso pode invalidar um processo inteiro, ou colocar um inocente atrás das grades.

Mas as polícias técnicas e científicas não podem se furtar, escudadas na legítima pretensão da perfectibilidade, da busca pelo equilíbrio entre a completude e esgotamento da análise e o tempo de comunicação desse resultado. Sendo superlativo para ilustrar, um laudo que demonstre cabalmente a inocência de um acusado, 80 anos após o fato, tendo este já cumprido décadas de prisão e até falecido sem ter visto o resultado útil do processo, é por demais desarrazoado.

Nesse cenário, a automatização na produção dos laudos periciais é um elemento que pode se somar aos esforços para a redução do tempo de resposta da perícia criminal, além de ser precursora do uso da Inteligência Artificial (IA) com o mesmo objetivo.

2. AUTOMATIZAÇÃO

A diferença entre automação e automatização é sutil, porém importante. Enquanto na automação se trata de permitir a um sistema operar automaticamente, sem intervenção direta humana, na realização de tarefas, na automação se cuida de utilizar técnicas ou tecnologias para reduzir ou eliminar a intervenção humana em certas tarefas.

Essa delimitação se faz necessária, para evitar uma confusão conceitual, supondo que um laudo

R.D.S. Monteiro, Rev. Bras. Crim. 14(4), 505-508, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

possa ser criado automaticamente por um algoritmo. Antes, a ideia é que algumas tarefas do laudo, que consomem tempo e são automatizáveis, possam ser assim tratadas.

Como exemplo, as partes descritivas do laudo. Em um local de sinistro de trânsito, uma parte do laudo envolve a descrição da via – largura, tipo de pavimento, sinalização, quantidade de faixas, delimitação, condições da via, presença de iluminação pública, velocidade regulamentar, dentre outros.

Se o perito de local tiver acesso a um aplicativo *mobile* no qual ele possa selecionar tais características dentro de um menu de opções, a versão *desktop* desse mesmo aplicativo pode entregar essa descrição, na forma de texto, com base nas informações selecionadas.

O mesmo vale para as características dos veículos, avarias produzidas, trajetória dos veículos, vestígios encontrados, lesões na(s) vítima(s), ou quaisquer outros elementos descritivos no laudo, incluindo o preâmbulo com os dados da solicitação do documento e dos peritos envolvidos.

3. ANÁLISE DE CASO

Na Seção de Delitos de Trânsito do IC/PCDF, foi implementada uma iniciativa que vai ao encontro da referida proposta. Por meio do aplicativo proprietário Croqui Digital, desenvolvido por um Perito Criminal, o perito de local tem a oportunidade de escolher, dentro de uma lista, muitas das características e elementos que permitem, num momento posterior, a produção automatizada dos textos descritivos a elas associadas.

Além disso, no instante do início do exame, o aplicativo captura, automaticamente, a coordenada GPS do local, permite a inserção de informações das equipes de socorro e/ou preservação presentes, possui campos editáveis para observações e até local adequado para desenhar um croqui.

Essa iniciativa, associada a outras ferramentas de gestão, tem permitido a manutenção e até incremento da produtividade, mesmo diante de um cenário de redução do quadro de pessoal.

3.1. O aplicativo Croqui Digital

O já citado aplicativo possui uma versão mobile e uma versão de escritório. Dentre as múltiplas possibilidades para o perito de local, algumas são apresentadas nas figuras 1 e 2.

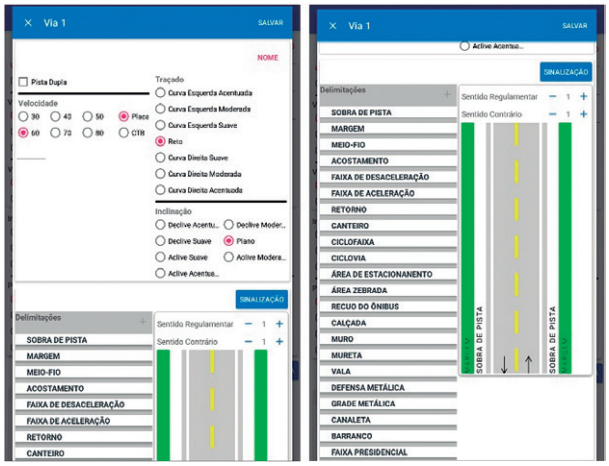


Figura 1. Características da via

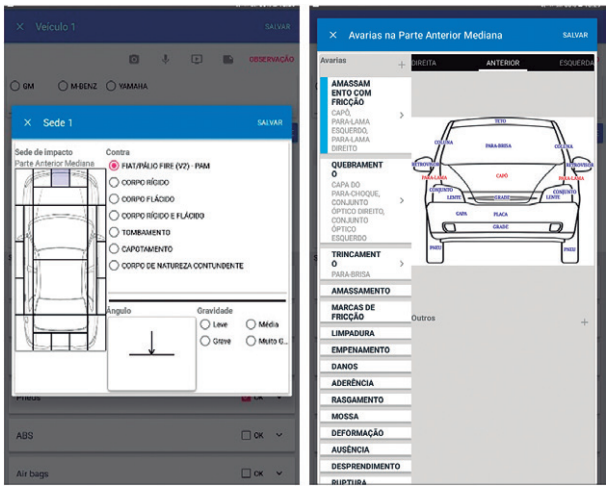


Figura 2. Danos no veículo

Feita a inserção desses dados durante o levantamento, ao acessar a versão de escritório do aplicativo, estará disponível, em formato de texto editável, a descrição do local e das avarias, conforme cadastrado.

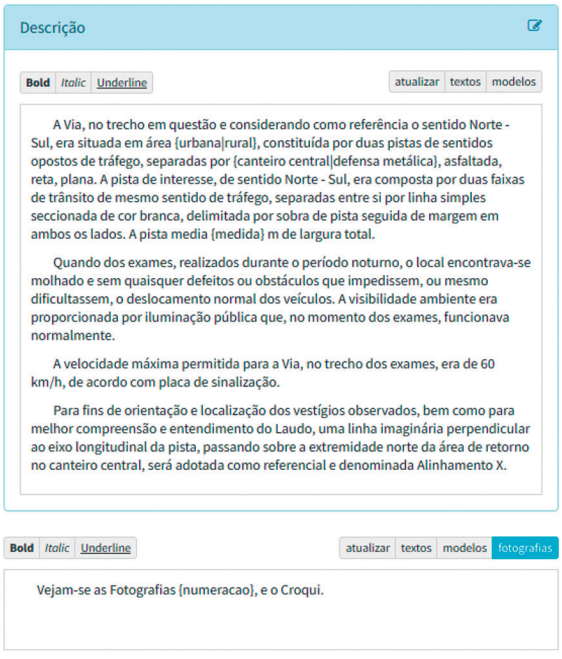


Figura 3. Texto automatizado na versão escritório

R.D.S. Monteiro, Rev. Bras. Crim. 14(4), 505-508, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

O mesmo se repete para as avarias, para o preâmbulo, o número da ocorrência policial, dados da autoridade solicitante, do perito responsável e outras informações que, amiúde, tomam um precioso tempo que pode ser melhor dedicado para a análise dos vestígios.

3.2. Produtividade

O número de laudos emitidos por ano não pode ser um número analisado de forma isolada, pois depende de muitas variáveis, incluindo o número de solicitações. Em um mundo ideal, sem nenhum crime ao longo de um ano, a perícia criminal não teria nenhum documento a produzir. No entanto, não é um dado a ser ignorado por completo.

Fazendo um recorte temporal a partir de 2012, é possível notar dois momentos de crescimento de produção de laudos em números absoluto – em 2012 e em 2020. Em ambos os anos, houve a nomeação de uma turma de peritos aprovada em concurso.

Com o número de profissionais caindo nos demais anos, em função de exonerações, cessão de servidores para outros órgãos e aposentadorias, a curva se torna descendente a partir de 2014, só voltando a crescer em 2020. Esse comportamento pode ser visto na Figura 4 abaixo.

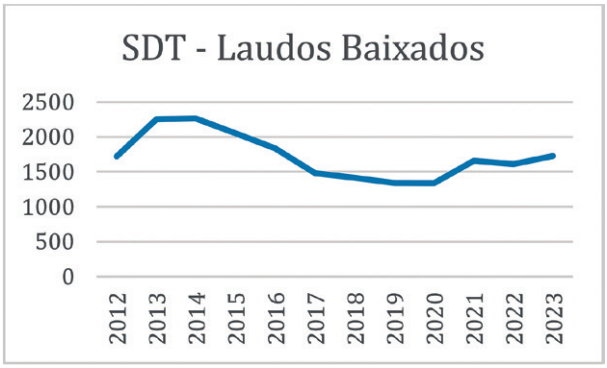


Figura 4. Produção de laudos por ano

Em que pese o aplicativo Croqui Digital ter sido disponibilizado por volta de 2015, não foi automaticamente incluído na rotina. Houve uma curva de aprendizagem e até resistência no primeiro momento. Tornou-se obrigatório o uso em local a partir de 2019, coincidindo com a nomeação da nova turma, no início de 2020.

Assim, com esses dois indicadores, houve um crescimento esperado no ano de 2020. Mas, como já dito, o número absoluto de laudos emitidos não pode ser olhado isoladamente, sob pena de distorcer a realidade.

Após o crescimento de 2020, houve uma aparente estabilidade na produção. No entanto, ocorreu nesse período um significativo encolhimento da força de trabalho. Com as movimentações de pessoal já citadas, a quantidade de peritos lotadas na seção diminuiu 27%, de 2021 a 2023. Ainda assim, o número de locais examinados aumentou em 14% e o número de laudos emitidos aumentou em 5%. Ponderando-se o incremento de produção absoluta em face da redução da força de trabalho, é possível demonstrar o aumento individual da eficiência de cada servidor em mais de 30%.

Esse incremento só foi possível com o auxílio da ferramenta de automatização de laudos, que economiza tempo em rotinas repetitivas. Não se pode omitir o fato de que várias outras iniciativas e ferramentas de gestão vêm sendo implementadas, mas a automatização é fator indispensável na construção dos números que se apresentam.

4. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Os avanços na construção de *large language models* (modelos de linguagem em larga escala) impulsionou a presença dos sistemas de inteligência artificial generativa (IAG) nas mais diversas áreas de atuação [3].

As IAGs são capazes de gerar conteúdos em linguagem natural. Para que isso ocorra, a tecnologia contempla algumas fases, dentre elas, a fase de aprendizagem de máquina, que ocorre com base em produções feitas anteriormente por humanos [4].

A automatização dos laudos é um primeiro passo que pode evoluir para o desenvolvimento de uma IAG que capture a forma de descrição dos vestígios e características encontrados nos locais examinados e, a partir do aprendizado, passar a fazê-lo com base na análise das fotografias operadas em local ou outro método de entrada.

As vantagens de uma ferramenta com essa capacidade vão além do ganho individual para cada perito, na sua rotina de trabalho. A seção inteira ganha com a homogeneização do vocabulário e forma de descrição dos achados, evitando que a estilística pessoal de cada perito cause algum embaraço para a autoridade policial ou judicial que terá o laudo como objeto de seu trabalho.

Ressalte-se que, como vem sendo dito desde o início, tanto a automatização quanto a IAG são ferramentas que podem ser utilizadas nas partes descritivas do laudo, não substituindo o perito na análise e interpretação dos vestígios, que levarão à conclusão em cada caso.

5. CONCLUSÕES

A dinâmica social contemporânea, do que se chama sociedade da informação, tem exigido respostas cada vez mais rápidas de todos os atores. Não é diferente dentro da criminalística.

Dentro desse cenário, muitas vezes ocorre uma convergência deletéria – pressão por menores prazos, aumento do número de demandas e redução do quadro de servidores. Uma das formas de atenuar esse quadro é com a automatização de algumas rotinas.

Em um laudo pericial, e outros documentos técnicos, existe uma parte que é eminentemente descritiva, que comporta uma ferramenta de automatização dos textos, reduzindo o tempo gasto pelo perito, que pode ser mais bem utilizado na análise e interpretação dos vestígios.

Uma ferramenta como essas foi utilizada na Seção de Delitos de Trânsito do IC/PCDF, elevando a produtividade de cada perito em 30%, o que permitiu manter a produção anual absoluta da seção, mesmo com a redução do quadro de servidores.

Cada pequeno ganho de tempo na produção de um laudo pode fazer uma diferença significativa no resultado final do ano e no número de pendências acumuladas, que pode gerar um passivo a longo prazo.

Essas rotinas, já automatizadas, podem no futuro ser integralmente assumidas por uma IAG, que além de fazer a descrição de elementos a partir de fotografias produzidas no local, ainda promoverão maior homogeneidade no linguajar e estilística.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] GIOVANELLI, A. Toward an epistemology of criminalistics: Deconstructing some foundational myths. Research, Society and Development, *[S. l.]*, v. 13, n. 6, p. e12213646168, 2024. DOI: 10.33448/rsd-v13i6.46168. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/46168. Acesso em: 9 jun. 2024.

[2] ALVES, C. V. O. C. Competência em informação e inteligência artificial: reflexões sobre inter-relações voltadas à construção do conhecimento. In: ALBINO, J. P; VALENTE, V. C. P. N (org.) Inteligência artificial e suas aplicações interdisciplinares. Rio de Janeiro, RJ: e-Publicar, 2023. p. 72-82. Disponível em: https://www.editorapublicar.com.br/ojs/index.php/publicacoes/article/view/791 DOI: https://doi.org/10.47402/ed.ep.c202320974201.

[3] VIEIRA, A. L. F.; DE AMORIM, M. C. Z.; CUNHA, E. Proposta de avaliação da percepção dos impactos da inteligência artificial generativa na educação superior. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E DA LINGUAGEM HUMANA (STIL), 2023, Belo Horizonte/MG. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023 . p. 403-407. DOI: https://doi.org/10.5753/stil.2023.234640.

[4] Moura Prass, R., Mügge, E., & Lentz Ribeiro Bernasiuk, H. (2023). Autoria em tempos de inteligência artificial generativa: um olhar para a produção ficcional contemporânea no Brasil. Texto Digital (FlorianóPolis, SC, Brasil), 19(2), 75–106

R.T. Dürks, J.H. Suliman, Rev. Bras. Crim. 14(4), 509-512, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 509-512, 2023
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Descentralização da atividade pericial – estatística da regionalização da perícia criminal na Regional de Criminalística de Passo Fundo, do IGP-RS, de 2004 a 2023

R.T. Dürks[a,*], J.H. Suliman[b]

a Posto de Criminalística de Passo Fundo, Instituto Geral de Perícias, Passo Fundo (RS), Brasil
b Posto de Criminalística de Santo Ângelo, Instituto Geral de Perícias, Santo Ângelo (RS), Brasil
** Endereço de e-mail para correspondência: ricardo-durks@igp.rs.gov.br. Tel.: +55-54-99151-0435.*

Keywords: IGP; criminalística; gestão; interior; histórico.

1. INTRODUÇÃO

Os exames periciais de natureza criminal são parte fundamental da persecução criminal; para tanto, devem ser realizados com eficiência. No Estado do Rio Grande do Sul, a criminalística iniciou processo de interiorização nos últimos 20 anos, levando a perícia criminal para mais próximo do seu público-alvo. Este trabalho faz um estudo de caso baseado em dados estatísticos e históricos que mostram a evolução dos serviços de criminalística na região norte do RS, capitaneada pelo Posto de Criminalística de Passo Fundo. Através do estudo pretende-se verificar a evolução na prestação dos serviços, abrindo caminho para pesquisas posteriores que possibilitem avaliar os reflexos da regionalização da criminalística no combate à criminalidade, bem como registrar documentação histórica e estimular a pesquisa deste tema em outros casos de interiorização.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. A formação do Instituto Geral de Perícias do RS

O Instituto Geral de Perícias (IGP), órgão responsável pelos serviços de criminalística, medicina-legal e identificação do Estado do Rio Grande do Sul, teve seu início como órgão de Segurança Pública com a promulgação da Constituição Estadual de 1989, que em seu art. 124 colocava em paridade hierárquica o novo órgão à Brigada Militar e à Polícia Civil, sendo o precursor no Brasil do movimento de autonomia gerencial e imparcialidade técnica exigidos pela profissão, o que ora é observado em todo o Brasil. Seus servidores, até então técnicos-administrativos lotados na Polícia Civil (mas não policiais) passaram a compor o quadro próprio da então Coordenadoria-Geral de Perícias[1], que efetivamente se tornou IGP com a promulgação da EC 19[2].

Agregados sob uma única Direção-Geral, os Departamentos de Identificação, de Criminalística e Medicina-Legal eram responsáveis pela execução de todos os serviços de perícia criminal oficial no âmbito do Rio Grande do Sul. Neste momento, o Departamento Médico-Legal e o Departamento de Identificação eram compostos de 17 (dezessete)[3] postos espalhados pelo interior, o que facilitava o acesso da população a prestação dos seus serviços. As atividades de criminalística, porém, mantinham-se sediadas exclusivamente na capital, restando os atendimentos ao interior do Estado bastante prejudicados (pois raramente acionados), impactando negativamente também nos resultados dos inquéritos policiais (que deixavam de contar com a perícia profissional e especializada, muitas vezes realizadas por peritos *ad hoc*).

1 Coordenadoria-Geral de Perícias criada via Lei 10.687/1996
2 Posteriormente alterada via ADI 2827/STF/2014 e EC 72/2016
3 Lei 10.241/1994 e Decreto 35.758/1994

R.T. Dürks, J.H. Suliman, Rev. Bras. Crim. 14(4), 509-512, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Essa situação começa a se modificar a partir de 2001, com a promulgação do Decreto 40.623, que instituiu a regionalização do Departamento de Criminalística, criando postos deste departamento nos quatro maiores municípios do interior do Estado: Caxias do Sul, Pelotas, Santa Maria e Passo Fundo. Tais postos de criminalística foram efetivamente instalados no início de 2004, com peritos criminais e fotógrafos criminalísticos recentemente aprovados no concurso de 2002.

2.2. O Posto de Criminalística de Passo Fundo

Passo Fundo é um município do Rio Grande do Sul localizado no norte do Estado, com população atual de 230 mil habitantes. Conhecida como Capital do Planalto, situa-se a 290 km da capital, Porto Alegre. Polo regional, conta com completa estrutura de Segurança Pública, entre Comando Regional da Brigada Militar, Pelotões Especiais, Batalhão de Polícia Choque, Comando Rodoviário Militar, Comando de Bombeiros Militares, Delegacia Regional de Polícia, Delegacias de Polícia Especializadas (DEAM, DHPP, DPCA e DRACO) e Delegacia Penitenciária Regional, além de entes federais da Polícia Federal e PRF.

Inicialmente recebendo a lotação de 2 (dois) peritos criminais recentemente egressos do curso de formação e 1 (um) perito criminalístico engenheiro[4] já com onze anos de experiência, o Posto de Criminalística de Passo Fundo (PDC Passo Fundo) foi instalado no início de março de 2004.

Na ocasião subordinado administrativamente ao Departamento de Perícias do Interior do Departamento de Criminalística, o PDC Passo Fundo era responsável pela realização de exames periciais em locais de morte, sinistros de trânsito, perícias mecânicas e locais de incêndio, eventualmente realizando também levantamentos topofotográficos, pesquisa de material genético e reproduções simuladas de fatos atendidos pelos peritos ali lotados. Sua área de atuação compreendia 155 municípios do norte do Estado (30% dos municípios gaúchos) que tinham população aproximada de 1,2 milhão de habitantes (11,5% da população do RS), circunscrição que basicamente perdura até o presente.

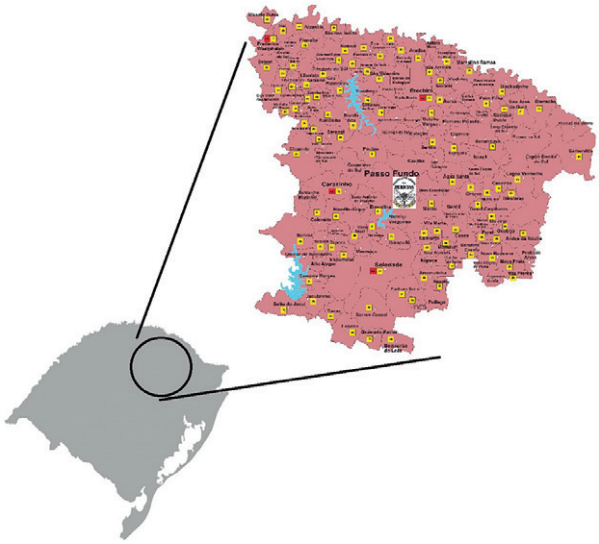


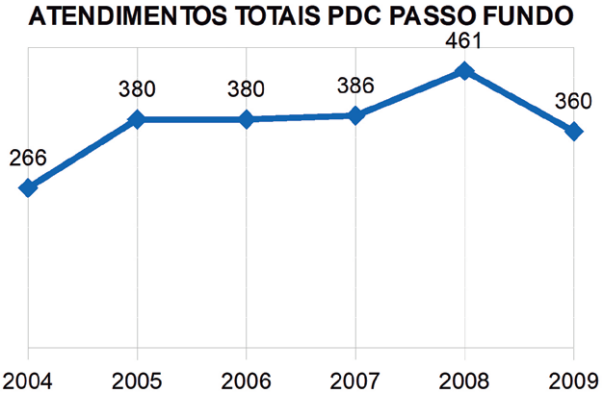
Figura 1: Posto Regional de Criminalística de Passo Fundo

Já em seu primeiro ano de atividade, o PDC Passo Fundo foi responsável pela realização de 266 atendimentos (excluindo-se exames papiloscópicos, que seguiam a cargo do Departamento de Identificação).

Em meados de 2005, ingressaram aos quadros do PDC Passo Fundo mais 1 (um) perito criminal e 2 (dois) fotógrafos criminalísticos. Ao final deste mesmo ano, devido à elevada demanda, deixou-se de atender a locais de incêndio (que voltaram a ser atendidos pela Seção de Engenharia da capital).

Em 2009, devido a ainda elevada demanda, o contínuo aumento das requisições e a perda de recursos humanos, o PDC Passo Fundo deixou de atender a perícias mecânicas, exames também supridos pela Seção de Engenharia Legal da capital.

Gráfico 1: Estatística de atendimentos PDC Passo Fundo 2004 – 2009



Em 2010, o PDC Passo Fundo recebe novos servidores: 3 (três) peritos criminais e 2 (dois) fotógra-

4 Perito José Eduardo Branco, pioneiro na interiorização da criminalística no RS, ingresso no quadro em 12/01/1993 e falecido em 02/10/2008, enquanto ainda na ativa, que realizou 37 exames periciais na região ainda no ano de 2003

fos criminalísticos. Com um quadro maior, exames na região antes repassados para equipes da capital (perícias mecânicas e locais de incêndio) voltaram a ser realizados localmente (em 2010 e 2013, respectivamente).

Ainda em 2010, foi dado um grande passo para a melhoria dos serviços prestados por todo o IGP; é promulgado o Decreto 47.657, que cria o Departamento de Perícias do Interior e as Coordenadorias Regionais, descentralizando a administração e integrando as atividades de criminalística, medicina-legal e identificação. Melhorias significativas foram observadas, com a implementação de projetos de melhoria das instalações físicas e equipamentos, adequação do uso dos insumos e dos recursos humanos, controle de produtividade, unificação e padronização de procedimentos e melhoria da comunicação entre os servidores de todas as categorias, além de parcerias com municípios e instituições universitárias e a participação mais efetiva em ações conjuntas entre os órgãos de segurança. A participação nas decisões diretivas também se torna mais eficiente, visto atribuição dos Coordenadores para envolvimento direto nos planejamentos estratégicos envolvendo suas coordenadorias.

ATENDIMENTOS POR TIPO DE CRIME

	VIDA	TRÂNSITO	PATRIMÔNIO	TOTAL
2010	240	212	8	501
2011	265	198	8	529
2012	321	214	9	628
2013	344	221	72	697
2014	306	225	74	666
2015	312	193	77	652
2016	286	189	64	578
2017	227	206	40	528
2018	226	182	40	504

* Crimes contra a vida: locais de morte, encontro de cadáver/ossada, locais e veículos atingidos por tiros de arma de fogo
* Crimes de trânsito: sinistros de trânsito e perícias mecânicas
* Crimes contra o patrimônio: locais de incêndio, veículos incendiados, locais de roubo com explosivos (a partir de 2018)

Tabela 1: Estatística de atendimentos PC Passo Fundo 2010 – 2018

2.3. A instalação do Posto Avançado de Criminalística de Erechim

Em 2017 foi realizado o terceiro concurso para provimento de vagas do Instituto Geral de Perícias. Com o ingresso de novos servidores, a partir de então foi possível atender a uma reivindicação antiga de parte da população da região norte do RS: a instalação de um Posto Avançado de Criminalística em Erechim.

Erechim é uma cidade situada mais ao norte, distante 80 km de Passo Fundo, 15ª economia do RS, com população de 100 mil habitantes no município, mas polo de uma microrregião de 230 mil pessoas.

Com a parceria da prefeitura municipal cedendo instalações adequadas às atividades, ao final de 2018 foram lotadas 2 (duas) equipes compostas por peritos criminais e técnicos em perícias que, sob a coordenação e apoio do Posto de Criminalística de Passo Fundo, passaram a atender com mais agilidade aos casos ocorridos em Erechim e demais 40 municípios de suas cercanias.

Tabela 2: Estatística de atendimentos PC Passo Fundo 2019 - 2023

ATENDIMENTOS POR TIPO DE CRIME – PC PASSO FUNDO

	VIDA	TRÂNSITO	PATRIMÔNIO	TOTAL
2019	170	95	44	370
2020	191	113	39	382
2021	179	120	33	416
2022	201	125	47	430
2023	199	129	48	319

* Crimes contra a vida: locais de morte, encontro de cadáver/ossada, locais e veículos atingidos por tiros de arma de fogo
* Crimes de trânsito: sinistros de trânsito e perícias mecânicas
* Crimes contra o patrimônio: locais de incêndio, veículos incendiados, locais de roubo com explosivos

Tabela 3: Estatística de atendimentos PC Erechim 2019 - 2023

ATENDIMENTOS POR TIPO DE CRIME – PC ERECHIM

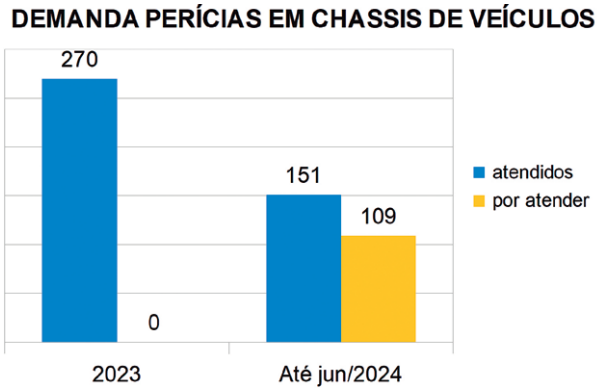
	VIDA	TRÂNSITO	PATRIMÔNIO	TOTAL
2019	30	43	18	100
2020	46	32	15	101
2021	51	44	12	115
2022	91	60	30	193
2023	79	53	22	164

* Crimes contra a vida: locais de morte, encontro de cadáver/ossada, locais e veículos atingidos por tiros de arma de fogo
* Crimes de trânsito: sinistros de trânsito e perícias mecânicas
* Crimes contra o patrimônio: locais de incêndio, veículos incendiados, locais de roubo com explosivos

2.4. Aprimoramento da interiorização de serviços

Na esteira do ingresso de novos servidores, foi possível, a partir de 2023, a abertura dos serviços de perícias de identificação de chassis veiculares, cuja grande demanda até então realizadas pela capital. Com a instalação deste serviço, perícias desta natureza passaram a ser realizadas com mais celeridade, dando maior eficiência às investigações policiais e devolvendo mais rapidamente os bens aos seus proprietários.

Gráfico 2: Exames de chassis de veículos 2023 – jun/2024



Segundo Coelho (2013), na descentralização do serviço público ocorre uma transferência de responsabilidade do centro para a periferia, dentro de um mesmo nível de governo. Neste contexto, a descentraliza-

ção das atividades periciais viabilizou à organização responder mais rapidamente às condições locais, permitindo o processo tornar-se mais ágil e exigir menos fluxo de requisições entre os níveis hierárquicos.

Apesar do já alcançado, outros serviços ainda carecem de interiorização, como perícias ambientais, testes de armamentos e identificação de drogas. O ingresso de novos peritos criminais de especialidades diversas viabilizará o atendimento de exames periciais até então centralizados na capital.

A descentralização das atividades periciais do IGP é uma realidade e caminho sem volta. O fortalecimento dos postos do interior trazem reflexos positivos para a sociedade, com agilidade no atendimento e maior eficiência aos inquéritos policiais, resultando em melhor resposta no combate à criminalidade.

3. CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou um histórico do processo de descentralização das atividades de criminalística no Estado do RS, demonstrando sucintamente os resultados, os obstáculos encontrados no caminho e as perspectivas futuras.

A instalação do Posto de Criminalística de Passo Fundo, do IGP-RS, ocorrida em 2004, trouxe a perícia criminal para mais próximo do seu público-alvo, tornando a persecução criminal mais eficiente. Neste 20 anos, foram 10.376 exames realizados, de modo profissional e especializado, qualificando a investigação criminal e com reflexos positivos para o combate à criminalidade.

Este trabalho abre caminhos para a realização de pesquisas semelhantes em outros postos de criminalística, bem como o estudo da real correlação entre a interiorização dos serviços de perícia criminal e o resultado dos inquéritos e nos processos criminais.

Sugerimos, ainda, um estudo mais aprofundado de quais exames periciais são viáveis de interiorização em relação ao custo-benefício (balística, exames laboratoriais, informática, documentoscopia, perícias ambientais), além daqueles que já se mostraram eficientes quanto a descentralização (local de morte, exames em chassis e perícias mecânicas em veículos).

REFERÊNCIAS

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO RS. **Constituição Estadual de 1989**. Disponível em www.legis.rs.gov.br. Acesso em julho/2024

_____. **Emenda Constitucional 19 de 16/07/1994**. Disponível em www.legis.rs.gov.br. Acesso em julho/2024

_____. **Emenda Constitucional 72 de 07/04/2016**. Disponível em www.legis.rs.gov.br. Acesso em julho/2024

IBGE. **Dados estatísticos dos municípios**. Disponível em https://cidades.ibge.gov.br/. Acesso em julho/2024

L. K. C. COELHO. **Unidades Técnico-Científicas da Polícia Federal: um estudo de caso do processo de descentralização da perícia criminal federal**. *Dissertação de Mestrado* – Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas (2013).

RIO GRANDE DO SUL (Estado). **Decreto nº 35.758 de 27/12/1994**: Aprova o Regimento Interno dos Institutos de Criminalística, Medicina-Legal e Identificação. Disponível em www.legis.rs.gov.br. Acesso em julho/2024

_____. **Decreto nº 40.623 de 12/02/2001**: Estabelece nova divisão territorial para o Instituto-Geral de Perícias. Disponível em www.legis.rs.gov.br Acesso em julho/2024

_____. **Decreto nº 47.657 de 13/12/2010**: Estabelece nova divisão territorial para o Instituto-Geral de Perícias. Disponível em www.legis.rs.gov.br. Acesso em julho/2024

_____. **Lei Complementar nº 10.241 de 15/08/1994**: Dispõe sobre a contratação de servidores da perícia oficial. Disponível em www.legis.rs.gov.br Acesso em julho/2024

_____. **Lei Complementar nº 10.687 de 09/01/1996**: Dispõe sobre a organização da Coordenadoria-Geral de Perícias (…). Disponível em www.legis.rs.gov.br. Acesso em julho/2024

SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL. **Ação Direta de Inconstitucionalidade nº 2827 de 16/09/2010**. Disponível em https://redir.stf.jus.br. Acesso em julho/2024

J.L.M. Oliveira, Rev. Bras. Crim. 14(4), 513-517, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 513-517, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

A Perícia Criminal: Efetividade, Justiça e Imparcialidade no Sistema de Justiça Criminal

J.L.M. Oliveira

Setor Técnico Científico da Polícia Federal em Minas Gerais

Keywords: Perícia Criminal; Justiça; Efetividade; Igualdade Processual; Investigações Criminais.

APRESENTAÇÃO

A Perícia Criminal através de sua atuação, construindo provas cientificamente robustas e confiáveis, garante a um só tempo, maior efetividade da persecução penal, promove a eficiência e o alcance da justiça e também a igualdade processual, já que como atividade pública e de Estado ela deve atender, com o mesmo rigor técnico, tanto ao rico e poderoso, quanto ao pobre subjugado. Entretanto é necessária a discussão de questões que impactam a sua plena e autônoma atuação, sendo objetivo claro dessa apresentação suscitar essa discussão no seio da Perícia Criminal. Tal desiderato indica a preferência para que a discussão ocorra na forma de apresentação oral, de modo a incentivar o debate acerca das ideias aqui apresentadas.

1. INTRODUÇÃO

A redemocratização do Brasil e a promulgação da Constituição de 1988 impuseram a primazia de direitos e garantias individuais, tais como o direito de se calar durante o interrogatório policial, o direito de não produzir prova contra si mesmo, direito a um julgamento justo e à preservação da incolumidade física da pessoa. Isso passou a exigir da polícia evolução nos seus métodos de trabalho e de investigação criminal (KANT DE LIMA, 1995).

Ao mesmo tempo, a criminalidade cresceu e, de uma forma ou de outra, atinge todo o país. Brasileiros, entrevistados em pesquisas de opinião pública, apontam a violência como o principal problema do país (VIOLÊNCIA..., 2007). Assim, no Estado Democrático de Direito é preciso conciliar o respeito aos direitos humanos com uma investigação eficaz dos crimes, de forma a levar os seus autores aos tribunais e garantir um julgamento justo.

Nesse contexto, a perícia criminal adquire ainda maior relevância, como o segmento responsável pela produção da prova material e promoção da justiça por meio de seu trabalho, do conhecimento científico e de inovações tecnológicas aplicadas à investigação dos crimes. Assim, em se tratando de igualdade de direitos, e considerando que a justiça e um julgamento justo é um direito de todos, também todos teriam que ter direito a uma perícia de qualidade.

2. EFETIVIDADE DA PERSECUÇÃO PENAL

A persecução penal, que inclui a investigação, o julgamento e a punição dos crimes, depende fortemente da qualidade das evidências apresentadas. A perícia criminal fornece as bases para essas evidências por meio de análises detalhadas e imparciais de cenas de crime, materiais e comportamentos. A coleta e a interpretação precisas de provas científicas, como DNA, impressões digitais, balística, levantamento de locais de crime, vestígios digitais ***e análises de substâncias químicas, aumentam significativamente as chances de identificar os autores dos crimes e de construir*** provas sólidas contra eles.

Diariamente são publicadas notícias e informações que demonstram como a perícia promove a efetividade da persecução penal: notícia publicada pelo jornal "O Globo" em 27 de janeiro de 2013, foi destacado o papel crucial da perícia na resolução do caso da tra-

J.L.M. Oliveira, Rev. Bras. Crim. 14(4), 513-517, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

gédia da boate Kiss, onde o trabalho dos peritos foi fundamental para determinar as causas do incêndio e identificar os responsáveis. Da mesma forma, a revista "Veja" relatou em 15 de agosto de 2019 a importância da análise de DNA na identificação de um suspeito em um caso de homicídio em São Paulo, permitindo à polícia solucionar um crime que havia permanecido sem resposta por anos.

A utilização de técnicas periciais avançadas, como a modelagem computacional, a análise de vídeo e a reconstrução de cenas de crime, permite aos peritos criminais reconstruir eventos com alta precisão. Esses métodos fornecem uma compreensão detalhada das circunstâncias que cercam um crime, auxiliando na identificação de suspeitos, na determinação da dinâmica do crime e na exclusão de hipóteses alternativas, evitando a culpabilização de inocentes.

3. PROMOÇÃO DA JUSTIÇA E DA IGUALDADE PROCESSUAL

A perícia criminal é um instrumento essencial para a promoção da justiça. Ao fornecer evidências objetivas e cientificamente embasadas, a perícia ajuda a evitar condenações injustas e a garantir que os verdadeiros culpados sejam responsabilizados. A precisão e a imparcialidade das análises periciais são fundamentais para assegurar que as decisões judiciais sejam baseadas em fatos verificáveis, reduzindo assim a margem para erros judiciais.

Do mesmo modo da seção anterior, diariamente vemos notícias e informações que atestam a assertiva: o programa "Fantástico" da TV Globo exibiu uma reportagem em 10 de abril de 2022 sobre a revisão de condenações errôneas baseadas em provas forenses mal interpretadas, destacando como a perícia correta pode reverter injustiças e libertar inocentes. Do mesmo modo, artigo do jornal "Folha de S.Paulo" de 12 de setembro de 2020 discutiu como a perícia em balística foi decisiva para a absolvição de um réu que havia sido falsamente acusado de um crime violento, isso são apenas exemplos em meio a centenas de casos.

Nesse talante, a perícia contribui também para a transparência e a confiança no sistema de justiça. Quando as provas apresentadas em um tribunal são claras, convincentes e cientificamente validadas, aumenta-se a confiança do público nas decisões judiciais. Isso é particularmente importante em casos complexos ou de alta repercussão, onde a opinião pública e a mídia podem influenciar as percepções sobre a justiça.

4. CASOS EXEMPLARES DE PERÍCIA NO BRASIL

Tomemos como exemplo casos de repercussão nacional como o assassinato da Juíza Patrícia Aciolli no Rio de Janeiro e do Promotor de Justiça Francisco José Lins do Rego em Minas Gerais, caso em que este perito atuou na realização das perícias durante toda a investigação. Nesses casos, por se tratarem de altos funcionários da justiça, da grande repercussão midiática e da consequente comoção social, se aplicaram todas as boas regras de execução da investigação criminal que funcionou de forma integrada à perícia, tendo sido obtidos em ambos os casos excelentes resultados para a investigação criminal e a persecução penal. No caso da juíza Patrícia Acioli, no Rio, houve um trabalho pericial exemplar: foram periciados o local, o carro onde ela estava e o corpo, e analisados dados de mais de três milhões de celulares. Foi a partir desses dados que a polícia provou o envolvimento de três policiais militares e o planejamento do crime.

"Quando a máquina se esforça para funcionar, aparecem as respostas. Mas o crime envolvendo a juíza não foi tratado como mais um. O problema é fazer a máquina funcionar independentemente do CPF." (Erlon Reis, Diretoria da Associação de Peritos do Rio, JORNAL O GLOBO, 24/11/2009).

Na mesma linha, lê-se a fala do Professor Jorge da Silva: "Na verdade, apurar ou não apurar os crimes depende dos atores envolvidos. Se se trata de vítima das camadas altas ou considerada importante por alguma razão, a grita é geral, e o Governo e a polícia têm que se mobilizar, eventualmente concentrando todos os seus recursos na apuração e na prisão dos culpados, sendo exemplo emblemático deste fato o assassinato em 2002 do jornalista Tim Lopes, da Rede Globo de Televisão. Se se trata de centenas de pobre-coitados da periferia mortos em apenas um mês, o normal é que pouco se fale, e que a já imensa lista de 'homicídios de autoria desconhecida' aumente indefinidamente." (DA SILVA, 2005).

Por outro lado, é preciso questionar o porquê de, em geral, não ser utilizado o mesmo aparato e metodologia na investigação, quando o crime ocorre na periferia pobre da cidade e não apresenta nenhuma repercussão midiática. A justificativa para isso, normalmente, é a falta de recursos (MISSE, 2010; VARGAS et al, 2010). Entretanto, é preciso que se busquem meios para que o atendimento atinja um padrão único, não importando a repercussão midiática ou a relevância social da vítima.

J.L.M. Oliveira, Rev. Bras. Crim. 14(4), 513-517, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Como segundo exemplo, temos um caso ocorrido em Betim, Minas Gerais, nos anos 90. Uma jovem grávida foi assassinada. A única testemunha era o seu namorado, que estava com ela e levou um tiro no braço. As investigações realizadas não envolveram uma perícia, muito menos uma reprodução simulada dos fatos. Acabaram sendo presos quatro rapazes que, segundo a polícia, teriam confessado o assassinato. Os indivíduos, que nada tinham a ver com o crime a eles imputado, foram condenados e começaram a cumprir pena. Entretanto, depois de reabertas as investigações, ficou provado que o próprio namorado da jovem havia atirado nela e, em seguida, disparado a arma contra o seu próprio braço.

Nesse caso, uma simples entrevista com um perito medianamente capacitado seria suficiente para lançar fortes suspeitas sobre o rapaz. Ele (o assassino) certamente não saberia estabelecer a distância do tiro dado pelos bandidos em seu braço. Em sua versão, o trajeto interno do projétil dificilmente casaria com a trajetória (externa) do mesmo a partir do cano da arma, ou da posição do atirador, ou seja, seria praticamente impossível para o atirador relatar as circunstâncias do tiro como se outro elemento o tivesse praticado.

Em junho de 2013, ocorreu um caso de grande repercussão na mídia, impressa, televisiva e nas redes sociais: o caso da jovem Tainá. A garota foi encontrada morta depois de haver sido estuprada próximo a um parque de diversões no Paraná. Quatro jovens, funcionários do parque, foram acusados do crime e mantidos presos durante dezoito dias, período em que teriam sido torturados por policiais para confessarem o crime. Após a "confissão", entretanto, foi emitido laudo pericial em DNA encontrado na vítima, indicando que o mesmo (DNA) não era compatível com nenhum dos rapazes presos, que então foram soltos, enquanto os policiais estão respondendo por crime de tortura.

Essa é mais uma ocorrência como provavelmente ocorrem dezenas ou centenas pelo Brasil afora todos os dias, demonstrando o despreparo policial e o descaso com que é tratada a investigação criminal e, especialmente, a perícia técnica no Brasil.

É fácil encontrarmos diversas situações que ilustram essa discussão. No próprio local onde foi encontrado o corpo de Prefeito de Santo André, Celso Daniel, crime até hoje sem solução definitiva na justiça, observou-se um total despreparo quanto à preservação do local. Nas imagens divulgadas, há uma enorme quantidade de pessoas: policiais, transeuntes, imprensa, curiosos, todos ali, dentro do perímetro em que poderia ser encontrada uma grande quantidade de vestígios.

Todas essas situações demonstram a necessidade de uma reavaliação do modelo de investigação criminal, sobretudo se garantindo maior protagonismo da Perícia Criminal contribuindo para a melhoria nos processos envolvidos de modo a se minimizar a ocorrência de situações desse tipo e possibilitar melhorias nos resultados da investigação criminal.

5. IMPARCIALIDADE DA PERÍCIA E A INFLUÊNCIA DA PERCEPÇÃO COGNITIVA

A imparcialidade é um pilar fundamental da perícia criminal, essencial para garantir a justiça e a equidade processual no sistema judiciário. No entanto, a objetividade necessária em análises periciais pode ser comprometida por fatores subjetivos relacionados à percepção cognitiva dos indivíduos que realizam essas análises. Este capítulo explora como a percepção cognitiva, moldada por experiências e programações históricas da vida de um profissional, pode interferir na imparcialidade em contextos forenses, especialmente quando profissionais não especializados em perícia, como fiscais de renda, fiscais ambientais e investigadores de polícia, assumem responsabilidades periciais.

A Percepção Cognitiva e suas Implicações

A percepção cognitiva refere-se ao processo pelo qual um indivíduo interpreta e compreende o ambiente e as diversas situações. Este processo é profundamente influenciado por uma série de fatores psicológicos e sociais, incluindo crenças pessoais, experiências vividas, aprendizado e expectativas futuras. Esses fatores moldam a maneira como um indivíduo percebe a realidade, o que pode levar a interpretações **subjetivas** de eventos e evidências.

Quando falamos de perícia criminal, a percepção cognitiva pode resultar em viés cognitivo, quando o profissional pode inconscientemente direcionar certas conclusões que se alinham com suas expectativas ou experiências de vida. O viés resultante pode ser particularmente problemático em contextos em que a imparcialidade seja crucial para a determinação correta dos fatos, como na **perícia criminal**.

Essa situação pode ser observada especialmente em casos envolvendo profissionais não especializados em Perícia Criminal:

Ultimamente tem se tornado comum a nomeação ou a atribuição de atividades periciais a Servidores Públicos que não sejam Peritos Oficiais. Fiscais de

renda, fiscais ambientais e investigadores de polícia, por exemplo, desempenham papéis essenciais na aplicação da lei e na manutenção da ordem pública. No entanto, quando esses profissionais assumem funções periciais sem a devida formação e especialização, o risco de comprometimento da objetividade e precisão das análises forenses aumenta significativamente.

Por exemplo, um fiscal ambiental com forte convicção ambientalista pode interpretar evidências de maneira a favorecer ações punitivas contra cidadãos ou empresas supostamente desmatadores ou poluidoras, mesmo quando as evidências não sejam conclusivas. Da mesma forma, investigadores de polícia envolvidos em um caso de longa duração podem desenvolver vieses ou preconceitos contra suspeitos, influenciando perigosamente a maneira como interpretam as evidências coletadas.

Por isso entre as estratégias para diminuir o risco de vieses, um dos passos mais importantes é a divisão de tarefas. Isto justifica claramente a existência de uma categoria exclusiva, dedicada, treinada e devidamente "distanciada" e isenta em relação aos processos de investigação, fiscalização ou operação envolvidos na investigação dos crimes.

Estratégias para Garantir a Imparcialidade

Para mitigar o impacto da percepção cognitiva na perícia criminal, é essencial adotar estratégias que promovam a objetividade e reduzam o viés cognitivo. Algumas dessas estratégias incluem:

1. **Divisão de Tarefas**: **Separar as funções investigativas das funções periciais** pode reduzir conflitos de interesse e promover uma análise mais objetiva das evidências. Isso envolve designar tarefas periciais a especialistas independentes que não estejam envolvidos diretamente na investigação.
2. **Revisão por Pares**: Implementar um sistema de revisão por pares nas análises forenses pode ajudar a identificar e corrigir potenciais vieses. A **revisão** por profissionais independentes garante uma avaliação adicional das conclusões e dos métodos utilizados.
3. **Protocolos Estritos**: Estabelecer **protocolos rigorosos para a coleta, análise e interpretação de evidências** pode limitar a influência de percepções subjetivas. Esses protocolos devem ser baseados em padrões científicos reconhecidos e seguidos meticulosamente por todos os profissionais envolvidos.
4. **Treinamento e Educação Contínua**: Profissionais envolvidos em tarefas periciais devem receber **treinamento regular sobre a importância da imparcialidade** e sobre técnicas para minimizar vieses cognitivos. A educação continuada pode ajudar a atualizar os profissionais sobre as melhores práticas e desenvolvimentos recentes na área forense.

Todos os dispositivos citados, estão comumente presentes na cultura e nos processos de trabalho dos Peritos Criminais.

7. CONCLUSÃO

A perícia criminal é componente essencial e de vital importância no sistema de justiça criminal. Sua contribuição para a efetividade da persecução penal, a promoção da justiça e a igualdade processual não pode ser subestimada. Através de métodos científicos rigorosos e imparciais, a perícia fornece as bases para a tomada de decisões justas e devidamente fundamentadas na realidade fática, com base científica. Assim, temos o fortalecimento da confiança do público no sistema de justiça e assegurado que os princípios de justiça e igualdade sejam respeitados. À medida que as tecnologias e métodos forenses evoluem, a importância da perícia no panorama jurídico moderno tende a crescer, reafirmando seu papel central na busca pela verdade e pela justiça.

AGRADECIMENTOS

À Associação dos Peritos Criminais Federais, pelo apoio, à Polícia Federal pelo longo aprendizado aqui experimentado e à Associação Brasileira de Criminalística – ABC pela oportunidade e apoio concedido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KANT DE LIMA, Roberto. **A Polícia da Cidade do Rio de Janeiro: Seus dilemas e paradoxos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Forense, 1995.

OLIVEIRA, J. L. M. **A importância da perícia na investigação criminal**. *Monografia* - Academia Nacional de Polícia e Fundação Getúlio Vargas, 2005.

OLIVEIRA, J. L. M. **Perícia e Investigação Criminal: Uma proposta de melhoria no Modelo Organizacional**. *Dissertação de Mestrado* - EBAPE - Fundação Getúlio Vargas, 2013.

Tragédia da boate Kiss. O Globo, 27 de janeiro de 2013.

Análise de DNA em caso de homicídio em São Paulo. Veja, 15 de agosto de 2019.

Revisões de condenações errôneas. Fantástico, TV Globo, 10 de abril de 2022.

Perícia em balística. Folha de S.Paulo, 12 de setembro de 2020.

Perícia independente na defesa de um acusado. Estadão, 18 de novembro de 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Relatórios e estudos sobre segurança pública**, 2021.

CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA (CNJ). **Dados sobre resoluções de casos criminais**, 2021.

VIOLÊNCIA é o principal problema do país para 31% dos brasileiros. Folha Online, 24 mar. 2007. Disponível em: https://www.folha.uol.com.br. Acesso em: 20 de abril de 2013.

v. 14, n. 4, p. 518-520, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

A PRÁTICA DA OUVIDORIA DA POLÍCIA TÉCNICA NOS GRANDES EVENTOS NA BAHIA

A.M.M. Simões[a], E.F. Santos[a], M.A. Ribeiro[a], W.M.S. Filho[a]

[a] *Ouvidoria, Departamento de Polícia Técnica do Estado, Bahia (BA), Brasil*
Endereço de e-mail para correspondência: ouvidoria@dpt.ba.gov.br. Tel.: +55-71-3116-8600.

Keywords: Ouvidoria, Gestão, Grandes Eventos, Polícia Técnica, DPT.

1. INTRODUÇÃO

A Ouvidoria é um órgão estratégico de controle instituído com a finalidade de viabilizar o exercício da cidadania e controle social nas instituições. Tem como função primordial intermediar as relações entre os usuários de serviços públicos, adotando as medidas necessárias ao exercício dos direitos junto aos órgãos e entidades a que estão vinculadas [1].

A atuação da ouvidoria atende o disposto no art. 37, parágrafo 3º da Constituição que determina ao Poder Executivo, observada as disposições legais, a instituir e manter serviços de atendimento às manifestações dos cidadãos, especialmente os usuários dos serviços públicos e garantir espaços, mecanismos e instrumentos de participação e controle social sobre sua atuação e serviços ofertados à população [3].

Considerando que o diálogo entre o cidadão e o órgão público se dá de modo contínuo, a ouvidoria se materializa como um instrumento que promove a participação do cidadão de maneira direta, por e-mail, telefone ou presencial.

A atividade pericial na Bahia é realizada desde 1905, quando foi criado o Instituto Médico Legal Nina Rodrigues, e ao longo dos anos vem crescendo tanto em estrutura física quanto em atuação. Em 1910 foi a vez do Instituto de Identificação Pedro Mello, seguido do Instituto de Criminalística Afrânio Peixoto, o Laboratório Central de Polícia Técnica e, por fim, a Diretoria do Interior criada em 2004 [5].

A Perícia Criminal tem função de Estado no contexto do sistema judiciário, tendo a missão de servir a sociedade com a produção da prova material e identificação civil. No Brasil o Código de Processo

Penal (CPP) é o principal dispositivo legal que fundamenta o trabalho pericial. A Perícia tem muitos desafios a serem superados todos os dias, buscando a agilidade e qualidade do serviço prestado à sociedade [6].

A Ouvidoria do Departamento de Polícia Técnica – DPT foi instituída pela Portaria Nº0553/2018/DPT, com o objetivo atuar na interlocução entre a instituição e os usuários [7]. Atuando como uma instância de controle e participação social, e subordinada diretamente a Diretora Geral, tem a finalidade de aprimorar a gestão do DPT, melhorar os serviços prestados, facilitar o acesso e a defesa dos direitos dos usuários interno e externo, por meio da interlocução com as unidades internas da instituição e da análise e tratamento de manifestações classificadas de acordo a tipologia, como: reclamação, denúncia, elogio, sugestão, informação e solicitação referente aos serviços prestados à população, como também pela disponibilização das informações sobre assuntos ligados à atuação e funcionamento do DPT, inclusive, de forma a atender as determinações da Lei de Acesso à Informação (Lei Federal Nº 12.527/2011 e Lei Estadual Nº 12.618/2012) [8, 9, 10].

Os possíveis conteúdos das manifestações são uma demonstração de que a ouvidoria tem papel importante no controle social e na efetiva participação popular na Administração Pública.

As ações da Ouvidoria devem ser pautadas em princípios éticos, transparência e imparcialidade, de

forma a garantir respostas as manifestações recebidas, assegurando ao cidadão a oportunidade na participação da gestão púbica.

Considerada como importante instrumento auxiliar para planejamento e tomada de decisões, o foco da atuação das ouvidorias é exatamente o aperfeiçoamento da prestação do serviço público em obediência do princípio da eficiência e uma forma de concretizar o direito fundamental à boa administração.

O Brasil é reconhecido, mundialmente, não somente por seu potencial econômico, turístico, diversidade cultural e riquezas naturais, mas também por sua capacidade de organizar eventos de grandes proporções. A realização de Grandes Eventos no Brasil sempre foi uma questão em evidência [2].

No entanto, em 2013, o país entrou, definitivamente, para a elite internacional dos países realizadores de Grandes Eventos. Em 2013, a International Congress and Convention Association 2 , divulgou um estudo no qual o Brasil obteve o 5º maior crescimento na realização de Grandes Eventos na comparação com o ano anterior, terminando aquele ano, na 7ª posição no ranking [2,4].

A consolidação do crescimento veio a ocorrer nos anos seguintes, com a realização de Grandes Eventos de repercussão internacional e que se sucederam, a exemplo: Jornada Mundial da Juventude 2013; Copa das Confederações Federação Internacional de Futebol Associado (FIFA) Brasil 2013; Copa do Mundo FIFA Brasil 2014; Jogos Olímpicos Rio 2016; Copa América FIFA Brasil 2019 [4].

A Bahia, por sua vez, realiza inúmeros eventos de grande repercussão (políticos, culturais, religiosos, econômicos, esportivos, comemorativos e/ou extraordinários) tanto na Capital quanto em cidades do interior**.**

O Carnaval, maior evento popular do planeta, é considerado evento de grandes proporções, nos quais pese o caráter eventual, e faz parte no cotidiano da vida dos brasileiros e, sobretudo, na rotina das forças de segurança pública nas mais diversas cidades do país, bem como Micareta e Festejos Juninos, entre outros [2].

Para serem classificados como tal, os eventos requerem características peculiares, tais como: dimensão, duração, quantidade/grau de importância dos participantes, atuação de estruturas governamentais, assim como outras variáveis específicas [2].

Portanto, o planejamento realizado pelas ISPs, para a realização de um grande evento, se apresenta como uma tarefa complexa, que requer um conjunto de medidas para além das ações de segurança pública convencionais. Desse modo, a realização de Grandes Eventos exige das forças de segurança pública uma resposta peremptoriamente episódica: a segurança desses eventos deve ser planejada e executada com base em um modelo de gestão que valorize, principalmente, a integração interinstitucional como dinamizadora dos processos existentes.

Diante deste desafio, a Ouvidoria do DPT com o objetivo de promover ações que visam integrar o exercício da cidadania e proporcionar ao cidadão maior participação nos serviços periciais, elaborou o plano de ação, através de um estudo piloto em consonância com as diretrizes da instituição para os Grandes Eventos em 2024.1, com o objetivo de registrar as manifestações que ocorram; aplicar pesquisa de satisfação dos usuários; tratar e acompanhar as manifestações; divulgar e informar sobre o acesso dos serviços da Ouvidoria do DPT; QR Code nos postos e na Instituição, respondido após atendimento ou formulários físicos; elaborar relatórios.

2. METODOLOGIA

A ação da Ouvidoria iniciou-se em dezembro de 2023, com uma reunião de briefing, etapa fundamental para o planejamento e a elaboração do estudo piloto no primeiro semestre de 2024. Naquele momento, foram avaliados os objetivos gerais e específicos do projeto, com a finalidade de identificar os principais pontos que precisavam ser esclarecidos. Após aprovação, o projeto começou a ser estruturado e elaborado questionário para ser aplicado nos eventos: Expo Segurança Salvador, Carnaval de Salvador, Expo Segurança Feira de Santana, Micareta de Feira de Santana, Festejos Juninos e Canta Bahia. De acordo a metodologia aplicada, a pesquisa caracterizou-se como quantitativa exploratória e descritiva, por acessibilidade com o objetivo de estabelecer prioridades a serem identificadas e comunicadas aos gestores, para que as transformem em conhecimento e ações, assim como para o aprendizado sobre problemas práticos na execução de um trabalho. O instrumento de coleta de dados foi composto por um total de 6 perguntas, sendo uma aberta e cinco fechadas e, elaborado utilizando o Microsoft Forms e o Google Forms software que permite auditorias e a geração de um link contendo o questionário on-line, para autopreenchimento. O instrumento de coleta de dados pôde ser respondido por questionário impresso, computador ou pelo celular.

4. CONCLUSÕES

Durante os eventos foram realizadas pesquisa de satisfação e escuta ativa, que irão subsidiar a elaboração de protocolos da Ouvidoria, conforme quadro abaixo:

Eventos	Números de Questionários/Escuta ativa aplicados
Expo Segurança Salvador	153
Carnaval de Salvador	114
Expo Segurança Feira de Santana	76
Micareta de Feira de Santana	13
Festejos Juninos e Canta Bahia	366

Tendo como base o estudo piloto foram identificadas e estabelecidas ações que irão subsidiar a execução dos serviços periciais nos grandes eventos;

- Desenvolver ações educativas e práticas sobre a Ouvidoria do DPT;
- implementar o Sistema de Ouvidoria e Gestão Pública para automatizar os processos e tornar a gestão de manifestações mais ágil;
- indicar ao usuário todos os caminhos disponíveis para entrar em contato, bem como promover o uso da Ouvidoria na instituição, destacando quais canais estão disponíveis para o recebimento de manifestações, dando preferência para aqueles em que o atendimento é mais eficiente. Por exemplo: e-mail; telefone. Além de informar os meios, destacando outros pontos para que o atendimento seja eficiente, como horário de funcionamento e prazos de resposta;
- ampliar os canais para o recebimento de manifestações, tais como ; Atendimento presencial; Formulário no site; WhatsApp;
- fortalecer a integração entre os servidores;
- melhorar a visibilidade da instituição;
- verificar a adequação da alimentação dos servidores durante os grandes eventos
- rever a estrutura, dimensionamento e localização dos postos de trabalho.

5. AGRADECIMENTOS

Aos servidores da Ouvidoria pela dedicação e comprometimento na realização do trabalho.

A Diretoria Geral do Departamento de Polícia Técnica da Bahia, pelo apoio incondicional na realização dos projetos nos grandes eventos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] B. R. Bioni. *et al* - *Coletânea de Artigos da Pós-graduação em Ouvidoria Pública*, Cadernos Técnicos da Controladoria Geral da CGU/ Controladoria – Geral da União – Brasília. 6 - 69 (2022).

[2] M. C. Anjos. *A Gestão da Informação na Segurança Pública para Grandes Eventos no Estado da Bahia* Universidade Federal da Bahia - Instituto de Ciência da Informação - Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação - Mestrado em Ciência da Informação, (2021).

[3]. BRASIL – Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Senado Federal, 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm.

[4]. O. A. S. Junior. *et al* – Brasil – *Os Impactos da Copa do Mundo 2014 e das Olimpíadas 2016*, Epapers, Brasil (2015) 21 – 40.

[5]. BAHIA - Secretaria da Segurança Pública. Departamento de Polícia Técnica. Planesp: Plano Estratégico (2019).

[6].BRASIL – Código de Processo Penal. Artigo 158 do Decreto Lei nº. 3.689 de 03 de Outubro de 1941. Disponível em: https://www.planalto.gov.br.c-civil_03/decreto-lei/del3689.htm.

[7]. BAHIA – Secretaria da Segurança Pública.

Departamento de Polícia Técnica. Portaria nº. 0553/2014/DPT (2019).

[8] BAHIA - Ouvidoria Geral do Estado**.** *Cartilha da Ouvidoria* acesse em: https://www.ba.gov.br/ouvidoria/sites/site-oge/files/migracao_2024/arquivos/File/CARTILHADAOUVIDORIA.pdf

[9]. BRASIL - Lei Federal nº. 12.527, 18 de Novembro 2011, Senado Federal**,** *Lei de Acesso à Informação*. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm .

[10]. BAHIA -. Lei Estadual nº 12.618, 28 de Dezembro de 2012, *Lei de Acesso à Informação*. Disponível em: https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=249288.

v. 14, n. 4, p. 521-524, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Função Social da Perícia Criminal Oficial: Ferramenta Essencial à Justiça e Garantia dos Direitos Humanos

F.R. de Albuquerque[a,*], R.T. de Albuquerque[b] , L.G. Bernardes[a]

[a] *Instituto de Criminalística, Departamento de Polícia Técnico Científica, Amazonas (AM), Brasil*
[b] *Escola de Direito, Universidade do Estado do Amazonas, Amazonas (AM), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: fabiolarodriguespc@gmail.com. Tel.: +55-92-98116-5498.*

Keywords: órgãos *periciais; reestruturação; relevância social; grupos vulneráveis; gestão pericial; tratados internacionais.*

1. INTRODUÇÃO

Pensar a função social da perícia significa refletir sobre um modelo de justiça criminal mais efetivo, justo e inclusivo. A sociedade brasileira não pode mais tolerar a sua histórica sujeição a órgãos de justiça documentadamente violadores dos direitos básicos e humanos de acusados e vítimas.

Justifica-se o presente artigo diante da histórica violência e ineficiência do sistema de investigação e justiça criminal, fato este que tem gerado condenações do Brasil em âmbito internacional e nacional.

O problema está em averiguar como deve a Perícia Criminal Oficial avançar na reestruturação que lhe é devida, de um perito exclusivamente auxiliar da justiça, a um perito inserido em um órgão independente com autonomia administrativa, financeira e técnico-científica.

Assim, o objetivo do artigo está em buscar elementos para entender a Perícia Criminal Oficial como função essencial à justiça, dada sua relevância social e jurídica.

Também é objetivo de análise da perícia enquanto garantidora dos direitos humanos dos acusados e vítimas, tendo em vista a sua essencialidade para o sistema de justiça criminal quando há vestígios.

A metodologia utilizada na pesquisa será a dedutiva, a buscar decompor e analisar o problema apresentado e interpretá-lo com base nas normas jurídicas e decisões judiciais internas e externas, sendo o procedimento metodológico realizado por meio da pesquisa bibliográfica.

No primeiro título se investigará a relevância social e jurídica da Perícia Criminal que tem por consequência sua essencialidade não só procedimental, mas para um julgamento justo, imparcial e equidistante.

Por sua vez, no segundo título, o foco será em entender como a perícia atua garantindo direitos humanos diante das determinações do ordenamento jurídico nacional e internacional, assim como sua restruturação com base nestas premissas.

2. A FUNÇÃO SOCIAL DA PERÍCIA ENQUANTO FUNÇÃO ESSENCIAL À JUSTIÇA

A base da função social da Perícia Criminal é exercer uma função essencial à justiça, notadamente a de elucidação da materialidade e autoria quando a infração criminal deixar vestígios.

Em matéria criminal, é indiscutível pressupor que não há justiça independente e imparcial sem a garantia aos acusados de que a produção de provas contra eles será igualmente independente e imparcial.

Ou seja, assegurar autonomia técnico-científica aos peritos oficiais, bem como independência ao órgão pericial, são garantias voltadas à concretização dos compromissos internacionais de direitos humanos, de modo a garantir o cidadão acusado de que o juiz ou tribunal fundamentarão suas decisões em provas não contaminadas por influências externas, a incluir o próprio Estado acusador.

Os Direitos Humanos são inseparáveis da noção contemporânea do Estado de Direito e a equidistância da perícia criminal das partes, acusador e acusado, bem como do investigado e julgador, é uma função essencial à justiça de um Estado garantidor dos direitos básicos e inerentes aos seres humanos.

Neste ponto se sobressai a relevância social e, por consequência, jurídica, da perícia criminal enquanto órgão estatal: garantir a imparcialidade e equidistância na produção das provas técnicas em um modelo de justiça criminal que almeja ser justo.

Tal relevância se demonstra clara quando o Conselho Nacional de Direitos Humanos em Brasília aprovou a Resolução nº 15, em 7 de junho de 2024, dispondo sobre a "garantia da autonomia técnico-científica, funcional e administrativa dos órgãos centrais de perícia oficial de natureza criminal dos estados e do Distrito Federal" [1].

Pode-se, sem dúvidas, afirmar que tal garantia consubstancia uma exigência ao Estado acusador que, quando há vestígios, as partes em um processo penal têm direito não só a uma prova pericial oficial, mas uma que seja realizada por peritos autônomos e independentes em sua atividade técnico-científica.

Ou seja, da relevância social da perícia criminal extrai-se um direito qualitativamente configurado. É indissociável o direito à prova pericial de sua produção por um órgão autônomo e independente.

Do contrário, dissocia-se o Estado acusador do Estado Democrático de Direito. A perícia oficial é um órgão de Estado e não de governo, sua atividade não se submete aos anseios de governos, e, sim, serve ao Estado de Direito enquanto função essencial à justiça.

A Resolução nº 15 deixa claro que a perícia oficial é um órgão de Estado quando, em seu parágrafo primeiro do artigo 2.º, dispõe que "a autonomia referida neste artigo consiste na ausência de interferências políticas ou administrativas na realização das perícias, na coleta de vestígios, na formação do convencimento ou na conclusão do laudo pericial dos peritos oficiais de natureza criminal [...]", bem como determina em seu artigo 3.º que "As autoridades públicas devem promover medidas legislativas e administrativas para garantir a autonomia técnico-científica, administrativa e funcional dos órgãos de perícia oficial de natureza criminal".

A literatura jurídica, em sua maior parte, apenas ressalta sobre a prova pericial os direitos que o acusado tem sobre a prova produzida ou a produzir, como por exemplo, "manifestar-se sobre a prova, podendo requerer nova perícia, sua complementação ou esclarecimento dos peritos; indicar assistente técnico, que elaborará parecer sobre a perícia realizada" [2].

Entretanto, ainda que o meio jurídico ainda veja a perícia oficial e os peritos somente como auxiliares da justiça, claramente a sociedade e o Estado avançaram para alçá-la a órgão essencial à justiça, seja em âmbito nacional ou internacional.

Tal fato é inequívoco quando em condenações internacionais e nacionais, o Estado brasileiro é conclamado a estruturar os seus órgãos periciais de forma autônoma e independente dos órgãos de investigação criminal – Caso Favela Nova Brasília perante a Corte Interamericana de Direitos Humanos e ADIN 2.943 perante o Supremo Tribunal Federal, por exemplo.

Assim, a função e relevância social da perícia oficial está em garantir aos sujeitos de direito, sejam os acusados ou vítimas, que as provas técnico-científicas serão imparciais e equidistantes, livres de influências políticas ou outras pressões externas, atuando como função essencial à justiça de um Estado de Direito e não mero auxiliar de um Estado acusador.

3. A PERÍCIA ENQUANTO GARANTIA DOS DIREITOS HUMANOS

O trabalho pericial é relevante não apenas em seu fim de examinar vestígios, mas especialmente no contexto de garantias criminais dos acusados, uma vez que os Direitos Humanos elevaram os nacionais a sujeitos de direito internacional.

O exercício de uma função essencial à justiça deve ser analisado à luz dos direitos humanos e não apenas sob a ótica procedimental do trabalho técnico-científico. A exemplo da garantia judicial de independência e imparcialidade dos Tribunais, prevista tanto na Declaração Universal de Direitos Humanos (artigo 10) [3], quanto em âmbito regional no Pacto de San Jose da Costa Rica (artigo 8.º, 1) [4], não será possível o cumprimento de tal garantia sem que a investigação e justiça criminal estejam apoiadas em sólidas bases periciais.

Por outro lado, a função social da perícia enquanto função essencial à justiça e garantia dos direitos humanos é um dever fundamental do Estado no âmbito interno constitucional e um compromisso firmado pelo Brasil nos tratados de direitos humanos.

Uma das características dos direitos humanos é a sua indivisibilidade e não devem ser interpretados de forma isolada. Não se pode, então, falar de direitos humanos dos acusados sem incluir as estruturas estatais que os amparem, isto é, sem, por exemplo, compreender que a estrutura legal dada à perícia interage diretamente com a inviolabilidade dos direitos humanos, outra característica essencial de tais direitos.

Também não se pode negligenciar a relevância da perícia oficial para a garantia dos direitos humanos das vítimas de crimes, em especial vítimas em situação de vulnerabilidade na sociedade, como crianças e mulheres, ou ainda, vítimas de torturas.

A reparação civil das vítimas, por exemplo, é importante garantia para torná-las indene, ou seja, sem a mácula deixada pelo crime sofrido. Muitas das vezes, a vítima não é capaz de produzir prova pericial dos vestígios diante de sua vulnerabilidade, sendo a perícia oficial realizada em razão do crime a única prova que ela terá para buscar outras instâncias de reparação, situação comum na violência doméstica e familiar contra mulher.

Em crimes de tortura por parte de agentes estatais, um órgão pericial independente e autônomo permite a elucidação de tais crimes nos quais a violência é estatal, a garantir o direito de todos de não ser torturado, direito humano consagrado nacional e internacionalmente.

Este é um bom exemplo para demonstrar que uma perícia oficial atrelada ao Executivo e seus órgãos de investigação criminal, são uma garantia de impunidade, como legado pelo passado brasileiro.

Aliás, no "Protocolo Brasileiro Perícia Forense no Crime de Tortura" destaca-se que "A autonomia política, administrativa e financeira dos órgãos periciais, associada a um protocolo brasileiro como aqui considerado e à ação conjunta com os organismos de controle externo, pode motivar a superação cultural e profissional-funcional da prática do crime de tortura no Brasil" [5].

Não há como não concluir que a perícia serve ao Estado de Direito e não ao Estado acusador como garantia dos direitos humanos dos envolvidos nos crimes (acusado e vítima), se ela é convocada a elucidar inclusive, crimes praticados pelo Estado contra seus nacionais como no caso da abjeta tortura.

E, claramente, uma perícia oficial pensada como garantidora dos direitos humanos é também um instrumento de superação da cultura institucional e histórica de violação dos direitos humanos no Brasil, em especial nos órgãos que atuam no sistema de justiça criminal.

A garantia dos direitos humanos é uma obrigação nacional e internacional do Brasil e, como afirma Trindade "o direito internacional e o direito interno conformam um todo harmônico: apontam na mesma direção, desvendando o proposito comum de proteção da pessoa humana" [5].

Por conseguinte, a reestruturação dos órgãos periciais no Brasil não pode se desviar da premissa de que os órgãos jurisdicionais, sejam internos como o STF ou externos como a Corte Interamericana, chegaram à conclusão de que a justiça criminal é injusta quando a perícia oficial não é independente e autônoma, senão, o resultado será, como sempre o foi, violação de direitos humanos de todos os envolvidos no crime (acusado e vítimas).

Nessa mesma lógica, não há de se falar em garantias de direitos humanos utilizando a perícia criminal como ferramenta, sem que haja, além da garantia de autonomia técnico funcional, investimentos em melhorias nas condições de trabalho dos peritos criminais oficiais.

Destaque-se novamente que, a perícia oficial como órgão de Estado, necessita de uma política de Estado para tanto, uma vez que "sua autonomia" é condição indispensável para que seus agentes possam orientar seus recursos de acordo com condições necessárias e condizentes com suas atividades periciais. Isto é, as possibilidades de manutenção e ampliação das capacidades de uma perícia técnico-científica autônoma devem ser conduzidas de acordo com as necessidades de seus serviços, e não orientadas por interesses eleitoreiros ou de grupos partidários específicos" [6].

Quando se pensa o conceito de melhoria nas condições de trabalho, vem em mente estrutura física e tecnológica, geralmente. Porém, o pensamento deve fundir-se em duas frentes, sendo uma delas baseada nas estruturas, e a outra na saúde ocupacional dos profissionais que atuam na área.

Pensar em justiça passa, também, por não negligenciar a integridade física e psicológica daqueles que atuam para a sociedade. Os direitos humanos dos peritos, sejam em relação à sua integridade pessoal ou sua condição de trabalhador público, também são componentes cruciais para os direitos humanos, especialmente dada sua atuação em um ambiente de risco e, muitas vezes, insalubre, sem contar as condições propicias ao silencioso adoecimento psíquico.

Deste modo, a reestruturação de perícia oficial com base no modelo internacional e interno de proteção da pessoa humana deverá ter por base o tripé de recursos físicos, financeiros e humanos preparados para, enquanto função essencial à justiça, garantir que os direitos humanos das vítimas e acusados, sejam devidamente respeitados em razão do trabalho pericial.

4. CONCLUSÕES

Fala-se muito da mudança do sistema inquisitorial para o acusatório, sem se atentar para o fato de que a perícia não mais serve ao sistema acusatório apenas como auxiliar da justiça.

A Perícia Criminal Oficial é um órgão que, dada a atual conjectura internacional e nacional de direitos humanos, produz provas técnico-científicas neste contexto de proteção da pessoa humana.

Tal função não condiz com a de um mero auxiliar, mas de uma função essencial à justiça, imparcial e equidistante das partes para um sistema criminal justo. O perito não trabalha para o Estado acusador, nem para a defesa, e, sim, para o Estado de Direito, declinando seus saberes sobre a materialidade e autoria quando há vestígios para que se possa garantir um julgamento justo baseado em evidências.

Dado o histórico de violência institucional da política brasileira, vinculada e subordinada aos efêmeros interesses governamentais, tanto a jurisdição nacional e internacional vem determinando ao poder público que reconheça e estruture os órgãos periciais com autonomia e independência para garantir os direitos humanos dos envolvidos.

Tal fato é um reconhecimento da essencialidade da Perícia Criminal Oficial ao sistema de justiça criminal. Essencial não apenas para produzir provas técnico-científicas, mas, principalmente para garantir que, com suas provas produzidas com autonomia e independência, livre de coações ou pressões externas e indevidas, os cidadãos e partes de um processo criminal podem confiar em seus resultados e, por consequência, em um juízo justo por parte dos Tribunais.

Afinal, as provas produzidas são oriundas de um órgão estatal (Perícia Criminal Oficial), contudo, são provas que possuem a qualidade de terem sido produzidas por peritos autônomos e independentes em suas conclusões técnico-científicas.

O Estado Democrático de Direito, base do Estado acusador, tem o dever fundamental de garantir que seus órgãos periciais tenham estas prerrogativas, seja como um direito dos acusados, bem como das vítimas, de modo que uma prova pericial livre de interesses escusos é, em si, um direito humano.

Enfim, obrigatoriamente a reestruturação dos órgãos periciais deve ser concretizada tendo-os como uma função essencial à justiça, garantindo-se assim que os direitos humanos dos que são partes em um processo criminal que depende de elucidação em um laudo pericial, sejam devidamente respeitados por esta nova estrutura, autônoma e independente dos órgãos de investigação criminal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE DIREITOS HUMANOS. *Resolução nº 15 de 7 de junho de 2024*. Retirado em 20/06/2024, de https://www.gov.br/participamaisbrasil/resolucao-autonomia-das-pericias.

[2] A. Lopes Júnior. *Direito Processual Penal*. 19ª edição. São Paulo. SaraivaJur, 2022.

[3] NAÇÕES UNIDAS. *Declaração Universal dos Direitos Humanos*. Retirado em 20/06/2024, de https://www.ohchr.org/en/human-rights/universal-declaration/translations/portuguese?LangID=por.

[4] ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS. *Convenção Americana de Direitos Humanos, Pacto de San Jose da Costa Rica*. Retirado em 20/06/2024, de https://www.cidh.oas.org/basicos/portugues/c.convencao_americana.htm.

[5] A. A. C. Trindade. *Tratado de Direito Internacional dos Direitos Humanos*. Volume 1, 2.ª edição. Porto Alegre: Sergio Antonio Fabris Editor, 2003.

[6] F. Medeiros *et al*. Relatório sobre a autonomia da Perícia Técnico-Científica no Brasil. Retirado em 05/07/2024, de https://library.fes.de/pdf-files/bueros/brasilien/16396-20200811.pdf.

Não Identificado, Rev. Bras. Crim. 14(4), 525-530, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 525-530, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA
Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Panorama das Publicações Científicas sobre Padronização de Laudos Periciais: uma Revisão Bibliométrica

Emiliano Luiz Neto[a,b,*], Anselmo Rafael Cukla[c]

[a] *Coordenadoria de Comunicação e Cerimonial, Superintendência da Polícia Técnico-Científica, Goiânia (GO), Brasil*
[b] *Universidade Federal de Goiás, Aparecida de Goiânia (GO), Brasil*
[c] *Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: NãoIdentificado.*

Keywords: Análise Bibliométrica, Padronização de Laudos, Perícia Criminal, Ciências Forenses.

1. INTRODUÇÃO

O laudo pericial é a peça técnica por meio da qual o perito oficial apresenta os resultados de seus exames para o Poder Judiciário e outras partes interessadas. Trata-se de um relatório imparcial dos exames realizados, descrevendo os métodos científicos aplicados, os resultados alcançados e conclusões obtidas, com o objetivo de responder questões técnicas em processos ou investigações criminais [1]. Apesar de cada situação criminosa ser diferente uma da outra, questões básicas de um mesmo tipo de ocorrência podem ser generalizadas, possibilitando que a forma de apresentação destes resultados seja padronizada [2]. Em um exame de local de furto em residência, por exemplo, o perito avalia possíveis arrombamentos, escaladas, subtração de bens, e a presença de impressões papilares ou vestígios biológicos, sendo raros os casos em que há análises muito destoantes destas.

A ciência forense, por ser lastreada em metodologia científica, tem a capacidade de conferir muita robustez à investigação criminal, trazendo provas ao processo que podem ser decisivas na identificação de suspeitos, na absolvição de inocentes e na garantia de que a justiça seja feita. Compreendendo que algumas das principais características das ciências são a repetibilidade e a reprodutibilidade dos resultados [3], a falta de padronização dos laudos periciais pode se mostrar como um grande obstáculo neste quesito, comprometendo a consistência e a confiabilidade dos laudos [4]. Apesar deste ser um dos maiores desafios de qualquer órgão de perícia oficial do país, ao mesmo tempo, padronizar a estrutura e métodos de escrita dos laudos representa uma das maiores oportunidades para a modernização e aprimoramento das práticas forenses.

A importância da padronização pode ser compreendida a partir de vários ângulos. Primeiramente, a variabilidade na formatação e no conteúdo dos laudos periciais dificulta a comparação entre casos e a análise de tendências criminais, além de possibilitar falhas na apresentação de evidências no tribunal [5]. A revisão e auditoria dos laudos não padronizados tornam-se tarefas mais complexas e demoradas, exigindo mais tempo e recursos para garantir a qualidade e identificar erros [6]. Esta inconsistência também compromete a criação de programas de treinamento, resultando em um maior tempo de adaptação e maior chance de erros por parte de novos peritos [7].

Ademais, a ausência de padrões uniformes pode resultar em disparidades dentro de um mesmo órgão, afetando a credibilidade dos laudos periciais e, consequentemente, reduzindo a confiança do sistema judiciário e demais interessados [8]. Além disso, a falta de padronização sistematizada da escrita dos laudos, dificulta uma futura elaboração destes documentos em forma automatizada, aumentando a dependência de procedimentos manuais e suscetíveis a erros humanos [9]. A gestão do conhecimento também é prejudicada, dificultando a coleta, organização e utilização eficien-

Não Identificado, Rev. Bras. Crim. 14(4), 525-530, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

te das informações em bancos de dados, por exemplo, sendo que a incompatibilidade de informações nos sistemas afeta a cooperação entre diferentes entidades envolvidas nas investigações, reduzindo a eficiência geral para solucionar crimes [10].

Para ilustrar os problemas levantados, pode-se imaginar dois casos relacionados a uma série de crimes. Laudos com diferentes formatos podem fornecer detalhes variados sobre a cena do crime e as evidências, levando a diferentes conclusões e dificultando a correlação entre os casos e a formação de um processo robusto contra um suspeito. A padronização garantiria que todos os laudos contivessem as mesmas seções e tipos de informação, facilitando a análise cruzada de dados e a identificação de padrões, especialmente em investigações complexas, permitindo a comparação entre casos [11], além de contribuir para um julgamento mais justo, garantindo que todos os laudos contenham informações consistentes e detalhadas [12].

Em 2009, o *National Research Council*, nos Estados Unidos da América (EUA), emitiu um documento de extrema importância que aborda a padronização e outras necessidades da ciência forense [13]. O relatório identifica diversos problemas e oferece recomendações para melhorar a qualidade das análises periciais, destacando-se a necessidade de padronizar procedimentos e laudos para garantir consistência e confiabilidade das provas nos tribunais.

O documento ainda aponta que, embora existam esforços isolados para estabelecer padrões, a implementação generalizada e obrigatória continua deficiente, sendo que os laudos periciais deveriam incluir caracterizações claras das limitações das análises realizadas, incluindo medidas de incerteza e estimativas de probabilidade, sempre que possível, mas que estes elementos fundamentais para permitir uma avaliação crítica dos resultados pelos tribunais, raramente estão presentes.

Em resumo, a padronização dos laudos periciais é uma necessidade urgente para melhorar a qualidade, consistência e credibilidade das práticas forenses. A implementação de padrões uniformes, a adoção de normas internacionais, a formação contínua e a superação da resistência à mudança são passos essenciais para alcançar este objetivo. A padronização não apenas facilita a análise e comparação de dados, mas também fortalece a confiança do público e do sistema judiciário nas evidências forenses, contribuindo para a eficácia das investigações criminais e, consequentemente, para a justiça.

Neste contexto, este artigo tem como objetivo realizar uma revisão bibliométrica das publicações científicas sobre a padronização de laudos periciais, utilizando a ferramenta Bibliometrix para analisar as bases de dados *Scopus* e *Web of Science*. As palavras-chave utilizadas na busca, foram: "*standardization*", "*standard*", "*standardising*", "*forensics*", "*forensic*", "*criminal*", "*report*" e "*reporting*", junto a operadores booleanos. Esta revisão visa mapear as principais tendências, identificar lacunas na literatura e destacar as contribuições mais relevantes para a padronização de laudos periciais. Ao final, espera-se que este estudo forneça uma visão abrangente do estado atual da padronização na ciência forense e ofereça recomendações práticas para a implementação de padrões mais consistentes e eficazes, além de uma base sólida para entender o estado atual da padronização de laudos periciais, ajudando a guiar futuras pesquisas e iniciativas na área.

2. METODOLOGIA

Este estudo segue a metodologia PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), uma diretriz amplamente utilizada para a realização de revisões sistemáticas [14], em uma abordagem exploratória e tem como objetivo realizar uma revisão bibliométrica das publicações científicas relacionadas à padronização de laudos periciais, utilizando a ferramenta Bibliometrix para analisar artigos provenientes das bases de dados *Scopus* e *Web of Science*. A escolha dessas bases de dados busca abranger a maior quantidade possível de pesquisas sobre a padronização de laudos periciais.

A revisão bibliométrica é uma ferramenta utilizada para explorar a evolução da pesquisa em um campo específico e analisar grandes volumes de dados científicos, mapeando as principais tendências, autores influentes e áreas emergentes que necessitam de maior investigação [15]. Seu objetivo é gerar um panorama quantitativo da produção científica acerca de determinado tema, auxiliando pesquisadores a traçar estratégias e identificar lacunas a serem exploradas e, diferentemente da revisão bibliográfica/qualitativa, não possui foco na interpretação aprofundada do conteúdo dos artigos.

Para a coleta de dados, foram utilizadas as palavras-chave e operadores booleanos *("standardization" OR "standard" OR "standardising") AND ("forensics" OR "forensic" OR "criminal") AND ("report" OR "reporting")*, tanto nas bases de dados da *Scopus* quanto da *Web of Science*. Essas palavras-chave foram escolhidas para capturar de maneira abrangente os artigos que discutem a padronização

Não Identificado, Rev. Bras. Crim. 14(4), 525-530, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

em contextos forenses e criminais, incluindo diversas variações do termo "padronização" para garantir uma busca exaustiva. A coleta de dados foi realizada no dia 24 de junho de 2024, e foram extraídos na forma de arquivos eletrônicos no formato BibTeX, com extensão ".bib", abrangendo todo o período de publicações existentes (1967 a 2024), a fim de garantir a análise das informações desde o início do debate acerca do tema.

Durante o tratamento dos dados no aplicativo RStudio (versão 2024.04.1+748), as informações foram filtradas para remover duplicatas entre as bases de dados, e as colunas nulas foram excluídas para evitar a eventual propagação de erros. A análise dos dados foi realizada na ferramenta Biblioshiny, um pacote R fornecido pelo Bibliometrix, que permite o estudo bibliométrico e a visualização dos dados de forma interativa [16]. Os resultados em relação à quantidade de artigos serão apresentados na Tabela 1, abaixo.

Tabela 1. Resultados das buscas nas bases de dados.

Bases de dados	*Scopus*	*Web of Science*
Seleção inicial	220	68
Arquivos duplicados	42	
Seleção final	246	

Conforme observado na Tabela 1, acima, foram localizados 220 artigos na base de dados da *Scopus* e 68 artigos na base de dados da *Web of Science*, dos quais o Bibliometrix identificou que 42 estavam duplicados entre as bases de dados. Na seleção final, restaram 246 artigos cujos dados bibliométricos foram analisados no Biblioshiny e os resultados serão discutidos adiante.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da análise bibliométrica realizada com o auxílio da ferramenta Biblioshiny, foi explorada a identificação do número de publicações por ano, permitindo visualizar tendências temporais na pesquisa, além das principais fontes (periódicos) que publicam sobre o tema, dos autores mais relevantes e das colaborações entre instituições e países. A ferramenta também possibilitou a análise de redes de colaboração, mapeando as interações entre autores, instituições e países, identificando os principais núcleos de pesquisa e as colaborações internacionais, assim como a análise de citações, permitindo identificar os artigos mais citados, revelando quais estudos tiveram maior impacto na área e analisar as referências citadas nos artigos, ajudando a identificar as bases teóricas e metodológicas mais influentes no campo.

Quanto à análise temporal de publicações sobre o tema, mostrou-se clara a tendência de crescimento, principalmente a partir do ano de 2001, alcançando o ápice em 2023, refletindo um crescente interesse e reconhecimento da importância da padronização na ciência forense. Este aumento pode ser visualizado na Fig. 1, que apresenta a distribuição temporal das publicações.

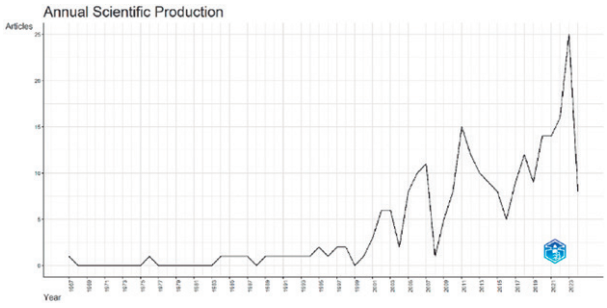


Figura 1. Produção científica anual, extraída da ferramenta Biblioshiny.

Vale ressaltar que a pesquisa explorou os dados apenas até o primeiro semestre de 2024, não sendo possível afirmar que já houve qualquer tendência de queda neste ano.

Identificou-se, ainda, os principais periódicos que publicam artigos sobre a padronização de laudos periciais, dentre os quais destacam-se o "*Forensic Science International*" e o "*Journal of Forensic Sciences*", além dos principais autores e países, que têm um papel central na disseminação de pesquisas na área, conforme ilustrado pelas Fig. 2, que mostra a contribuição de cada periódico em termos de número de artigos publicados; Fig. 3, que mostra os principais autores; e Fig. 4, que mostra os diferentes países que contribuem para a pesquisa na área, com destaque para EUA, Reino Unido e Espanha, seguidos de perto pela Alemanha, Austrália e Itália. O Brasil, com aproximadamente 2,3% do total de publicações, encontra-se entre os 10 países com maior produção na área, demonstrando o avanço e empenho da comunidade científica brasileira em contribuir para o desenvolvimento e a padronização dos laudos pericSiais.

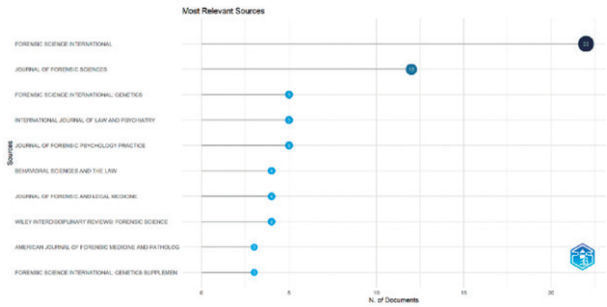


Figura 2. Principais periódicos, extraída da ferramenta Biblioshiny.

Não Identificado, Rev. Bras. Crim. 14(4), 525-530, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

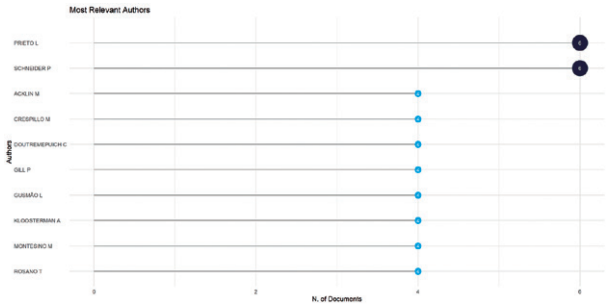


Figura 3. Autores mais relevantes, extraída da ferramenta Biblioshiny.

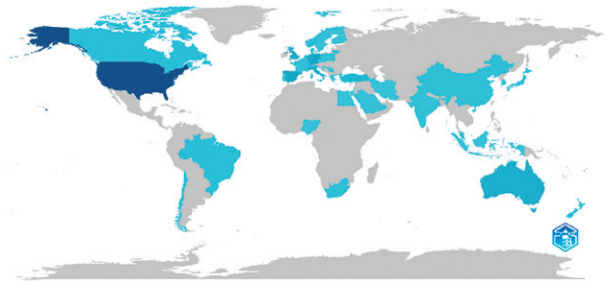


Figura 4. Países com maior contribuição de publicações na área, extraída da ferramenta Biblioshiny.

Ainda sobre os autores mais prolíficos, a Fig. 5 mapeia as redes de colaboração entre eles, destacando as conexões e colaborações internacionais. Nota-se que tanto PIETO L. quanto SCHNEIDER P. possuem uma região adensada em torno de seus nomes, além de que suas redes de colaboração se conectam, ao contrário das demais. As redes de colaboração são essenciais para o desenvolvimento da ciência forense, permitindo a troca de conhecimento e a realização de estudos multicêntricos.

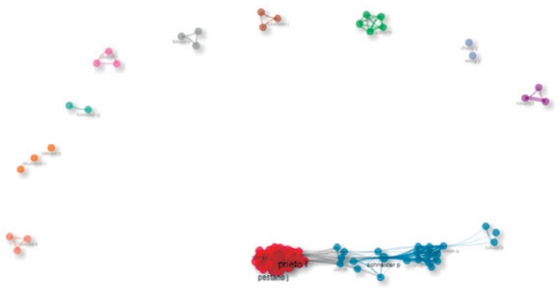


Figura 5. Rede de colaboração entre os autores que publicaram sobre o tema, extraída da ferramenta Biblioshiny.

Por fim, analisando-se a co-ocorrência de palavras-chave utilizadas pelos autores, foram identificados tópicos emergentes e áreas de pesquisa promissoras, destacando-se os termos "*standardization*" e "*forensic science*", mas também percebendo novas tendências e áreas que podem necessitar de maior investigação, como os termos "*malpractice*", "*quality assurence*" e "*reliability*", por exemplo, como percebido na nuvem de palavras da Fig. 6. Além disso, tópicos como a aplicação de tecnologias avançadas na padronização de laudos, a automação de processos nas ciências forenses e o desenvolvimento de padrões internacionais passaram a ganhar destaque na literatura recente. A Fig. 7 mostra um mapa hierárquico das palavras-chave de maior frequência relacionadas à padronização de laudos periciais, enquanto o diagrama de três campos da Fig. 8 ilustra a conexão entre os principais autores, seus países de afiliação, e as palavras-chave mais utilizadas nas pesquisas sobre padronização de laudos periciais.

Figura 6. Palavras-chave mais relevantes em formato de nuvem de palavras, extraída da ferramenta Biblioshiny.

Figura 7. Palavras-chave mais relevantes em formato de mapa hierárquico, extraída da ferramenta Biblioshiny.

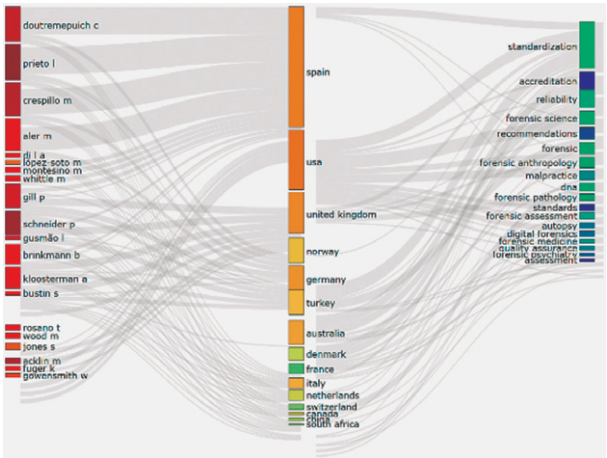


Figura 8. Diagrama de três campos indicando as conexões entre autores, países e palavras-chave, extraída da ferramenta Biblioshiny.

Não Identificado, Rev. Bras. Crim. 14(4), 525-530, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

4. CONCLUSÕES

A análise bibliométrica realizada forneceu uma visão abrangente do estado atual dos estudos sobre a padronização de laudos periciais, identificando os principais periódicos, autores influentes e tópicos emergentes, além de demonstrar o crescimento na produção científica sobre o tema, principalmente a partir do início do século XXI, refletindo o amadurecimento da perícia criminal como uma ciência de fato.

Os periódicos "*Forensic Science International*" e "*Journal of Forensic Sciences*" foram destacados como líderes na disseminação de pesquisas sobre o tema, enquanto países como EUA, Reino Unido e Espanha são identificados como os maiores contribuintes para este campo de estudo.

Os tópicos emergentes, como o desenvolvimento de padrões internacionais e a automação de processos forenses, se mostraram como áreas promissoras para futuras pesquisas, assim como a adoção de garantia da qualidade por meio de normas internacionais. O avanço nas pesquisas sobre estes tópicos pode auxiliar a melhorar a credibilidade e a reprodutibilidade dos resultados apresentados nos laudos periciais, sendo que normas internacionais podem oferecer uma base sólida para garantir a consistência e a qualidade dos procedimentos e das análises.

A colaboração internacional crescente é um indicativo positivo de que a padronização pode ser alcançada através de esforços conjuntos e intercâmbio de conhecimento entre instituições e entre países. De toda forma, o estudo também destacou a posição do Brasil entre os 10 países com maior produção na área, com aproximadamente 2,3% do total de publicações, refletindo a maturidade e empenho da comunidade científica brasileira, com ênfase às instituições oficiais de perícia criminal do país, alinhando-se às melhores práticas internacionais e fortalecendo a colaboração com outras nações.

Embora a análise bibliométrica tenha oferecido uma visão abrangente da pesquisa a partir das palavras-chave utilizadas, deve-se considerar que alguns dos artigos encontrados na pesquisa abordam a padronização de processos e exames periciais, e não necessariamente dos laudos periciais, como era pretendido. Entretanto, os autores optaram por não excluir estes textos da análise pois entendemos que mesmo não abordando a padronização dos laudos em si, eles podem contribuir com conteúdo de grande relevância para a pesquisa, uma vez que padronizar exames e processos é etapa preliminar à padronização da entrega dos resultados, que é o laudo pericial.

Por fim, a padronização de laudos periciais é uma necessidade urgente para melhorar a qualidade, reprodutibilidade e credibilidade das práticas forenses. A adoção de padrões uniformes, o desenvolvimento de tecnologias avançadas e a colaboração internacional precisam ser, e vêm sendo, fortalecidas na prática forense, para aumentar a confiança nas evidências apresentadas e garantir que a justiça seja alcançada de maneira mais eficaz e equitativa. Este estudo contribui para a compreensão do estado atual da padronização nas ciências forenses e oferece recomendações de caminhos para a implementação de padrões mais robustos e consistentes, guiando futuras pesquisas e iniciativas na área.

Como próximos passos, sugere-se a realização de uma revisão bibliográfica para análise qualitativa dos resultados obtidos, além de revisões bibliométricas e bibliográficas explorando temas como "acreditação", "qualidade" e "automatização" nas ciências forenses, que são temas emergentes que podem trazer grandes avanços e melhorar a produtividade e eficiência da perícia criminal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] K.A. Costa; B.Z. de Castro; A. Espindula; C.T. Damasceno. Elaboração do laudo de local de crime. Em J.A. Velho; K.A. Costa; C. T. Damasceno, Locais de Crime: Dos Vestígios à Dinâmica Criminosa (pp. 459-484). *Millenium Editora*, Campinas, SP (2013).

[2] G. Michelet; F. Breitinger. ChatGPT, Llama, can you write my report? An experiment on assisted digital forensics reports written using (local) large language models. *Forensic Science International: Digital Investigation,* pp. **Volume 48**, Supplement (2024).

[3] A.B. dos Reis. Metodologia científica e perícia criminal. *Millenium Editora*, Campinas, SP (2005).

[4] D. McQuiston-Surrett; M.J. Saks. The testimony of forensic identification science: What expert witnesses say and what factfinders hear. *Law and Human Behavior*, **33**, 436-453 (2009).

[5] O. Ribaux; S.J. Walsh; P. Margot. The contribution of forensic science to crime analysis and investigation: forensic intelligence. *Forensic science international*, **156(2-3)**, 171-181 (2006).

[6] N.M. Karie; V.R. Kebande; H.S. Venter; K.K.R. Choo. On the importance of standardising the process of generating digital forensic reports. *Forensic Science International: Reports* **1: 100008** (2019).

[7] W.F. Rowe; M.S. Schanfield. The Implications of the National Research Council's Report – Stren-

Não Identificado, Rev. Bras. Crim. 14(4), 525-530, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

gthening Forensic Science in the United States: A Path Forward for Graduate Forensic Science Degree Programs. *American Academy of Forensics Sciences* (2010).

[8] V.F. Ribeiro. Redação de laudo pericial: proposta de modelos para a perícia externa. *Conferência Internacional de Ciências Forenses – InterForensics* (2023).

[9] G. Michelet; F. Breitinger; G. Horsman. Automation for digital forensics: Towards a definition for the community. *Forensic Science International*: **349**: 111769 (2023).

[10] L.M. Howes. The communication of forensic science in the criminal justice system: A review of theory and proposed directions for research. *Science and Justice*, **55**, pp 145-154 (2015).

[11] J. Robertson; K. Kent; L. Wilson-Wilde. The Development of a Core Forensic Standards Framework for Australia. *Forensic Science Policy & Management: An International Journal*, **4:3-4**, 59-67 (2013).

[12] G.A. Brown; P.C. Cropp. Standardised nomenclature in forensic science. *Forensic Science Society*, **v. 27**, n. 6, p. 393-399 (1987).

[13] National Research Council, et al. Strengthening forensic science in the United States: a path forward. *National Academies Press* (2009).

[14] M.J. Page, et al. A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. *Revista Panamericana de Salud Pública*, **Vol. 46**, pp. 112 (2023).

[15] N. Donthu et al. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of business research*, **Vol. 133**, pp. 285-296 (2021).

[16] M. Aria; C. Cuccurullo. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, **11(4),** pp 959-975 (2017).

C.R.T. Muller, Rev. Bras. Crim. 14(4), 531-536, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 531-536, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA
Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Uso da Inteligência Artificial em Criminalística

C.R.T. Muller

mullerccleber@gmail.com Tel.: +55-51-992497700.

Keywords: Inteligência artificial; Criminalística; laudo; Congresso Nacional de Criminalística.

1. CONTEXTUALIZAÇÂO

A Inteligência Artificial (IA) está transformando diversas áreas do conhecimento, incluindo a Criminalística. Este artigo explora as noções básicas de IA e seu uso prático no cotidiano dos peritos criminais, empregando ferramentas como o ChatGPT-4 que podem melhorar a produtividade e a precisão nas investigações forenses .

No artigo criamos um caso simulado de análise pericial característico da área de Informática Forense, onde se investiga um caso de intrusão cibernética, e dois casos de emissão de relatórios periciais envolvendo situações as quais podem ocorrer a qualquer momento nas atividades periciais, e outras aplicabilidades da IA.

No caso envolvendo ataque cibernético criamos arquivos característicos de logs e registro de e-mail e empregamos o chatgpt4 para analisar os dados e emitir um esboço de laudo pericial.

Para os relatórios periciais simulamos uma situação em que o perito deveria fazer um relatório informando que não pode realizar um exame pericial devido a problemas com a viatura e um caso em que se solicitou um exame onde o perito precisaria de tecnologia e recursos que o órgão pericial não dispunha

Também apresentamos no estudo a aplicabilidade do chat gpt4 para analisar documentos e traduzir textos, empregando a funcionalidade de anexar arquivos, bem como, abordamos os recursos que são disponíveis para o uso combinado da inteligência artificial em desktops e smartphones.

2. PROBLEMÁTICA

A Criminalística enfrenta desafios significativos na análise e interpretação de grandes volumes de dados, especialmente em investigações cibernéticas. Além disso, existem situações em que os peritos não conseguem realizar seus trabalhos devido a problemas logísticos ou por carência de tecnologia adequada. A necessidade de ferramentas avançadas para processar e analisar dados é crucial para identificar padrões anômalos e comportamentos suspeitos que possam indicar atividades criminosas. A aplicação prática da IA, especificamente do ChatGPT-4, pode fornecer soluções para esses desafios, mas sua eficácia e aplicabilidade precisam ser avaliadas em contextos reais de investigação

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. Tecnologia do ChatGPT-4

O ChatGPT-4, desenvolvido pela OpenAI, é uma ferramenta de Processamento de Linguagem Natural (NLP) avançada que pode compreender e gerar texto de maneira altamente eficaz.

3.2. Forma Adequada de Uso da IA

A forma mais adequada de fazer uma pergunta para a Inteligência Artificial depende de alguns fatores importantes:

1. Clareza e Especificidade: Formule a pergunta de forma clara e específica. Evite ambiguidade para que a IA possa entender exatamente o que você está perguntando.
2. Contexto: Forneça contexto suficiente para a IA entender a pergunta completamente. Detalhes adicionais podem ajudar a IA a dar uma resposta mais precisa.
3. Objetividade: Mantenha a pergunta objetiva e direta ao ponto. Perguntas muito longas ou

C.R.T. Muller, Rev. Bras. Crim. 14(4), 531-536, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

complexas podem ser mais difíceis de serem interpretadas corretamente.

4. Educação e Respeito: Use um tom educado e respeitoso. Embora a IA não tenha emoções, usar um tom cortês é uma boa prática de comunicação.
5. Feedback e Ajustes: Se a resposta não for o que você esperava, forneça feedback ou ajuste sua pergunta para clarificar o que você está buscando.

Por exemplo, em vez de perguntar "Como posso melhorar minha empresa?", uma pergunta mais eficaz seria: "Quais estratégias de marketing digital posso utilizar para aumentar o engajamento nas redes sociais da minha empresa de mídia social?"

3.3. Como foi aplicada a IA

No presente estudo empregamos a IA em diferentes cenários na realidade pericial criminal, como segue:

Foi utilizada para auxiliar na análise dos dados cibernéticos, identificando padrões e correlações relevantes para a investigação e depois na sequência foi empregada para emitir um laudo referente a análise que foi realizada;

Criamos um laudo pericial de um exame em um veículo que teve sua numeração de chassi adulterada fornecendo um texto básico com as irregularidades que foram encontradas, e os dados da solicitação e da metodologia de atendimento;

Elaboramos dois relatórios periciais onde o perito deve prestar esclarecimentos sobre trabalhos que estavam sob sua responsabilidade mas que o perito não pode executar;

Traduzimos um arquivo científico na íntegra empregando o recurso de anexar arquivo;

Também empregamos para auxiliar na criação deste artigo e, ainda, para criar uma fala de abertura em uma possível apresentação deste artigo no Congresso Nacional de Criminalística.

3.3.1 Caso de exame pericial de informática

Criamos uma série de logs de servidores e de e-mail com o intuito de verificar como a Inteligência Artificial analisaria os dados.

Exemplo dos dados

2024-07-01 08:00:00 ALLOW TCP connection from 192.168.1.10 to external IP 203.0.113.45 on port 443

2024-07-01 08:05:23 DENY TCP connection from 192.168.1.11 to internal IP 192.168.1.20 on port 22

2024-07-01 08:10:45 ALLOW UDP connection from 192.168.1.10 to external IP 203.0.113.46 on port 53

2024-07-01 08:15:30 ALLOW TCP connection from 192.168.1.12 to external IP 203.0.113.47 on port 80

2024-07-01 08:20:55 ALLOW TCP connection from 192.168.1.10 to external IP 203.0.113.48 on port 443

De forma resumida, a comando, o chatgpt4 identificou situações anômalas e emitiu a seguinte conclusão ao elaborar um laudo (em parte citado abaixo):

> *"Com base nos dados analisados, concluo que houve uma tentativa de intrusão seguida de atividades suspeitas que indicam um possível comprometimento da conta do usuário 'admin'. A sequência de eventos e os indicadores de comprometimento (IoCs) sugerem que medidas adicionais de segurança são necessárias para mitigar futuras ameaças"*.

Onde podemos confirmar que a inteligência artificial consegue receber dados e analisá-los sob uma ótica pericial

Como já fora referido no artigo [1]:

> *"Alcançamos precisões médias de previsão de 80% - 90% para mensagens de e-mail, 90% - 97% para mensagens de grupos de discussão e 70% - 85% para mensagens do sistema de quadro de avisos (BBS) chinês."*

Não efetuamos esta avaliação valorativa, mas referimos que já existem estudos neste sentido, ou seja, cabendo mais estudos e aplicações da IA em investigações periciais

3.3.2. Caso de fraude veicular

Neste exemplo repassamos sobre a forma de texto, de modo resumido, que a inteligência artificial deveria se portar como um perito criminal (empoderamento)[2] e emitir um laudo onde fossem repassados detalhes da solicitação, do atendimento e das irregularidades encontradas.

O texto informado foi o seguinte (Prompt[3]):

> *"vamos a um exemplo, vou lhe ditar o caso e você irá elaborar o laudo. examinei a pedido*

1 Chen, H., Chung, W., Xu, J. J., Wang, G., Qin, Y., & Chau, M. (2004). Crime data mining: An overview and case studies. **ACM International Conference on Digital Government Research**. https://doi.org/10.1145/1124282.1124322

2 Empoderamento consiste em criar um contexto e orientar a inteligência artificial como uma pessoa de notório saber ou saber específico

3 Trata-se de uma instrução ou conjunto de instruções fornecidas ao modelo para gerar uma resposta. O prompt pode ser uma pergunta, uma declaração ou qualquer texto que se deseja que o modelo responda ou continue.

C.R.T. Muller, Rev. Bras. Crim. 14(4), 531-536, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

da delegacia de canoas uma exame pericial no dia 20/07/2024 e tratava-se de um veículo corsa o objetivo era identificar se seu chassi estava adulterado identifiquei que ele teve as etiquetas repetidoras do chassi suprimidas e o chassi tinha desgaste abrasivo a numeração do chassi nao era original, realizei um exame químico metalográfico no chassi usando o reativo fry e revelou os dígitos finais da série do chassi que era 234567. escreve um laudo pericial"

A Inteligência Artificial de posse deste prompt elaborou todo o laudo pericial, abaixo parte do texto do laudo:

Exame de Identificação Veicular

Referência: Solicitação da Delegacia de Canoas"

"Data do Exame: 20/07/2024

Identificação do Veículo:

- ***Marca/Modelo:*** *Chevrolet Corsa*
- ***Placa:*** *[Inserir Placa do Veículo]*
- ***Ano de Fabricação:*** *[Inserir Ano de Fabricação]*

Objetivo do Exame:

O presente exame pericial foi solicitado pela Delegacia de Canoas com o objetivo de verificar a autenticidade da numeração do chassi do veículo Chevrolet Corsa, bem como identificar possíveis sinais de adulteração.

Procedimentos e Métodos Utilizados:

1. *Inspeção Visual:*

   Realizei uma inspeção visual detalhada no chassi do veículo, buscando por sinais de adulteração, como alterações nas etiquetas repetidoras do chassi e possíveis desgastes ou modificações na superfície onde a numeração do chassi é estampada.

2. *Análise das Etiquetas Repetidoras do Chassi:*

   Identifiquei que as etiquetas repetidoras do chassi foram suprimidas, um indício claro de tentativa de ocultação da identidade original do veículo.

3. *Inspeção do Chassi:*

   Verifiquei a superfície do chassi onde a numeração é geralmente estampada e observei um desgaste abrasivo significativo. Esse tipo de desgaste é frequentemente associado a tentativas de adulteração da numeração original

4. *Exame Químico Metalográfico:*

   Para confirmar a adulteração e recuperar a numeração original do chassi, realizei um exame químico metalográfico utilizando o reativo Fry. Este método é eficaz na revelação de numerações originais suprimidas por desgaste ou outras técnicas abrasivas.

   A aplicação do reativo Fry revelou os dígitos finais da série do chassi, que são ***234567****.*

Resultados:

Os procedimentos acima descritos permitiram concluir que a numeração do chassi do veículo em questão não é original, tendo sido adulterada. A supressão das etiquetas repetidoras e o desgaste abrasivo na superfície do chassi são evidências claras de tentativa de ocultação da identidade verdadeira do veículo.

Conclusão:

Com base nos exames realizados, concluo que o veículo Chevrolet Corsa apresentado para perícia possui a numeração do chassi adulterada. A recuperação parcial dos dígitos finais do chassi original, ***234567****, sugere que medidas adicionais devem ser tomadas .*

3.3.3. Relatórios Periciais

Criamos duas situações que foram submetidas a inteligência pericial para que ela elaborasse o relatório pericial específico:

No primeiro, o perito criminal não teria condições de realizar o exame pericial, em uma situação de pedido de um exame pericial, entretanto o departamento de perícia não tinha o equipamento (usamos o exemplo de um Microscópio Eletrônico de Varredura – com uso em estudos de GSR (Gun Shot Residues).

No segundo exemplo o perito estaria deslocando para um atendimento externo e ocorreram problemas com a viatura.

3.3.3.1 Caso de Ausência de equipamento pericial.

Para este caso repassamos os detalhes do caso e a justificativa que o departamento não dispunha de equipamento pericial.

Foi realizado o seguinte prompt de comando:

> *"crie um relatório técnico onde o perito foi requisitado a fazer um atendimento para responder um quesito específico sobre uma investigação de homicídio entretanto o departamento pericial não dispõe de tecnologia de MEV que permita realizar o referido exame. Emita o relatório/informação"*

Novamente, o relatório que foi gerado pela IA estava bem estruturado e trazia os elementos mais relevantes a serem elencados no relatório.

C.R.T. Muller, Rev. Bras. Crim. 14(4), 531-536, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Abaixo cópia de parte do relatório que foi gerado por IA:

> *“* ***Relato dos Fatos:*** *No dia 18 de julho de 2024, fui requisitado a realizar um exame pericial para responder a um quesito específico no âmbito de uma investigação de homicídio. A solicitação foi recebida do Departamento de Polícia, com a necessidade de utilização de tecnologia avançada para análise detalhada de micro vestígios presentes na cena do crime.*
>
> ***Descrição do Problema:*** *Após análise da solicitação, verifiquei que o exame pericial requerido demanda a utilização de tecnologia de Scanning Electron Microscopy (SEM) para a análise de micro vestígios, incluindo fibras, partículas de sangue e outras evidências microscópicas”.*

3.3.3.2 caso da viatura que estragou

Neste caso repassamos os detalhes do ocorrido, onde a viatura teria estragado e não foi possível realizar o exame pericial.

Este foi o prompt :

> *“agora vamos criar um relatório simples onde o perito fez uma viagem e teve problemas com a viatura não podendo atender o local de crime que foi designado, o pedido era para realizar um exame de um veículo na cidade de novo Hamburgo próximo a porto alegre, origem de onde você saiu, mas como o veículo quebrou e tinha horário para o exame não foi possível atender emita um relatório para ser entregue a seu chefe. o ofício que pediu o exame era 001/2024 referente ao inquérito 024/2024 emita o relatório”*

O relatório que foi criado por IA foi o seguinte :

“ Relatório de Ocorrência

Referência: Ofício 001/2024 referente ao Inquérito 024/2024

Data: 20/07/2024

Destinatário: *Chefe do Instituto Geral de Perícias Instituto Geral de Perícias do Estado do Rio Grande do Sul*

Assunto: *Relatório de Ocorrência de Interrupção de Serviço Pericial*

Introdução: *Este relatório tem como objetivo informar sobre a impossibilidade de atendimento ao local de crime designado na cidade de Novo Hamburgo, conforme solicitado pelo Ofício 001/2024 referente ao Inquérito 024/2024, devido a problemas mecânicos na viatura oficial utilizada para o deslocamento.*

Relato dos Fatos: *No dia 20 de julho de 2024, às 07:00 horas, iniciei o deslocamento da cidade de Porto Alegre em direção à cidade de Novo Hamburgo, conforme agendado, para realizar o exame pericial de um veículo envolvido em investigação.*

Descrição do Problema: *Durante o trajeto, aproximadamente às 07:30 horas, a viatura oficial apresentou problemas mecânicos graves, impossibilitando a continuidade da viagem. A falha mecânica ocorreu na rodovia BR-116, próximo ao Km 250, causando a parada completa do veículo.*

Ações Tomadas:

08:00 horas: *Contactei imediatamente o departamento de manutenção de viaturas do Instituto Geral de Perícias, relatando a situação e solicitando assistência.*

- ***08:15 horas:*** *Contactei o responsável pelo exame pericial na cidade de Novo Hamburgo, informando sobre a impossibilidade de chegada no horário estipulado devido ao problema mecânico.*
- ***08:30 horas:*** *Aguardei a chegada do guincho solicitado pelo departamento de manutenção.*
- ***09:00 horas:*** *A viatura foi rebocada até a oficina autorizada para diagnóstico e reparo.*

Impacto no Atendimento: *Devido ao problema mecânico e ao horário previamente estipulado para a realização do exame pericial, não foi possível atender à solicitação na cidade de Novo Hamburgo. O exame pericial do veículo referente ao Ofício 001/2024 e Inquérito 024/2024 não pôde ser realizado na data prevista.*

Conclusão: *Informo que, apesar dos esforços para solucionar o problema de forma rápida, não foi possível cumprir o atendimento conforme solicitado. Recomendo o reagendamento do exame pericial do veículo em Novo Hamburgo para uma data oportuna, após a resolução dos problemas mecânicos da viatura oficial.*

Assinatura:

_____

Cleber Muller *Perito Criminal “*

3.3.4 Análise e tradução de um artigo do inglês para o português

Efetuamos inicialmente uma pesquisa sobre artigos científicos sobre o uso da Inteligência Artificial para fins Forenses.

O prompt executado foi este:

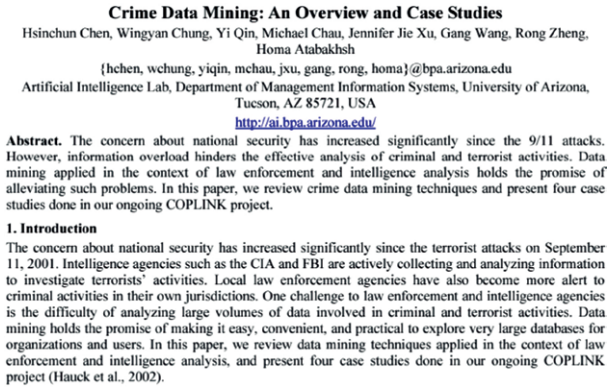
C.R.T. Muller, Rev. Bras. Crim. 14(4), 531-536, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

> *"escreva uma lista de referências bibliográficas sobre o uso da inteligência artificial para fins forenses"*

O retorno foi o seguinte :

> *"Chen, H., Chung, W., Xu, J. J., Wang, G., Qin, Y., & Chau, M. (2004). Crime data mining: An overview and case studies.* **ACM International Conference on Digital Government Research**. *https://doi.org/10.1145/1124282.1124322*
>
> *Peterson, G. L. (2012). The role of artificial intelligence in digital forensics.* **Proceedings of the 2012 European Intelligence and Security Informatics Conference**. *https://doi.org/10.1109/EISIC.2012.52*
>
> *Jafari, M., & Hassanpour, H. (2021). Application of machine learning and artificial intelligence in forensic science.* **Journal of Forensic Sciences**. *https://doi.org/10.1111/1556-4029.14651*

Parte destes arquivos empregamos para estudo para produzir este artigo. A título de exemplo abrimos um dos arquivos (em inglês) e o submetemos a Inteligência artificial para ser traduzido empregando o recurso ANEXAR .



Crime Data Mining: An Overview and Case Studies

Hsinchun Chen, Wingyan Chung, Yi Qin, Michael Chau, Jennifer Jie Xu, Gang Wang, Rong Zheng, Homa Atabakhsh

{hchen, wchung, yiqin, mchau, jxu, gang, rong, homa}@bpa.arizona.edu

Artificial Intelligence Lab, Department of Management Information Systems, University of Arizona, Tucson, AZ 85721, USA

http://ai.bpa.arizona.edu/

Abstract. The concern about national security has increased significantly since the 9/11 attacks. However, information overload hinders the effective analysis of criminal and terrorist activities. Data mining applied in the context of law enforcement and intelligence analysis holds the promise of alleviating such problems. In this paper, we review crime data mining techniques and present four case studies done in our ongoing COPLINK project.

1. Introduction

The concern about national security has increased significantly since the terrorist attacks on September 11, 2001. Intelligence agencies such as the CIA and FBI are actively collecting and analyzing information to investigate terrorists' activities. Local law enforcement agencies have also become more alert to criminal activities in their own jurisdictions. One challenge to law enforcement and intelligence agencies is the difficulty of analyzing large volumes of data involved in criminal and terrorist activities. Data mining holds the promise of making it easy, convenient, and practical to explore very large databases for organizations and users. In this paper, we review data mining techniques applied in the context of law enforcement and intelligence analysis, and present four case studies done in our ongoing COPLINK project (Hauck et al., 2002).

Figura 1. Artigo científico original em inglês

Submetemos o arquivo a Inteligência que devolveu o seguinte arquivo:

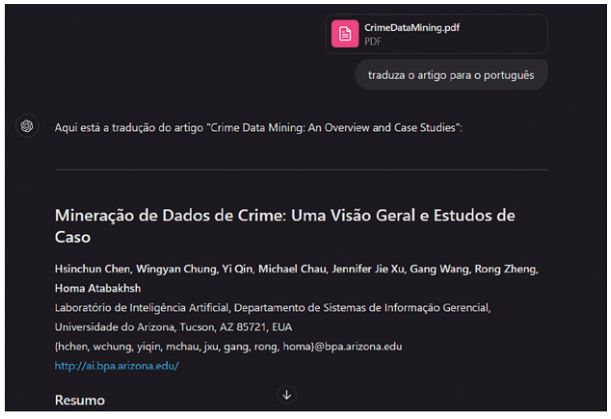


Figura 2. arquivo traduzido pela IA

Identificamos que o arquivo traduzido está plenamente compatível com o arquivo inicial.

3.3.5 outras aplicações

No estudo da matéria objetivando a realização deste arquivo e de uma possível fala no Congresso Nacional de Criminalística, a IA foi de extrema valia em especial na formatação dos tópicos que foram por nosso desejados.

A IA mostrou-se muito assertiva no intuito de criar uma fala de abertura no CNC 2024 que repassamos na íntegra:

> *"Bom dia a todos,*
>
> *É com grande honra que me apresento a vocês hoje no Congresso Nacional de Criminalística de 2024. Meu nome é Cleber Muller, sou perito criminal aposentado no Instituto Geral de Perícias do Estado do Rio Grande do Sul.*
>
> *Estou aqui para compartilhar com vocês um tema que vem revolucionando a prática forense: a aplicação da Inteligência Artificial, especificamente o ChatGPT-4, na Criminalística.*
>
> *Nos últimos anos, a Criminalística tem enfrentado desafios crescentes devido ao aumento da complexidade dos crimes e ao volume cada vez maior de dados a serem analisados.*
>
> *A necessidade de inovação e eficiência nunca foi tão grande.*
>
> *É nesse contexto que a Inteligência Artificial emerge como uma ferramenta poderosa, capaz de transformar a maneira como conduzimos nossas investigações.*
>
> *Durante esta apresentação, discutiremos as noções básicas de IA e como ferramentas como o ChatGPT-4 podem ser utilizadas para aprimorar a produtividade e a precisão nas análises forenses. Apresentarei estudos de caso que ilustram a eficácia dessa tecnologia, desde a análise de grandes volumes de dados cibernéticos até a identificação de padrões anômalos e comportamentos suspeitos.*
>
> *Além disso, abordaremos desafios enfrentados no dia a dia de um perito criminal, como a impossibilidade de realizar exames devido a problemas logísticos ou à falta de tecnologia adequada, e como essas situações impactam nossas investigações.*

Espero que esta apresentação não apenas destaque os avanços que estamos fazendo com a ajuda da IA, mas também inspire discussões sobre como podemos continuar a integrar essas tecnologias em nossas práticas diárias, sempre buscando melhorar a eficiência e a justiça em nossas investigações."

Onde podemos observar que a IA usou todas as informações que faziam parte do artigo .

CONCLUSÃO

O uso do ChatGPT-4 demonstrou ser extremamente eficaz na análise de grandes volumes de dados cibernéticos, proporcionando eficiência na análise, precisão na identificação de ameaças e suporte à tomada de decisão.

A integração de ferramentas de IA como o ChatGPT-4 na prática forense representa um avanço significativo na Criminalística.

Além de melhorar a produtividade e a precisão das investigações, essas tecnologias promovem um entendimento mais profundo dos dados e das evidências.

À medida que a IA continua a evoluir, espera-se que seu papel na Criminalística se torne cada vez mais central, oferecendo novas possibilidades para a resolução de crimes e à administração da justiça.

REFERÊNCIAS:

Chen, H., Chung, W., Xu, J. J., Wang, G., Qin, Y., & Chau, M. (2004). ***Crime data mining: An overview and case studies.*** *ACM International Conference on Digital Government Research.*

Tasso, C. ***Em Development of Knowledge-Based Systems for Engineering,*** *11–26. Vienna: Springer Vienna, 1998.*

FAVA, Rui. ***Trabalho, educação e inteligência artificial: a era do indivíduo versátil****. Porto Alegre: Penso, 2018..*

v. 14, n. 4, p. 537-541, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

RASTREANDO A VERDADE: Desafios e oportunidades na cadeia de custódia do Processo Administrativo Sancionador na PMMA

F.S. Santana[a,*], L.M.P. Schalcher[b], A.F. Lopes[b]

[a] *Polícia Militar do Maranhão, São Luís (MA), Brasil*
[b] *Polícia Militar do Maranhão, Academia de Polícia Militar Gonçalves Dias, São Luís (MA), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: feliepesousasantana@gmail.com. Tel.: +55- 98 91149339.*

Keywords: Chain of Custody; Evidence Integrity; Administrative Sanctions; Digital Evidence; Procedural Norms.

1. PANORAMA INICIAL

Este trabalho busca analisar o atual quadro no ordenamento brasileiro do instituto da Cadeia de Custódia das provas, imiscuindo-se na realidade normativa vigente na Polícia Militar do Maranhão, para, à luz dos direitos e garantias fundamentais que devem nortear as ações dos órgãos de segurança, compreender em que medida esta instituição tem buscando amparo na elaboração de elementos infralegais para orientar seus quadros a manter a integridade, mesmidade e rastreabilidade dos elementos de prova surgidos no bojo de seus processos administrativos sancionatórios.

Utilizou-se uma metodologia de caráter documental, orientada pelo modelo crítico-dialético, que incluiu a realização de uma revisão bibliográfica e a coleta de jurisprudência. A abordagem foi qualitativa, com ênfase no aspecto subjetivo do tema investigado, reforçando-se a perspectiva de crítica sugestiva.

2. CADEIA DE CUSTÓDIA: DEFINIÇÕES, FORMULAÇÕES E CONSEQUÊNCIAS.

Define-se a cadeia de custódia como um conjunto de procedimentos que asseguram a integridade e a autenticidade da prova penal desde a coleta no local do crime até seu descarte final[1]. Esse processo inclui várias etapas e formalidades que garantem que a evidência não seja adulterada ou contaminada, preservando, assim, sua validade jurídica. A cadeia de custódia foi formalmente incorporada ao ordenamento jurídico brasileiro pela Lei nº 13.964/19, conhecida como "Pacote Anticrime".

Menezes; Borri; Soares (2018) definem a cadeia de custódia como "uma sucessão de eventos concatenados, em que cada um proporciona a viabilidade ao desenvolvimento do seguinte, de forma a proteger a integridade de um vestígio do local de crime ao seu reconhecimento como prova[2]". Além disso, considera-se esta como uma sucessão "de elos, que dizem respeito a um vestígio que, por sua vez, eventualmente, será considerado uma prova. Um elo é qualquer pessoa que tenha manejado esse vestígio".

A correta preservação da cadeia de custódia das provas resguarda diversos princípios fundamentais do processo penal[3]. Entre esses princípios, sobressaem-se o devido processo legal, a ampla defesa, o contraditório, a presunção de inocência e a igualdade de condições. Segundo Mello (2022) a quebra da cadeia de custódia ocorre quando há uma falha ou violação nas etapas e formalidades que compõem esse processo. Tal quebra pode comprometer a integridade da prova, tornando-a potencialmente inadmissível em

1 Araújo (2023, pág. 1350) nos brinda com a seguinte definição: "A cadeia de custódia, introduzida no Código de Processo Penal brasileiro pela Lei nº 13.964/19, por meio dos artigos 158-A ao 158-F, constitui um importante avanço processual no que diz respeito às formas de assegurar a integridade e a autenticidade dos elementos de prova colhidos durante a fase de investigação de um delito".

2 Pastore; Fonseca (2022, pág. 98) assim definem prova: "O vocábulo prova admite múltiplos significados, dentre os quais interessa mais diretamente ao presente trabalho a prova na acepção de "elemento de prova", isto é, o fato probante (factum probans), o fato utilizado para provar algo – em oposição ao "objeto de prova", que corresponde ao fato provado (factum probandum)".

3 Dias Filho (2012, pág. 14). **Cadeia de custódia**: do local do crime ao trânsito em julgado.

juízo. Analisa-se o fenômeno da "quebra na cadeia de custódia" e destaca-se a importância de se estabelecer um padrão probatório claro para identificar e verificar concretamente essas violações. Esta autora, discorrendo sobre o Parquet, mas **com clara conformação para os órgãos de investigação estatal** (assim entendido o Estado na forma do encarregado de Sindicância) informa (Mello, 2022, pág. 352) que "o **Ministério Público** deverá oferecer garantias e elementos dos quais se possam inferir que a prova se manteve inalterada durante todo o período da custódia, respeitando a aplicação de todos os métodos e técnicas de maneira regular.

Hodiernamente, discute-se a importância da cadeia de custódia de provas digitais, destacando que a integridade dessas provas é essencial para garantir a legitimidade do processo. As provas digitais são elementos de convicção que podem ser utilizados para reconstituir fatos históricos no processo, visando alcançar a verdade processual. Essas provas podem incluir dados armazenados em dispositivos digitais, registros de atividades online, e-mails, entre outros. A legislação vigente, como a trazida pelo pacote anticrime, não especifica procedimentos detalhados para a custódia de provas digitais, o que é percebido como uma lacuna a ser preenchida (Pastore; Fonseca, 2022).

Por fim, Araújo (2023) afirma ser a cadeia de custódia vital para assegurar a integridade e autenticidade das provas digitais, as quais são mais vulneráveis a alterações. A documentação completa da cadeia de custódia é imprescindível para a aceitação dessas provas no processo, de acordo com o entendimento do Superior Tribunal de Justiça e outros especialistas. Além disso, a implementação da cadeia de custódia nos ambientes em que a fonte de prova é meio eletrônico produtor de dados digitais é crucial para garantir que as informações permanecem intactas e não foram adulteradas.

2.1. Quebra da cadeia de custódia: apontamentos doutrinários.

A ruptura da cadeia de custódia ocorre quando há falhas ou irregularidades na documentação e no manuseio dos vestígios desde sua coleta até sua apresentação em tribunal. Esse processo envolve uma série de procedimentos rigorosos para garantir a integridade e autenticidade das provas. Quando esses procedimentos não são seguidos corretamente, a confiabilidade da prova é comprometida, o que pode levar à sua exclusão do processo penal. De acordo com Menezes, Borri e Soares (2018), a cadeia de custódia é fundamental para assegurar a cronologia da prova, desde sua origem até sua avaliação pelo tribunal, permitindo a verificação de sua autenticidade e integridade.

As consequências da quebra da cadeia de custódia são graves e podem afetar significativamente o processo penal. Conforme Aury Lopes Junior[4], a violação da cadeia de custódia deve resultar na proibição da valoração probatória, levando à exclusão física da prova e de todas as derivadas dela. Isso significa que qualquer material probatório coletado sem o cumprimento dos procedimentos legais não poderá ser considerado pelo juiz, comprometendo a validade do processo. Além disso, a doutrina da contaminação dos frutos da árvore envenenada (fruits of the poisonous tree) estabelece que as provas ilícitas, inclusive por derivação, devem ser consideradas nulas, independentemente do momento em que foram produzidas. Portanto, a quebra da cadeia de custódia não apenas invalida a prova direta, mas também qualquer evidência subsequente obtida a partir dela.

As consequências jurídicas da quebra da cadeia de custódia são significativas, podendo resultar na inadmissibilidade da prova e, consequentemente, afetar o resultado do processo penal. Enfatiza-se a necessidade de uma pacificação no entendimento jurisprudencial sobre o que constitui a quebra da cadeia de custódia e suas implicações, visando garantir a segurança jurídica e a correta utilização das evidências em juízo.

O Superior Tribunal de Justiça (STJ) entende que a quebra da cadeia de custódia pode comprometer a integridade dos dados periciados, tornando as provas inadmissíveis.

Segundo o ministro Ribeiro Dantas[5], a falha na cadeia de custódia dos computadores apreendidos pela polícia resulta na inadmissibilidade das provas obtidas, pois estas não passam em um teste de confiabilidade mínima. Além disso, as provas derivadas dessas também são consideradas inadmissíveis, aplicando-se analogicamente o artigo 157, parágrafo 1º, do Código de Processo Penal (CPP).

No entanto, o STJ também reconhece que a alegada quebra da cadeia de custódia não invalida automaticamente a condenação se houver evidências suficientes da materialidade do crime. No julgamento do AREsp 1.847.296, a Quinta Turma decidiu que, mesmo diante de divergências na quantidade de maços de cigarros apreendidos, a condenação foi mantida devido à existência de provas suficientes nos autos. O ministro Reynaldo Soares da Fonseca destacou que

4 LOPES JR., Aury. *Direito Processual Penal.* 14ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.
5 Recurso em Habeas Corpus (RHC) 77.836. STJ.

a comprovação de prejuízo efetivo é necessária para o reconhecimento de nulidade no processo penal.

3. DIREITO ADMINISTRATIVO SANCIONADOR

O Direito Administrativo Sancionador é um ramo do Direito Administrativo que se dedica ao estudo e aplicação das sanções administrativas. Ele se caracteriza pela imposição de penalidades a particulares ou servidores públicos que cometem infrações administrativas, visando tanto a prevenção quanto a repressão de comportamentos que violam normas administrativas. A aplicação dessas sanções é feita através de processos administrativos que garantem o direito à ampla defesa e ao contraditório (Daniel; Silva, 2023).

É um ramo do Direito Administrativo que se ocupa da aplicação de sanções a indivíduos ou entidades que cometem infrações administrativas. Ele se caracteriza pela confluência com o Direito Penal, devido ao caráter punitivo das sanções aplicadas, e requer um rigoroso processo administrativo que assegure garantias fundamentais ao acusado, como o contraditório e a ampla defesa. Esse ramo jurídico é autônomo e essencial para a manutenção da ordem administrativa e a aplicação justa das sanções.

Para Pastore e Fonseca (2022) a cadeia de custódia é um conceito crucial dentro do Direito Administrativo Sancionador, especialmente quando se trata de provas digitais. A cadeia de custódia refere-se à sequência de procedimentos que garantem a integridade e autenticidade das provas desde a sua coleta até a sua apresentação em um processo. No contexto das provas digitais[6], que podem incluir e-mails, registros de atividades online e dados armazenados em dispositivos digitais, a cadeia de custódia assegura que essas provas não sejam alteradas ou comprometidas, mantendo sua validade jurídica.

4. REGULAMENTAÇÃO NA PMMA: UMA DISCUSSÃO SOBRE AVANÇOS E LACUNAS NA GARANTIA DA CADEIA DE CUSTÓDIA.

Em que pese tratar-se de tema relativamente novo no ordenamento jurídico, a cadeia de custódia, assim como no Poder Judiciário, também já demandava atenção das forças de Segurança Pública. Todavia, sua positivação no Código de Processo Penal permitiu aos diversos segmentos dessa área, notadamente a Polícia Militar do Maranhão, manejar a elaboração de instrumentos legais – e infralegais – que permitissem uma melhor adequação na atividade de investigação policial, como podemos depreender dos seguintes instrumentos: Portaria SENASP 82, Portaria nº 034/2023-GCG da PMMA, Instrução Normativa 03 de 2023 da SEA do Maranhão e o Manual de Sindicância da PMMA – MPAD-PMMA-001-2022.

A **Portaria SENASP nº 82 de 16 de julho de 2014** trata das diretrizes sobre a cadeia de custódia de vestígios, com o objetivo de garantir a idoneidade e a rastreabilidade desses vestígios. Ela define as etapas da cadeia de custódia[7], o manuseio dos vestígios, a central de custódia e outras disposições gerais. A portaria é obrigatória para a Força Nacional de Segurança Pública e influencia no repasse de recursos para a perícia criminal nos Estados e no Distrito Federal. Além disso, inclui um glossário no anexo II que esclarece termos relacionados à segurança pública e investigação criminal, como dispositivos ou produtos para redução de riscos, ficha de acompanhamento de vestígio, lacre, pessoa investida de função pública, preservação de local de crime, profissionais de perícia criminal e vestígio.

A **Portaria nº 034/2023-GCG** aprova os Procedimentos Operacionais Padrão (POP) no âmbito da Polícia Militar do Maranhão. Esses procedimentos visam padronizar o atendimento de ocorrências e orientar as guarnições da Polícia Militar sobre os procedimentos a serem adotados em diferentes situações. Entre os procedimentos aprovados estão o atendimento de ocorrência de posse de drogas para consumo, lesão corporal leve, vias de fato ou rixa, dano, perturbação do trabalho ou sossego alheios, desobediência e desacato. Esses POPs são essenciais para garantir a uniformidade e a eficiência no atendimento das ocorrências, além de assegurar que os direitos dos envolvidos sejam respeitados conforme a legislação vigente. Eles atuam predominantemente na etapa externa da cadeia de custódia.

Já a instrução normativa 03 da Secretaria de Administração do Governo do Estado do Maranhão e o Manual de Sindicância da PMMA versam (ou deveriam) majoritariamente sobre a cadeia interna. A **instrução normativa** estabelece regras e procedimentos para a criação, tramitação e gestão de processos eletrônicos no âmbito do Poder Executivo do Estado do Maranhão, utilizando o Sistema Eletrônico de Informações

6 A adoção de uma cadeia de custódia robusta para provas digitais é fundamental para assegurar a integridade e a validade dessas provas, da mesma forma que é exigido no Direito Penal. Pastore e Fonseca (Cadernos Técnicos da CGU, 2022.)

7 Para viabilizar a fiabilidade da prova a Portaria nº. 82, de 16 de julho de 2014, da Secretaria Nacional de Segurança Pública, prevê expressamente a **etapa externa e interna** da cadeia de custódia, desde a chegada das autoridades estatais ao local do crime até a realização de perícia e eventual descarte do material

(SEI). Ela define termos, perfis de acesso, responsabilidades dos usuários internos, cadastro de usuários e unidades e perfis de acesso no sistema. Além disso, aborda a apresentação de documentos, a conversão de processos físicos em eletrônicos e a classificação de documentos com níveis de acesso restrito e sigiloso.

O **Manual de sindicância da Polícia Militar do Maranhão (MPAD-PMMA-001-002)** regulamenta os procedimentos para o processamento de sindicâncias dentro da corporação. Ele aborda diversos aspectos, incluindo: Finalidade e espécies de sindicância; Competência das autoridades; Sujeitos da sindicância; Instauração e instrução processual; Ampla defesa e contraditório; Prazos e sigilo e Recursos.

O manual também fornece modelos de documentos e orientações para a condução adequada das sindicâncias, além disso, aborda questões específicas como falso testemunho, quantidade de testemunhas, interrogatórios, confissões, acareações, cartas precatórias e rogatórias, e procedimentos especiais para interrogatórios. Todavia, embora tenha sua criação posterior às alterações que introduziram a cadeia de custódia, **não possui em seu corpo nenhum dispositivo que apresente condições, ou direcionamentos sobre a importância da cadeia de custódia no bojo dos processos administrativos castrenses**.

5. CONSIDERAÇÕES EM ANDAMENTO E POSSIBILIDADES

Compreende-se os avanços e desafios existentes para a instituição policial militar do Maranhão com o regramento da Cadeia de Custódia das provas em âmbito processual penal, todavia essa realidade aparenta estar enfrentada com o uso de portarias de âmbito nacional (SENASP/MJSP) e local (Comando Geral).

Tabela 1: Normas vigentes na PMMA por Tipo de Cadeia de Custódia.[8]

NORMAS	TIPO	DISPOSITIVO(S)
Portaria SENASP nº 82	Externa e Interna	Art. 1 a 5.
Portaria nº 034/2023-GCG	Externa	Nº 1, 2 e 3 dos POPs.
Instrução normativa 03 - SEA	Interna	Art. 28, 45, 54 e 56.
MPAD-PMMA-001-002	INEXISTENTE	--------

O que parece ainda um tema pouco analisado, mas de não menos importância, é a necessidade da PMMA observar sua lide administrativa, especialmente a mais densa e complexa – quiçá no universo digital que ora se avizinha para as condutas pessoais e profissionais – buscando manter um elevado padrão de respeito aos direitos e garantias fundamentais que se é necessário para a legitimação das decisões em nível administrativo sancionatório.

Sugere-se a inserção de dispositivo que trate sobre a cadeia de custódia no corpo do Manual de Sindicância da PMMA, com a elaboração de documentos a serem adicionadas a sua já extensa parte de anexos. Conforme Prado (2021, p. 168-169) devem ser seguidos protocolos rigorosos de coleta e extração de dados ou elementos probatórios, garantindo que não haja supressão, inclusão ou alteração que comprometa a autenticidade e integridade da prova, conforme o princípio da mesmidade. Além disso, devem ser adotados cuidados específicos para assegurar a transparência do processo, demonstrando que houve controle por terceiros durante a coleta, acondicionamento, transporte e preservação do elemento probatório, em respeito ao princípio da desconfiança. É essencial registrar todas as pessoas envolvidas no contato com o elemento probatório, incluindo seus cargos e as razões para tal envolvimento, sejam funcionários públicos ou terceiros, especificando se foi para transporte ou exame do vestígio, entre outras funções.

8 Geraldo Padro. *Op Cit*. 2021.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. O. A cadeia de custódia da prova e o relatório de inteligência financeira do COAF/UIF: repercussões do Recurso Extraordinário nº 1.055.941/SP no âmbito probatório. **Revista Brasileira de Direito Processual Penal**, v. 9, n. 3, p. 1333–1370, set. 2023.

DANIEL, F. A. S. A. M.; SILVA, C. M. F. P. E .. Os acordos substitutivos de atividade sancionatória unilateral em contratos da Administração Pública no Brasil. **Sequência (Florianópolis)**, v. 44, n. 93, p. e94635, 2023.

DIAS FILHO, Claudemir Rodrigues. Cadeia de custódia: do local de crime ao trânsito em julgado; do vestígio à evidência. In: MOURA, Maria Thereza Rocha de Assis;

LOPES JR., Aury. *Direito Processual Penal.* 14ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

MARANHÃO. **Decreto nº 38.345 de 13 de junho de 2023**. Dispõe sobre o uso e a gestão do Sistema Ele-

trônico de Informações – SEI – no âmbito do Poder Executivo. Lex: Diário Oficial do Poder Executivo - Estado do Maranhão de 13 de junho de 2023.

MARANHÃO. **Instrução Normativa 03 de 05 de dezembro de 2023**. Estabelece procedimentos para o funcionamento do Sistema Eletrônico de Informações – SEI para tramitação de processos administrativos dos órgãos e entidades do Poder Executivo do Estado do Maranhão, bem como para a prática de atos processuais por usuários externos. Secretaria de Estado da Administração. 05 de dezembro de 2023.

MELLO, Izabelle Rocha. Cadeia de Custódia da Prova Penal – Efeitos da violação às regras da cadeia de custódia para o processo penal. Revista de Artigos Científicos da EMERJ, v. 14, n. único 2022.

MENEZES, Isabela Aparecida de; BORRI, Luiz Antonio; SOARES, Rafael Junior. A quebra da cadeia de custódia da prova e seus desdobramentos no processo penal brasileiro. **Revista brasileira de direito processual penal**, 2018, 4.1: 277-300.

NUCCI, Guilherme de Souza (orgs). ***Doutrinas Essenciais* - Processo Penal**. v. 3. São Paulo: RT, 2012. p. 393-408.

PASTORE, Alexandro Mariano; FONSECA, M. A. C. da. Cadeia de Custódia de Provas Digitais nos Processos do Direito Administrativo Sancionador com a adoção da tecnologia Blockchain. **Cadernos Técnicos da CGU**. 2022. v.3. 97-109.

POLÍCIA MILITAR DO MARANHÃO (PMMA). **Manual de Sindicância da PMMA – MPAD-PMMA-001-2022**. 1ª edição. 2022.

POLÍCIA MILITAR DO MARANHÃO (PMMA). **Procedimento Operacional Padrão (POP)**. **POP nº 3.09.01 a 3.09.**Portaria nº 034/2023-GCG, de 16/05/2023. In: Boletim Geral nº 118, de 27 de junho de 2023.

PRADO, Geraldo. **A cadeia de custódia da prova no processo penal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Marcial Pons, 2021.

Superior Tribunal de Justiça (STJ). **A cadeia de custódia no processo penal: do Pacote Anticrime à jurisprudência do STJ**. Disponível em: < https://www.stj.jus.br/sites/portalp/Paginas/Comunicacao/Noticias/2023/23042023-A-cadeia-de-custodia-no-processo-penal-do-Pacote-Anticrime-a-jurisprudencia-do-STJ.aspx> . Acesso em 10 jul 2024.

v. 14, n. 4, p. 542-547, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Pó papiloscópico: orientações para a escolha e a aplicação em perícia veicular sob a ótica da gestão de serviços

D.R. Santos[a,*], S.W. Lobo[a], J.V.S. Nogueira[a], R.C.M. Araújo[a]

[a] *Instituto de Criminalística Leonardo Rodrigues (ICLR), Superintendência da Polícia Técnico Científica, Goiás (GO), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: junior_reiss@hotmail.com. Tel.: +55-62-99321-9277.*

Keywords: Furto; Revelador papiloscópico; Roubo; Veículo; Gestão de Serviços.

1. INTRODUÇÃO

A administração pública gerencial, adotada contemporaneamente, representa um avanço no âmbito da gestão pública uma vez que reestrutura o obsoleto espectro administrativo, previdenciário e político do Estado brasileiro. O Plano Diretor da Reforma do Aparelho do Estado, que origina o constructo dessa nova forma de administrar o Estado, apontou diretrizes e objetivos, tendo como exemplos a modernização e o aumento da eficiência da administração dos entes federados [1].

Uma das principais razões que impulsionam a necessidade de transformações nas entidades governamentais, e, portanto, a adoção de um novo sistema de Administração Pública, é a constatação de desperdício e falta de eficiência [2-3]. Esse cenário decorre da percepção generalizada entre os cidadãos de que o setor público não entrega de forma eficaz segurança, educação, empregos e oportunidades [4]. Nesse contexto, a administração voltada para o cidadão desempenha um papel crucial na restauração da legitimidade das entidades governamentais.

Diante da modernização do Estado e da importância de os governos locais atuarem como clientes na contratação de serviços anteriormente monopolizados pelo Estado, a gestão de serviços é uma ferramenta para garantir a qualidade e eficiência dos serviços contratados, tanto por entidades públicas quanto privadas, além de regular esses serviços para o benefício da comunidade [5].

Dados do Ministério da Infraestrutura apontam que no ano de 2022, Goiânia possuía 1.291.865 veículos automotores, ocupando o primeiro lugar no ranking da frota estadual de veículos e o sexto no ranking da frota nacional. Com uma população de 1.437.366 habitantes, dados do último senso 2022, o município apresenta, aproximadamente, uma proporção de 0,8 veículo por habitante [6]. A Secretaria de Estado da Segurança Pública de Goiás (SSP), com base nos dados do Observatório de Segurança Pública, afirma que houve uma significativa redução no número de veículos roubados no Estado. Em 2018, a média diária era de 27,7 casos, enquanto em 2021, esse número diminuiu para apenas cinco, representando uma queda histórica de 81,3%, o qual para se manter precisa de políticas estatais eficientes de manutenção e monitoramento [7].

A Polícia Técnico-Científica de Goiás (PTC), instituição estatal, é responsável pela perícia criminal e médico legal no Estado de Goiás e recentemente adotou como valor a profissionalização de sua gestão como uma corporação policial inserida no novo modelo de Administração Pública [8]. Uma das suas frentes de trabalho ocorre em atuação conjunta a Polícia Civil do Estado de Goiás (PCGO), através de sua Delegacia Estadual de Repressão a Furtos e Roubos de Veículos Automotores (DERFRVA). Nessa atuação, são realizados diariamente exames periciais de pesquisa de impressões papilares em veículos, a fim de se buscar a autoria nos tipos penais roubo e furto.

Assim, destaca-se a importância da perícia criminal em um local de crime, pois auxilia a Justiça na determinação da autoria por meio do entendimento científico dos fatos ocorridos. Para o bom desempenho desta tarefa, cumpre ao perito criminal operacio-

nal o exame pormenorizado e a perpetuação daquilo que foi constatado, seja no exame pericial in loco, seja nos exames laboratoriais complementares, o que exige do perito a tomada de decisão de como conduzir a perícia, principalmente quanto ao emprego dos suprimentos disponíveis [9].

Ao longo das décadas, muitos pesquisadores exploraram novos e aprimorados métodos para o desenvolvimento e recuperação de impressões digitais latentes. As técnicas mais comumente utilizadas são: empoamento, spray de ninidrina, vapor de iodo e imersão em nitrato de prata [10].

A visualização de uma impressão latente, aquelas invisíveis à vista desarmada, é normalmente realizada através da utilização de um determinado pó papiloscópico, que envolve a aplicação de partículas finamente divididas que, fisicamente, aderem aos compostos aquosos e oleosos presentes na impressão em superfícies não porosas [11].

Os fabricantes comerciais de pós tendem a rotular os pós por cor, como preto, branco, prata, cinza e assim por diante, em vez de rotular os ingredientes [10]. A escolha dos pós reveladores de impressões digitais, os quais estão disponíveis em diversas cores e fórmulas, é um fator relevante. Deve levar em consideração a cor e a textura da a superfície periciada, além do máximo de contraste a ser obtido.

Devido ao volume de veículos periciados, a PTC possui considerável base de dados que podem contribuir tanto para o auxílio da gestão de insumos quanto para a tomada de decisões, como a manutenção do baixo nível de furtos e roubos de veículos em Goiânia e região metropolitana.

Diante do exposto, é necessário que ocorra o cruzamento de informações conflitantes, no âmbito da segurança pública e da gestão de serviços, de uma forma simples e compreensível, para que haja a elaboração de um plano estratégico de como melhor gerir os recursos adquiridos, observando as possíveis interferências internas e externas.

Nesse sentido, o papel do decisor operacional é apontar à gestão tática e estratégica os caminhos de maior eficiência para a execução do serviço prestado.

Diante do exposto, questionou-se: como melhor gerir os recursos disponíveis para a demanda de perícias papiloscópicas em veículos automotores no âmbito do Laboratório de Papiloscopia Forense (LAPAP) do ICLR?

Portanto, o objetivo deste artigo foi estabelecer os requisitos essenciais para uma gestão eficaz dos recursos disponíveis para atender à demanda de perícias papiloscópicas em veículos automotores, no contexto do LAPAP. Assim, o presente estudo avaliou a aplicação dos preceitos da gestão de serviços ao estudo da utilização dos pós papiloscópicos disponíveis no Laboratório com dados levantados entre os anos de 2019 e 2020.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa aplicada engloba estudos concebidos com o propósito de solucionar problemas identificados no âmbito das comunidades em que os pesquisadores vivem [12]. Nessa pesquisa, utilizaram-se os conceitos de Gestão de Serviços para melhor administrar os recursos materiais disponíveis para a realização de exames periciais que contribuem para a diminuição do furto e do roubo de veículos automotores em Goiânia.

Quanto ao método de raciocínio, o indutivo distingue-se por ser um processo de raciocínio que se desenvolve a partir de fatos específicos, até atingir uma conclusão de ordem geral, por meio da qual se possa elucidar o que é constante ou comum nos fatos observados e em outros de natureza similar [13]. Este foi selecionado pela produção do conhecimento específico de gerenciamento do estoque de reveladores papiloscópicos com o intuito de atender à demanda do Perito Criminal durante as perícias em veículos automotores, partindo do particular para o geral.

O método misto combina abordagens quantitativas e qualitativas, proporcionando uma análise mais completa e integrada dos fenômenos pesquisados [12]. Essa metodologia é especialmente útil em estudos complexos, nos quais é necessário tanto quantificar dados quanto entender significados e contextos mais profundos.

Por tratar da percepção dos Peritos Criminais acerca de seus preparos para a gestão de suprimentos, esse trabalho interessou-se na fusão das realidades dos significados e na quantificação através da objetividade. O uso do método misto, no contexto do presente artigo, é exemplificado pela coleta de dados estatísticos referentes ao veículo periciado e pela análise qualitativa das práticas e percepções dos envolvidos na pesquisa. Portanto há interpretação das razões e circunstâncias subjacentes aos crimes de furto e roubo de veículos.

Quanto à abordagem dos objetivos, a pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses [14]. Assim, busca-se a relação entre a gestão de serviços, através do controle de suprimentos e a prática pericial através do olhar dos Peritos Criminais em local de crime.

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos [15]. Para o desenvolvimento da pesquisa foi realizada revisão bibliográfica integrativa da literatura existente que trata sobre o assunto proposto, com descritores "gestão de serviços" e "perícia papiloscópica" na base de dados Google Acadêmico, delimitando-se para os 10 (dez) últimos anos. Os critérios de inclusão foram: estar disponível na íntegra e estar na língua portuguesa brasileira ou inglesa. Os de exclusão foram artigos que fogem à temática proposta, trabalhos de conclusão de curso ou aqueles que estiveram em períodos diferentes.

Outro procedimento técnico utilizado foi o levantamento e a análise de dados provenientes das perícias papiloscópicas conduzidas na DERFRVA, entre 2019 e 2020, e inseridos em planilha intitulada Perícias DERFRVA, arquivado em nuvem, no Google Drive. Com o intuito de analisar a existência ou ausência de fragmentos de impressões papilares apropriados para exame de confronto papiloscópico, os Peritos Criminais têm a responsabilidade de atualizar tal planilha com informações como número do Registro de Atendimento Integrado (RAI) no âmbito da SSP, número do Registro Geral (RG) no âmbito da PTC, data da perícia, cor e modelo do veículo. A cor do modelo foi primordial para este estudo, tanto no âmbito de análise quantitativa quanto qualitativa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visando manter e estabelecer um elevado patamar no que diz respeito ao levantamento de impressões papilares através do método do empoamento, em benefício da sociedade e na busca constante da manutenção dos baixos índices de criminalidade, é possível gerenciar os recursos humanos e materiais de uma forma estratégica e mais eficaz. A matriz SWOT, representada na figura 1, apresenta o diagnóstico do LAPAP quanto ao exame pericial em veículos automotores.

	Forças	Fraquezas
Fatores Internos	Discricionariedade na escolha dos produtos Experiência dos Peritos Infraestrutura adequada	Resistência dos Peritos Falta de POP Inexperiência dos Peritos Desorganização laboratorial
	Oportunidades	**Ameaças**
Fatores Externos	Volume de veículos Espaço físico aprimorável Liberdade decisória Uso de produtos inovadores	Falta de estrutura adequada Falta de recursos humanos Intempéries da natureza Ingerência administrativa

Figura 1. Diagnóstico do LAPAP quanto ao exame pericial em veículos.

Durante o exame pericial, três tipos de resultados podem ser encontrados: a presença, a ausência e o veículo liberado sem perícia (VLSP). O primeiro grupo ainda se subclassifica em "apropriados" e "inapropriados".

Tabela 1. Qualidade dos fragmentos de impressões papilares.

Ano	Total de Veículos	Apropriados	Inapropriados	Ausentes	VLSP
2019	423	380	26	13	4
2020	417	314	34	59	10

Em alguns casos, não são verificados fragmentos de impressões papilares. Estes fragmentos são considerados ausentes. VLSP (Veículos Liberados Sem Perícia) são os veículos que, por motivos diversos, foram liberados pela delegacia sem a realização da perícia papiloscópica pelo perito criminal. A tabela 1 demonstra o resultado obtido nas perícias no período de avaliação.

O propósito do método empoamento é revelar impressões papilares latentes. No ano de 2019, 96,8% dos veículos periciados (soma dos valores dos fragmentos apropriados e inapropriados, excetuando os VLSP, em relação ao número total de veículos) obtiveram êxito em apresentar pelo menos um fragmento de impressão papilar. No ano de 2020, a porcentagem foi de 85,2%.

No ano de 2019, foram conduzidos na DERFRVA pelo LAPAP, um total de 419 exames periciais de pesquisa de impressões papilares em veículos automotores, incluindo carros, motocicletas, caminhões e caminhonetes. A cor veicular mais frequentemente encontrada foi a branca, com 127 veículos submetidos à análise, seguida pela cor prata, com 84 veículos, conforme evidenciado no Figura 2, que representa a distribuição quantitativa das cores dos veículos periciados ao longo do mencionado período.

No ano subsequente, em 2020, foram conduzidos 407 exames periciais semelhantes. Igualmente, o branco foi a cor predominante, identificada em 113 veículos, seguida pela tonalidade prata, encontrada em 92 veículos. Esses achados são retratados no Figura 3, que demonstra a variação das cores em relação à quantidade de veículos periciados durante o período em questão.

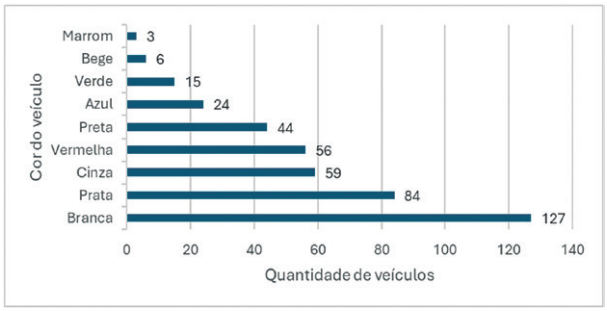


Figura 2. Variedade de cores dos veículos periciados no ano de 2019.

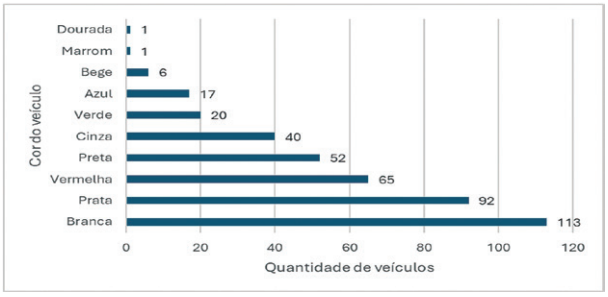


Figura 3. Variedade de cores dos veículos periciados no ano de 2020.

Considerando as cores cinza e prata, que apresentam um gradiente de cor semelhante, em 2019 representaram aproximadamente 34% dos veículos periciados, enquanto em 2020 essa representação manteve-se próxima, em 32%.

O veículo vermelho oscila entre o terceiro e o quarto lugar. Já o preto fica entre o quarto e o quinto lugar. Outras cores, como dourada, marrom e bege configuram entres as cores menos verificadas durante os exames periciais.

Segundo dados da Secretaria Nacional de Trânsito, o município de Goiânia contava com 272.172 veículo brancos e 235.319 veículos da cor prata no ano de 2019 [16]. Estes dados corroboram com os obtidos nesse estudo, apontando tais cores como as mais frequentes na região.

Foram encontrados números semelhantes em uma investigação em relação à cor do veículo ao risco de furto e roubo no Estado de São Paulo, ao se relatar que as cores preta, branca e prata apresentaram as maiores taxas quando calculada pela divisão entre o número de boletins de ocorrência e a frota veicular média em cada cor [17].

Em pesquisa conduzida pelo Portal G1, com a base de dados da SENATRAN, em 2023, 67% da frota total de veículos no Brasil eram compostas pelas cores branca, preta, prata e cinza [16].

Essas constatações evidenciam a importância da seleção adequada de pós papiloscópicos, levando-se em conta não apenas a cor do veículo, mas as nuances das superfícies onde as impressões papilares estão sendo investigadas.

Seguindo a ideia expressa pelo autor supracitado e com base na metodologia empregada pelo LAPAP, o pó papiloscópico preto é amplamente utilizado na perícia papiloscópica em veículos. Com base nas estatísticas expostas acima, nas quais a cor veicular branca mantém sua predominância ao longo de dois anos consecutivos, destaca-se que o melhor contraste para os fragmentos de impressões papilares é obtido quando o pó preto é aplicado sobre superfícies brancas.

Embora o pó preto seja eficaz em superfícies de qualquer cor, inclusive em superfícies pretas, produzindo resultados excelentes, o mesmo não pode ser afirmado para o pó branco quando aplicado sobre superfícies brancas. A luminosidade em ambiente não controlado não pode ser facilmente ajustada e a visualização de uma impressão papilar branca em superfície branca depende muito da incidência solar e/ou do auxílio de luz forense, impossibilitando uma fotografia digital do fragmento. Neste caso, o perito criminal, se porventura, não dispuser de um levantador papiloscópico adequado para fragmentos revelados na cor branca, possivelmente perderia um vestígio importante em uma cena de crime.

No entanto, o pó branco apresenta excelentes resultados em superfícies de outras cores. Particularmente, o pó branco é utilizado com grande eficácia nos vidros das portas dos veículos, onde ocorre um maior contraste devido às películas de controle solar (Insufilme). O pó papiloscópico branco é aplicado em 100% dos veículos no LAPAP, o que demanda a manutenção de um estoque constante desse tipo de pó. Existe uma baixa quantidade de estudos em vidro de pós papiloscópicos, contudo afirmam sobre a ampla aplicabilidade desses para perícias em veículos [18].

O LAPAP possui um estoque considerável de pó prata em seu estoque, mas foi verificado, através das técnicas de empoamento empregadas pelo LAPAP e pelos resultados obtidos com a inserção dos fragmentos no AFIS (*Automated Fingerprint Identification System*), que este tipo de pó não é o mais recomendado para a utilização em perícia veicular. Dois fatores podem justificar os resultados, sendo o primeiro a demanda de esforço físico, por se tratar de uma superfície extensa a ser examinada, e o segundo, a infraestrutura adequada necessária que permita ajuste de luminosidade, não disponível pelo laboratório. Deve-se evitar o uso dos pós pratas devido à sua baixa sensibilidade de visualização [19].

Percebe-se, portanto, que os pós pretos e brancos emergem, independentemente da cor, como os mais

indicados nas diferentes superfícies de um veículo, como lataria, espelhos e vidros [19].

Para corroborar com a sugestão da manutenção de um estoque de pós pretos e brancos para a realização de perícias em veículos, observou-se os valores brutos destes insumos no site da marca Lynn Peavy Company (s.d). O pó papiloscópico nas cores básicas (preto, branco e prata), com 8 oz, custa $ 22,38 dólares [20]. Não há necessidade, portanto, de se investir em insumo que raramente será usado, resultando em desperdício de recursos, tanto financeiros quanto de espaço de armazenamento. Focar nos produtos de maior rendimento, garante o melhor benefício-custo e evita o acúmulo de itens poucos utilizados.

4. CONCLUSÕES

O presente trabalho avaliou a eficiência dos pós papiloscópicos utilizados em exames periciais de pesquisa de impressões papilares em veículos furtados e roubados e como é possível gerenciar esse tipo de suprimento.

Verificou-se que o pó papiloscópico é um tipo de revelador amplamente utilizado em perícias de veículos por diversos fatores, como: baixo custo, revelação rápida, alta reprodutibilidade, fácil manuseio, entre outros.

Considerando-se o elevado número de ocorrências com veículos na cor branca e, em geral, a extensa superfície a ser periciada (portas, vidros, painéis digitais, maçanetas, espelhos retrovisores etc.), justifica-se a utilização em larga escala do pó preto e a necessidade de um estoque contínuo desse suprimento à disposição do Perito Criminal.

Além disso, o pó preto possui uma vantagem em relação aos demais: sua fácil visualização quando decalcado. Nem sempre é possível fotografar um fragmento de impressão papilar, por diversas razões, fazendo com que o Perito Criminal tenha que levantar o fragmento através de um levantador específico ou fita adesiva. Em ambos os casos, deve-se observar o tamanho e a coloração tanto do fragmento levantado quanto do suporte utilizado. Fragmentos revelados com o pó branco não devem ser decalcados em suporte branco, porém, fragmentos revelados com o pó preto podem ser decalcados em suportes pretos, sem que sua visualização seja prejudicada.

Apesar de menos utilizado, o estoque adequado de pó papiloscópico branco é de extrema importância, pois além de ser uma alternativa para a utilização em veículos coloridos, é indispensável para a utilização em vidros devido ao ótimo contraste. Observou-se, empiricamente, que a sua aderência é ligeiramente superior se comprada à do pó preto, quando utilizado nessas superfícies. Este fato, no entanto, poderá ser pautado em estudo futuro.

A pergunta inicial que incitou a realização dessa pesquisa foi respondida ao longo deste artigo. Estabeleceram-se os requisitos essenciais para uma gestão eficaz dos recursos disponíveis para atender à demanda de perícias papiloscópicas em veículos automotores, no contexto do LAPAP, ICLR. O conceito de gestão de serviços foi definido, fornecendo estrutura teórica para a abordagem prática da administração dos recursos neste contexto.

Ademais, o artigo levantou critérios fundamentais para o gerenciamento eficiente das perícias criminais em veículos automotores, destacando aspectos-chave que devem ser considerados na alocação de recursos e na tomada de decisões operacionais. É preciso considerar que o índice de furto e roubo de veículos ainda é alto em muitas cidades brasileiras, e que a gestão dos recursos públicos, tanto materiais quanto humanos, aliada ao investimento em tecnologias no âmbito da segurança pública, podem inverter essa realidade.

Por fim, após a definição da gestão de serviços no âmbito do LAPAP, será possível redirecionar os recursos humanos e materiais em questão a fim de se manter a porcentagem no levantamento de impressões papilares e garantir os resultados relativos a controle e redução da criminalidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] JUNQUILHO, G. S. Teorias da administração pública. 2. ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2012. 180 p.

[2] POPOVICH, M. G. **Creating high-performance government organizations: a practical guide for public managers**. 1.Ed. Califórnia: Jossey-Bass, 1998.

[3] CAULLIRAUX, H. M.; PROENÇA, A.; YUKI, M. Gestão pública e reforma administrativa: conceitos e casos: a experiência de Florianópolis. Rafael Paim, 2004

[4] NOVAES, C.; LASSO, S.; MAINARDES, E. W. Percepções de qualidade do serviço público. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 9, n. 1, p. 107-123, 2015.

[5] CONFORTO, G. Descentralização e regulação da gestão de serviços públicos. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 1, p. 27 a 40, 1998. Disponível em: https://periodicos.fgv.br/rap/article/view/ 7681. Acesso em: 1 abr. 2024.

[6] BRASIL. Ministério da Infraestrutura, SENATRAN - Secretaria Nacional de Trânsito – 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/goiania/pesquisa/22/28120?tipo=ranking. Acesso em: 13 abr. 2024.

[7] GOIÁS. Secretaria de Estado da Segurança Pública. **Plano Estratégico da Secretaria de Estado da Segurança Pública 2022-2031**. Goiás: Secretaria de Estado da Segurança Pública, 2022.

[8] GOIÁS. Secretaria de Estado da Segurança Pública (ed.). Em três anos, roubos de veículos em Goiás apresentam redução histórica de 81%. 2022. Disponível em: https://encurtador.com.br/j7U4B. Acesso em: 28 mar. 2024.

[9] FIGINI, A. R. L. Datiloscopia e Revelação de Impressões Digitais. Campinas, SP: Millennium, 2012. 310 p. (Tratado de Perícias Criminalísticas).

[10] LEE, H. C.; GAENSSLEN, R. E. Advances in Fingerprint Technology Advances in Fingerprint Technolog. 2. ed. Boca Raton: Crc Press, 2001. (CRC SERIES IN FORENSIC AND POLICE SCIENCE).

[11] SODHI, G.S.; KAUR, J. Powder method for detecting latent fingerprints: a review. Forensic Science International, [S.L.], v. 120, n. 3, p. 172-176, set. 2001. Elsevier BV. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/s0379-0738(00)00465-5. Acesso em: 13 abr. 2024.

[12] GIL, A.C. **Como elaborar projetos de Pesquisa**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

[13] AZEVEDO-FILHO, A. **Princípios de Inferência Dedutiva e Indutiva:** Noções de Lógica e Métodos de Prova. 1ª Edição 2010.

[14] SILVA, E. L.; MENEZES, E, M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** UFSC, Florianópolis, 4a. edição, v. 123, n. 4, p. 138, 2005.

[15] GIL, A.C. **Como elaborar projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002, 175 p.

[16] BRASIL. Ministério dos Transportes. Frota de veículos – 2019. Portal Gov.br. Disponível em: https://encurtador.com.br/L8wD7. Acesso em: 23 mai. 2024.

[17] DUARTE, H. Investigação da relação entre a cor do veículo e o risco de furto e roubo**: uma análise para o estado de São Paulo de 2016 a 2021**. 2023. 35 f. Monografia (Especialização) - Estatística, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

[18] BANDEY, H. L.; GIBSON, A. P. Fingerprint development and imaging newsletter: Special edition. **HOSDB Investigation, Enforcement and Protection Sector**, v. 8, n. 6, p. 1-16, 2006.

[19] BANDEY, H.; BRITAIN, G. **Fingerprint powders guidelines**. Home Office, Scientific Development, 2007.

[20] LYNN PEAVEY COMPANY. **Basic Fingerprint Powders**. Disponível em: https://encurtador.com.br/3s0tq. Acesso em 24 mai. 2024.

v. 14, n. 4, p. 548-552, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Impactos do Projeto CSI Mirim na formação de alunos do Ensino Fundamental

I.B. Reis[a,*], L.F.M. Lima[a]

[a] *Universidade Federal de Alfenas, Alfenas (MG), Brasil*

**Endereço de e-mail para correspondência: isabella.reis@sou.unifal-mg.edu.br. Tel.: +55-61-98439-3528*

Keywords: Ciências Forenses; Criminalística; Educação; Conscientização.

1. INTRODUÇÃO

As Ciências Forenses consistem no conjunto de conhecimentos científicos e técnicos que são utilizados na resolução de crimes e diversos assuntos legais, sendo estes cíveis, penais ou administrativos. Essa ciência tem como principal finalidade o estudo e interpretação de vestígios encontrados a fim de elucidar os atos criminosos e permitir à justiça incumbir a responsabilidade aos devidos [1]. Seu aspecto multidisciplinar permite com que esta seja avaliada como uma importante aliada ao processo de ensino-aprendizado na Educação Básica, tendo em vista que contribui para a compreensão de química, biologia e física, por exemplo, propiciando uma percepção aprimorada do conteúdo por meio de sua aplicabilidade [2].

Dessa forma, a utilização de metodologias ativas como proposta alternativa de ensino, que estimulam o aluno a assumir o protagonismo no seu processo de aprendizagem, contribui para um maior envolvimento acadêmico e tem grande impacto na aquisição de conhecimentos, por meio da dinamização do currículo de formação [3]. Os segmentos das Ciências Forenses, por meio da demonstração, explanação e experimentação, utilizam de poucos recursos para proporcionar um melhor entendimento de temas como os de ciências naturais, tais quais as interações intermoleculares, secreções glandulares e reações ácido base [2].

Nesse sentido, filmes, séries e livros de tema investigativo são formas de mídia frequentemente procuradas e com grande impacto, atraindo o interesse do público por meio de tramas e reviravoltas ligados à resolução de crimes. O seriado televisivo "*CSI: Crime Scene Investigation*", que inspirou o título do projeto, é um dos mais famosos da atualidade, popularizando e glamourizando a imagem do Cientista Forense [4], permitindo aos espectadores a compreensão da investigação de situações cotidianamente vivenciadas de criminalidade, violência e morte, ainda que não totalmente verossímil.

O ensino informal das Ciências Forenses, portanto, contribui para a conscientização da população a respeito do trabalho das instituições policiais e sua relevância para a manutenção da ordem social, pela utilização da ciência a favor da justiça. Além disso, o processo informal de aprendizagem também promove a busca pelo ensino formal e não-formal [4], despertando o interesse pela especialização nessa área por meio do Ensino Superior ou Cursos de Formação Profissional, de forma a exercer a função de Investigador ou Perito Criminal, por exemplo.

Assim sendo, o projeto "CSI Mirim" teve por objetivo a apresentação de conceitos básicos e introdutórios relacionados às áreas forenses, de forma a estimular a curiosidade e o senso crítico dos alunos, e proporcionar uma educação integrada, evidenciando a interdisciplinaridade dessa Ciência e a importância do aprendizado dos conteúdos tradicionalmente ministrados nas instituições de Ensino Básico, além de apresentar e incentivar o ingresso na carreira policial.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para participação no projeto, foram selecionados os alunos cursando o 6º, 7º e 8º anos do Ensino Fundamental II no ano de 2023 em um colégio

particular da cidade de Alfenas, no estado de Minas Gerais. O "CSI Mirim" consistiu em atividades teórico-práticas de diversos temas relacionados às Ciências Forenses, como explicitado a seguir, que foram ministradas pelos discentes e docentes da Liga Acadêmica de Ciências Forenses da Universidade Federal de Alfenas (LACFor/UNIFAL-MG). Ao fim de todos os módulos lecionados, foi realizada uma formatura, em que os alunos recebiam um certificado de participação no projeto, e também foi realizado o preenchimento de um formulário virtual do *Google* (Anexo I).

2.1. Introdução às ciências forenses

O primeiro módulo apresentou aos estudantes conceitos básicos da Criminalística, como a diferença entre vestígios, evidências e indícios, o papel do Perito Criminal na elucidação de crimes e como realiza-se um laudo pericial.

Para a parte prática, montou-se um caso fictício em que os alunos deveriam analisar as evidências encontradas no local de crime, como parte da roupa rasgada do criminoso e sua impressão digital, para apontar, entre os suspeitos apresentados, qual era o culpado do delito.

2.2. Antropologia forense

A exposição de temas especìficos das Ciências Forenses iniciou-se com a atividade de Antropologia forense, em que foi apresentado o Exame Antropológico Forense e suas etapas, como a organização e inventário dos remanescentes ósseos e estimativas de sexo, idade, afinidade populacional, entre outros.

A prática foi elaborada de forma que os próprios alunos pudessem observar a organização de uma ossada, apontar os ossos faltosos, realizar medições e cálculos a fim de calcular os parâmetros supracitados e identificar os remanescentes.

2.3. Papiloscopia forense

No terceiro módulo, a teoria consistiu na introdução do estudo das impressões digitais, quiroscópicas, podoscópicas e queiloscópicas, e suas classificações, como em latentes e visíveis. Ademais, ressaltou-se também sua importância para a identificação de autores de crimes.

Os alunos tiveram a oportunidade de realizar a revelação e classificação de suas impressões digitais de acordo com o Sistema de Vucetich, com a ajuda de um Perito Papiloscopista, por meio da utilização de um pó revelador semelhante ao utilizado pelos peritos.

2.4. Documentoscopia

Para a atividade de Documentoscopia, foi destacada a importância dos exames documentoscópicos, tal qual a grafoscopia, em analisar e verificar a autenticidade ou determinar a autoria de documentos que possam estar relacionados a algum ato criminoso.

A prática proposta para as turmas foi de tentarem copiar a assinatura dos colegas, de forma a identificarem alguns parâmetros utilizados pela Perícia Grafotécnica para detecção de falsificações.

2.5. Toxicologia forense

Por meio do módulo de Toxicologia forense os alunos puderam compreender melhor a investigação das substâncias químicas, como as drogas, em indivíduos vivos ou mortos.

Ainda, foi realizado o teste de Scott, um teste preliminar para identificação de cocaína em uma amostra, colorimétrico, que utiliza o tiocianato de cobalto como reagente. O reagente tem cor avermelhada, sendo que em contato com a cocaína ou substâncias semelhantes (como a lidocaína, que foi utilizada para observar a reação) forma complexos de cor azulada.

2.6. Balística forense

O segmento da Criminalística relacionado à utilização de armas de fogo, suas munições e os efeitos causados por estas em delitos foi apresentado por meio do sexto módulo. Os parâmetros analisados pelo perito, como altura e distância do disparo, para melhor entendimento da dinâmica do crime também foram introduzidos aos alunos.

Tendo em vista a demonstração da aplicação dessa ciência na perícia, exibiu-se uma reportagem a respeito do caso da morte de Isabele Ramos Guimarães, que foi assassinada com um tiro no rosto, e por meio da Balística forense, foi possível concluir que sua amiga foi a autora do disparo. A partir disso, os alunos responderam algumas questões, que relacionavam os conhecimentos teóricos ao caso.

2.7. Biologia forense

Neste módulo, apresentou-se as seguintes áreas das Ciências Forenses: genética, que tem como objeto de análise o material genético; hematologia, que analisa o sangue; entomologia, o estudo de insetos e outros artrópodes; botânica, que consiste na análise das plantas e suas partes; citologia, que visa analisar as células; e tricologia, que utiliza pelos e cabelos para seu estudo.

I.B. Reis, L.F.M. Lima, Rev. Bras. Crim. 14(4), 548-552, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Na parte prática da atividade, foi realizado o teste Feca-cult, de identificação de sangue humano em duas amostras, uma de sangue verdadeiro, coletada dos próprios discentes da LACFor, e outra de sangue falso, fabricada com xampu e corante vermelho.

2.8. Informática forense

A análise de dispositivos computacionais, telefones, mídias de armazenamento, entre outros, a fim de verificar a presença de alguma evidência foi apresentada aos alunos no módulo de Informática forense.

Também por meio de análise de um caso real, essa prática consistiu na exibição de uma reportagem a respeito da morte de Gabriela Anelli, torcedora do time de futebol Palmeiras, que foi morta após ser atingida por uma garrafa em confusão de torcidas. O autor do crime foi encontrado por meio da investigação de imagens e áudios obtidos de câmeras de segurança instaladas próximo ao local, explicitando a importância desta área.

2.9. Perícia ambiental

Já os crimes contra a flora e fauna, crimes de poluição, contra a administração ambiental, entre outros, foram introduzidos na nona atividade, a respeito de perícia ambiental.

De forma semelhante às práticas de Balística e Informática forense, a prática compreendeu a análise de um caso, o crime ambiental ocorrido na cidade de Brumadinho, Minas Gerais, que, além de perdas humanas, levou à morte de diversas espécies de animais, e a resolução de questões elaboradas a partir deste.

2.10. Medicina legal

O módulo de Medicina legal ocorreu nas dependências do Departamento de Anatomia da UNIFAL, em que, em primeiro momento, os discentes da Liga realizaram explanação acerca do trabalho do médico legista nos Institutos de Medicina Legal, que busca investigar os danos e mudanças que ocorrem no corpo humano, vivo ou morto.

A professora Alessandra Esteves apresentou peças anatômicas e cadáveres aos alunos que se sentiram confortáveis em participar da atividade. Dessa forma, foi possível observar os fenômenos cadavéricos, as lesões e as mudanças que ocorreram em cada exemplar.

2.11. Genética forense

Na penúltima atividade proposta, os conhecimentos a respeito da área de Genética forense foram aprofundados, uma vez que já haviam sido apresentados no módulo de Biologia forense. Enfatizou-se o papel dos peritos de laboratório que realizam confrontos a partir de material genético, para identificação tanto de autores de delitos quanto de vítimas.

Com métodos simples e didáticos, os alunos puderam realizar a extração de DNA de bananas, para compreender melhor como funcionam os ácidos nucleicos e, de forma simplificada, como inicia-se uma análise genética.

2.12. Coleta de vestígios e métodos de isolamento e preservação de cenas de crime

Por fim, o módulo de coleta de vestígios e métodos de isolamento e preservação de cenas de crime buscou a integração de grande parte dos conhecimentos adquiridos durante todo o projeto. Sendo assim, montou-se uma cena de crime fictícia, em que os alunos deveriam observar, coletar vestígios, armazená-los de forma a cumprir com a cadeia de custódia e discutir a respeito do que poderia ter ocorrido.

Posteriormente, os vestígios coletados foram levados aos "laboratórios", para processamento e análise por meio de técnicas vistas anteriormente, como a papiloscopia, hematologia e toxicologia. Dessa forma, a dinâmica encerrava-se com o debate da dinâmica do crime, suas motivações e a identificação de vítima e autor.

3. RESULTADOS

Diante disso, o projeto intitulado "CSI Mirim", abordou a aplicabilidade de conteúdos nas áreas de linguagens, ciências humanas, ciências da natureza e matemática correspondentes ao ensino fundamental II contextualizando a importância deste aprendizado na investigação forense. Assim, os alunos participantes do projeto eram dos 6º, 7º e 8º anos, sendo que em cada ano formativo continha duas turmas totalizando 128 discentes atendidos, conforme a tabela 1.

Tabela 1. Relação da quantidade de alunos em cada ano formativo no Ensino Fundamental II.

Ano formativo	Quantidade de alunos
6° ano I	27
6° ano II	26
7° ano I	22
7° ano II	19
8° ano I	17
8° ano II	17
Total	128

Fonte: dos autores (2024).

I.B. Reis, L.F.M. Lima, Rev. Bras. Crim. 14(4), 548-552, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Como meio de coletar informações a respeito do projeto por meio dos próprios alunos, um formulário *Google* foi empregado para verificar a satisfação deles, e ao serem questionados sobre o que mais gostaram do projeto, respostas como "As práticas e conhecimentos que nunca imaginei poder conhecer durante o Ensino Fundamental II", "Os exemplos expostos durante as aulas de casos reais" e "Das aulas práticas e tudo que ganhei com o projeto" chamaram a atenção.

Para a finalização do projeto, foi realizada uma formatura, a qual teve como composição da mesa, o Pró-Reitor de Extensão e Cultura da UNIFAL, juntamente com a presidente da Liga Acadêmica de Ciências Forenses, a coordenadora do projeto e da Liga e o coordenador adjunto do projeto e professor de ciências da natureza do colégio em que foi realizado o projeto. Nessa cerimônia, houveram pronunciamentos para os formandos a partir das autoridades que compuseram a mesa, bem como a apresentação do projeto, por meio de imagens e vídeos, para os pais e responsáveis presentes, finalizando com a entrega dos certificados aos formandos.

Figura 1. Formatura do projeto "CSI Mirim". Fonte: dos autores.

4. DISCUSSÃO

As ligas acadêmicas, enquanto entidades estudantis, visam a promoção do ensino-aprendizado nos três pilares de uma universidade, os quais são o ensino, pesquisa e extensão. Afinal, possuem grande abrangência, possibilitando aos acadêmicos maiores contatos com a sociedade e comunidades, desenvolvendo, por consequência, transformações a nível social, cognitivo e emocional, promovendo conhecimentos teóricos e práticos, agregando valores às suas respectivas formações acadêmicas, uma vez que a realidade das Ciências Forenses no Brasil exige da formação profissional uma maior integração, pois os cenários de atuação são diversificados envolvendo inúmeras questões sociais, exigindo dos discentes olhares críticos [5].

Por meio do resgate histórico, é possível afirmar que em meados do século XVIII a infância não era confundida com a ingenuidade, mas associada a um certo período de incapacidade e de animalidade, o qual inexiste razão, compreendimento linguístico e consciência moral, ou seja, era tomada como verdade a ideia de que a criança compreendia o mundo com o corpo e não com o intelecto. Entretanto, rompeu-se essa compreensão do modo de pensar e perceber o mundo e compreender os acontecimentos, em que a sociedade entende cada vez mais que cada período da maturação da vida apresenta características específicas de se entender o mundo [6]. Fato esse que leva ao projeto "CSI Mirim" ter grande impacto na sociedade e na formação dos alunos, como críticos e conscientes, afinal a própria essência da ciência forense é capaz de capturar a atenção dos alunos, seja por curiosidade, pelo impacto e pela dramaturgia que todo esse contexto proporciona.

Agregado a isso, essa ciência traz consigo a interdisciplinaridade, fator crucial na formação estudantil, pois une de forma integrativa os conteúdos lecionados em cada disciplina e em cada ano formativo. Dessa forma, conforme as próprias Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN's), torna-se importante acompanhar o pensamento das crianças e jovens de modo a obter resultados promissores frente à conscientização da criminalidade e a importância dos serviços periciais para a sociedade, além de que esse aspecto educacional deve acompanhar as mudanças da organização cultural, econômica e social [7].

5. CONCLUSÃO

Infere-se, portanto, que LACFor/UNIFAL-MG, no âmbito de suas funcionalidades, têm buscado contribuir na formação do discente, explanando conhecimentos forenses e suas utilidades para a população, promovendo e aperfeiçoando seus conhecimentos, suas habilidades e suas atitudes de forma que lhe garantam uma formação científica, humanística e ética.

Ademais, o entusiasmo apresentado pelas crianças demonstraram, de modo empírico, que as aulas teóricas e práticas atenderam de forma satisfatória, reafirmando o objetivo do projeto o qual buscou levar o conhecimento das técnicas e metodologias aplicadas dentro das ciências forenses/investigação criminal.

Espera-se, ainda, que esse projeto estimule o desenvolvimento profissional dos discentes para que as carreiras policiais se tornem uma opção como profissão, não tornando-as elitizadas, mas como um alvo a ser atingido e a ser conquistado. Nesse mesmo âmbito, almeja-se a disseminação do projeto em outras escolas, em outras cidades e em outro estados, para que o despertar nas crianças, adolescentes, jovens e

adultos seja alcançado, tornando-os protagonistas de suas próprias histórias e conhecedores da gama de opções frente à sociedade.

AGRADECIMENTOS

Respeitosamente, direciona-se os agradecimentos à Universidade Federal de Alfenas, em especial a Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (Proec) pela interação da instituição com os outros setores da sociedade. Ainda, sinceras gratificações são dirigidas ao Departamento de Anatomia (DAnat) por ceder os espaços para a realização de algumas atividades teórica-práticas. À equipe do colégio por acolher o projeto com muita confiança, persistência e carinho. Aos membros da LACFor, em sua composição de membros diretores, efetivos e equipe coordenadora, por toda dedicação no preparo dos materiais para lecionarem os conteúdos teóricos e práticos, bem como na dedicação para com os alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] B. Franciéllen; K. Bárbara; C.S. Mônica; M.S.F., Clemente. Ciências forenses: princípios éticos e vieses. **Revista Bioética**, [S.L.], v. 29, n. 1, p. 55-65, mar, 2021.

[2] G.G. Rodrigo; S.R.G.G. Fabíola. Ciência Forense na aprendizagem de Ciências Naturais. **REVISTA PRAXIS**, v. especial, n.1, p. 115-120, ago, 2013.

[3] I.F. Oliveira; M.B. dos Santos; B.T. Alves; B.R. Castilha; S.S. Barbosa; A.M. Kul; R.N. Marques. Práticas de ciência forense no ensino de graduação: valorizando o aprendizado interdisciplinar. **Latin American Journal of Science Education**, v. 7, p. 1-11, 2020.

[4] G.G. Rodrigo. O aprendizado de criminalística: interações entre as modalidades formal, informal e não-formal de educação. **Saúde Ética & Justiça**, v. 15, n. 1, p. 10-15, 2010.

[5] O.P. Crislaine; S.R.S. Jéssica; C.A.S.P. Dayse; H.B.S. Evylee; A.P.S. Amuzza. A importância das ligas acadêmicas para a formação universitária. **GEPNEWS**, Maceió, v. 5, n. 1, p. 466-472, jan./mar, 2021.

[6] C.O.C. Jeyce; A.N.N. Márcio. A importância do brincar para crianças em atendimento psicológico no contexto da Justiça Criminal. **Rev. Brasileira de Estudos da Homocultura.** Rondonópolis, v. 03, n. 13, jan./abr, 2021.

[7] P.A.S.F. Antônio; C.S.S. Antônio; S.B. Maria Cleide; G.S. Caroline. Ciência forense como ferramenta de ensino através da aprendizagem significativa. **Rev. Binacional Brasil Argentina.** Vitória da Conquista, v. 11, n. 1, p. 111-124, jun, 2022.

ANEXO I

Questionário a respeito do projeto “CSI Mirim”

1. Qual o seu nome?
2. Qual a sua turma?
3. Antes de conhecer o projeto, você já tinha ouvido falar/conhecia as Ciências Forenses?
4. Pensando em uma escala de 1 a 5, em que 1 é **não gostei do projeto** e 5 é **gostei muito do projeto**, como você avalia o projeto, de uma forma geral?
5. Como você avalia o **material de apoio** para as aulas (apostilas e slides)?
6. Como você avalia as **aulas práticas** ministradas durante os módulos?
7. Como você avalia as **aulas teóricas** ministradas durante os módulos?
8. Agora, como você avalia os alunos da LACFor (forma de ensinar, gentileza, paciência etc), de uma forma geral?
9. Na sua opinião, o que poderia mudar no projeto?
10. Para finalizar, nos conte o que você mais gostou no projeto.

J.C.S. Ribeiro, Rev. Bras. Crim. 14(4), 553-554, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 553-554, 2025
ISSN 2237-9223

Avaliação da Alteração do Feixe de Molas de Caminhões Envolvidos em Acidentes de Trânsito pelo Perito Criminal

J.C.S. Ribeiro[a,*]

[a] *Setor de Engenharia Legal e Meio Ambiente, Núcleo de Criminalística, Instituto Técnico-Científico de Perícia do Rio Grande do Norte (RN), Brasil*

**Endereço de e-mail para correspondência: jc-fisica@hotmail.com.: Tel.: +55-21-99495-2852.*

Keywords: **Acidente de Trânsito, Tombamento, Alteração do feixe de molas.**

1. INTRODUÇÃO

A perícia forense tem papel central no sistema judiciário brasileiro, viabilizando provas materiais essenciais à elucidação de crimes contra a vida e o patrimônio. A perícia criminal de ocorrências de trânsito é um claro exemplo. A cada ano, cresce consideravelmente o número de mortes por acidente de trânsito, o que implica no aumento de levantamentos periciais. O presente estudo de caso tem o intuito de analisar como os fatores de alteração do número de feixe de molas (arqueamento), influenciam no tombamento lateral de veículos pesados, bem como o comportamento desses veículos expostos ao trafegarem em curvas.

2. A PRÁTICA DE ARQUEAMENTO

A prática do caminhão arqueado é uma tendência popular entre os caminhoneiros jovens, elevando a traseira do veículo. Significa que esses caminhões têm a suspensão traseira elevada, de modo que a carroceria deixa de ficar nivelada, podendo chegar a um metro acima da altura original de fábrica – ou até mais. Embora estilize a carreta, regulamentações visam garantir a segurança nas estradas. Essa modificação normalmente é feita com a colocação de calços sob as molas traseiras; o arqueamento das molas originais, o que altera a curvatura das lâminas do molejo; alterando o número de lâminas das molas; ou instalando suportes mais longos para a suspensão.

3. ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO E A OBSERVAÇÃO DO PERITO

A legislação (Contran nº 479/2014) permite elevar caminhões em até 2° graus, aproximadamente, 3,5 cm por metro de comprimento, conforme Fig. 1. E ainda traz normas específicas que determinam a altura a partir do solo das lanternas traseiras e laterais para garantir a segurança viária, onde lanternas laterais até 1,50 m do chão e lanternas traseiras só podem estar 1,20 m do solo. O Contran (nº 916/2022) também estabelece que não podem ocorrer alterações no eixo dianteiro, como a redução do número de molas, troca do eixo etc. Essas alterações na frente do caminhão são feitas para rebaixar a dianteira, enquanto a traseira é erguida. Os caminhoneiros defendem que arquear a traseira traz estabilidade nas curvas, mas estudos não confirmam vantagens. Tal mudança altera o centro de gravidade do caminhão, endurece a suspensão e sobrecarrega os componentes, já que o peso transportado passa a ser distribuído de maneira diferente do que o projeto original do veículo estabelece. Colisões podem ser mais perigosas, e freadas bruscas comprometem a carga e segurança. As alterações devem passar por inspeção em local credenciado pelo Inmetro, que deverá incluir a modificação no documento do caminhão.

J.C.S. Ribeiro, Rev. Bras. Crim. 14(4), 553-554, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

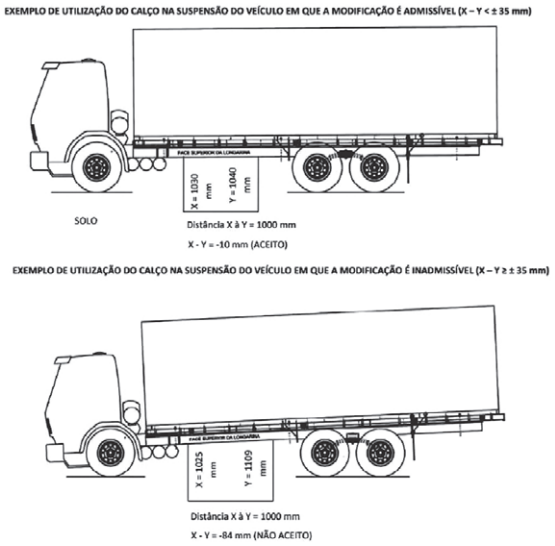


Figura 1. Limite de arqueamento – Resolução nº 479/2014 do Contran.

4. CONCLUSÕES

Arquear um caminhão aumenta o risco de tombamento em curvas, apesar da sensação de estabilidade. Com o centro de gravidade mais alto, o risco de acidentes, especialmente tombamentos, é elevado. A suspensão mais dura, com o aumento do número de molas, causa uma trepidação excessiva do veículo, acarretando maior desgaste das peças. E o peso distribuído de maneira desigual sobre a plataforma do chassi pode sobrecarregar o eixo dianteiro, com aumento do desgaste dos pneus e dos freios e até mesmo uma possível quebra do eixo. Essa escolha impacta a segurança no trânsito e não é compatível com a direção defensiva. Há uma série de fatores que influenciam na gravidade de um acidente, e neste caso específico são vários os riscos de segurança que afetam não só os motoristas dos caminhões, mas também os condutores de outros veículos que trafegam pelas estradas.

Em um estudo de caso, temos um caminhão carregado de gesso que capotou na BR-226, em Campo Redondo/RN, conforme Fig. 2.

Figura 2. Capotamento de caminhão arqueado na BR-226, Campo Redondo/RN.

O caminhão tinha seu eixo traseiro com 21 feixes de molas quando comparado com seu eixo dianteiro com 9 feixes de mola. Por meio de uma análise da relação de diferença de altura entre os eixos proporcionadas pelas condições de arqueamento, concluiu-se que as mesmas tiveram influência para a ocorrência de um veículo pesado em declive numa curva. Isso evidencia a importância da incorporação da análise do capotamento de veículos pesados em projetos rodoviários, em virtude de alterações que possam mudar o centro de massa. O Estudo pode auxiliar na análise desse tipo especifico de caso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Instituto Técnico-Científico de Perícia do Rio Grande do Norte (ITEP-RN) e ao Setor de Formação e Capacitação (SeFoC) pela infraestrutura, suporte e permissão para o uso dos dados e para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] BRASIL. Lei Federal nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 1997

[2] ____. Resolução CONTRAN nº 479, de 20 de março de 2014. que dispõe sobre modificações de veículos previstas nos arts. 98 e 106 da Lei nº 9503, de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2014.

[3] ____. Resolução CONTRAN nº 916, de 28 de março de 2022. que dispõe sobre a concessão de código de marca/modelo/versão, bem como sobre a permissão de modificações em veículos previstas nos arts. 98 e 106 da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro (CTB). Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2022.

[4] GILLESPIE, T. D. Fundamentals of Vehicle Dynamics. 7th ed. Warrendale, PA. Society of Automotive Engineers, 1992.

v. 14, n. 4, p. 555-559, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Método de determinação de velocidade a partir de videoanálise usando razão cruzada generalizada e metadados em reconstrução de acidente de trânsito

T. Maia[a,*], P.H.S. Maia

[a] *Instituto de Criminalística da Polícia Científica, Espírito Santo (ES), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: alberto.maia@pc.es.gov.br. Tel.: +55-27-3137-9126.*

Keywords: Cálculo de Velocidade; Videoanálise; Razão Cruzada; Metadados; Kinovea

1. INTRODUÇÃO

A velocidade de um veículo no instante de um impacto, via de regra, apresenta grande relevância para esclarecer as causas e as responsabilidades por sinistros de trânsito. No entanto, a determinação da velocidade consiste em tarefa desafiadora para o reconstrutor de acidentes de trânsito.

Procedimentos e equipamentos utilizados costumam ser alvo de questionamentos ao longo do processo judicial.

A escolha dos procedimentos para coleta de informações no local e das metodologias analíticas para reconstrução requer fundamentação científica.

Nos dias atuais, devido ao uso cada vez mais disseminado de circuitos fechados de televisão (CFTVs) em rodovias, residências, estabelecimentos comerciais e públicos, vídeos de sinistros de trânsito constituem vestígios digitais importantes em diversas ocorrências.

Numerosos estudos foram realizados em diversos países sobre métodos de análise da velocidade e trajetória de deslocamento de veículos usando vídeos forenses. De tal sorte que, hoje, pode-se afirmar que videoanálises para estimar velocidades de veículos automotores fundamentam-se em métodos convenientes e amplamente utilizados em meio forense.

Trabalhos pioneiros na análise da velocidade via vídeo forense, estabelecem que seja medida a distância entre o ponto inicial e o ponto final do trecho de análise por projeção reversa [1]. O resultado da medição é relacionado à taxa de quadros de vídeo em simples equação espaço/tempo para determinação da velocidade de deslocamento do veículo.

$$v = S \times \frac{FPS}{(F_2 - F_1)} \quad (1)$$

Onde:

v = velocidade (m/s)

S = distância percorrida (m)

FPS = taxa de quadros (frames por segundo)

F_1 = Número do quadro inicial da seção

F_2 = Número do quadro final da seção

A técnica de fotogrametria por projeção reversa é eficiente, porém, para estimativa de velocidades, requer observação de pontos de referência em relação ao objeto de interesse, o que nem sempre é possível.

Visando solucionar essa limitação, Wong [2] apresentou um método para calcular a velocidade de deslocamento do veículo em vídeos capturados por câmeras estacionárias sem qualquer referência física da posição do veículo na cena. O método de análise de velocidade utiliza a denominada razão cruzada e baseia-se em equacionar a relação entre quatro pontos colineares no espaço tridimensional real (ETR) e a projeção desses pontos para o espaço bidimensional digital (EBD).

T. Maia, P.H.S. Maia, Rev. Bras. Crim. 14(4), 555-559, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Para que se considere as incertezas decorrentes de distorções e de artefatos [3] na imagem capturada, Lonzetti [4] recomenda inclusão de faixa de valores possíveis entre limites mínimo e máximo. Em seguida, após tratamento estatístico [5] em programa de planilhas, a grandeza equivalente à distância percorrida pode ser generalizada para uma função de densidade de probabilidade.

A proposta de Lonzetti oferece resultado confiável, mas carece de cuidados na avaliação das incertezas relativas ao tempo decorrido. Sobretudo quando se predileciona poucos frames, como é o caso da determinação da velocidade no instante da colisão.

A caracterização de tempo decorrido entre frames (FPS - Frames per second) a partir da informação genérica do arquivo, ou a partir de informações do dispositivo gravador de vídeo (DVR - Digital Video Recording) pode ser imprecisa. Comumente, aplicativos que executam arquivos de vídeos ajustam o tempo de exibição dos frames para uma taxa média, porém isso pode não corresponder à taxa em que o arquivo foi gerado após a captura do sensor da câmera. Para melhor acurácia do tempo decorrido entre quadros de trechos curtos de vídeos, por exemplo o instante da colisão, faz-se necessário verificar, nos metadados do arquivo de vídeo, o instante em que o quadro foi processado. Importante análise nesse sentido foi descrita por Epstein [6].

Kim [7], de modo complementar, propôs um método de estimativa de velocidade do veículo em vídeos forenses de baixo custo e que prescinde de metodologia e de algoritmos complexos. A proposta inclui uso do software Kinovea®. O programa se mostrou eficiente para estimativa de velocidade através de imagem virtual, porém, em virtude de posteriores atualizações do software, o método requer ajustes. Além de também não considerar incertezas relacionadas ao tempo e ao espaço inerentes à conversão do ETR para EBD.

O presente trabalho propõe um novo método de estimativa de velocidade de veículos em vídeos forenses. Este método apresenta vantagem de obter resultados dentro de um intervalo de confiança de 95%, prescindindo de softwares complexos e dispendiosos.

Para validação do método, a velocidade de um veículo, em situação real de sinistro de trânsito, foi comparada ao valor calculado utilizando outra tradicional metodologia de análise de vídeo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Nesta seção são descritos os materiais e métodos utilizados para a técnica proposta e uma demonstração do método aplicado em caso real.

2.1. Análise da posição

Os frames dos vídeos dos testes de direção são analisados usando Kinovea®, versão 0.9.5, um software de análise de vídeo de licença gratuita e código aberto. Kinovea oferece diversas funcionalidades, incluindo análise de vídeo quadro a quadro, zoom, controle de velocidade de reprodução, medição, análise do movimento de corpos e de objetos, além de configuração de medidas a partir de calibração.

Um segmento de reta deve ser inserido ajustado à melhor estimativa de deslocamento retilíneo dos pontos de referência. Oito pontos de referência Amín, Amáx, Bmáx, Bmín,Cmín, Cmáx, Dmáx e Dmín devem ser inseridos sobre a reta de referência. Abaixo é ilustrado um exemplo de aplicação tendo o entre-eixos como medida conhecida.

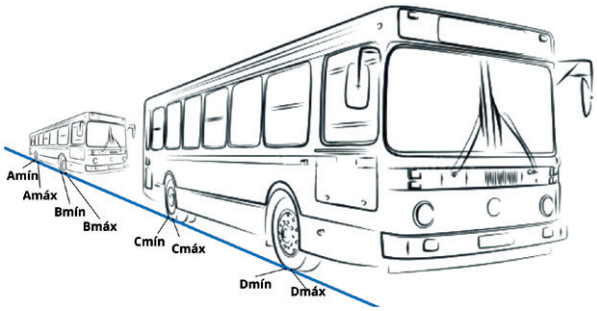


Figura 1. Exibe um segmento de reta na cor azul representandoX a trajetória retilínea do veículo em duas posições distintas. Exibe também marcadores delimitando limites mínimos e máximos de cada centro de roda.

No ajuste dos pontos identificados à reta não há garantia de perfeita sobreposição, em função de imprecisão da operação manual de marcação ou de regiões nebulosas (inadequada resolução da imagem, excesso ou precariedade de iluminação). O analista deve lembrar que esses erros consistem justamente em um dos principais motivos para análise das incertezas.

Para cada marcador inserido na tela de reprodução do Kinovea®, utilize o caminho “mostrar medida > posição” para obter coordenadas do pixel selecionado. O par de números exibidos podem ser positivos ou negativos, pois representam coordenadas cartesianas um plano de com origem no centro da imagem. Para cada marcador considerado, registre a coordenada equivalente em uma planilha eletrônica de cálculos. Na planilha, insira equação que aplique o Teorema de Pitágoras para determinar as

T. Maia, P.H.S. Maia, Rev. Bras. Crim. 14(4), 555-559, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

distâncias euclidianas bidimensionais, considerando valores mínimos ou máximos. A escolha é indiferente, pois essa etapa é somente para confecção das equações. Os valores reais serão tratados como variável aleatória.

2.2. Análise do tempo

Utilizando o FFprobe cria-se uma planilha de análise de quadros que consiste nos tempos de exibição individuais para cada quadro de vídeo. Embora a planilha de análise de quadros consista em muitos valores de metadados diferentes para arquivos de vídeo, recomenda-se utilizar o tempo de apresentação do pacote pkt_pts_time, pois é derivado do tempo de codificação de um quadro com precisão de até 0,000001 segundo. O tempo de exibição dos quadros específicos podem ser calculados pela diferença entre o pkt_pts_time de cada frame. Este valor representa, de maneira mais confiável, o tempo de deslocamento do veículo e deve substituir o termo referente à constante FPS na equação.

2.3. Análise da incerteza

O intervalo de valores entre mínimos e máximos devem ser tratados como variáveis aleatórias de distribuição uniforme. A função de densidade de probabilidade, quando plotada em gráfico, deve apresentar comportamento de curva normal. Então, obtém-se a média, o desvio padrão da média e o intervalo de valores para 95% de confiança ($p<0,05$)

2.4. Análise de caso real

Na noite de 21 de fevereiro de 2023, na interseção da Rua Daniela Perez com a Rua Eliotério Guedes, Bairro Barramares, Vila Velha-ES, um ônibus, M.BENZ/MPOLO, colidiu frontalmente com a lateral direita de uma motocicleta, YAMAHA/YS150. Câmera de CFTV pertencente a estabelecimento comercial vicinal registrou o momento do evento. O proprietário voluntariamente ofereceu arquivo de vídeo em extensão mp4, resolução de 848x480 pixels e codificado em padrão H.264.

O arquivo foi executado no software Kinovea. Aplicando o método proposto, definiu-se o segmento de reta que melhor se ajusta à trajetória do veículo de interesse. Luzes laterais do veículo foram úteis nesse processo. Ao longo da reta, apontando com o mouse, oito marcadores foram inseridos: quatro, inseridos nos possíveis limites do balanço dianteiro na visualização do frame 879 (Imagem 1); outros quatro, inseridos nos possíveis limites do balanço dianteiro na visualização do frame 881. Conforme imagens abaixo.

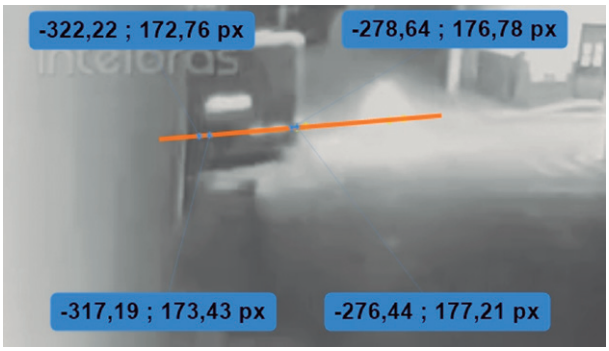


Figura 2. Exibe balanço dianteiro do ônibus adentrando a cena. Segmento de reta laranja descreve melhor trajetória retilínea. Marcadores azuis foram inseridos nas posições, da esquerda para a direita, Amín, Amáx, Bmín, Bmáx. As caixas azuis demonstram as respectivas posições de cada pixel.

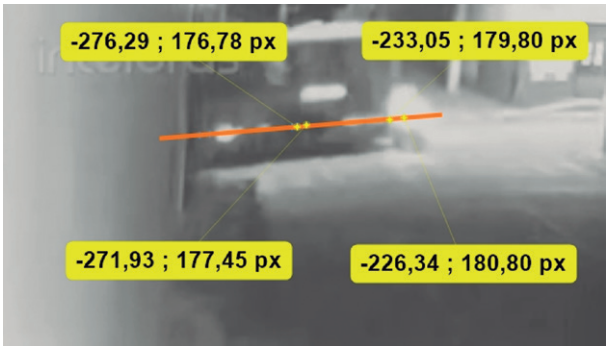


Figura 3 - Exibe dianteira do ônibus no instante em que experimenta contato com a motocicleta. Segmento de reta laranja descreve melhor trajetória retilínea. Marcadores amarelos foram inseridos nas posições, da esquerda para a direita, Cmín, Cmáx, Dmín, Dmáx. Destaque que o ofuscamento pelo farol da motocicleta fez ampliar a margem de incerteza entre Dmín e Dmáx. As caixas amarelas demonstram as respectivas posições de cada pixel.

3. RESULTADOS

Na análise do caso real proposto, através do método de Monte Carlo, efetuou-se cálculos aleatórios visando obtenção da função de distribuição de probabilidade. O resultado, plotado em histograma, apresentou comportamento semelhante a uma curva normal, gaussiana. A média foi calculada em 37 Km/h, e o desvio padrão em 1,4 Km/h, arredondando para dois algarismos significativos. Dessa forma, com 95% de confiança, afirma-se que, no instante do impacto, o ônibus imprimia velocidade na ordem de:

$$V = (37 \pm 3) Km/h$$

4. DISCUSSÕES

Importante salientar que essa técnica não se aplica apenas para medidas de entre-eixos, mas, sim, para qualquer medida longitudinal conhecida no veículo em

deslocamento retilíneo. Observando que medidas muito curtas podem gerar aumento da imprecisão relativa. No caso analisado, incerteza correspondeu a algo em torno de 10% do comprimento longitudinal do balanço dianteiro. Trena de fita foi utilizada para aferição do balanço dianteiro do veículo coletivo no local.

FFprobe é um programa de linha de comando e código aberto, parte do pacote FFmpeg. Trata-se de ferramenta projetada para coletar informações detalhadas de áudios e de vídeos. Ele permite a extração de metadados como duração, bitrate, codecs utilizados e resolução, além de fornecer uma análise detalhada dos fluxos de mídia e seus parâmetros. A capacidade do FFprobe de apresentar informações em vários formatos, como JSON, XML e CSV, facilita a integração com outros sistemas e a análise subsequente.

No presente estudo, o FFprobe foi configurado para exportar informações em forma de arquivo .CSV. Embora a planilha de análise possa incluir diversos metadados relacionados aos arquivos de vídeo, foi acatada recomendação de Epstein [6] para uso do tempo de apresentação do pacote pkt_pts_time. O pkt_pts_time, como métrica central na análise de quadros, permite uma avaliação mais acurada da dinâmica temporal do vídeo. A precisão proporcionada por este parâmetro é crucial para estudos que demandam uma alta exatidão temporal.

Baseando o tempo decorrido durante o deslocamento na simples razão entre o número de quadro e a taxa de exibição em frames por segundo obtém-se tempo de 0,3s. Considerando-se o tempo de criação dos frames, obtém-se tempo de 0,266667s. Tomar um pelo outro pode corresponder a arredondamento grosseiro, sobretudo quando se está analisando intervalo de poucos frames. No caso apresentado, considerando um deslocamento médio do ônibus de 2,75m, a velocidade média calculada com base na taxa de FPS seria de 33Km/h. Ao passo que no presente método, a velocidade média foi 37Km/h.

Laudo do setor especializado em análise de vídeo da Polícia Científica ES, REP 4.036/2023, utilizando o software Peritus, versão 1.3.1, calculou a velocidade do coletivo para este mesmo arquivo de vídeo, na ordem de (34 ± 2) km/h. Destacando que a análise considerou velocidade média do veículo em deslocamento por distância equivalente a seu comprimento longitudinal total. Isso inclui a etapa de desaceleração pós-colisão. O que pode explicar a menor grandeza de velocidade média por este método. Enfatizando que o novo método proposto é capaz de determinar a velocidade no trecho próximo ao instante de colisão.

O software Kinovea® possui ferramentas automatizadas para determinar velocidade de objetos em EBD a partir de calibração interna, conforme estudo realizado por Kim [7]. A proposta atual, não deposita confiança na capacidade do software em efetuar cálculos. Inicialmente, recomenda-se que o programa seja aplicado apenas para marcação dos pixels e que os cálculos sejam efetuados pelo analista em planilha eletrônica separada. Estudos futuros podem validar a utilização do software para oferecer resultados diretamente.

Nota-se que a análise se deu em área periférica do quadro e que não foi considerada a avaliação da distorção promovida pelas lentes e distância focal da câmera nessa região de captura (Figura 4). Outros estudos são necessários comparando resultados com diferentes sistemas de CFTV, diferentes condições ambientais e diferentes posições de objetos em relação ao centro da tela.

Figura 4. Exibe ambos veículos envolvidos no sinistro, capturados no canto superior esquerdo do quadro. O ônibus aparece em deslocamento lateral, da esquerda para a direita. A motocicleta, ofuscada em alguns frames, é filmada com farol dianteiro voltado em direção à câmera.

5. CONCLUSÕES

Na análise de acidentes de trânsito, os vídeos forenses são importantes fontes de prova e podem explicar melhor as situações de acidente. Os vídeos forenses fornecem vários tipos de informações necessárias para a análise de acidentes de trânsito, incluindo a posição e a velocidade de objetos, bem como a atitude de condutores e de pedestres

O método proposto apresentou coerência com resultado obtido usando o software forense Peritus, versão 1.3.1.

O método se encaixa à realidade financeira de qualquer órgão de perícia ou analistas particulares de reconstrução de sinistros de trânsito, pois utiliza ferramentas de código aberto e de licença livre. O que favorece o princípio jurídico do contraditório e o princípio científico da reprodutibilidade.

Para ampliar a aplicabilidade e usabilidade do método, são necessários mais estudos para diversas condições ambientais, situações de condução e equipamentos

de captura. Também são necessários testes futuros confrontando os resultados calculados com os registros de dispositivos de sistema de posicionamento global (GPS).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto de Criminalística da Polícia Científica/ES pelo suporte e permissão para publicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] R.M. Brach and R.M. Brach, *Vehicle accident analysis and reconstruction methods*, Sae international (2022) 259-298.

[2] T.W. Wong; C.H. Tao; Y.K. Cheng; K.H. Wong; C.N. Tam. Application of cross-ratio in traffic accident reconstruction. *Forensic Science International* **235**: 19-23 (2014).

[3] D. Seckiner; X. Mallett; C. Roux; D. Meuwly; P. Maynard. Forensic image analysis–CCTV distortion and artefacts. *Forensic science international* **285**: 77-85 (2018).

[4] F.H. Lonzetti; M.H. Costa. Método da Razão Cruzada Generalizada para Aplicação Forense de Medição de Velocidade. *XLI Simpósio Brasileiro de Telecomunicações e Processamento de Sinais* (2023).

[5] W. Bartlett. Conducting Monte Carlo analysis with spreadsheet programs. *SAE transactions* **1773**: 393-402 (2003).

[6] B. Epstein; B.G. Westlake. Determination of vehicle speed from recorded video using reverse projection photogrammetry and file metadata. *Journal of Forensic Sciences*, **64(5)**: 1523-1529 (2019).

[7] J.H. Kim; W.T. Oh; J.H. Choi; J.C. Park. Reliability verification of vehicle speed estimate method in forensic videos. *Forensic Science International*, **287**: 195-206 (2018).

v. 14, n. 4, p. 560-563, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Acidente em Circo: um estudo da velocidade

T.T. Vieira[a,*], W.B. Silva[a], J.F.S. Junior[a]

[a] *1° CRPTC – Aparecida de Goiânia, Superintendência da Polícia Técnico Científica, Goiás (GO), Brasil*[b]

**Endereço de e-mail para correspondência: thatianneteodoro@gmail.com.*

Keywords: **Circo, motocross, velocidade.**

1. INTRODUÇÃO

No dia 07 de novembro de 2023 foi enviado para o sistema de criminalística solicitação de perícia de local de acidente de trânsito ocorrido no Circo Orca, instalado na cidade de Senador Canedo (cidade da região metropolitana de Goiânia/GO). Ao chegar no local foi verificado que não se tratava de acidente de trânsito, mas sim, acidente de trabalho ocorrido durante o treinamento para apresentação de motocross estilo livre. A piloto havia sido atendida pela equipe do SAMU e levada para a unidade de saúde próxima, no entanto, veio a óbito no momento dos exames periciais. Este acidente teve grande repercussão na mídia local e algum destaque na mídia nacional, o que trouxe pressão para que a equipe pericial informasse com precisão qual seria a causa do acidente.

A equipe pericial, no momento dos exames periciais, era composta por uma perita criminal e uma auxiliar de autópsia encontrou o local da seguinte forma: estrutura metálica de grande proporção com formato de rampa (rampa 2) disposta próximo aos trailers pertencentes ao Circo Orca (Imagem 01). A motocicleta utilizada pela vítima estava disposta ao lado de um trailer, isolada por fita zebrada sobre a motocicleta. A outra estrutura metálica de menores proporções (rampa 1) estava dividida em duas partes e estava próximo ao complexo de trailer e tendas do Circo Orca. O local foi isolado de forma precária e não foi conservado.

O agente de polícia PCGO (Polícia Civil de Goiás) que estava no local antes da equipe pericial fotografou o local, ainda, quando as duas rampas estavam montadas e próximas, no qual, acreditamos ser a disposição quando do momento do acidente (Imagem 02), dessa forma, facilitou os exames periciais a fim de entender a dinâmica, por conseguinte, as causas determinantes que levou a óbito a piloto de motocross com experiência e, ainda, membro da Confederação Brasileira de Motocross.

Imagem 01. Local do acidente no momento dos exames periciais.

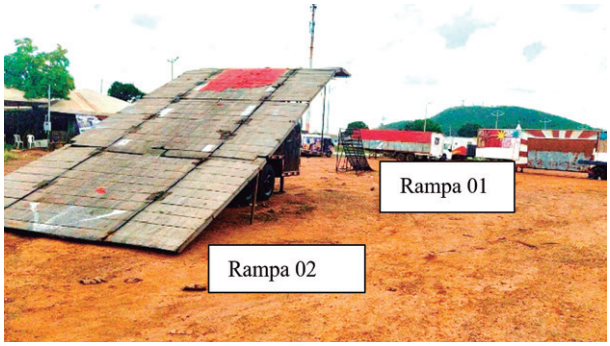


Imagem 02. Local do acidente.

2. ANÁLISE PERICIAL

Os exames periciais consistiram em vistoriar e realizar as medições de todas as estruturas (rampas), veículo (motocicleta), e principalmente, o possível percurso desenvolvido pela vítima.

2.1. Exame pericial: motocicleta

A motocicleta foi vistoriada no local próximo ao acidente, estava ao lado de um trailer, próximo ao conjunto de trailers e espaço para apresentações do Circo Orca. Foram constatadas ranhuras em toda a carenagem do lado direito, além de amassamento de parte do escapamento. Foi verificado a falta de velocímetro no veículo. A análise das condições de funcionamento dos sistemas mecânicos de freio, direção e suspensão, além de outros sistemas de interesse, fez-se prejudicada, dada a ausência de infraestrutura, o que, porém, não compromete os trabalhos periciais.

2.1. Exame pericial: rampas

A rampa 01 estava desmontada em duas partes e colocada no complexo de trailers do circo, foi realizado o exame de vistoria e as medições pertinentes ao caso em concreto. A rampa 02 ainda estava disposta no local do acidente, porém não havia o piso de madeira sobre o qual era necessário para que houvesse o tráfego de motocicletas, foi realizado o exame de vistoria e as medições das estruturas, assim como, das distâncias que a rampa 01 estava posicionada em relação a rampa 02.

Após os exames periciais foi pesquisado em sítios eletrônicos sobre normativas que regulamentavam a atividade de motocross estilo livre, não foi encontrado nenhum regulamento. Assim, a pesquisa foi direcionada aos pilotos que realizavam manobras semelhantes, como os do Giro da PMGO. Esses pilotos informaram que desconheciam normativas que regulamentassem o motocross estilo livre. Relataram ainda que o treinamento é prático e que o piloto é quem determina a distância entre as rampas, inferindo, dessa forma, a velocidade necessária para a execução da manobra.

Sendo assim, não foi possível determinar se havia alguma irregularidade quanto a angulação das rampas e a distância entre elas.

3. DINÂMICA DO ACIDENTE

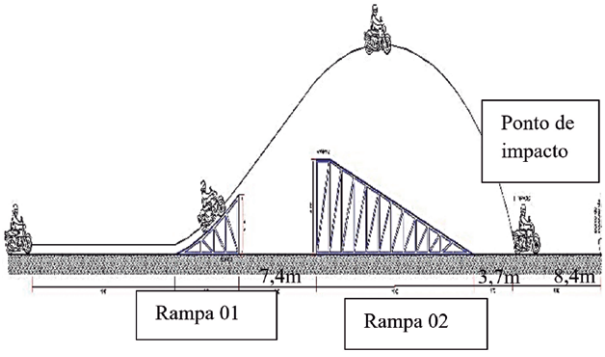


Figura 01. Croqui da dinâmica do acidente

3.1. O acidente

Segundo consta V-1 (motocicleta) foi em direção a R-1 (Rampa 01) a fim de realizar manobras de motocross estilo livre, a partir do complexo de trailers do Circo Orca. V-1 deslocou-se pela estrutura superior de R-1, fez movimento de parábola em direção a R-2, a qual estava disposta a cerca de 7,4m da última marcação da R-1, porém V-1 não tocou em nenhum ponto de R-2, pousando há cerca de 3,7m desta rampa, foi o ponto de impacto de V-1 no solo, e depois ainda, V-1 deslocou por 8,4m até a completa paralisação e tombamento. Neste ponto foi possível encontrar vestígios de embalagens para armazenar seringas, possivelmente onde ocorreu o atendimento do SAMU à vítima.

3.2. Cálculo da velocidade?

Ao analisar a dinâmica do local é possível inferir que a velocidade desenvolvida por V-1 foi acima da ideal para que pousasse em R-2 fazendo com que a manobra fosse executada de forma satisfatória, sem acidentes. Por isso, ao pesquisar sobre o assunto com alguns especialistas forenses em cálculos sobre velocidade em acidentes desconsideraram a necessidade de calcular a velocidade desenvolvida por V-1. Visto que, a velocidade é diretamente proporcional a distância percorrida, diante deste raciocínio, considera-se que para a vítima atingir distância além da rampa 02, onde teoricamente ela deveria pousar, a velocidade desenvolvida por ela foi alta, isto é, maior que o intervalo de velocidade seguro.

Porém o laudo pericial seria impreciso, e segundo o autor Guilherme de Souza Nucci[1]: “a prova pericial é a prova técnica, o exame realizado de alguém ou de coisa, com o fito de demonstrar a existência de fatos cuja certeza, segundo a lei, somente seria possível a partir de conhecimentos específicos”. Portanto, o cálculo para determinação da velocidade torna-se imprescindível para apresentação de provas técnicas de forma precisa.

3.3. Dos cálculos

O lançamento oblíquo foi utilizado como modelo para realização dos cálculos a seguir. “O lançamento oblíquo ocorre quando um objeto inicia seu movimento formando um determinado ângulo com a horizontal. Nesse tipo de lançamento, o objeto executa dois movimentos simultâneos, ao mesmo tempo em que executa um movimento na vertical, subindo e descendo, também se desloca horizontalmente.”[2] Desconsiderou-se a resistência do ar para a realização dos cálculos.

T.T. Vieira *et al.*, Rev. Bras. Crim. 14(4), 560-563, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

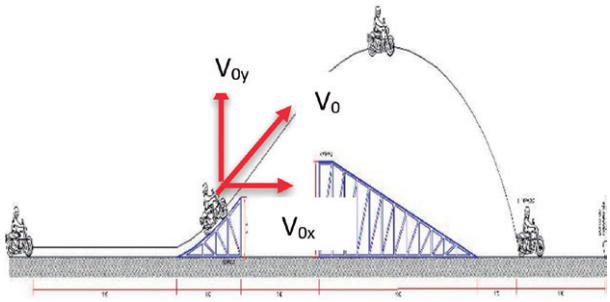


Imagem 02. Vetores da velocidade

- Escrevendo o vetor velocidade nos componentes horizontais e verticais:
  $V_0 = V_0 Cos\ \theta + V_0 Sen\theta$ (1)
- Na direção horizontal o movimento é uniforme e a posição da moto é escrita por:
  $X = X_0 + V_x t$ (2)
- Na direção vertical, o movimento é MUV (movimento uniformemente variado), a gravidade = aceleração = - 9,8m/s²:
  $V = V_0 + at \rightarrow V_y = V_{0y} + gt$
  $S = S_0 + V_0 t + at^2/2$
  $Y = Y_0 + V_{0y} t + gt^2/2$ (3)
- No momento em que a moto salta a rampa:
  $X_0 = 0$ e $Y_0 = 0$ (considera-se o momento inicial)
- No momento final a motocicleta toca o solo:
  $X_0 = 32,11m$ (distância do final da Rampa 01 até o ponto de impacto) e $Y_0 = 0$
- A velocidade horizontal é igual a componente X da velocidade inicial (1), isto é: $V_x = V_0 Cos\theta$
- A velocidade vertical é igual a componente Y da velocidade inicial (1), isto é: $V_y = V_0 Sen\theta$
- Substituindo os dados dos passos:
  $X = 0 + (V_0 Cos\ \theta)\ t$
- Expressando o intervalo de tempo em função da velocidade inicial, temos:
  $t = X/V_0 Cos\ \theta$

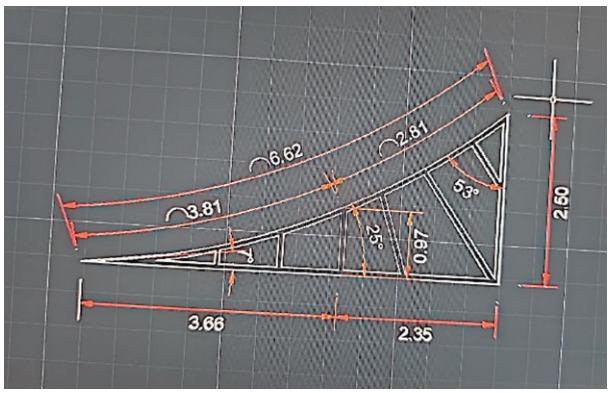


Imagem 03. Ângulos da Rampa 01

- Para os cálculos é necessário utilizar os valores dos ângulos:
  $\theta = 7$
  $Sen7 = 0,121$
  $Cos7 = 0,992$
  $Tg7 = 0,122$
- Substitui-se os valores nas fórmulas apresentadas anteriormente:
  $t = X/V_0 Cos\ \theta$
  $t = 32,11/V_0 0,992$
  $t = 32,36895/V_0$
  $Y = Y_0 + V_{0y} t + gt^2/2$ (3)
  $0 = 0 + V_0 Sen\theta t - 9,8t^2/2$
  $0 = V_0 Sen\theta(32,36895/V_0) - 9,8(32,36895/V_0)^2/2$
- Ao realizar os cálculos[3], acima, o valor da Velocidade, encontrado, da motocicleta ao sair da rampa 01 foi de aproximadamente **130km/h.**
- No entanto, para que não ocorresse o acidente ao substituir X=7,4m (distância mínima para a motocicleta percorrer entre R-1 e R-2) e X= 7,4m (distância mínima para a motocicleta percorrer entre R-1 e R-2) + 15m (comprimento horizontal da rampa 2, seria o último local de aterrisagem para que a motocicleta pousasse assim o acidente poderia ter sido evitado) Total de X = 22,4m.
- Ao realizar os cálculos para X variando entre 7,4m e 22,4m a velocidade desenvolvida pela piloto de motocross para que a manobra fosse executa de forma correta seria de **62,8km/h a 108km/h**.

4. INFORMAÇÕES PERTINENTES: VÍTIMA

4.1 Expertise da piloto

Constam nos autos os depoimentos das testemunhas, integrantes do Circo:

– *que a piloto, mora em Curitiba, e já praticava o esporte.*

– *foi contratada para fazer apresentações de motocross estilo livre;*

– *antes da contratação fizeram alguns treinos nos quais ela se saia muito bem;*

Além disso, a vítima era confederada na Confederação Brasileira de Motocross[4].

Diante do r elato acima, possivelmente, a piloto tinha uma vasta experiência em motocross estilo livre.

4.2. Acidentes anteriores

- *quando na vez que a piloto foi dar seu primeiro salto caiu sem encostar na rampa;*
- *que anterior ao acidente o piloto XXX (que estava treinando junto com a vítima) teve acidente na mesma rampa, mas teve apenas ferimentos leves;*
- *que a vítima não chegou a demonstrar publicamente, apenas demonstrou num ensaio, para os integrantes do circo, inclusive chegou a machucar um dos dedos da mão (não recordando qual das mãos), ficando em recuperação. Na data de hoje, foi que ela resolveu ensaiar e aconteceu a fatalidade.*

4.3. Causa da Morte

Segundo informações no Laudo Cadavérico: *a ação contundente decorrente do acidente de moto, provocou trauma torácico (provavelmente provocado pelo guidão da moto) com lesão de artéria pulmonar e pericárdio, o que evoluiu rapidamente para hemotórax maciço e óbito por choque hemorrágico.*

5 CONCLUSÃO

Provavelmente foi a velocidade desenvolvida pela vítima na motocicleta a causa técnica, porém é importante ressaltar que no veículo não havia velocímetro, certamente dificultou para a vítima a noção da velocidade desenvolvida. E Ainda, não foi possível analisar se as outras variáveis relacionadas ao acidente: angulação das rampas, distância entre elas, infraestrutura do local, se interferiram de alguma forma no acidente, já que não foram encontradas normativas relacionadas ao motocross estilo livre para apresentações em Circo, certamente por se tratar de atividade artística.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] NUCCI, Guilherme de Souza. Provas no Processo Penal. 2. ed., São Paulo: RT. 2010. p. 49.

[2] CHAVES, Alaor; SAMPAIO, J. F.. Física básica: mecânica. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 308 p

[3] ALMEIDA, Lino Leite de. Manual de Perícias em Acidentes de Trânsito. 1 ed. São Paulo. Editora Milenium. 2011. p. 253-258.

[4] Confederação Brasileira de Motocross. Licença 2024. Disponível em https://www.cbm.esp.br/sistema2-2019.php, acessado em 08/07/2024.

M.L.B. Silva, Rev. Bras. Crim. 14(4), 564-566, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 564-566, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Estudo de caso: Óptica e Resistência dos Materiais como coadjuvantes periciais em acidentes de trânsito.

M.L.B. Silva[a,*]

[a] *Instituto de Criminalística, Departamento de Polícia Técnico Científica, Rio Branco (AC), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: peritomarcoslourenco@gmail.br. Tel.: +55-68-99205-5890.*

Keywords: Perícia Criminal; Acidente de Trânsito; Física.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho busca apresentar um estudo de caso de acidente de trânsito em que este Perito fez os levantamentos periciais e elaborou o laudo, e trazer aos colegas e demais participantes do Congresso Nacional de Criminalística a metodologia utilizada para a produção da prova pericial.

Ao realizar a perícia do caso em questão o Perito se deparou com situações que não havia encontrado na literatura pericial disponível no país, sendo necessário recorrer a estudos de engenharia civil, resistência dos materiais, óptica, bem como estudos de semáforos.

Diante da ausência de vestígios que fossem corroborados por referências bibliográficas (ruptura de poste em concreto armado, frenagens, etc), o perito de local também deve ter uma visão espacial dos elementos-testemunhas que se apresentam no local do crime. Foi dentro desse contexto que o perito, para conclusão pericial do caso em epígrafe, ateve-se a outras ciências exatas como física e engenharia civil.

2. DO LEVANTAMENTO DE LOCAL DE ACIDENTE DE TRÂNSITO COM VÍTIMA

Durante o levantamento de local de uma ocorrência de trânsito em março de 2019, o perito constatou que tratava-se de um caso peculiar, pois foi identificada a deformação em poste metálico decorrente de um choque veicular, além da existência de um cruzamento controlado por semáforo e seria necessário identificar quem detinha preferência de passagem no momento da colisão. Dessa forma foi identificada no local uma câmera de segurança de um estabelecimento em que não era possível visualizar o grupo focal nas imagens extraídas.

Ainda no local foi constatada pelas equipes policiais a tentativa de fraude processual de uma das partes que apresentou um condutor supostamente alheio aos fatos no momento do levantamento.

3.PROBLEMÁTICAS ENCONTRADAS

Após o levantamento de local, o Perito se deparou com as seguintes problemáticas durante a elaboração do laudo pericial.

3.1. Cálculo da velocidade dos veículos

Ao analisar os dados e definir os critérios para o cálculo de velocidade dos veículos, optou-se pela utilização do método de Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento de forma gráfica (PCQM Gráfico), para isso era necessário calcular as velocidades dos veículos após a colisão e foi identificado que um dos veículos envolvidos dissipou parte de sua energia cinética colidindo contra um poste metálico da rede semafórica existente no local.

Em consulta a literatura disponível no Brasil não foi encontrado nenhum material que tratasse do assunto.

3.2. Identificação de verde semafórico

O Perito identificou no local uma câmera de segurança que captou imagens da colisão, contudo o ângulo de visão da imagem não captava o grupo focal do

M.L.B. Silva, Rev. Bras. Crim. 14(4), 564-566, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

semáforo, não sendo possível de forma direta observar o ciclo semafórico. Essa identificação era necessária para verificar qual dos veículos avançou o sinal vermelho do semáforo.

3.3. Tentativa de fraude processual

Foi relatado pela Polícia Militar, primeira a chegar ao local e responsável pelo isolamento, incoerência nas declarações dos envolvidos na ocorrência relacionada à identificação e sexo do condutor de um dos veículos; de modo que uma pessoa do sexo masculino se autodeclarava condutor do veículo no momento do acidente, enquanto a outra parte afirmava ser a condutora do sexo feminino.

4. SOLUÇÕES ENCONTRADAS PELA EQUIPE PERICIAL

Diante dos problemas encontrados na elaboração do laudo pericial, a equipe encontrou as seguintes soluções.

4.1. Cálculo da velocidade dos veículos

A literatura pericial disponível no Brasil trata do cálculo de velocidade por deslocamento de poste de concreto, dessa forma o Perito, de maneira análoga, utilizou conhecimentos provenientes da disciplina de Resistência dos Materiais e calculando, com isso, a velocidade necessária para que um dos veículos deslocasse o poste metálico de semáforo num ângulo de 14° (quatorze graus).

Conhecimentos provenientes da disciplina de Resistência dos Materiais foram aplicados de forma análoga ao cálculo de velocidade por deslocamento de poste de concreto. Sendo a sequência de equações apresentada abaixo:

$$\sigma = \left(\frac{Mfletor}{Minércia}\right).LN \qquad (1)$$

$$Mfletor = F.h \qquad (2)$$

$$F = \frac{\sigma.Minércia}{LN.h} \qquad (3)$$

$$\tau = F.d \qquad (4)$$

$$\tau = \left(\frac{\sigma.Minércia}{LN.h}\right).d \qquad (5)$$

$$Minérica = \pi\left(\frac{Dext^4 - Dint^4}{64}\right) \qquad (6)$$

$$\tau = \frac{m.Vf2^2}{2} \qquad (7)$$

Dessa forma, foi calculada a velocidade pós-colisão do veículo em questão e utilizado o método de Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento de forma gráfica (PCQM Gráfico), conforme Fig. 1.

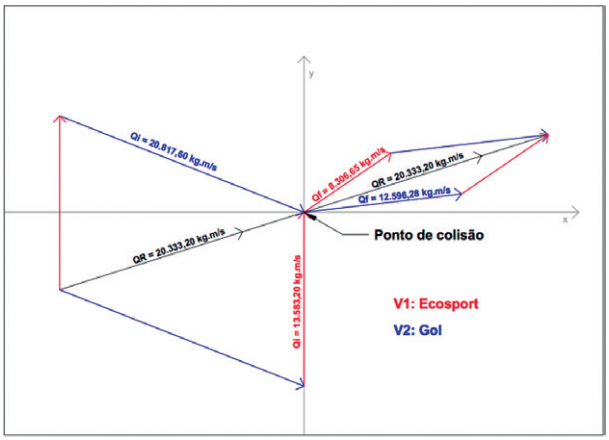


Figura 1. PCQM Gráfico utilizado para o cálculo da velocidade dos veículos.

4.2. Identificação de verde semafórico

Utilizando-se dos conceitos de óptica e ângulos infringentes, foi possível identificar reflexos das luzes do semáforo no pavimento úmido da via (Fig. 2 e 3). Considerando que as imagens obtidas eram monocromáticas (preta e branca), foram utilizados dados da programação semafórica (Fig. 4) obtidos do Departamento Estadual de Trânsito e da disposição das luzes do semáforo para determinação do fluxo de tráfego que detinha a preferência de passagem no momento da colisão.

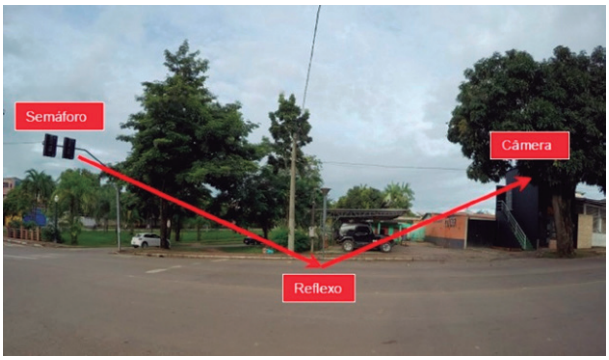


Figura 2. Reflexo no pavimento.

Figura 3. Reflexo no pavimento úmido.

M.L.B. Silva, Rev. Bras. Crim. 14(4), 564-566, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

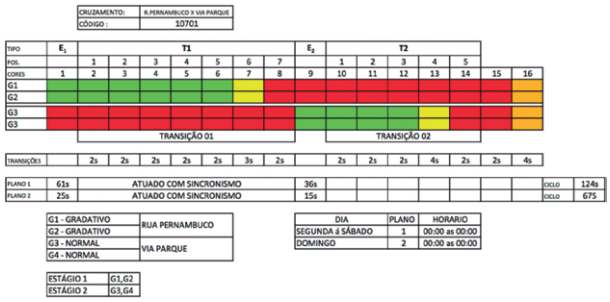


Figura 4. Programação semafórica.

4.3. Tentativa de fraude processual

Mediante a suspeita de crime de fraude processual, ainda no local, foram levantados dados acerca dos ajustes do banco e volante do veículo, sendo os mesmos compatíveis com uma pessoa de menor porte físico (Fig. 5), sendo incompatíveis com o condutor que se apresentou no local.

Figura 5. Ajustes no veículo.

Fato que foi corroborado com posterior análise de vídeo, que identificou a chegada do suposto condutor ao local após a colisão dos veículos (Fig. 6).

Figura 6. Chegada do condutor ao local.

5. CONFIRMAÇÃO DOS CÁLCULOS

O caso em tela ocorreu em 2019 e todos os levantamentos e cálculos foram feitos com as metodologias disponíveis na época. Com o surgimento do aplicativo Peritus, o Perito realizou o cálculo da velocidade através da análise de vídeo e os valores encontrados foram bem próximos dos valores obtidos durante a elaboração do laudo, o que corrobora a metodologia utilizada na época, conforme descrito abaixo.

5.1. Primeiro Veículo

Velocidade calculada no laudo: 43,18 km/h.

Velocidade extraída do vídeo: 40,53 km/h.

5.2. Segundo Veículo

Velocidade calculada no laudo: 62,68 km/h.

Velocidade extraída do vídeo: 60,26 km/h.

6. CONCLUSÕES

Tratou-se de um caso de grande complexidade para a equipe pericial que teve que buscar informações a cerca da resistência dos materiais para realizar o cálculo da velocidade dos veículos.

Bem como se valeu do pavimento úmido da pista para avaliar em que momento se encontrava o ciclo semafórico no momento da colisão.

Por se tratar de um caso de 2019, é importante citar que o caso já foi julgado nos autos n.º 0602363-27.2019.8.01.0070 do 2º Juizado Especial Civel da Comarca de Rio Branco e o Juiz de Direito se valeu das informações presentes no laudo para basear sua decisão, demonstrando o valor da perícia a serviço da justiça.

AGRADECIMENTOS

Aos Peritos Criminais Halley Márcio Vilas Boas e João Thiago Maciel Marinheiro que contribuíram para os estudos referentes à elaboração do laudo pericial e à Perita Criminal Mônica Gabrielle Paêlo que contribuiu com a apresentação desse caso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Almeida, Lino Leite de. Manual de perícias em acidentes de trânsito / Lino Leite de Almeida; Alberi Espindula, coordenador. 2. ed. – Campinas, SP : Millennium Editora, 2014.

[2] Aragão, Ranvier Feitosa. Acidentes de trânsito: análise da prova pericial / Ranvier Feitosa Aragão. 6. ed. – Campinas, SP : Millennium Editora, 2016. (Tratado de perícias criminalísticas / Domingos Tocchetto, organizador).

[3] Beer, Ferdinand P.; Jr, E. Russell Johnston. Resistência dos Materiais. 2. ed.: Editora McGraw-Hill, 1981. Tradutores: Paulo Prestes Castilho – Depto. Estrutura – Universidade Mackenzie.

[4] Gualter & André. Física – Volume Único. Editora Saraiva, 1998.

[5] BRASIL, Lei n.º 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro.

v. 14, n. 4, p. 567-572, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Utilização de drone de baixo custo em local de acidente de trânsito: um estudo de caso

J.G. Silva Neto[a,*], T.L. Andrade[a], L.G.C. Silva

[a] *Instituto Técnico Científico de Perícia, Subcoordenadoria Regional de Caicó, Rio Grande do Norte (RN), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: netogermano@hotmail.com. Tel.: +55 81 9 9674 1397*

Keywords: Acidente de trânsito, drone, medições, fotogrametria.

1. INTRODUÇÃO

Os sinistros de trânsito representam uma grande preocupação no Brasil. A gravidade e a incidência dos acidentes de trânsito têm aumentado a tal ponto de assumir, ao lado das doenças, drogas, guerras e devastação ambiental, um lugar de destaque na sociedade atual [1]. Segundo dados do Ministério da Saúde, no último ano, mais de trinta mil vidas foram perdidas no país por essa causa [2]. Nesse sentido, os fatores que contribuem para esse alarmante número são variados e complexos. Conforme a Polícia Rodoviária Federal (PRF), as principais causas dos acidentes nas rodovias federais são fatores humanos como desatenção, excesso de velocidade, ultrapassagens indevidas e ingestão de álcool [3].

Além dos altos números, os acidentes de trânsito revestem-se de características peculiares que os tornam desafiadores para a investigação policial. Acerca disso, é comum que os sinistros ocorram em lugares ermos, sem testemunhas ou sem câmeras que possam auxiliar na investigação. Ademais, é comum que as poucas pessoas que presenciaram o evento não tenham sobrevivido ou, caso sobreviventes, narrem versões antagônicas sobre o fato, seja por participarem diretamente ou por possuírem relações afetivas com as pessoas participantes, em uma espécie de defesa prévia das causas do acidente [4].

Diante disso, a perícia criminal torna-se um importante instrumento na elucidação dos acidentes de trânsito, uma vez que o seu trabalho técnico e imparcial viabiliza a responsabilização dos autores e pode nortear políticas públicas de enfrentamento a essa grave problemática. Assim, a perícia, para além da sua importância nas demais áreas, apresenta um papel indispensável na investigação dos acidentes de trânsito, uma vez que é capaz de extrair informações a partir dos vestígios criminalísticos encontrados no local, ante as dificuldades apresentadas.

Quanto a isso, cabe ao perito criminal avaliar aspectos técnicos e produzir a prova material essencial à instrução criminal, desempenhando um papel importante na avaliação de fatores humanos, viário-ambientais, e veiculares [5]. A esse respeito, o desenvolvimento tecnológico tem sido notável e vem trazendo avanços em todas as áreas da sociedade. De igual modo, a atividade pericial tem se valido dos novos equipamentos e tecnologias disponíveis. Especificamente, o avanço da tecnologia das aeronaves remotamente pilotadas (RPAs) - popularmente conhecidas como drones - e a redução dos custos de aquisição têm facilitado a sua adoção em atividades periciais, o que tem sido fundamental no aumento da eficiência e no melhoramento da capacidade de processamento de vestígios.

Uma das possíveis aplicações do uso de drones na atividade pericial ocorre com o emprego da aerofotogrametria, que se configura como uma técnica avançada de levantamento e análise espacial. Essa técnica utiliza imagens aéreas para criar mapas e modelos tridimensionais do terreno, combinando a

fotografia aérea com os princípios de fotogrametria, o que permite a obtenção de dados geoespaciais precisos e detalhados.

Ainda, aerofotogrametria também tem se beneficiado dos avanços tecnológicos, incorporando drones e câmeras de alta resolução para captar imagens com uma qualidade e precisão superiores. Na perícia criminal, apresenta-se como uma ferramenta poderosa no levantamento de locais de crime, especialmente em locais de sinistros de trânsito, devido as características desse tipo de ocorrência, como os muitos vestígios espalhados e a grande área de local imediato.

Com isso, a partir dos mapas criados com o emprego dessa técnica, é possível a visualização geral, em escala, do local de sinistro de trânsito, permitindo medições e identificação de vestígios que, podem, inclusive, não serem percebidos durante o levantamento inicial do local. Acerca disso, o levantamento do local de crime de trânsito envolve a efetuação de diversas medições para fixação de vestígios, que muitas vezes se encontram espalhados ao longo de uma grande extensão territorial. Por esse motivo, é comum que o levantamento se estenda por horas, causando transtornos como o prolongado período de interrupção do tráfego na via, assim como o comprometimento da equipe de perícia e das demais polícias por longo lapso temporal, o que prejudica o atendimento a outras eventuais ocorrências.

Entretanto, na contramão dos avanços tecnológicos, em parte dos institutos de criminalística do Brasil, principalmente em unidades localizadas fora das capitais, o levantamento de locais de acidentes de trânsito ainda é feito exclusivamente de modo manual, sem uso de tecnologia. Como exemplo, no Rio Grande do Norte (RN), apenas em 2023 iniciou-se o uso das RPAs pela perícia criminal, limitado a algumas regiões do estado. Além disso, as aeronaves mais utilizadas na perícia correspondem a equipamentos de alto custo relativo e, pela comum dificuldade financeira, os órgãos de criminalística priorizam o uso desses equipamentos nos institutos presentes nas capitais. Nesse contexto, ainda no âmbito do RN, buscou-se como alternativa a utilização de uma RPA de baixo valor pecuniário na realização das perícias no interior do estado.

Dessa forma, o presente estudo buscou avaliar a possibilidade e a eficiência do uso de drone de baixo custo em um local de acidente de trânsito, somado à utilização de equipamentos comumente encontrados nos institutos de criminalística do Brasil. Para isso, foram avaliados diferentes aspectos, como o tempo de cada etapa do levantamento, a facilidade da percepção dos vestígios e das características da via, assim como a diferença entre as medições realizadas manualmente e com o uso da RPA.

2. METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado em um caso de exame pericial de acidente de trânsito com vítima fatal, em um município do interior do estado do RN, envolvendo veículo motocicleta, ocorrido em um trecho retilíneo imediatamente após uma curva horizontal à direita. O levantamento foi realizado em período diurno, com medições realizadas tanto de forma convencional (manual com uso de trenas) quanto com fotogrametria aérea por drone, a fim de traçar um comparativo entre as técnicas.

Para tanto, foi utilizado um drone da marca DJI, modelo Mini 2, para o registro das fotografias aéreas e o software Metashape para o processamento das imagens obtidas. Além dessas ferramentas, foram utilizados marcadores de vestígios, cones de trânsito, trena de lona e um aparelho celular para marcação do tempo das etapas do levantamento.

É importante ressaltar que o drone utilizado no exame corresponde a um dos modelos mais baratos fornecidos pela DJI. O levantamento foi feito buscando usar equipamentos e técnicas com as menores complexidades possíveis, de forma a tornar-se acessível e de fácil reprodução nos demais institutos de criminalística do país.

Inicialmente, foi realizada a fixação dos vestígios e as medições do local de forma convencional, com medidas aferidas por trena de lona. Posteriormente, foi realizado o mesmo levantamento com o drone no modo de voo manual.

Nesse sentido, a escolha pelo voo manual deve-se à comum dificuldade de acesso à internet e à softwares de automatização de voo experienciada nos locais de acidente, o que atrapalharia o uso do equipamento na prática pericial.

Assim, a realização do voo na forma manual configura-se como uma alternativa ao voo autônomo, o qual requer acesso à internet e um prévio conhecimento da área a ser periciada, condição que, na maioria dos casos, não é possível até a chegada da equipe pericial ao local do exame.

No caso em estudo, as etapas do levantamento foram subdivididas em:

a. Reconhecimento inicial do local;
b. Identificação dos vestígios;
c. Posicionamento dos marcadores de vestígios
d. Fixação dos vestígios e medições;
e. Levantamento com o drone;
f. Exame no veículo;
g. Exame perinecroscópico;
h. Desmobilização de materiais e finalização.

Um levantamento convencional, sem a utilização de drones, não possuiria a etapa "e", enquanto um levantamento com realização de medições exclusivamente pelo drone teria suprimida a etapa "d". Nesse caso, foram realizadas ambas as etapas.

Após o reconhecimento inicial e a identificação dos vestígios, a etapa da fixação dos vestígios foi efetuada por meio da técnica da triangulação, com o posicionamento de três cones de referência, distanciados 30 m um do outro. O cone inicial (C1) foi posicionado no trecho curvo, o cone intermediário (C2) no fim do trecho curvo, e o cone final (C3) próximo ao fim dos vestígios. Assim, para a fixação, foram sempre realizadas medições, com trena, das distâncias entre vestígios e dois dos cones de referência.

Por sua vez, o levantamento com o drone foi realizado por meio da varredura do local, a uma altura de 20 m - indicado em tela, com taxa de sobreposição pretendida de 70% (obtida qualitativamente por meio da observação do visor), para ambas as direções, com a realização de 98 fotografias. Após o uso da aeronave, procedeu-se às demais etapas do levantamento.

Em momento posterior, já fora do local do fato, as fotografias foram processadas no software Metashape, possibilitando a realização de medições pelo mapa gerado.

Na Tabela 1 é apresentada a lista de vestígios, com a indicação do marcador utilizado ou abreviação.

Tabela 1. Relação de vestígios e marcações na via e suas abreviações

Vestígio / Ponto	Marcador / abreviação
Primeiro cone de referência	C1
Segundo cone de referência	C2
Terceiro cone de referência	C3
Fim de marca de frenagem	1
Início de marca de frenagem	2
Marca de contato no meio fio e na defensa metálica	3
Material orgânico sobre pilarete	4
Sandália	5
Início de marca de sulcagem	6
Eixo dianteiro da motocicleta	7D
Eixo traseiro da motocicleta	7T
Material orgânico sobre pilarete	8
Cadáver	CDV

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise de tempo das etapas dos levantamentos

No caso em estudo, todo o levantamento do local durou 2 horas e 37 minutos. Desse tempo, a etapa "d" (fixação dos vestígios e medições) correspondeu a 65 minutos, enquanto a etapa "e" (levantamento com o drone), a apenas 11 minutos. O tempo de levantamento decorrido em cada etapa é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Tempo decorrido em cada etapa do levantamento

Etapa do levantamento	Tempo (min)
Reconhecimento inicial do local	12
Identificação dos vestígios	16
Posicionamento dos marcadores	11
Fixação dos vestígios e medições	65
Levantamento com o drone	11
Exame em veículo	15
Exame perinecroscópico	18
Desmobilização e finalização.	9
Total	157

Dessa forma, é possível perceber que a supressão da etapa "d" representa um ganho substancial de tempo no levantamento, enquanto suprimir a etapa de utilização do drone representa um ganho de tempo inexpressivo.

Contudo, utilizando-se ambos os métodos, há ganho de precisão e de informações no exame, com pouco acréscimo de tempo ao método convencional.

3.1 Ortomosaico gerado

Realizado o processamento das 98 imagens fotografadas com o drone de baixo custo, o resultado foi o mapa apresentado na Figura 1, na qual é possível identificar parâmetros gerais da via, posição de marcadores, cones, vestígios, além de realizar medições.

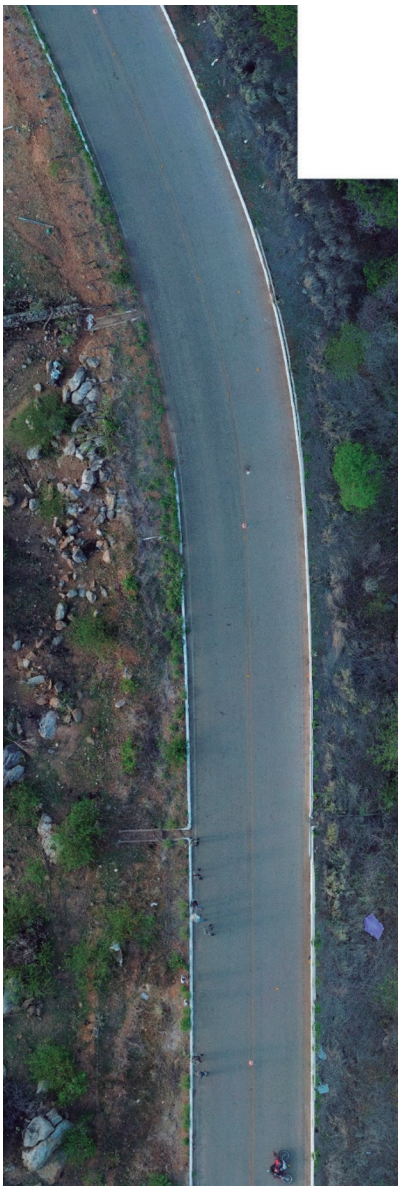


Figura 1. Ortomosaico gerado

3.3. Análise de visibilidade dos vestígios e marcadores

Foi realizada a busca pelos vestígios, marcadores e cones no mapa gerado (Fig. 1), analisando a visibilidade e a possibilidade de identificação de detalhes nos elementos. O resultado foi individualizado na Tabela 3.

Tabela 3. Visibilidade dos vestígios, plaquetas e cones

Objeto	**Visibilidade**
C1	Visível em detalhes
C2	Visível em detalhes
C3	Visível em detalhes
1	Visível sem detalhes
2	Visível sem detalhes
3	Visível sem detalhes
4	Visível sem detalhes
5	Visível sem detalhes
6	Visível sem detalhes
7	Visível sem detalhes
8	Não visível
Moto	Visível em detalhes
CDV	Visível em detalhes
Sulcagem	Visível em detalhes
Frenagem	Não visível
Sandália	Visível sem detalhes

Dessa forma, verifica-se que foi possível observar a posição dos marcadores, contudo o número impresso no marcador não foi reconhecido pela imagem. Entretanto, a utilização de marcadores específicos para drone, com superfície paralela ao pavimento, seria capaz de solucionar essa problemática.

Quanto aos vestígios de pequeno tamanho ou de baixo contraste com o pavimento, percebe-se que não foram identificados no ortomosaico. Em contrapartida, foi possível identificar seu posicionamento devido à presença do marcador de vestígio posicionado junto a ele.

Ainda, um dos marcadores não foi identificado nas imagens, o que alerta para o risco na fixação de vestígios utilizando apenas o drone. No caso em tela, a medição convencional solucionou a falha. Tal fato é indício de que é recomendável a realização da fixação e da medição de forma convencional juntamente com o levantamento por drone de baixo custo.

Por sua vez, a motocicleta, a vítima e as marcas de sulcagem foram facilmente identificadas pelas fotografias aéreas. Ao contrário, a marca de frenagem (baixo contraste com a via) não foi visualizada. A frenagem foi identificada apenas pela posição dos marcadores. Tal circunstância reforça a importância das fotografias a nível do solo, assim como a utilização de marcadores de vestígios para levantamentos com drone.

Figura 2. Recorte da motocicleta visível no ortomosaico

Figura 3. Recorte da marca de sulcagem visível no ortomosaico

Figura 4. Recorte da marca de frenagem percebida apenas pela posição dos marcadores

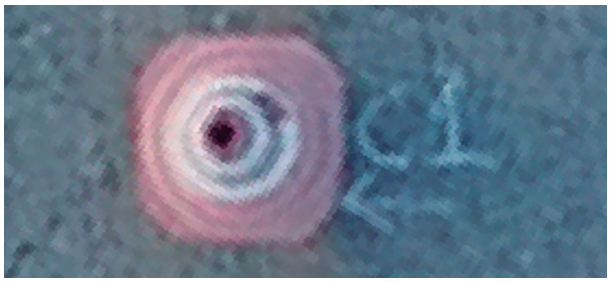


Figura 5. Recorte do cone C1 visível no ortomosaico

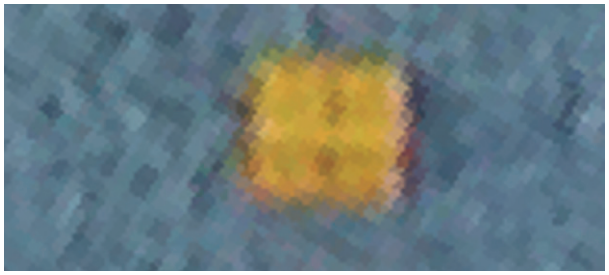


Figura 6. Recorte de um dos marcadores de vestígio visível no ortomosaico. Marcador é percebido, mas numeração é ilegível.

3.4. Comparação entre as medições realizadas no local e no mapa gerado pelas imagens de drone

Todas as medições realizadas no local foram refeitas no ortomosaico gerado com as imagens de drone. A comparação entre as medições é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Tempo decorrido em cada etapa do levantamento

Medição	Local	Drone	Diferença absoluta	Diferença relativa
CI-C2	30,0	29,7	-0,3	-1,0%
Flecha C1-C2	1,46	1,4	-0,1	-4,1%
C2-C3	30,0	29,8	-0,2	-0,7%
C1-1	17,5	17,4	-0,1	-0,6%
C1-2	21,9	21,7	-0,2	-0,9%
C2-1	13,2	13,0	-0,2	-1,5%
C2-2	8,9	8,7	-0,2	-2,2%
C2-3	8,7	8,6	-0,1	-1,1%
C2-4	15,5	15,4	-0,1	-0,6%
C2-5	24,3	24,1	-0,2	-0,8%
C2-6	25,8	25,6	-0,2	-0,8%
C2-7T	35,1	34,9	0,2	0,6%
C2-7D	36,5	36,2	-0,3	-0,8%
C2-8	19,4	*	*	*
C3-3	22,3	22,2	-0,1	-0,4%
C3-4	15,3	15,1	-0,2	-1,3%
C3-5	6,6	6,6	0	0,0%
C3-6	4,4	4,4	0	0,0%
C3-7D	6,8	6,6	-0,2	-2,9%
C3-7T	5,4	5,3	-0,1	-1,9%
C3-8	11,3	*	*	*
1-2	4,6	4,5	-0,1	-2,2%
6-7T	9,4	9,3	-0,1	-1,1%
Largura da via	6,1	6,0	-0,1	-1,6%

(*) Vestígio não visível no mapa gerado

Verifica-se que a maior diferença relativa se deu na flecha medida no trecho curvo entre os cones de referência C1 e C2 (4,1%). Destaca-se que tal medida apresenta certa dificuldade de realização, em campo, devido à dificuldade de se manter de forma precisa a corda reta e o posicionamento perpendicular da flecha.

Ademais, as diferenças relativas foram baixas, inferiores a 3%. Em valores absolutos, no caso em estudo, as diferenças entre as medições realizadas tendem a ficar abaixo de 0,3 m.

4. CONCLUSÃO

A utilização de RPAs em exames periciais em locais de acidentes de tráfego é uma ferramenta de grande ajuda no trabalho do perito criminal. Drones de baixo custo apresentam um ganho significativo de qualidade do levantamento com o emprego de técnicas simples.

Nesse sentido, a substituição completa da etapa de fixação e medição convencional constituiria ganho significativo de tempo de levantamento, contudo, representaria um risco de perda de vestígios, caso estes não sejam identificados nas fotografias aéreas.

Ainda, medições realizadas com os drones tendem a apresentar valores próximos dos métodos convencionais, pouco acréscimo de tempo ao levantamento e eventual fornecimento de informações não percebidas no local.

Assim, a utilização do drone em conjunto com as medições convencionais parece ser a melhor técnica em qualidade e segurança, dado o pouco tempo de levantamento acrescido. Portanto, a aquisição de drones pouco onerosos configura-se como valiosa contribuição ao trabalho pericial, ao passo que se recomenda a utilização desses drones sempre em conjunto com medições realizadas no local, e não em total substituição.

Por fim, situações de baixa visibilidade, como período noturno e com chuvas, podem representar dificuldades ou impedimentos para a utilização dessas aeronaves.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] R. F. Aragão, *Acidentes de trânsito: Análise da prova pericial.* 6 ed. Millenium editora. Brasil (2016) 53-198.

[2] Brasil. Ministério da Saúde. *Sistema de Informações sobre Mortalidade.* Retirado em 11/07/2024, de http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/ext10uf.def

[3] Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA; Polícia Rodoviária Federal. *Acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras:* caracterização, tendências e custos para a sociedade. Brasil (2015). Retirado em 11/07/2024, de https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/150922_relatorio_acidentes_transito.pdf

[4] L. L. Almeida. *Manual de Perícias em Acidentes de Trânsito*. 2 ed. Millenium Editora, Brasil (2015).

[5] O. Negrini Neto, R. Kleinubing. *Dinâmica dos acidentes de trânsito.* 5 ed. Millenium Editora, Brasil (2023) 10-232.

v. 14, n. 4, p. 573-575, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Identificação de tintas automotivas por espectroscopia Raman para perícia forense em acidentes de trânsito

H.J.S. Graves[a b,*], E.C. Moreira[b]

[a] *Departamento de Perícias do Interior, Instituto Geral de Perícias do Rio Grande do Sul, Bagé (RS), Brasil*
[b] *Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia dos materiais, Universidade Federal do Pampa, Bagé (RS), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: harvey-graves@igp.rs.gov.br com Tel.: +55-91-98563-0333*

Keywords: Acidente de trânsito; Espectroscopia Raman; Análise de tintas veiculares.

1. INTRODUÇÃO

Um tema recorrente e de grande relevância social no âmbito das ciências forenses são os acidentes automobilísticos. Nesses casos, uma análise minuciosa das evidências é fundamental para elucidar os fatos, caracterizar a dinâmica do acidente e identificar os veículos envolvidos.

Em situações ideais, o local do acidente é devidamente isolado e os envolvidos permanecem na cena até a conclusão dos trabalhos periciais, proporcionando um cenário perfeito para a perícia criminal. No entanto, uma problemática surge quando um dos veículos evade do local da colisão, não deixando vestígios macroscópicos suficientes para uma interpretação adequada.

Nessas circunstâncias, uma análise microscópica torna-se necessária com vista a fornecer informações relevantes para identificar o veículo envolvido no acidente investigado. Nesse contexto, a espectroscopia Raman apresenta um potencial promissor para solucionar essa questão, por meio da análise de fragmentos de tinta encontrados no local. Isso se deve ao fato de que os espectros Raman das tintas automotivas podem variar de acordo com o fabricante, o modelo e o ano de produção do veículo [1].

O presente trabalho relata um estudo de caso envolvendo a análise espectroscópica de vestígios de tintas automotivas coletados após uma colisão frontal entre dois veículos na cidade de Bagé/RS: um Volkswagen Gol, ano 2020/2021, de cor branca, e um Renault Logan, ano 2012/2013, de cor preta.

Com a identificação dos veículos envolvidos no acidente, foram obtidas amostras de fragmentos das tintas de ambos os automóveis. Essas amostras foram submetidas à análise por espectroscopia Raman e os espectros resultantes foram comparados com os de tintas de referência fornecidas pelo fabricante. Foram analisadas tanto a tinta correspondente à cor original do veículo quanto uma tinta de tonalidade branca distinta, visando estabelecer similaridades e diferenças entre os espectros. O estudo avalia a viabilidade da técnica de espectroscopia Raman para a identificação e discriminação de tintas automotivas com base em seus espectros característicos. A confirmação dessa possibilidade permite, em situações futuras em que apenas fragmentos de tinta estejam disponíveis na cena do acidente, sem a presença dos veículos, inferir as marcas e modelos envolvidos a partir da análise espectroscópica desses vestígios.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo geral

Identificar os espectros Raman característicos de diferentes tipos e apresentações de tintas automotivas aplicadas no veículo, in natura e sobrepostas, visando estabelecer bandas espectrais comuns e distintas entre os pigmentos analisados.

2.2. Objetivos específicos

Coletar e analisar por espectroscopia Raman amostras de fragmentos de tinta provenientes dos veículos envolvidos no acidente em estudo e gerar seus respectivos espectros.

Obter e caracterizar espectroscopicamente amostras de tintas de referência fornecidas pelo fabricante automotivo.

Realizar uma análise comparativa entre os espectros das diferentes amostras e identificar similaridades e diferenças em termos de posição e intensidade de bandas Raman. Fazer o comparativo das amostras analisadas e determinar as semelhanças e diferenças existente entre elas;

3. METODOLOGIA

3.1. Amostras

Foram coletadas amostras de fragmentos de tinta provenientes de dois veículos envolvidos em um acidente de trânsito na cidade de Bagé/RS: um Volkswagen Gol, ano 2020/2021, de cor branca, e um Renault Logan, ano 2012/2013, de cor preta. Adicionalmente, foram obtidas junto à concessionária Volkswagen duas amostras de referência de tintas brancas: "Branco Cristal", utilizada no modelo Gol, e "Branco Puro", empregada em outros modelos da marca.

3.2. Espectroscopia Raman

A espectroscopia Raman é uma técnica fotônica baseada no espalhamento inelástico da luz que permite a identificação da composição química e estrutura molecular de materiais. Quando a radiação eletromagnética monocromática interage com a amostra, uma pequena fração dos fótons incidentes é espalhada em frequências diferentes da original devido à interação com os modos vibracionais das moléculas. Esse deslocamento de frequência, denominado deslocamento Raman, fornece informações sobre a identidade química e o ambiente estrutural das espécies presentes na amostra [2]. As análises por espectroscopia Raman foram realizadas no Laboratório de Espectroscopia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), campus Bagé. Foram utilizados três espectrômetros Raman, com diferentes comprimentos de onda de excitação: 532 nm, 785 nm e 1064 nm. As medidas foram realizadas diretamente sobre os fragmentos de tinta, sem necessidade de preparação prévia das amostras. Os espectros Raman foram obtidos na região de 200 a 3500 cm^{-1}, para o FTRaman 1064nm com resolução espectral de 4 cm^{-1}. Para as medidas microraman de 532nm e 785nm, os espectros foram obtidos entre 200 e 2000 cm^{-1}. A potência do laser na amostra foi ajustada para evitar danos ou alterações no material.

3. RESULTADOS

Os espectros Raman obtidos para as diferentes amostras de tinta branca são apresentados nas Figuras 1 a 3. Na região espectral analisada, foram observadas diversas bandas características, que fornecem informações sobre a composição química dos materiais. Para a amostra de tinta "Branco Puro", analisada com excitação em 532 nm (Fig. 1), além de bandas comuns às demais amostras, foram identificados picos específicos em 1340 cm^{-1}, 1390 cm^{-1} e 1525 cm^{-1}, que a distinguem da tinta "Branco Cristal". Esses picos podem estar associados a componentes particulares da formulação do "Branco Puro", como pigmentos ou aditivos.

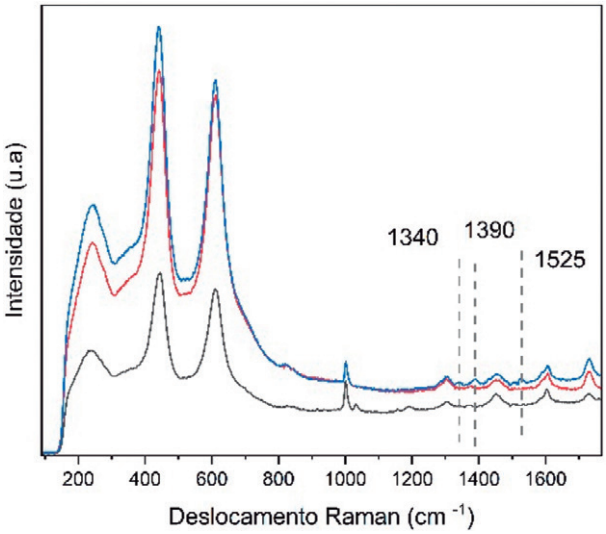


Figura 1. Espectros gerados no Raman 532 nm no qual a linha azul representa o branco puro depositado na lâmina, a linha vermelha representa o branco cristal depositado na lâmina e a linha preta representa o branco cristal extraído diretamente do veículo.

Na análise com excitação em 785 nm (Fig. 2), ambas as tintas apresentaram picos coincidentes, provavelmente relacionados a elementos comuns de suas composições, como resinas poliméricas, solventes e outros aditivos. No entanto, um pico característico em 1450 cm^{-1} foi observado apenas para a tinta "Branco Cristal", tanto na amostra aplicada sobre lâmina de vidro quanto naquela extraída diretamente da lataria do veículo. Essa banda diferencia o "Branco Cristal" do "Branco Puro" e é atribuído a um componente específica do TiO2 presente nessa formulação [3,4].

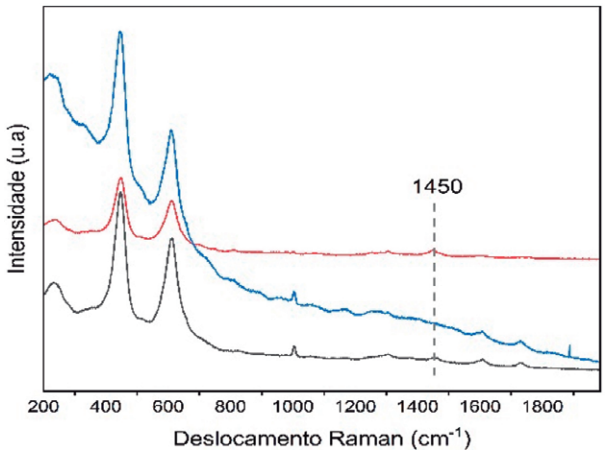


Figura 2. Espectros gerados no Raman 785 nm no qual a linha azul representa o branco puro depositado na lâmina, a linha vermelha representa o branco cristal depositado na lâmina e a linha preta representa o branco cristal extraído diretamente do veículo.

Nos espectros obtidos com excitação em 1064 nm (Fig. 3), não foram identificadas bandas exclusivas de um determinado tipo de tinta. Porém, novos picos comuns a todas as amostras foram detectados em 2930 cm^{-1}, 3100 cm^{-1} e 3230 cm^{-1}. Essas bandas podem estar relacionadas a modos vibracionais de grupos funcionais presentes em componentes orgânicos das tintas, como estiramentos C-H de hidrocarbonetos alifáticos ou aromáticos.

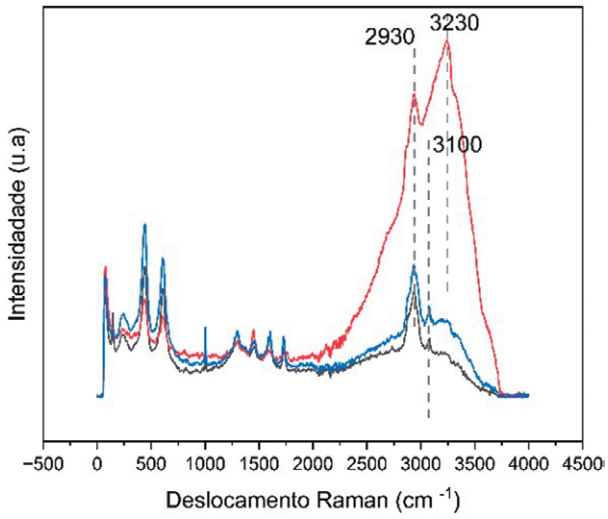


Figura 3. Espectros gerados no Raman 1064 nm no qual a linha azul representa o branco puro depositado na lâmina, a linha vermelha representa o branco cristal depositado na lâmina e a linha preta representa o branco cristal extraído diretamente do veículo.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, é possível inferir o grande potencial da espectroscopia Raman para a identificação de veículos envolvidos em acidentes de trânsito no âmbito das ciências forenses. Embora o presente estudo seja um relato de caso com uma amostragem limitada, envolvendo apenas duas tonalidades de tinta branca (Branco Cristal e Branco Puro), os resultados são promissores. Além de bandas espectrais comuns, foram observadas bandas características específicas para cada tonalidade, demonstrando a capacidade da técnica em diferenciar tintas automotivas de cores similares. Este trabalho representa o ponto de partida de uma linha de pesquisa que pode ser expandida e aprimorada em diversas direções. A constatação de diferenças espectrais entre as tintas é apenas o primeiro passo. Estudos futuros devem focar na identificação e atribuição química das bandas observadas, bem como na criação de um banco de dados espectral de referência para tintas automotivas, visando aplicações forenses. No caso em estudo, foram identificadas bandas comuns a ambas as tintas brancas analisadas, alguns dos quais atribuídos a componentes já reportados na literatura, como o dióxido de titânio (picos em 445 cm^{-1} e 610 cm^{-1}). Os resultados obtidos evidenciam o potencial da espectroscopia Raman como ferramenta para a perícia forense de acidentes de trânsito envolvendo a identificação de fragmentos de tinta automotiva. A continuidade e expansão dessa linha de pesquisa poderá fornecer subsídios científicos importantes para a elucidação desse tipo de ocorrência.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Pampa, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia dos Materiais, ao Instituto Geral de Perícias do Rio Grande do Sul, à concessionária Volkswagen de Bagé/RS, ao CNPq (processo 406311/2023-4) e ao INCT-NAMITEC (CNPq n° 406193/2022-3) pelo apoio e suporte fundamentais para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] L. Lei, G. Massonnet, Forensic analysis of white automotive paint of same manufacturer with Raman spectroscopy and chemometrics *J Raman Spectrosc* 2023.

[2] K.B Ferreira, A.G.G Oliveira J.A Gomes Espectroscopia Raman de tintas automotivas: análise forense de variabilidade e qualidade espectral, *Spectroscopia Letters*, 2017.

[3] S.W. Lobo. Confronto de tintas automotivas por espectroscopia VIS-NIR e Espectroscopia de Raios-X por Dispersão de Energia. *Dissertação de Mestrado*, Instituto de Química, Universidade de Brasília (2018).

[4] L. Lei, G. Massonnet, Análise forense de tintas automotivas por espectroscopia Raman. *JRaman Spectrosc* 2005.

v. 14, n. 5, p. 576-580, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Estudo de caso: Metodologia de retroação em semáforos para avaliar a causa determinante de sinistros ocorridos em locais semaforicamente sinalizados.

A.M.B. Fontoura[a,*]

[a] *Instituto de Criminalística Hercílio Macellaro (ICHM), Coordenadoria Geral de Perícias, Campo Grande (MS), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: alexandre.fontoura.consulting@gmail.com. Tel.: +55-67-98122-6531.*

Keywords: Perícia Criminal; Acidente de Trânsito; Física.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, nota-se que o ambiente urbano se modernizou, pois está sendo, cada vez mais, monitorado por câmeras das mais diversas tecnologias, como os Circuitos Fechados de TV (CFTV). Essa é uma tendência mundial, difundida amplamente pelas empresas dos mais diversos ramos de atividade, bem como pelos estabelecimentos residenciais. Na maior parte dos casos, o principal objetivo da instalação reside unicamente em prevenir crimes, principalmente os roubos e furtos.

Paralelamente, os sinistros de trânsito também ocorrem na região urbana, onde há , muitas vezes, a presença de intersecções semaforizadas.

Os cruzamentos controlados por semáforos estão sendo intensamente instalados nas cidades, já que a sinalização semafórica permite a transmissão ao usuário de informação de direito de passagem em intersecções e/ou seções de via onde o espaço viário é disputado por dois ou mais movimentos conflitantes [1].

Sob esse pano de fundo, destaca-se a utilização dos vídeos por parte da perícia criminal brasileira, que se tornou um meio de prova para estabelecer a dinâmica do sinistro e sua culpabilidade, quando as câmeras de monitoramento são capazes de flagrar o momento exato do evento e registrar o funcionamento do semáforo. Dessa forma, há enorme contribuição dessas tecnologias para o estabelecimento da verdade real dos fatos.

No entanto, existem diversas situações nas quais o perito em reconstrução de sinistros de trânsito se depara com a dinâmica do acidente, mas fica impossibilitado tecnicamente de averiguar a situação do semáforo, ou seja, não consegue estabelecer qual dos partícipes do sinistro cruzou o sinal vermelho.

Isso ocorre com certa frequência, visto que a instalação das câmeras de segurança, por parte dos estabelecimentos, visa tão somente privilegiar a fachada do imóvel de interesse, de maneira a concentrar o campo de visão desses aparelhos longe dos cruzamentos, deixados em segundo plano no vídeo capturado.

Este trabalho visa apresentar uma metodologia com fulcro na análise de retroação dos estados semafóricos (verde, laranja ou vermelho), de maneira prática que permita, ainda, determinar as condições em que se encontravam os focos luminosos para cada uma das vias no instante do evento, cobrindo, dessa forma, a lacuna apresentada.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1. Relato da ocorrência

Na manhã do dia 09 de dezembro de 2023, a equipe de perícia do Setor de Crimes de Trânsito (SCT), do Núcleo de Perícias Externas do Instituto de Criminalística de Campo Grande/MS, foi acionada pelo Centro Integrado de Operações de Segurança (CIOPS)

A.M.B. Fontoura, Rev. Bras. Crim. 14(4), 576-580, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

para atender a um sinistro de trânsito com vítima fatal, onde um veículo de passeio colidiu contra uma motocicleta.

2.2. Da perícia no local do sinistro

Durante o atendimento ao local de sinistro de trânsito, o perito deve buscar e analisar todos os vestígios relacionados ao evento, de forma a reconstruí-lo, pela realização de análise qualitativa e quantitativa dos vestígios materializados no local, como: marcas de frenagem, marcas de derrapagem, sulcagens, atritamentos, avarias nas unidades móveis, posição de repouso final dos veículos, entre outros.

Ademais, cabe à perícia identificar, quando possível, as circunstâncias e a causa determinante do acidente, embasando-se nos princípios físicos e matemáticos, à luz da Criminalística.

Nesse contexto, além dos vestígios deixados sobre o pavimento asfáltico, a perícia precisou identificar qual dos veículos detinha preferência de passagem no momento da colisão para determinar a causa do acidente, já que o cruzamento de interesse pericial era controlado por semáforos.

Para isso, iniciou-se uma busca por câmeras que pudessem ter filmado o evento. Inicialmente, foi identificada, em um edifício residencial, Solar Van Gogh, uma câmera de segurança cujo campo de visão impossibilitava a visualização do semáforo de interesse. Entretanto, a filmagem possibilitava recuperar o exato instante que ocorreu o sinistro.

3. PROBLEMÁTICA

A metodologia de retroação do estado do semáforo de interesse necessita das etapas seguintes realizadas ainda no local do sinistro.

3.1. Correção temporal do vídeo do evento

Ao analisar o material em vídeo, o perito precisou corrigir o horário da câmera de segurança do edifício residencial Solar van Gogh. Isso ocorre porque, mesmo com as melhores tecnologias, é comum que esses aparelhos tenham atraso ou adiantamento na ordem de segundos ou até minutos, a depender se a central está conectada a um sistema de monitoramento ou receptor IP.

Para isso, foi preciso comparar o horário ao-vivo da câmera com aquele apresentado por um aplicativo, que mostra o horário em tempo real no formato de exibição "HH:MM:SS", isto é, que exibe o horário até a ordem de segundos (figura 1). Diversos são os aplicativos gratuitos que podem exibir um relógio desse tipo, além de sítios eletrônicos facilmente acessíveis pela rede mundial de computadores.

Detidas as análises, o perito elaborou uma tabela, também apresentada no laudo, conforme a tabela 1.

Tabela 1. Correção horária da câmera de segurança.

Local	Horário ao-vivo (HH:MM:SS)	Horário real (HH:MM:SS)	Correção
Solar Van Gogh	17:53:04	17:55:05	00:02:01

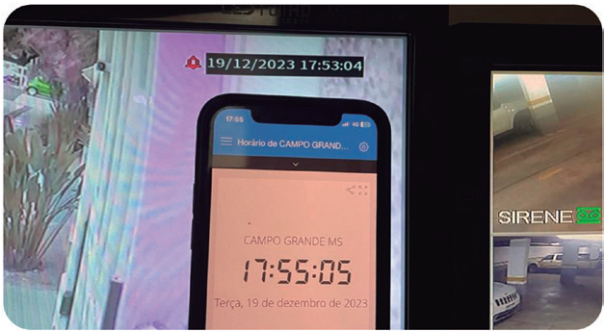


Figura 1. Aparelho celular com horário ao-vivo no formato HH:MM:SS e câmera de segurança do estabelecimento residencial Van Gogh.

3.2. Do tipo de instalação semafórica

Conforme prega o Manual Brasileiro de Sinalização do CONTRAN, em seu quinto volume, a instalação dos semáforos pode ser feita por meio de grupos focais com controle de tempo fixo ou atuado pelo tráfego, que possuem níveis distintos de resposta a variações observadas nos movimentos controlados.

O controle de tempo fixo utiliza planos semafóricos calculados com base em dados de tráfego disponíveis, obtidos por contagens volumétricas ou outros levantamentos de campo.

Já no controle atuado pelo tráfego, existem os principais tipos: semiatuado e atuado.

No caso apresentado, o perito confirmou se tratar de um semáforo com controle de tempo fixo, pois realizou o levantamento de diversos tempos de ciclo transcorridos e não notou variação no tempo de ciclo.

3.3. Levantamento do ciclo semafórico

Conhecido o tipo de controle no semáforo de interesse, o Perito pôde realizar a determinação do tempo de ciclo (Tc), em segundos, da sinalização semafóri-

A.M.B. Fontoura, Rev. Bras. Crim. 14(4), 576-580, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

ca da Rua Bahia, localizada no município de Campo Grande/MS.

Para isso, gravou um vídeo com seu aparelho de telefonia móvel (iPhone 12 Pro) de forma a inferir, o tempo de verde, o tempo de vermelho e de amarelo. Tais tempos podem ser obtidos pela análise visual do próprio aparelho, ou, ainda, pela análise do vídeo em softwares de edição livre, como o ImageJ. Com base nisso, foi possível construir um diagrama de barras para o semáforo de interesse, representado pela figura 02.

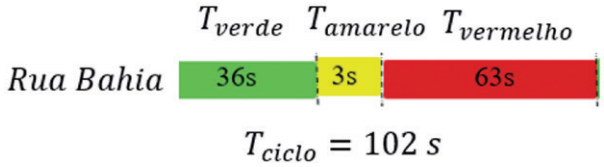


Figura 2. Diagrama de Barras para um ciclo completo da Rua Bahia.

3.3. Data e horário de referência para a retroação

Para retroagir os estados dos focos semafóricos até o instante exato do sinistro, além de realizar a correção horária do material em vídeo (vide Tabela 01), é preciso adotar uma referência temporal de estado (amarelo, vermelho ou verde).

Isso significa que se escolhe uma mudança de estado (do vermelho para o verde, do amarelo para o vermelho ou do verde para o amarelo) e anota-se a data e horário exatos quando ela ocorrer. Nada impede que a referência seja tomada em qualquer data e horário.

Por outro lado, recomenda-se que o perito adote esse horário da mudança de estado o mais célere possível, com vistas a minimizar o lapso temporal entre o sinistro e a medição da referência.

Tal recomendação se justifica pelo fato de o semáforo de interesse poder apresentar períodos de intermitência ou inoperância, os quais podem influenciar os cálculos da metodologia de retroação.

Mesmo assim, em diversos locais de sinistro, foi comprovado, em campo pelo perito, que o estado do semáforo é tal que, ao ser posto novamente em funcionamento, permite a aplicação desta metodologia, mesmo diante desses possíveis problemas mencionados.

Outrossim, existe a possibilidade de confirmar tal continuidade de funcionamento com os órgãos competentes (como a AGETRAN, no município onde ocorreu o evento).

Tabela 2. Data e horário de transição amarelo-vermelho escolhido.

Local	Data	Horário de transição (amarelo-vermelho) (HH:MM:SS)	Horário exato do sinistro (HH:MM:SS)
Rua Bahia	09/12/2023	07:57:00	05:58:27

3.4. Do número de ciclos e do resto

Por fim, adotada uma data e horário de referência e conhecido o horário exato do sinistro, após as devidas correções (Tabelas 01 e 02), é possível retroagir para conhecer o estado (cor) em que se encontrava o grupo semafórico no instante exato do acidente.

Por meio da análise do número de ciclos completos, transcorridos entre o evento e a referência adotada, pode-se conhecer o resto da divisão entre o lapso temporal transcorrido (Tt), em segundos, desde o evento até a referência adotada e o tempo de ciclo (Tc), pela equação apresentada abaixo:

$$N_{ciclos} = \left(\frac{Tt}{Tc}\right) \quad (1)$$

Pelo teorema da divisão Euclidiana [2], pode-se escrever:

$$T_t = N_{ciclos}.T_c + Resto \iff 0 \leq Resto \leq |N_{ciclos}| \quad (2)$$

Para o caso em estudo, encontra-se o total de 69 ciclos, com resto de 75 segundos. Conforme ilustra a figura 3, a segunda seta vermelha indica a transição amarelo-vermelho adotada como referência, retroagida de 69 ciclos para se situar em horário próximo ao do evento.

Dessa forma, seria necessário um resto de 102 segundos para o estado do semáforo de interesse voltar a ser vermelho novamente, isto é, para completar um 70º ciclo.

Entretanto, como o resto é inferior ao tempo de ciclo, deve-se situar o estado buscado para o semáforo entre os valores de início de vermelho dos ciclos 69º e 70º.

Desse raciocínio, resulta que a primeira seta vermelha deve ser inserida entre esses dois extremos, com distância exata de 75 segundos, podendo separá-los nas parcelas de 39 segundos (36 s + 3s) e 36 s, ou seja, dos tempos de verde e amarelo (36 e 3 respectivamente) e de parte do ciclo de vermelho (36s dentre os 63 s de tempo de vermelho).

O raciocínio para se chegar a esse valor é ilustrado na figura 3.

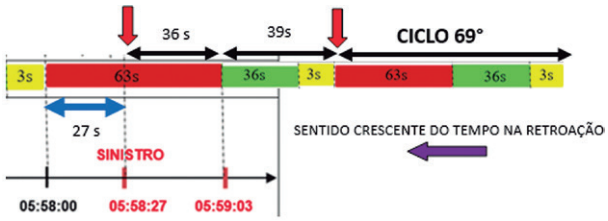


Figura 3. Ilustra mecanismo de retroação do estado do semáforo de interesse. A segunda seta vermelha indica o final dos 69 ciclos inteiros e início da contagem de tempo dos 75 segundos restantes (resto), de acordo com o sentido crescente do tempo (da direita para a esquerda) indicado pela seta de cor roxa. A primeira seta vermelha indica posição do semáforo de interesse depois de aplicada a metodologia apresentada.

De todo o exposto, conclui-se que a diferença entre 102 segundos, isto é, o tempo de ciclo Tc, e o resto, de 75 segundos, resulta em 27 segundos, valor que falta para atingir o 70º ciclo completo, ou seja, voltar à transição amarelo-vermelho referenciada, conforme indicado pela seta em azul na Figura 3.

Ainda, nota-se, pela primeira seta vermelha da figura 3, que o estado semafórico era vermelho há 27 segundos e assim permaneceria por mais 36 segundos.

4.CONFIRMAÇÃO DA METODOLOGIA

Para confirmar se a metodologia empregada reflete, de fato, o estado semafórico de interesse, é possível realizá-la para outros semáforos relacionados ao semáforo em voga. Em se tratando de semáforos controlados por tempo fixo, sabe-se que o tempo de ciclo, a sequência de estágios, a duração dos intervalos luminosos e a defasagem, no caso de redes semafóricas, são mantidos constantes. [1]

Com isso, pode-se avaliar a defasagem entre o semáforo de interesse e outro semáforo na mesma via. O perito realizou essa análise, considerando a defasagem constante entre os ciclos do semáforo da Rua Bahia (S1) e outro da Rua 25 de Dezembro(S2), obtendo o resultado apresentado na figura 4.

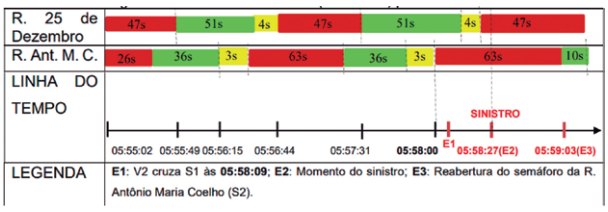


Figura 4. Diagrama de Barras para os semáforos da Rua Bahia (S1) e da Rua 25 de Dezembro (S2).

Para comprová-la, foram adotados como referência dois outros momentos, capturados em uma câmera de monitoramento que, dessa vez, capturava a cor do semáforo, localizada no cruzamento da Rua Bahia e Rua 25 de Dezembro.

Dois frames do vídeo obtido indicam vermelho e verde para o semáforo da Rua 25 de Dezembro, às 05:58:28 e 05:57:28, respectivamente (vide figuras 5 e 6).

Figura 5. Estado vermelho para semáforo da R. 25 de Dezembro (S2), às 05:57:28.

Figura 6. Estado verde para semáforo da R. 25 de Dezembro (S2), às 05:58:08

Desse modo, restou incontroverso que a metodologia apresentada corroborou na análise da causa determinante do sinistro, permitindo a atribuição da preferência de passagem do cruzamento palco do evento.

Foi realizada, inclusive, análise da trajetória do veículo de passeio entre os focos semafóricos analisados (S1 e S2), com base nos horários das câmeras de segurança, conforme apresenta a figura 7.

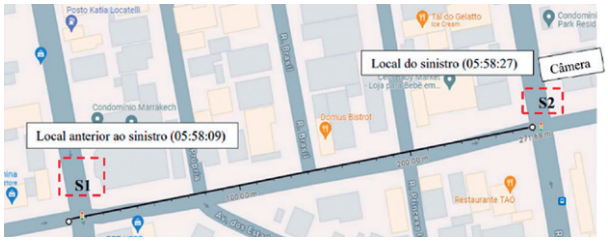


Figura 7. Trajetória do veículo de passeio envolvido no sinistro e posicionamento dos semáforos confrontados (S1 e S2).

5. CONCLUSÕES

Tratou-se de um caso de grande complexidade para a equipe pericial que precisou aplicar todas as etapas da metodologia, ainda no local do sinistro.

A conclusão do laudo, aliada às informações apresentadas, baseou a decisão da justiça de levar o caso à júri popular, demonstrando o valor da perícia à serviço da justiça.

Por fim, vale ressaltar que do jeito que foi posta, a metodologia se restringe à semáforos cujo controle é de tempo fixo, mas as ideias de cada etapa podem ser adaptadas para casos de maior complexidade.

AGRADECIMENTOS

Aos Peritos Criminais Emerson Lopes dos Reis, Lucas Carvalho Pereira e outros colegas que contribuíram para validação da metodologia apresentada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] CONTRAN. Manual Brasileiro de Sinalização Semafórica – pg. 10 – Volume V, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/docs/copy_of___05___MBST_Vol._V___Sinalizacao_Semaforica.pdf>

[2] JANETE, J.; SOPPELSA; RODRIGUEZ, L. Divisão Euclidiana: um olhar para o resto. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.ebrapem2016.ufpr.br/wp-content/uploads/2016/04/gd2_Janete_Soppelsa.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2024.

Lima, Ataíde M.V.L., Rev. Bras. Crim. 14(4), 581-585, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 581-585, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA
Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

A importância da análise do disco diagrama do tacógrafo em acidentes de tráfego com veículos pesados.

Lima, Ataíde M.V.L

Instituto Técnico e Cientifico de Perícia (RN), Brasil.
ataide.vieiralima@gmail.com

Resumo

A descoberta da causa de um acidente de tráfego é uma tarefa árdua perseguida pelo perito criminal nos levantamentos das ocorrências de trânsito. Quando se determina pelo método científico uma hipótese do que o correu é necessário testá-la, necessitando para isto, de metodologias aplicáveis aos dados que se levantou. Em acidentes de tráfego, com veículos pesados, o perito pode contar com dados contidos no disco diagrama do tacógrafo para auxiliar na conclusão do caso. Este estudo de caso tem por objetivo, demonstrar a utilização da análise do disco diagrama do tacógrafo, aliado aos dados levantados em um acidente de tráfego. A interpretação dos dados trouxe elementos relevantes a elucidação do caso, como por exemplo, o parâmetro velocidade do veículo - um fator que foi crucial para ocorrência do sinistro. Tal resultado mostra a importância da busca do disco do tacógrafo em acidente com veículos pesados, bem como deve o perito saber interpretar as informações contidas neste.

Palavras-chave: Acidente de tráfego, tacógrafo e velocidade.

Abstract

Discovering the cause of a traffic accident is an arduous task pursued by the criminal expert when surveying traffic incidents. When a hypothesis of what happened is determined using the scientific method, it is necessary to test it, requiring methodologies applicable to the data collected. In traffic accidents involving heavy vehicles, the expert can rely on data contained on the tachograph disk to help conclude the case. This case study aims to demonstrate the use of tachograph disk analysis combined with data collected in a traffic accident. The interpretation of the data brought relevant elements to elucidate the case, such as the vehicle speed parameter, a factor that was crucial to the occurrence of the accident. This result shows the importance of searching for the tachograph disk in accidents with heavy vehicles, as well as the expert must know how to interpret the information contained therein.

Keywords: Traffic accident, tachograph and speed.

1. INTRODUÇÃO

A atividade pericial certamente se coaduna em responder o Heptâmetro de Quintiliano (Marcus Fabius Quitilianus). Dentre tais perguntas; as mais relevantes para casos de sinistros de trânsito são: “O que houve? Como aconteceu? e Por que aconteceu? ”, visto que, estas buscam entender a dinâmica do fato.

Durante o processamento da cena, o levantamento de dados por meio da coleta dos vestígios, permite ao perito inferir como o fato ocorreu a partir da interpretação destes. Conforme a referência [1] a análise do acidente de tráfego se assemelha a uns quebra cabeças.

Dos elementos da trilogia do acidente, o veículo é o que, individualmente menos contribuiu para a

causação dos acidentes. [1]. Alguns veículos como de transporte de cargas de passageiros e condução de escolares, possuem equipamento de uso obrigatório como o tacógrafo, conforme o artigo 105 do Código de Trânsito Brasileiro- CTB, estes podem ser acessados em operações de fiscalização e em levantamento de locais de acidente de tráfego [2]. O tacógrafo, também chamado de registrador instantâneo de velocidade, é definido como um aparelho de precisão que, dentre outras informações opcionais, independente da forma do funcionamento, registra quilômetros percorridos, tempos parados e em movimento e as velocidades atingidas.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1. Relato do caso

Na madrugada do dia 04 de agosto de 2022, a equipe de perícia do setor de criminalística do ITEP de Pau dos Ferros/RN, foi acionada pela delegacia regional de Polícia Civil para atender a um acidente de tráfego na BR 405, onde um veículo tipo carreta capotou em uma curva acentuada levando a óbito o seu condutor.

2.2. Da perícia no local

Durante os exames pericias, fatores como chuva e baixa visibilidade por se tratar de período noturno, dificultaram o processamento da cena, que teve de ser processada em dois momentos, sendo que no primeiro momento após o sinistro - foi realizada parte registros fotográficos e levantamentos dos dados colhidos e, posteriormente durante as primeiras horas do dia com efetiva luminosidade - feito novos registros e conferência das informações obtidas na primeira hora do evento. Fig.1

Figura 1 – Local do sinistro.

3. PROBLEMÁTICA

3.1. Do processamento do local

Segundo a referência [1] os elementos que permeiam um acidente de tráfego são os fatores relacionados a via, o veículo e o condutor, chamados de tríade do acidente. Neste ensejo, durante levantamento pericial, foi constatado que o sinistro se deu em local de curva acentuada, mas com sinalização vertical e horizontal presentes na via, ausência de buracos ou quaisquer condições que impedissem o fluxo normal de tráfego. Importante destacar que não se identificou vestígios como: marcas sulcagens ou pneumáticas e/ou quaisquer indícios do envolvimento de terceiros; bem como defeitos na máquina. Assim, analisando-se a topografia do local e o tipo de acidente - capotamento, a hipótese adotada para o caso era de possível excesso de velocidade por parte do condutor. No entanto, as escassezes de dados vestigiais não permitiam inferir cálculos da velocidade admitida pelo condutor no momento que entrou na curva. Neste aspecto, por se tratar de veículo de carga, o uso do tacógrafo é obrigatório e o exame do disco diagrama deste; revelaria informações sobre a máquina. Entretanto, as condições do veículo no momento do acidente, não permitiram acessar o aparelho, fato que foi superado tão logo houve a remoção deste para posterior desmontagem do painel e retirada do aparelho cronotacógrafo - afim de obter o disco para leitura. Nesse sentido, a importância de saber realizar a leitura do disco do tacógrafo, é fulcral para coleta de informações que muitas vezes irão elucidar o caso.

3.2. Do disco diagrama do tacógrafo

Disco de diagrama semanal 125 km, marca VDO, centro do disco de diagrama com numeração de 1 a 7, estando marcado o número 05 (cinco), no referido disco. No mesmo consta marcação inicial de tempo e velocidade as 00h00min e marcação final as 00h33min. Fig. 2

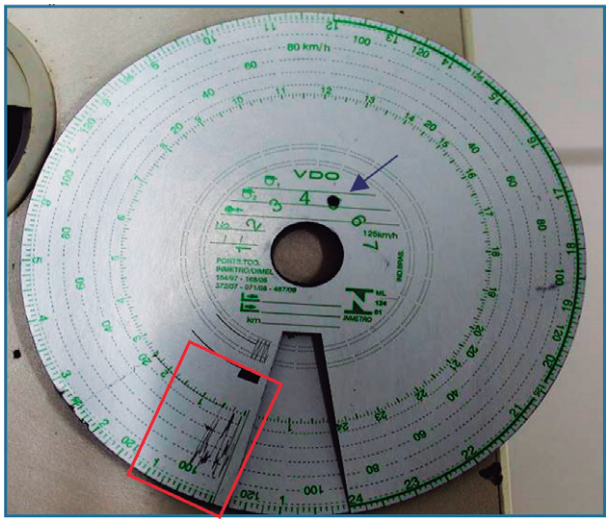


Figura 2 – Disco diagrama do tacógrafo analisado.

Lima, Ataíde M.V.L., Rev. Bras. Crim. 14(4), 581-585, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Analisando-se o disco visualiza-se a movimentação da agulha, indicando a velocidade do veículo durante determinado horário. No momento A, o veículo trafega a uma velocidade acima de 70km/h às 00h32min., quando houve uma redução da velocidade no ponto B (velocidade = 40km/h), momento em que ocorreu o tombamento; caracterizada pelas irregularidades nas marcas produzidas pela agulha do tacógrafo. Fig. 3

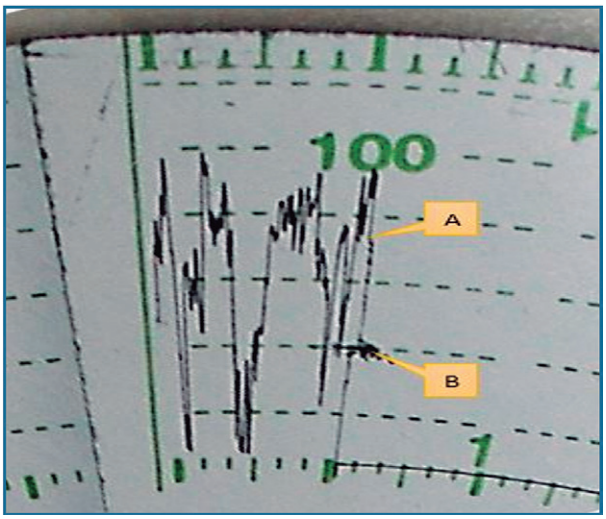


Figura 3 – Ampliação do disco para leitura. Mostra a velocidade nos dados momentos.

4. DESENVOLVIMENTO

A referência [2] lei que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro, trouxe no caput normativo, tipificações de ações praticadas na direção de veículos automotores como crime de trânsito. Assim, seguindo essa lei, bem como, o ordenamento do CPP em seu art. 158 "Quando a infração deixar vestígios, será indispensável o exame de corpo de delito, direto ou indireto, não podendo supri-lo a confissão do acusado, " a equipe pericial, fazendo cumprir o ordenamento jurídico, realizou levantamento pericial, afim de esclarecer o sinistro.

Nesse aspecto, foram realizadas as aferições na via, medidas de largura e comprimento, inclinações, tipo de trecho, sinalização horizontal (faixas), tipo da faixa divisória e observação da presença de linha de bordo, sinalização vertical (placas), velocidade máxima permitida naquele trecho, as condições da pavimentação asfáltica, o clima, o horário do sinistro, as condições do veículo e tipo do veículo. Assim também, se buscou levantar os vestígios que decorreram do evento. Entretanto, somente foi identificado, o ponto inicial da derrapagem do veículo pelas marcas fora da via asfáltica e amassamento da vegetação.

Em síntese, a equipe de perícia se deparou com uma ocorrência de tráfego, onde um veículo de transporte de carga da marca/modelo VW/28.460 METEOR 6X2, acoplado a uma carreta de três eixos livres, sofreu capotamento em um trecho da via de curva acentuada. Todavia, no levantamento pericial não foram encontrados vestígios na via, fato que dificultou a definição causal do acidente. Assim, face a exiguidade vestigial, a atenção da perícia se voltou para a via no tocante a: topografia, tamanho, grau de curvatura e o limite de velocidade para aquele trecho, além da análise da trajetória do veículo. Desse modo, obteve-se os seguintes dados: via de trecho de curva acentuada, regulamentada a 60km/h, ausência de acostamento, presença de barras de proteção – o Guard Rail e trajetória do veículo no sentido da curva da via. Outrossim, com esses dados em mente, elegeu-se a hipótese de excesso de velocidade, visto que, foi possível perceber a tentativa de obedecer ao trajeto da via pela trajetória admitida do veículo, através da análise do ponto de repouso final e forma inercial do veículo, após o sinistro.

Isto posto, é imperativo se dizer que: capotamentos ou tombamentos; são na maioria das vezes - decorrentes das combinações de velocidade, geometria do veículo e comportamento do condutor. [3]. Esses fatores influenciam forças físicas. Por conseguinte, em movimentos de trajetória curvilínea de um móvel, haverá sempre a aceleração centrípeta normal à trajetória do móvel, apontando para o centro da curva. Contrário a essa força a força centrífuga (FC) é a força de inércia real que empurra um peso para fora do movimento curvilíneo quando o veículo estiver em uma trajetória curva. Esta força centrifuga aparece em todos os movimentos curvilíneos. Ao percorrer um trecho de rodovia em curva horizontal com certa velocidade, um veículo fica sujeito à ação da FC, que atua no sentido de dentro para fora da curva, facilitando saídas de pista e capotagens. [4]

Com efeito, aos fatores colocados, a perícia analisou a hipótese causal do sinistro como sendo ocorrido em função da velocidade admitida pelo veículo. Para tanto, utilizou a leitura do disco do tacógrafo para materializar dados da velocidade. Além disso, o artigo 279 do CTB prevê que somente o perito oficial encarregado do levantamento pericial, poderá retirar o disco de tacógrafo do registro. Neste aspecto, conhecer o funcionamento do aparelho cronotacógrafo e entender como se lê o disco diagrama do tacógrafo, são elementos

Lima, Ataíde M.V.L., Rev. Bras. Crim. 14(4), 581-585, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

fundamentais para auxiliar nos exames periciais. Dessa maneira pode-se ver que, de um disco (ou fita) diagrama de um aparelho tacógrafo, algumas das informações mais importantes que podem ser abstraídas, são as seguintes: distância percorrida pelo veículo num determinado trecho, velocidade do veículo em um determinado momento (em km/h), tempos de condução e parada, horário das informações registradas, entre outros detalhes. Tais informações podem estar contidas tanto no disco único (para registro diário – trocado a cada 24h pelo condutor) ou no conjunto de 07 (sete) discos (para registro semanal – trocado a cada semana pelo condutor) encontrados em um aparelho tacógrafo.[5] Fig.4

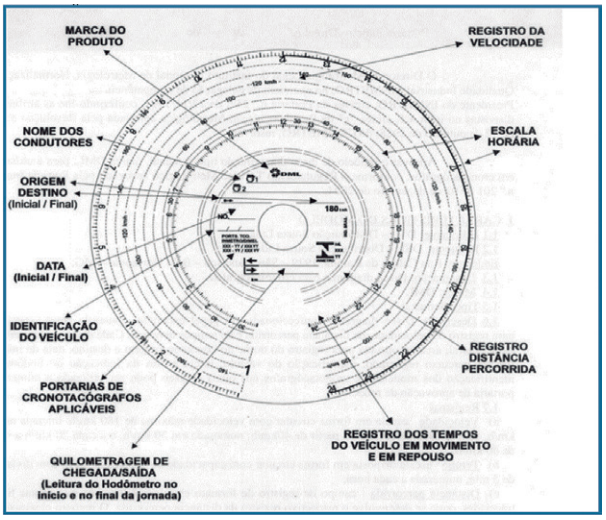


Figura 4 – Informações que contem no disco.

O perito criminal deve-se tomar alguns cuidados ao iniciar a análise do disco.

- Certificar se o mesmo encontra-se com alguma adulteração;
- Se há remonte dos registros (sobreposição de marcações);
- Se o horário indicado pelo mesmo, quando retirado do aparelho tacógrafo, corresponde ao horário correto (essa também é uma das maneiras do Perito Criminal verificar se a marcação do aparelho está regular);
- E toda essa informação deve constar no Laudo Pericial.

Exemplos de análise de discos. Fig. 5 a 7

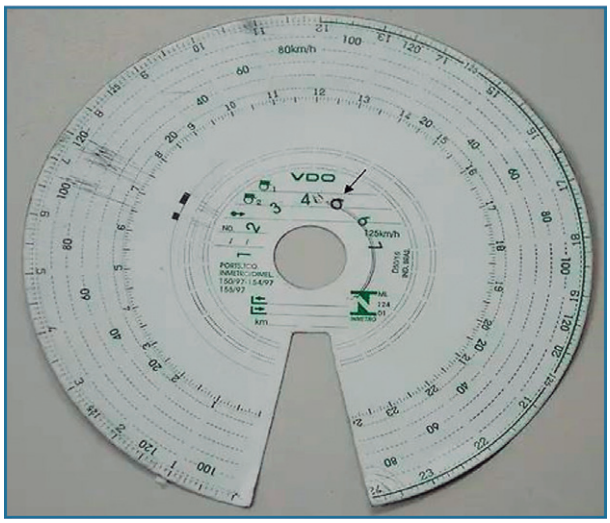


Figura 5 – Análise do disco. Mostra o disco vigente nº5.

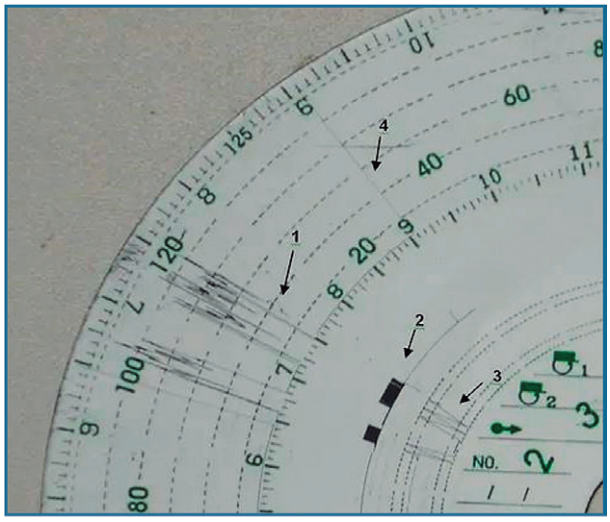


Figura 6 – Mostra o parâmetro velocidade, funcionamento do motor e distâncias percorridas.

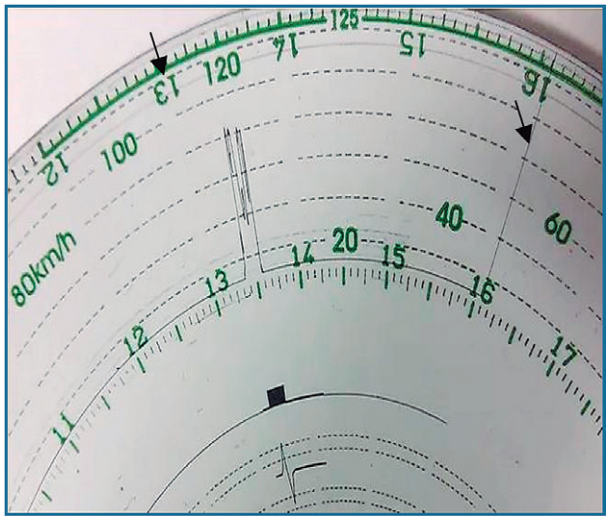


Figura 7 – Mostra parâmetros, hora e a barra de retirada do disco.

CONCLUSÃO

Dado as dificuldades na elucidação de um sinistro de trânsito, é preciso que o perito conheça todas as ferramentas que tem ao seu dispor. Nesse sentido, a análise do disco do tacógrafo se mostra um meio aliado, quando não se tem outros elementos vestigiais que tragam luz na determinação do evento. Por esse motivo, é necessário no campo pericial, que o expert, saiba interpretar o diagrama, afim de obter as informações contidas nele. Contudo é necessário capacitação por meio de parcerias com institutos ou treinamentos ofertados por empresas que produzem o aparelho, afim de que habilite o perito na leitura do tacógrafo.

REFERÊNCIA BIBIOGRÁFICA

[1] Aragão, Rnvier Feitosa. Acidentes de Trânsito: análise da prova pericial 6ª ed. Campina SP, 2016.

[2] LEI Nº 9.503, DE 23 DE SETEMBRO DE 1997.

[3] EJZENBERG, S. Os Veículos Pesados e a Segurança no Projeto das Curvas Horizontais de Rodovias e Vias de Trânsito Rápido. São Paulo, SP, Brasil: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP, 2009. 245p

[4] LEE, S. H. 2002. Introcução ao Projeto Geométrico de Rodovias. Editora da UFSC, Florianópolis, SC.

[5] Cerqueira. C.C.Silva. Como interpretar as informações existentes em um disco (ou fita) diagrama de um aparelho tacógrafo? Disponível em: https://www.operito.com.br/interpretacao-discos-diagrama. (Acesso em 12/07/2024).

v. 14, n. 4, p. 586-590, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Identificação humana em putrefeito: relato de caso com atuação pericial multiprofissional.

B. Dutra[a,*], V. dos Reis[a], S. Melo[b], S. Marchesi[b], J. Aires[b]

[a] *Universidade Federal do Maranhão, São Luís (MA), Brasil*
[b] *Instituto Médico Legal de São Luís, Polícia Científica do Maranhão, São Luís (MA), Brasil*

**Endereço de e-mail para correspondência: beatriz.dutra@discente.ufma.br Tel.: +55-98-991968737.*

Keywords: Forensic Sciences; Forensic Anthropology; Body Remains; DNA Fingerprinting.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A identificação humana em cadáveres é um exame pericial complexo que pode envolver várias especialidades, como a papiloscopia, a odontologia legal, a genética forense e a antropologia forense. Os profissionais envolvidos lidam com corpos putrefeitos, fragmentados, carbonizados e esqueletizados. A escolha da metodologia utilizada para identificação depende, em regra, do estado de conservação do corpo e do material disponível para exame [1].

Habitualmente, são utilizadas três metodologias científicas comparativas para identificação: necropapiloscopia, confronto odontológico e a análise genética do DNA. Embora muito eficazes, cada uma possui limitações quanto à sua aplicabilidade.

A metodologia odontológica consiste em confrontar as características odontológicas verificadas no exame cadavérico com as características odontológicas disponíveis em prontuário odontológico e/ou imagens da pessoa desaparecida. Entretanto, em casos em que não há uma família reclamante ou ausência de informações odontológicas *ante-mortem*, esse método estará prejudicado [1].

A necropapiloscopia é o estudo das impressões digitais do cadáver que serão comparadas às impressões digitais do registro civil da pessoa desaparecida. Esse estudo se torna inviável quando o estado de decomposição do corpo está avançado, perdendo as luvas dérmicas [2].

Já a identificação por exame genético é realizada por meio da análise de material biológico coletado do cadáver (cartilagem, dente, fragmento ósseo) e posterior comparação com amostra direta ou familiar. Todavia, há casos em que não há amostras para confrontar se de fato há algum parentesco entre o requeredor e o cadáver [1].

Em síntese, a presença de uma equipe multiprofissional otimiza o sucesso da identificação cadavérica, tendo em vista que cada metodologia tem suas próprias particularidades e limitações, mas quando usadas corretamente proporcionam um resultado robusto e preciso.

2. PROBLEMÁTICA

Trata-se do estudo do caso de uma ossada humana que deu entrada no Instituto Médico Legal de São Luís (IML-São Luís) no ano de 2022. Uma suposta familiar reclamou a ossada como sendo de sua filha que estava desaparecida há cerca de 2 meses. Informou que teve acesso a um vídeo gravado no local de encontro da ossada, tendo reconhecido alguns pertences, tais como uma sandália rosa da marca *"Santa Lolla"* e uma calça *legging* preta. Relatou que desconhecia a vida social de sua filha, bem como a existência de prontuário odontológico. Informou que a filha usava aparelho ortodôntico e tinha algumas tatuagens, como uma grande índia na perna e o nome composto da filha, com sua data de nascimento, no braço.

B. Dutra *et al*., Rev. Bras. Crim. 14(4), 586-590, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

3. DESENVOLVIMENTO

Ao exame antropológico realizado por equipe composta por médica legista e odontolegista, foi verificado que se tratava de ossada humana incompleta, em estado avançado de putrefação, na fase de ossificação e parcialmente coberto por pele encouraçada em região do tórax anterior superior, membros superiores e membros inferiores. As unhas dos 4º e 5º quirodáctilos esquerdos estavam presentes e pintadas em azul; demais unhas ausentes nas mãos e pés. Presença de cabelo castanho-avermelhado em meio aos restos teciduais.

Figura 1. Ossada acondicionada em saco cadavérico cinza, ao chegar ao Instituto Médico Legal, com etiqueta com número de identificação institucional.

Pertences e vestes: Havia partes de vestes junto ao corpo: calça de elastano tipo *legging* na cor preta, com rasgos irregulares a) em porção posterior direita do cós; b) na área de nádegas e fundo de calça; c) lateral das pernas e d) centro anterior das pernas da calça. Calcinha de cor azul escura, com renda no cós e rasgos a) em fundo e b) porção anterior da peça íntima. Blusa preta de elastano tipo *cropped* com amarração no dorso. Um par de sandália de dedo rosa com corrente dourada nas tiras, tamanho 5/6 da marca *"SL"*.

Figura 2. Pertences e vestes.

Tatuagens: Foram observadas várias marcas de tatuagens: a) princesa com coroa e desenho de menina superpoderosa com roupa verde *"Docinho"* em topografia de membro superior direito; b) imagem de índia com adorno de folhas e linhas vermelhas na face, localizada em perna esquerda c) dizeres *"seja luz"* em letra cursiva na cor preta, seguida de desenho de "flor" de 4 pétalas na cor vermelha em região clavicular e deltoidea esquerda; d) imagem de cartas de baralho e nome feminino composto e numeração sugerindo data: *"27.12.??"* na topografia do membro superior esquerdo.

Figura 3. Tatuagens: a) pequena coroa; b) grande imagem de índia; c) escrita "*seja luz*" e d) cartas de baralho.

Crânio: separado do tronco, anatômico, sem lesões aparentes. Ossos da face íntegros, excetuando a mandíbula, que se encontra destacada do crânio com dentes em mau estado de conservação. Presença de 2 dentes pré-molares superiores com "braquetes" de aparelho ortodôntico (descrição pormenorizada em odontograma).

Tronco: parcialmente coberto por pele parda e encouraçada, mostrando remanescente de mama feminina. Exposição parcial de ossos, ausência de muitas costelas. Presença de vértebras e esterno.

Membros superiores: Segmento remanescente de pele seca e encouraçada, cobrindo parcialmente os ossos dos membros, sendo possível observar tatuagens descritas acima. Ausência da maioria das unhas, com duas remanescentes de 4º e 5º quirodáctilos esquerdos, pintadas em cor azul.

Membros inferiores: Segmento remanescente de pele seca e encouraçada, cobrindo parcialmente os ossos dos membros inferiores, sendo possível observar tatuagens. Pés parcialmente cobertos por pele, com ausência parcial da porção distal do pé esquerdo.

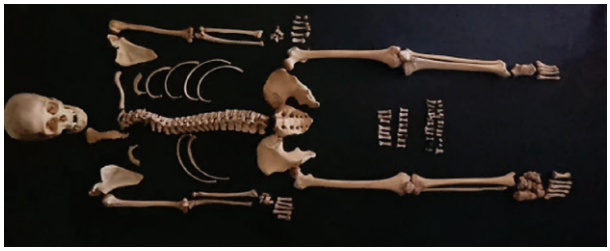


Figura 4. Ossada limpa e montada em mesa para estudo antropológico.

Ao exame odontológico direto foram observados os achados nos arcos dentários superior e inferior descritos nas tabelas a seguir:

Tabela 1. Achados odontológicos no arco superior.

ARCO SUPERIOR (MAXILAR)					
Nº	Hemi-arco Superior direito	Características	Nº	Hemi-arco superior esquerdo	Características
18	3º molar	Hígido	28	3º molar	Ausente com alvéolo dental aberto, sugerindo avulsão após a morte
17	2º molar	Hígido	27	2º molar	Hígido com pequena cavidade de cárie em fóssula em face oclusal
16	1º molar	Hígido	26	1º molar	Hígido
15	2º pré-molar	Hígido, com instalação de "bracket" metálico em face vestibular	25	2º pré-molar	Ausente com alvéolo dental aberto, sugerindo avulsão após a morte
14	1º pré-molar	Hígido, com instalação de "bracket" metálico em face vestibular	24	1º pré-molar	Ausente com alvéolo dental aberto, sugerindo avulsão após a morte
13	Canino	Hígido	23	Canino	Hígido
12	Incisivo lateral	Ausente com alvéolo dental aberto, sugerindo avulsão após a morte	22	Incisivo lateral	Ausente com alvéolo dental aberto, sugerindo avulsão após a morte
11	Incisivo medial	Ausente com alvéolo dental aberto, sugerindo avulsão após a morte	21	Incisivo medial	Ausente com alvéolo dental aberto, sugerindo avulsão após a morte

Tabela 2. Achados odontológicos no arco inferior.

ARCO INFERIOR (MANDÍBULA)					
Nº	Hemi-arco inferior direito	Características	Nº	Hemi-arco inferior esquerdo	Características
48	3º molar	Fratura da coroa, restando parte das raízes mesial e distal	38	3º molar	Hígido
47	2º molar	Hígido, com pigmentação em sulco oclusal	37	2º molar	Cárie extensa envolvendo toda coroa com exposição de câmara pulpar
46	1º molar	Grande defeito ósseo em face vestibular da mandíbula, estendendo-se até metade da sua altura, com raiz residual distal.	36	1º molar	Raiz residual distal
45	2º pré-molar	Ausente com alvéolo dental aberto, sugerindo avulsão após a morte	35	2º pré-molar	Ausente com alvéolo dental aberto, sugerindo avulsão após a morte
44	1º pré-molar	Ausente com alvéolo dental aberto, sugerindo avulsão após a morte	34	1º pré-molar	Ausente com alvéolo dental aberto, sugerindo avulsão após a morte
43	Canino	Hígido	33	Canino	Ausente com alvéolo dental aberto, sugerindo avulsão após a morte
42	Incisivo lateral	Ausente com alvéolo dental aberto, sugerindo avulsão após a morte	32	Incisivo lateral	Ausente com alvéolo dental aberto, sugerindo avulsão após a morte
41	Incisivo medial	Ausente com alvéolo dental aberto, sugerindo avulsão após a morte	31	Incisivo medial	Ausente com alvéolo dental aberto, sugerindo avulsão após a morte

Como lesões *ante-mortem*, foram verificadas: alteração morfológica de porção distal de osso esterno com falha de continuidade na borda lateral esquerda e em apêndice xifoide, com tortuosidade para a esquerda; defeito ósseo em face vestibular da mandíbula, estendendo-se até metade da sua altura, com raiz residual distal posicionada em seu interior; raiz residual distal.

Figura 5. Lesões *ante-mortem*.

Como lesões *peri-mortem*, foram verificadas: fratura de ramo vertical esquerdo da mandíbula, com perda de substância; fratura de arco posterior da 2ª vértebra cervical com perda de substância, mais fissura em faceta articular superior direita, sem perda tecidual; fratura em 4º e 5º metacarpos de mão esquerda.

Figura 6. Alterações *peri-mortem*.

As lesões *post-mortem* verificadas foram: perda dos dentes 11, 12, 21, 22, 24, 25, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 41, 42, 44 e 45; desarticulação dos ossos do pé, com perda de partes ósseas.

3.1 Tratamento de remanescentes de tecidos moles

Foi realizada hidratação da pele dos membros superiores e membros inferiores, com banhos em água morna por cerca de 48 horas, alcançando um melhoramento das imagens das tatuagens. Após esse tratamento, foi realizado confronto entre as tatuagens visíveis e imagens captadas de rede social da desaparecida.

Figura 7. Pele hidratada, com visualização das tatuagens.

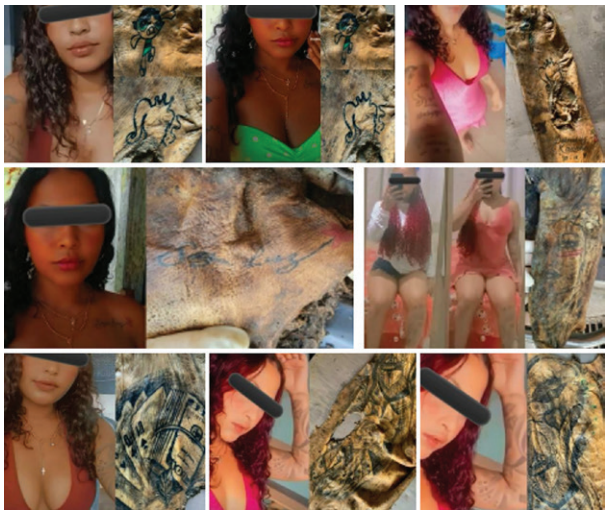


Figura 8. Tatuagens hidratadas em comparação às imagens fornecidas através de link de conta de rede social da desaparecida.

Foi realizado tratamento de hidratação da pele e da luva do dedo polegar direito, com banhos em água morna por cerca de 48 horas, alcançando a organização das linhas digitais; após esse processo, foi realizada a coleta da impressão digital em ficha apropriada, a qual foi enviada para o Instituto de Identificação, que após análise, emitiu laudo positivo para a identificação da desaparecida, cujo familiar havia comparecido ao IML-São Luís. Não foi coletada amostra biológica para confronto genético com familiares.

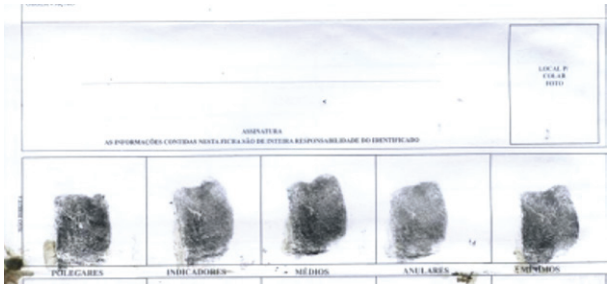


Figura 9. Ficha para coleta de impressões digitais.

3.2 Análise do perfil biológico

A ossada encontrava-se incompleta, apesar disso, foi possível aplicar métodos que possibilitaram estimar o perfil biológico que a vítima tinha em vida. Para construção do perfil biológico foram utilizadas metodologias científicas amplamente aceitas na literatura mundial, cujos resultados permitiram estimar o sexo, a idade e a estatura. Para a análise do sexo as estruturas analisadas foram a pelve, o crânio, o fêmur e o úmero, estimando o sexo em feminino [3 - 5]. Para análise da idade as estruturas analisadas foram as epífises ósseas, e a pelve estimando a faixa etária de 14 a 27 anos, com idade média de 20,5 anos [6, 7]. Para análise da estatura a estrutura analisadas foi o fêmur, estimando a estatura no intervalo de 1.48m a 1.50m [8]. Não foi possível estimar com segurança o intervalo *post-mortem* em razão de se tratar de corpo em estado esqueletizado, no entanto, segundo as informações da reclamante, a vítima foi vista com vida pela última vez dois meses antes do achado da ossada, o que poderia permitir estimar o tempo de morte nesse período, considerando que a esqueletização se inicia após 1º-2º mês após o óbito, e que o exame antropológico verificou o cadáver com esqueletização em quase sua totalidade, sugerindo a possibilidade de o óbito ter ocorrido em período bem próximo ao seu desaparecimento. Quanto à *causa mortis* foi possível concluir pela ação de instrumento ou meio contundente com traumatismo cervical incompatível com vida, principalmente, no modo desassistido de socorro médico, representado pela fratura de 2ª vértebra cervical; alia-se a isso a fratura de osso mandibular que não tem potencial letal, mas pode contribuir para uma evolução desfavorável [9,10]. A lesão mandibular encontra-se no mesmo plano horizontal da lesão cervical, não podendo afastar a possibilidade de terem ocorrido de forma concomitante à ação contundente. A posição da fratura em mão esquerda comumente está associada a traumas produzidos sobre a mão e torna possível configurar uma lesão de defesa [11]. O exame odontolegal de identificação humana consiste na realização de confronto das informações odontológicas da pessoa desaparecida com as informações odontológicas coletadas do cadáver não identificado, a fim de individualizá-lo. Embora tenham sido visualizados artefatos ortodônticos ("bráquetes") instalados nos dentes, a reclamante do cadáver, ao comparecer ao IML-São Luís, informou que a desaparecida não possuía registro odontológico para servir de base para o estudo de identificação odontolegal.

A identificação positiva do caso estudado foi realizada através de múltipla cooperação entre diversos profissionais da perícia que desempenham suas atividades no IML-São Luís. O estudo antropológico possibilitou direcionar à hipótese de que tratava-se de um indivíduo com as mesmas características da desaparecida; além de determinar a *causa mortis* [12,13]. O exame para a identificação odontolegal foi inconclusivo, pois o prontuário odontológico não foi fornecido; no entanto, a observação de realização de prévio tratamento ortodôntico, possibilitou a comparação dessa informação às fotografias capturadas de que redes sociais e pode conduzir o exame às demais etapas no processo de identificação. Os peritos criminais, ao realizarem o confrontos das imagens da desparecida ainda em vida com as imagens das tatuagens observadas no cadáver também contribuíram fortemente em todo o processo. Os auxiliares de perícia médico-legal, ao realizarem o processo

de hidratação de toda a pele, possibilitaram a visualização das tatuagens sabidamente portadas pela desaparecida; destaque fundamental para a hidratação do dedo polegar, que pode ser usado para a coleta e o confronto das impressões digitais do cadáver com as impressões digitais da desaparecida arquivadas em banco de dados estadual, sendo este o método que forneceu a identificação do cadáver.

4. CONCLUSÃO

O processo de identificação cadavérica envolve análises técnicas baseadas em estudos científicos amplamente aceitas na literatura mundial. A cooperação multiprofissional permite direcionar o exame de identificação para a escolha da melhor técnica, otimizando o processo, diminuindo etapas desnecessárias, economizando tempo e recursos financeiros públicos.

AGRADECIMENTOS

As autoras gostariam de agradecer aos familiares da vítima, que, mesmo em momento de profundo pesar, permitiram a publicação deste caso, na intenção de que o conhecimento científico pudesse alcançar um maior número de pesquisadores e contribuir na elucidação de outros casos similares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] E.O. Pereira. Orientações Práticas E Propostas De Diretrizes Para Profissionais Forenses Na Identificação De Cadáver Por Familiar. Dissertação de Mestrado, Departamento de Medicina Legal, Universidade do Porto (2023).

[2] S.M. Delgado; K.C. Mariotti. Métodos de Identificação Humana *Post Mortem* Em Necropapiloscopia: Revisão de Literatura. *R. B. Ciências Policiais* ***11:*** 349-383 (2020).

[3] J.E. Buikstra, D.H. Ubelaker (eds.) Standarts for Data Collection from Human Skeletal Remains. *Arkansas Archaeological Survey Research Series* n° 44; Fayetteville: Arkansas Archaeological Survey. 1994.

[4] J. Brůžek; F. Santos; B. Dutailly; P. Murail; E. Cunha. Validation and reliability of the sex estimation of the human os coxae using freely available DSP2 software for bioarchaeology and forensic anthropology, *Am. J. Phys*. *Anthropol* ***164:*** 440-449 (2017).

[5] S.N. Wasterlain; E. Cunha. Comparative performance of femur and humerus epiphysis for sex diagnosis. *Biom. Hum. et Anthropol* ***18:*** 9-13 (2000).

[6] H. Lamedin; E. Baccino; J.F. Humbert; J.C. Tavernier; R.M. Nossintchouk; A. Zerilli. A simple technique for age estimation in adult corpes: th two criteria dental method. *J Forensic Science* ***37.5:*** 1373-1379 (1992).

[7] M. Schaefer; S. Black; L. Scheuer. *Juvenile Osteology: a laboratory and field manual*. Elsevie Inc., United States of America (2009).

[8] M.C. Mendonça. Estimation of height from the length of long bones in a Portuguese adult population. *Am J Phys Anthropol* ***112***: 39-48 (2000).

[9] N. Yoganandan; F.A. Pintar; A.JR. Sances; P.R. Walsh; C.L. Ewing; D.J. Thomas; R.G. Snyder. Biomechanics of skull fracture. *J Neurotrauma* ***12:*** 659-668 (1995).

[10] R.P. Menger; V.K. Viswanathan; C. Notarianni. C2 Fractures. *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482287/

[11] N. Gläser; B.P. Kneubuehl; S. Zuber; S. Axmann. T. Ketterer; M.J. Thali; S.A. Bolliger. Biomechanical Examination of Blunt Trauma due to Baseball Bat Blows to the Head. *A. P. J. Forensic Biomechanics* ***2***: 1-5 (2011).

[12] H.C. Hercules. *Medicina legal: texto e atlas*. *Atheneu*, Brasil (2008) 714.

[13] C.P. Leme. *Medicina Legal Prática Compreensível*. *Espaço Acadêmico,* Brasil (2020).

J. Oliveira-Costa, Rev. Bras. Crim. 14(4), 591-596, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 591-596, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Estimativa de intervalo pós-morte (IPM): das alterações cadavéricas às técnicas modernas

J. Oliveira-Costa[a]

[a] *Instituto Médico-Legal Afrânio Peixoto, SEPOL, Rio de Janeiro (RJ), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: janyraforensebio@gmail.com. Tel.: +55-21-99866-3349.*

Keywords: Decomposição; Necrobioma; Tanatobiologia; Tanatoquímica, Entomologia Forense.

1. INTRODUÇÃO

Na prática pericial, especialmente em países de clima quente, não são raros exames que envolvam corpos decompostos e, embora, neste caso, as respostas sejam progressivamente reduzidas, o profissional não deve negligenciar a tarefa devido à natureza desagradável do exame. Todos os esforços devem ser envidados para agir o mais próximo possível da rotina em cadáveres frescos [1], a fim de atender à sociedade e à justiça com excelência, evitando a "junk science".

A decisão do caso Daubert x Merrell A Dow Pharmaceuticals, Inc. alterou o cenário das ciências forenses, em nível mundial, indicando a necessidade de melhoria nas técnicas forenses visando aumentar o padrão de qualidade, a precisão dos métodos e atender a critérios básicos, antes de sua admissão no tribunal [2]. A decisão determinou que a evidência deve ser testável, ter uma taxa de erro conhecida, a técnica deve ter sido revisada por pares e ser aceita pela comunidade científica e esses critérios são conhecidos como padrão Daubert, imprescindível na formação da prova pericial.

O método mais simplista de estimativa de IPM, qualitativo, de observar as temperaturas diárias correlacionadas com a observação grosseira das alterações cadavéricas no processo de decomposição ainda é utilizado e deve permanecer, pelo menos, até que seja desenvolvido um método quantitativo realista e eficaz [3].

De acordo com Madea [4], métodos de estimativa de IPM com valor probatório devem englobar: a) estudos longitudinais sobre amostras de referência bem caracterizadas; b) descrições matemáticas das alterações pós-morte; c) dados claros sobre a precisão da estimativa do IPM; d) alta precisão do IPM conforme comprovado por amostras de controle independentes; e) estudos de campo sobre a aplicabilidade do método na prática forense. Assim, a fim de buscar atender ao padrão Daubert, aumentando a robustez da prova e visando alcançar à justiça, é imprescindível buscar metodologias validadas de estimativa de IPM. Com essa finalidade, este estudo teve como objetivos principais: (1) compilar as metodologias utilizadas para estimativas de IPM; (2) analisar as diferentes metodologias quanto aos requisitos necessários ao atendimento ao padrão Daubert.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1. Método de temperatura

As fórmulas tradicionais usadas para análise da queda de temperatura falham porque não consideram o platô de temperatura, que Shapiro [5] ressaltou que pode durar até 4 horas. Na última década, muitas publicações foram produzidas, com auxílio computacional [6]. Apesar disso, métodos práticos para determinar a hora da morte continuam imprecisos, ficando no campo das probabilidades.

Vários métodos usaram a queda da temperatura corporal para estimativa de IPM [6-7]. Contudo, o método nomograma de Henssge [8] é um dos mais práticos disponíveis [1].

Este nomograma produziu um método que pode ser executado por um programa de computador, com

J. Oliveira-Costa, Rev. Bras. Crim. 14(4), 591-596, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

ajustes para peso corporal, temperatura ambiente, roupas secas ou molhadas, ar parado ou em movimento, água parada ou corrente. Porém, assim como acontece com a maioria dos métodos, surgem dificuldades em estimar a força das variáveis. Na verdade, os cálculos são aproximações. Além disso, a altura e o peso do corpo devem ser conhecidos, o que, muitas vezes, é impossível [9].

De acordo com Wilk e colaboradores [10], em primeiro lugar, exige o uso de fatores de correção subjetivos, em segundo lugar, como depende da termometria retal, aumenta o risco de contaminação dos vestígios e em terceiro lugar, o modelo classifica os corpos apenas em peso, ignorando diferentes estaturas, posturas ou composição interna.

2.2. Método composto

De acordo com Madea [4], como nenhum método de observação das alterações cadavéricas demonstrou produzir resultados precisos, isoladamente, é preciso utilizar uma combinação de métodos. De todos os métodos utilizados para estimar o IPM inicial, o nomograma é o mais preciso e confiável. Portanto, deve ser usado como o método principal. No entanto, como o resultado de IPM tem uma faixa de erro de, pelo menos, ± 2,8 h, devem ser feitos esforços para estreitar esta faixa, combinando com outros métodos de: *rigor mortis*, hipóstase e reações supravitais (excitabilidade elétrica dos músculos faciais, excitabilidade mecânica de músculo esquelético e excitabilidade farmacologicamente induzida da íris), o denominado método composto.

Segundo Madea e colaboradores [11], o método composto é padrão ouro para o IPM inicial. Contudo, existem limitações para análise de alterações cadavéricas, que são muito subjetivas, para estimar o IPM, pois a decomposição é altamente variável e depende da região, da atividade dos insetos e de outros fatores intrínsecos e extrínsecos que diminuem a confiança nessas observações qualitativas em termos de IPM [12].

.2.3. Pontuação corporal total - PCT

O sistema PCT pontua três regiões do corpo (cabeça e pescoço, tronco e membros) em uma escala onde valores indicam a taxa de decomposição [13]. O uso do grau-dia acumulado padroniza o tempo de decomposição. Embora seja uma avaliação subjetiva da taxa de decomposição, o método explicou grande parte da variação observada entre os restos e forneceu uma equação de estimativa. Moffatt e colaboradores [14] corrigiram os erros estatísticos na equação de Megyesi, produzindo uma equação com resultados melhores.

O sistema é subjetivo e difícil de aplicar. Além disso, como outros métodos de estimativa, a precisão é influenciada pelas condições ambientais e as circunstâncias da morte. Em vista disso, a precisão dos dois modelos [13-14] foi testada, em vários países, por diferentes autores que verificaram que nenhum dos dois era aplicável e que não é realista aplicar o modelo GDA desenvolvido para uma região em outras regiões, sendo necessário estabelecer equações de GDA adequadas para cada diferente região a fim de estimar o IPM [15-17].

2.4 Tanatobiologia

Nos últimos anos, outra linha de pesquisa, baseada no processo de autólise, tentou estimar o IPM, usando a biologia molecular pela análise da degradação de DNA/RNA, vias de sinalização da morte celular e proteínas. Coletivamente, essas abordagens podem ser denominadas “tanatobiologia” [18].

Ao longo dos anos, diferentes tecidos, intervalos de tempo pós-morte e técnicas analíticas têm sido testadas [19-26] modelos matemáticos e equações preditivas foram desenvolvidas [24-25].

Os problemas, quanto as técnicas, são que, como muitas amostras experimentais vieram de ratos, não sabemos se esses dados podem ser extrapolados para humanos. Outras limitações consistem no fato de que, muitas vezes, são realizados sob temperatura constante, o que não reflete os efeitos de mudanças nas condições ambientais na degradação das moléculas. Além disso, todos esses estudos foram conduzidos em prazos relativamente curtos, usando amostras de tecidos moles diferentes que deu resultados altamente variáveis. Este trabalho também é demorado e caro. Além disso, a maioria dos dados obtidos só pode ser usado efetivamente para estimativas curtas de IPM. Portanto, a tanatobiologia ainda é considerada de valor limitado para uma estimativa de IPM.

2.5. Tanatoquímica

Ao longo dos anos, surgiram muitas pesquisas sobre marcadores bioquímicos pós-morte (MBP), existentes em tecidos ou fluidos corporais, que mudam ao longo do tempo, podendo ser correlacionado com o IPM em uma técnica denominada tanatoquímica [27].

A decomposição é caracterizada pela quebra química de macromoléculas em seus componentes estruturais resultando em produtos específicos que podem ser identificados para a estimativa do IPM, como, por exemplo, a análise de compostos orgânicos voláteis (COVs) [2], [28-29], metabólitos endógenos [30-33] e lipídios [34-35].

J. Oliveira-Costa, Rev. Bras. Crim. 14(4), 591-596, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Alguns pontos foram apontados por alguns autores como capazes de trazer incerteza, por exemplo, os MBPs sofrem influência de inúmeros fatores intrínsecos e extrínsecos [36], além da própria técnica, em si, como o tipo de amostra e onde foi obtida, significância estatística, tamanho amostral, metodologia analítica etc. [4], [37-39].

Assim, apesar das inúmeras pesquisas sobre essa aplicação, Meurs e colaboradores [40] alertaram que todos os MBPs, sem exceção, não são padronizados por patologistas forenses e, assim, não se qualificam como provas no tribunal para estimativa de IPM [40]. Desta forma, a técnica não atende ao padrão Daubert não sendo admissível em tribunal.

2.6. Tanatomicrobioma

Durante a vida, o microbioma humano coexiste em equilíbrio geral em condições saudáveis, mediada por barreiras físicas e imunológicas. Após a morte, essas barreiras começam a ceder, dando a esses microrganismos a oportunidade de colonizar locais anatômicos que não puderam acessar durante a vida. A autólise resulta na liberação de nutrientes que são utilizados por essas bactérias. Em seguida, com o desenvolvimento do processo de decomposição, há o extravasamento de fluidos e subsequente liberação de nutrientes e microrganismos no solo subjacente [41]. À medida que a decomposição avança, os microrganismos ambientais também colonizam o cadáver. Assim, as comunidades microbianas mudam em uma sequência específica [42-43] podendo ser usadas na estimativa de IPM [18].

Os métodos estatísticos tradicionais só poderiam determinar a composição geral de uma comunidade e sua sucessão básica, enquanto modelos baseados em aprendizagem de máquina (inteligência artificial) alcançaram análise quantitativa e previsão precisa [44]. Contudo, ainda não se sabe se a sucessão microbiológica para estimar o IPM será suficientemente exata em casos reais, ou se terá que ser combinada com outras técnicas existentes para melhorar sua confiabilidade. Existem muitas variáveis que afetam a decomposição e o tanatomicrobioma, sendo necessário avaliá-las para ajustar modelos para melhorar sua precisão, sendo necessário também padronizar e validar protocolos [45].

2.7. Tanatomicobioma

Os fungos desempenham um papel importante no processo de decomposição, mas não são usados com muita frequência em estudos forenses [46]. Acredita-se que os fungos possam ajudar a determinar a hora da morte, desde que os dados de temperatura estejam disponíveis [47].

Os fungos que comumente crescem em cadáveres são aqueles que, geralmente, são incapazes de colonizar tecidos vivos. Estes fungos não são especializados em decomposição, mas apenas fungos que têm a capacidade de colonizar cadáveres [48-49]. As limitações de estudos desse tipo de aplicação incluem poucas replicações, o uso de um modelo não similar a cadáveres humanos, decomposição em laboratório e estudos de apenas uma fração do processo de decomposição [50].

2.8. Tanatoflorabioma

A botânica forense, para estimativa do IPM, usa análise dendrocronológica ou dos padrões de crescimento de musgos que colonizam superfícies ósseas [51-58].

A dendrocronologia é a análise da madeira [59]. O tronco e as raízes das plantas lenhosas são caracterizados por anéis de crescimento anuais. Assim, a dendrocronologia é usada no caso em que raízes possam crescer acima de um corpo enterrado ou alterar a direção de crescimento, pois cada perturbação é visível nos anéis de crescimento [60].

Musgos apresentam crescimento monopodial, onde o ápice do caule continua crescer a cada ano, permitindo uma análise do número de anéis de crescimento anuais das raízes [56]. Geralmente, esses estudos permitem apenas a estimativa de IPM mínimo pois, os musgos, por exemplo, não habitam tecidos macios [57], assim, não há como determinar, com precisão, quando a colonização da planta começou em relação à morte.

2.9. Tanatoentomobioma

A estimativa de IPM pelo método entomológico visa a estabelecer o tempo, mínimo e máximo, entre o momento em que o corpo foi acessado pelos insetos e a descoberta. Baseado no que foi preconizado pelos trabalhos pioneiros [61], reforçado pela literatura mais recente [62] supunha-se que os entomologistas forenses seriam capazes de fornecer o IPM real, com precisão. Porém, hoje temos consciência que o tempo de chegada dos espécimes pode não coincidir com o tempo de morte, pois pode haver um atraso na colonização, devido a algum impedimento ou a colonização pode ser anterior a morte, no caso de miíase [63].

Desta forma, os entomologistas forenses fornecem apenas estimativas de IPM mínimo, em vez de tentar prever o momento da morte em si (IPM real), já que os cálculos baseados nos insetos podem ser influenciados por uma infinidade de fatores que afetam diretamente a detecção da carcaça, sua postura e posterior

J. Oliveira-Costa, Rev. Bras. Crim. 14(4), 591-596, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

desenvolvimento. Além disso, o habitat ou a situação em que um corpo se encontra podem afetar a atração dos insetos como corpos submersos, inumados, dentro de malas etc. [64]. O entomologista, atento ao padrão Daubert, deve ter sempre isso em mente.

De acordo com Matuszewski [65] a imprecisão da estimativa do IPM, pelo método entomológico, deve ser explícita no tratamento de casos. Uma estimativa de IPM deve ser uma forma padrão de apresentar os resultados e, se os erros robustos forem conhecidos, eles podem ser usados para transformar qualquer estimativa em um intervalo altamente informativo que leve em conta todas as fontes de imprecisão.

É preciso aumentar o número de experimentos focados em validar os protocolos de estimativa, o número de réplicas, utilizar cenários de crime simulados para estimativa do IPM, bem como dados de tratamento de casos, com IPM real conhecido [65]. Apesar disso, dentre os diferentes métodos, a entomologia ainda é o mais eficaz e melhor estudado, inclusive, muitas novas técnicas também têm sido empregadas, incluindo GC-MS [66], tomografia de coerência óptica tomografia [67], redes neurais artificiais [68, 69] e entomologia forense virtual [70].

3. CONCLUSÕES

Infelizmente, ainda não há nenhum método que, sozinho, possa fornecer uma estimativa de IPM precisa na prática forense. Parece que usar uma combinação de diferentes métodos é a tendência futura para a estimativa do IPM. O método entomológico é amplamente considerado um padrão ouro para estimar o IPM tardio, mas tem algumas desvantagens que podem ter um grande efeito na estimativa resultante. Assim, a investigação de decomposição futura deverá centrar-se na coleta de dados padronizados, na incorporação da teoria ecológica e evolutiva, análises estatísticas mais rigorosas, no exame de IPM maiores, na investigação interdisciplinar e na utilização de cadáveres humanos para obter dados forenses confiáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Saukko, P. & Knight, B. *Knight's Forensic pathology*. 3 ed. London: Hodder Arnold. (2004).

[2] Statheropoulos M, Spiliopoulou C, Agapiou A. A study of volatile organic compounds evolved from the decaying human body. *Forensic Sci Int*. **153**(2–3): 147–55. 2005.

[3] Bytheway, J. et al. . Validation Study of the Utility of Using Total Body Score and Accumulated Degree Days to Determine the Post-Mortem Interval of Human Remains from Three Human Decomposition Research Facilities. *National Institute of Justice*. 2018

[4] Madea, B. Methods for determining time of death, Forensic *Sci. Med. Pathol*. **12**: 451–485. (2016).

[5] Shapiro, H.A. The post-mortem temperature plateau. *J Forensic Med* **12**:137–41.(1965).

[6] Henssge C, Madea B. Estimation of the time since death in the early post-mortem period**.** *Forensic Sci Int***. 144**: 167–175. (2004).

[7] Kaliszan, M. Hauser, R. Kernbach-Wighton, G. Estimation of the time of death based on the assessment of post mortem processes with emphasis on body cooling, *Legal Med.* (Tokyo, Japan) **11**: 111–117. 2009.

[8] Henssge, C. Death time estimation in case work. I. The rectal temperature time of death nomogram. Forensic Sci. Int**.** v.38. pp.209–236. (1988).

[9] James WR, Knight B. Errors in estimating the time of death. *Med Sci Law* **5**: 111–16. (1965).

[10] Wilk, L. S. et al. Individualised and non-contact post-mortem interval determination of human bodies using visible and thermal 3D Imaging. *Nature com.* https://doi.org/10.1038/s41467-021-26318-4 (2021).

[11] Madea, B. Ortmann, J. Doberentz, E. Estimation of the time since death—even methods with a low precision may be helpful in forensic casework, *Forensic Sci. Int*. 302: 109879. (2019).

[12] Sarles, M. R. Estimation of postmortem interval in human cadavers using two different quantitative methodologies. *Doctor Thesis* Sam Houston State University (2023).

[13] Megyesi MS, Nawrocki SP, Haskell NH. Using accumulated degree-days to estimate the postmortem interval from decomposed human remains. *J Forensic Sci*. **50**: 618–626. (2005).

[14] Moffatt, C., Simmons, T., Lynch-Aird, J. An Improved Equation for TBS and ADD: Establishing a Reliable Postmortem Interval Framework for Casework and Experimental Studies. *Forensic Sci*, **61**: S1 (2016).

[15] Cockle DL, Bell LS. Human decomposition and the reliability of a 'Universal' model for post mortem interval estimations. *Forensic Sci Int*. **253**:136.e1–136e9. (2015).

[16] Forbes. M. N. S. et al. Inacuracy of accumulated degree day models for estimating terrestrial post-mortem intervals in Cape town South Africa. *Forensic Sci. Int.* **296**:67-73. (2019).

[17] Suckling JK, Spradley MK, Godde K. A longitudinal study on human outdoor decomposition in central texas. *J Forensic Sci***. 61**: 19-25. (2016).

[18] Javan, G.T. et al. The Thanatomicrobiome: A Missing Piece of the Microbial Puzzle of Death. *Front. Microbiol*. 7: 225. (2016).

[19] Johnson, S.A.; Morgan, D.G.; Finch, C.E. 1986. Extensive postmortem stability of RNA from rat and human brain. *J. Neurosci. Res.* **16**: 267–280. (1986).

[20] Di Nunno, N.R. et al.. Is flow cytometric evaluation of DNA degradation a reliable method to investigate the early postmortem period? *Am. J. Forensic Med. Pathol***. 19**: 50–53. (1998).

[21] Johnson, L.A.; Ferris, J.A. Analysis of postmortem DNA degradation by single-cell gel electrophoresis. *Forensic Sci. Int.* **126**: 43–47 (2002).

[22] Partemi, S.; et al. Analysis of mRNA from human heart tissue and putative applications in forensic molecular pathology. *Forensic Sci. Int***. 203** :99–105. 2010.

[23] Li, W.C.; et al. Postmortem interval determination using 18S-rRNA and microRNA**.** *Sci. Justice J. Forensic Sci. Soc*. **54**: 307–310. (2014).

[24] Lv, Y.H.; et al. RNA degradation as described by a mathematical model for postmortem interval determination. *J. Forensic Leg. Med***. 44**:43–52. (2016).

[25] Tao, L.; et al.. Early postmortem interval estimation based on Cdc25b mRNA in rat cardiac tissue. *Leg. Med***. 35**:18–24. (2018).

[26] Tu, C.; et al. Using miRNAs and circRNAs to estimate PMI in advanced stage. *Leg. Med.* **38**:51–57. (2019).

[27] Madea, B. *Handbook of forensic medicine,* John Wiley & Sons. (2014).

[28] Vass A A, et al. Decompositional odor analysis database. *J Forensic Sci.* **49**(4):.760–9. (2004).

[29] Iqbal MA, et al. Forensic decomposition odour profiling: a review of experimental designs and analytical techniques. TrAC-Trend *Anal Chem***. 91**: 112–24. (2017).

[30] Sato T, et al. A preliminary study on postmortem interval estimation of suffocated rats by GC-MS/MS-based plasma metabolic profiling. *Anal Bioanal Chem.* **407**: 3659–65. (2015).

[31] Kaszynski RH, et al. Postmortem interval estimation: a novel approach utilizing gas chromatography/mass spectrometry-based biochemical profiling. *Anal Bioanal Chem*. **408**(12):3103–12. (2016).

[32] Jawor P, et al. Metabolomic studies as a tool for determining the post-mortem interval (PMI) in stillborn calves. BMC Vet Res**.**v.15. n.1. pp.189. (2019).

[33] Pesko BK, et al. Postmortomics: the potential of untargeted metabolomics to highlight markers for time since death. *Omics*. **24**:.11: 649–59. (2020).

[34] Wood PL, Shirley NR. Lipidomics analysis of postmortem interval: preliminary evaluation of human skeletal muscle. *Metabolomics***. 3**(3):127. (2013).

[35] Ueland M, et al. 2021. Fresh vs. frozen human decomposition – a preliminary investigation of lipid degradation products as biomarkers of post mortem interval. *Forensic Chem*. **24**. https://doi.org/10.1016/j.forc.2021.100335 (2021).

[36] Zhou, C.. Byard, R.W. Factors and processes causing accelerated decomposition in human cadavers - An overview, *J. Forensic Leg. Med*. **18**: 6–9. (2011).

[37] Madea,B. Herrmann, N Henssge C. Precision of estimating the time since death by vitreous potassium - comparison of two different equations, *Forensic Sci. Int.* **46**: 277–284. (1990).

[38] Yadav A.D. et al. Estimation of time since death from CSF electrolyte concentration in Bhopal region of central India, *Leg Med*. **9**:309–313. (2007).

[39] Zilg, B. S. et al. A new model for the estimation of time of death from vitreous potassium levels corrected for age and temperature, *Forensic Sci. Int.* **254**:158–166. (2015).

[40] Meurs, J. Krap T., Duijst, W. Evaluation of postmortem biochemical markers: completeness of data and assessment of implication in the field, *Sci. Justice* 59:177–180. 2018.

[41] Metcalf, J. L., et al.. A microbial clock provides an accurate estimate of the postmortem interval in a mouse model system. *ELife*, **2013**(2): 1104. (2013)

[42] Pechal, J. L., et al. Microbial community functional change during vertebrate carrion decomposition. *PLoS ONE*, **8**(11): e79035. (2013).

[43] Metcalf, J. L., et al. Microbial community assembly and metabolic function during mammalian corpse decomposition. *Science* **351**:158–162. (2016).

[44] Zou, Y., et al. Big data and artificial intelligence: new insight into the estimation of postmortem interval. *Fa yi xue za zhi* **36**:86–90. (2020).

[45] Aragonés. A. A. M., Manzanares, E.M, Tapia-Paniagua. S. T. Early post mortem interval estimation in a mouse model using molecular analyses of the gut thanatomicrobiome, Spanish *J.Legal Med*., **48**(3). 107-114, (2022)

[46] Cassidy N, Duggan E, Tracey JA. Mushroom poisoning in Ireland: The collaboration between the national poisons information Centre and expert mycologists. *Clin Toxicol* (Phila**) 49**: 171-176 (2011).

[47] Van de Voorde H, Van Dijck PJ. Determination of the time of death by fungal growth. *Zeitschrift für Rechtsmedizin*. **89**(2):75-80. (1982).

[48] Hawksworth DL, Wiltshire PE. Forensic mycology: current perspectives. *Res. Rep. Forensic Med. Scie*. **10**(5):75-83. (2015).

[49] Hawksworth DL, Wiltshire PE.. Forensic mycology: the use of fungi in criminal investigations. *Forensic Sci. Int*. **206**(1-3) :1-1. (2011).

[50] Pechal, J. L., et al. The potential use of bacterial community succession in forensics as described by high throughput metagenomic sequencing. *Int. J. Legal Med.***128**(1): 193–205. (2014).

[51] Willey P, Heilman. A. Estimating time since death using plant roots and stems. *J Forensic Sci* **32**(5):1264–1270. (1987).

[52] Quatrehomme G et al. Contribution of microscopic plant anatomy to post-mortem boné dating. *J Forensic Sci* **42**(1):140–143. (1997).

[53] Courtin GM, Fairgrieve SL Estimation of post-mortem interval (PMI) as revealed through the analysis of annual growth in woody tissue. *J Forensic Sci* **49**(4):1–3. (2004).

[54] Coyle MH, et al. Forensic botany: using plant evidence to aid in forensic death investigation. *Croat Med J* **46**(4):606–612 (2005).

[55] Caccianiga M, Compostella C. Botanica e zoologia forense. In: Intini A, Picozzi M (eds) *Scienze forensi: teoria e prassi dell'investigazione scientifica*. UTET, Torino, pp 230–257(2009).

[56] Cardoso HF. et al. Establishing a minimum postmortem interval of human remains in an advanced state of skeletonization using the growth rate of bryophytes and plant roots. *Int J Legal Med* **124**:451–456. (2010).

[57] Lancia M, et al. The use of Leptodyctium riparium (Hedw.) Warnst in the estimation of minimum postmortem interval. *J Forensic Sci* **58**(S1): S239–S242. (2012).

[58] Caccianiga M, Conforti F, Lancia M. Forensic botany: the use of mosses in criminal investigations. In: Mohamed J (ed) *Moss: classification, development and growth and functional role in ecosystem*. Nova. Science Publisher, New York, pp 221–232 (2014).

[59] Balouet, C, et al. Dendrochemical forensics as material evidence in courts: How could trees lie? *Environ.* **3**:1–7. (2021).

[6] Kasprzyk, I. Forensic botany: who?, how?, where?, when? *Sci. Just*. **63**: 258–275 (2023).

[61] Mégnin, P. *La Faune des Cadavres*. Paris: Encyclopédie Scientifique des Aide-Memoire. (1894).

[62] Goff ML. *A Fly for the Prosecution*: How Insect Evidence Helps Solve Crimes. Cambridge,MA: Harvard Univ. Press. 225 pp. (2000).

[63] Amendt J et al. Best practice in forensic entomology— standards and guidelines. *Int J Legal Med* **121**:90–104. (2007).

[64] Bhadra, P. Hart, A.J. Hall, M.J.R. Factors affecting accessibility to blowflies of bodies disposed in suitcases, *Forensic Sci. Int*. **239**: 62–72. (2014).

[65] Matuszewski, S. Post-Mortem Interval Estimation Based on Insect Evidence: Current Challenges. *Insects,* **12**: 314. (2021).

[66] Frere B, et al. GC-MS analysis of cuticular lipids in recent and older scavenger insect puparia. An approach to estimate the postmortem interval (PMI). *Anal Bioanal Chem*. **406**:1081–1088. (2014).

[67] Brown K, Thorne A, Harvey M. Calliphora vicina (Diptera: Calliphoridae) pupae: a timeline of external morphological development and a new age and PMI estimation tool. Int J Legal Med. 2015;129:835–850.

[68] Brown K, Harvey M. Optical coherence tomography: age estimation of Calliphora vicina in vivo? *Forensic Sci Int*. **242**:157–161. (2014).

[69] Beyramysoltan, S. et al. Identification of the species constituents of maggot populations feeding on decomposition remains – facilitation of the determination of post mortem Interval through application of Machine learning. Anal Chem J. 2020 Apr 7;92(7):5439-5446

[70] Richards CS. et al. Virtual forensic entomology: improving estimates of minimum post-mortem interval with 3D micro-computed tomography. *Forensic Sci Int*. **220**:251–264. (2012).

v. 14, n. 4, p. 597-601, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

O uso de novas tecnologias na tricologia forense: uma proposta de identificação por assinatura química e histológica

C.R.M. Malfatti[a,*], M.C. Giacomitti[a], C.D.R.M. D´Oca , A.G. De Lara[c]

[a] *Universidade Estadual do Centro-Oeste, Laboratório de Biotecnologia e Ciências Forenses (BIOMED Forense), Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas , Paraná (PR), Brasil*

[b] *Universidade Federal do Paraná, Paraná (PR), Programa de Pós-graduação em Química, Paraná (PR), Brasil*

[c] *Polícia Científica do Paraná, Academia de Ciências Forenses, Paraná (PR), Brasil*

**Endereço de e-mail para correspondência: crmalfatti@gmail.com. Tel.: +55-42-3521-1000.*

Keywords: Tricologia; Microscopia; Inovação Tecnológica; Medicina Legal; Química Forense.

1. INTRODUÇÃO

A obtenção e padronização de técnicas forenses por meio do uso de microvestígios fios de cabelo são de extrema importância, não só pela importância no que se refere ao levantamento de vestígios que remetem para autoria, nexo causal que após fundamentação em laudo de perícia criminal, norteiam conclusos no âmbito judiciário, mas também por sua capacidade de resistência aos fatores temporais, chamado de perenidade, bem como, atendimento aos princípios da praticidade de fixação, coleta, armazenamento, bem como na celeridade e economicidade com processos e reagentes necessários para fundamentar laudos periciais que demandam agilidade e higidez em suas conclusões. Neste sentido, o avanço nos estudos da tricologia forense, partindo da premissa de Locard [1] que postula fundamento importante da criminalística em que "todo o contato deixa uma marca", conduz para que o uso de microvestígios fios de cabelo sejam alvo de novos estudos e tecnologias, afim de dar maior sustentabilidade no que se refere autoria e identificação de suspeitos, e não apenas para sua exclusão, principalmente para identificação de suspeitos de forma fundamentada em casos de crimes contra dignidade sexual, como abuso e violência sexual, exemplos em que este tipo de vestígio aparece em predominância, relacionado com outros microvestígios e fluidos corporais.

Dito isso, estudos anteriores já mostram desafios quanto a capacidade de inclusão de suspeitos por apresentarem constantes variações de espessura medular, fases de crescimento, coloração, curvaturas, tinturas, bem como qualidade dos equipamentos necessários para se obter lâminas e registros histológicos com maior acuracidade de diferenciação, até mesmo quando se compara amostras intrassujeitos [2]. Outros fatores importantes que merecem destaque são decorrentes de como esta amostra foi encontrada, seu aspecto que remeta forma de desprendimento, arrancado ou por queda natural [3]. De fato, estudos já mostram que é possível diferenciar amostras de fios quanto a questões étnicas [4] e de gênero [5], no entanto, ainda permanece como um grande desafio incluir suspeito no probatório de provas para sustentar decisões em tribunais, haja vista que, o uso de aspectos de coloração, tipo de cabelo, estudo da forma da seção transversal, espessura e aspectos medulares, de cutícula e fatores ambientais que alteram fenótipo, não mostraram um padrão seguro para nortear conclusos quanto a autoria. Diante das premissas levantadas, o presente trabalho pretende discutir e propor novos olhares acerca do uso de tecnologias em microscopia fotônica e análises químicas, propondo padrões e indicadores de caracterização de amostras suspeitas intituladas assinaturas químicas e histológicas para amostras de fios de cabelo.

2. METODOLOGIA

O presente ensaio piloto utiliza o método por microscopia ótica (fotônica), aplicada para análise e identificação de características intra e entre amostras referentes à fibra do cabelo humano, sem cortes histológicos com uso lâmina e lamínula fixada ao fio com uso de esmalte sintético incolor. O método representa baixo custo e se destaca no quesito praticidade e reprodutibilidade de resultados em laboratórios de pesquisa e forenses.

As amostras de cabelo utilizadas fazem parte de um ensaio piloto, obtendo autorização para uso exclusivo e anônimo na presente pesquisa com assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, depositado junto ao Laboratório de Biotecnologia e Ciências Biomédicas (Biomed Forense/ UNICENTRO/PR).

Os materiais, equipamentos e reagentes utilizados estão listados na Tabela 1.

Tabela 1. Equipamentos e materiais utilizados.

Item	Descrição dos equipamentos e materiais
1	Microscópio Óptico - Spencer – ampliação máxima 1000x.
2	Folhas Sulfite
3	Agulha 0.1mm
4	Amostra “A001” coletada no Biomed Forense/ UNICENTRO
5	Amostra “B002” coletada no Biomed Forense/ UNICENTRO
6	Amostra “C003” coletada no Biomed Forense / UNICENTRO
7	Amostra “D004” coletada no Biomed Forense/ UNICENTRO
8	Esmalte sintético (Incolor)
9	05 lamínulas 18 x 18mm (espessura 0,13 a 0,16 mm)
10	05 lâminas para microscopia 25,4 x 76,2mm (espessura de 1 a 1,2mm)
11	Pinça de aço inox
12	Régua milimetrada SHARK em aço inox
13	Lâmina de barbear inox

A coleta foi realizada manualmente pelo doador das amostras, obtendo um quantitativo de tréplica. Logo após foram conservados em folhas sulfites (papel branco), separada dos materiais, usando pinça para seleção aleatória dos fios para fixação em lâmina, cortando em comprimento de forma padronizada (2cm). Os fios foram fixados em lamínula usando pressão manual e uso de esmalte sintético incolor para vedação das bordas da lamínula. Usufruindo de premissas adaptadas, uso do microscópio óptico, ocorreu para aumentos de 40x, 100x e 400x [2].

3. RESULTADOS

A análise e caracterização de microvestígios, frequentemente invisíveis ou difíceis de identificação e ou diferenciação macroscópica em locais de crime, é fundamental para compor o probatório de provas em processos judiciais tanto no âmbito cível como criminal, podendo caracterizar autoria e dinâmica dos fatos ilícitos ocorridos. Embora a extração de DNA mitocontrial (mtDNA, origem materna) seja método forense de excelência quanto ao aspecto higidez de resultado para identificar suspeito, este representa alto custo e frequentemente não sustenta com quantidade suficiente de amostras fixadas e coletadas em locais de crime, principalmente os locais modificados [4]. Portanto, existe promissor custo-benefício quanto a análise microscópica do fio de cabelo, já que a redução do custo, celeridade e praticidade levam a eficácia e redimensionam o valor forense no uso deste microvestígio.

A Figura 1A aponta diferentes espessurass entre três sujeitos (Fig. 1ª; X, Y e Z). No painel “B”, percebe-se que para um mesmo sujeito, também podemos encotrar preocupantes variações em espessura, provavelmente pelas diversidades em relação as conhecidas fases de crescimento Anágena, Catágena e Telógena [2,3,4]. No painel “C”, tem-se uma amostra de fio grisalho versus fio com pigmentação sintética no painel “D”.

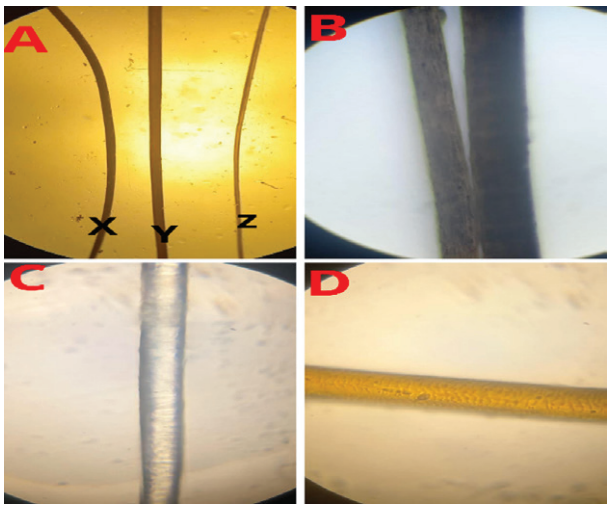


Figura 1. Análise morfológica por microscopia óptica em amostras de fios de cabelo. No painel “A” três indivíduos distintos comparando fator espessura. Em “B” duas amostras de um mesmo indivíduo observando diferenças em espessura e até mesmo pigmentação. Painel “C” para amostra de fio grisalho. Painel “D” com amostra de fio com tintura compatível com tom “ruivo” (**Fonte:** dados do autor. Lab. BIOMED Forense).

A análise morfológica de fios de cabelo representa um grande desafio no campo forense, haja vista que

podemos identificar diferenças representativas para um mesmo sujeito e no mesmo nexo causal, conforme amostras coletadas e observadas na figura anterior (Fig. 1B). Desta forma, existe um vasto universo em termos de possíveis tecnologias e técnicas de ponta para explorar na atualidade, entre elas, o uso de aplicativos com tecnologia em inteligência artificial (IA) que remeta higidez, e não dependa do observador para diferenciações quanto espessura, cor, comprimento e assinaturas histológicas e ou químicas que possam caracterizar e identificar suspeitos, com margens estatísticas satisfatórias e significativas para classificação de amostras quanto a magnitude de aspectos na coloração, espessura, sinais córtex, estrias características na cutícula e pontos peculiares de retenção de metabólitos na medula. Sendo assim, o uso da IA poderia criar um algoritmo eficaz para dissociar os conjuntos de características que incluem ao indivíduo tanto para exclusão quanto para o desafio de inclusão no contexto da cena de um local de crime.

Dito isso, o uso de tecnologias como forma de dar confiabilidade no aspecto interpretação que remeta para identificação de amostras em fios de cabelo já tem discussão prévia. Por quase dois séculos, microscopistas usaram o microscópio de luz polarizada (PLM) como sua principal ferramenta para identificar e quantificar todas as formas de substâncias inorgânicas e orgânicas. Assim sendo, os métodos microquímicos, propondo "assinaturas químicas", usufruindo da microscopia, tem sido fundamental para permitir o estudo de características físicas, ópticas, e propriedades químicas de materiais puros, heterogêneos, misturas e amálgamas de substâncias [6].

Estudo anterior propôs modelo computacional que analisou diferentes aspectos e ou regiões para caracterização de padrões de diferenciação em fios de cabelo. A análise de concentração de pigmentação e densidade do fio de cabelo pode caracterizar que tipo de cabelo está sendo amostrado, programa de fácil acesso computacional (nominado: RGB; Figura 2) que classifica tonalidades de cor e a densidade da pigmentação presente na amostra [2].

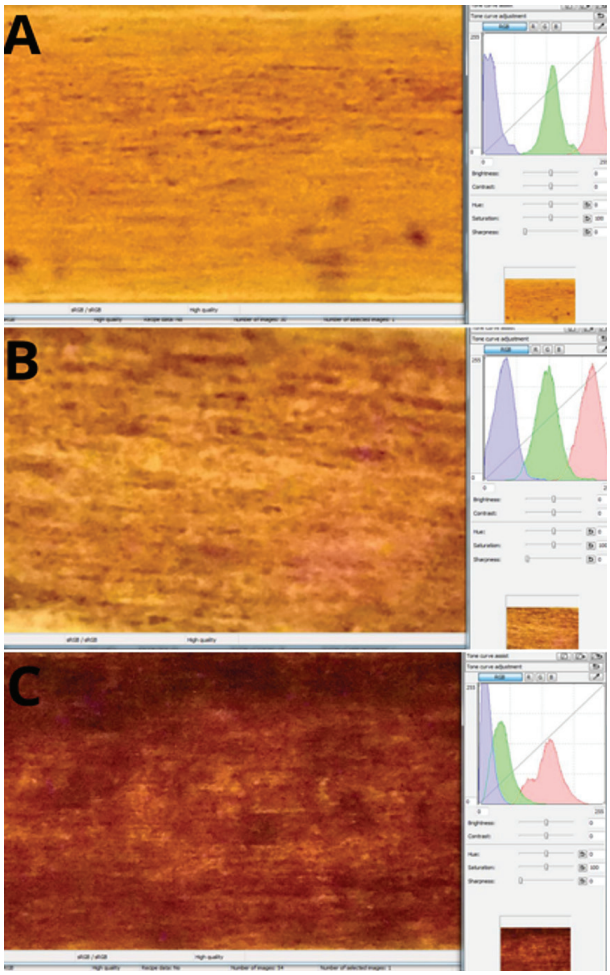


Figura 2. Imagens visualizadas em programa computacional dos respectivos fios de cabelo Loiro (A) Castanho (B) e Preto (C). Análise RGB. **Fonte:** Adaptado de De Lara [2].

Além destas notáveis características quanto a diferenciação por pigmentação (Fig. 2), o presente trabalho prospecta possibilidade de compilar uma miríade de características podendo criar um padrão, escore e até mesmo uma fórmula que caracterize e individualize suspeitos. O caminho proposto tem sido ampliar o espectro e capacidade de análise microscópica para detalhes em regiões anatômicas do fio de cabelo denominadas mais externas (córtex) e interna (região mediana e medula). Nestas regiões, notável observar um padrão de escamas da cutícula que além de possível observação em microscopia óptica, prospectamos em ensaio inicial, poder quantificar padrão e quantidade destas escamas, sinais e características, conforme imagens na Figura 3.

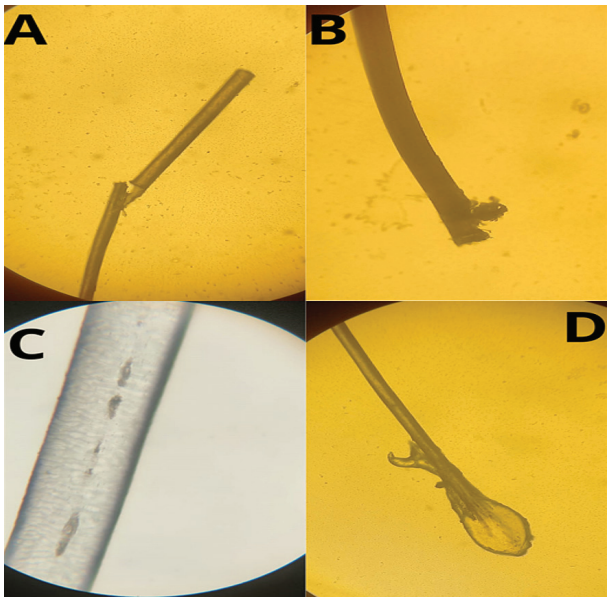


Figura 3. Visualização microscópica em 400x. A morfologia do fio de cabelo que demonstra estado de ação: "quebrado" A001 **(A)**, arrebentado A003 **(B)**. Os prováveis sinais visuais de metabólicos que o fio de cabelo armazena A002 **(C)**. O registro de fio conservando o bulbo A001 **(D)**. (**Fonte:** dados do autor. Lab. BIOMED Forense).

As características supracitadas (Fig. 3) são recorrentes em cenas de crimes, podendo caracterizar uma dinâmica associada com outros fatos, como forma de remeter o estado que este se desprende e deposita no local de crime, tais como, fios arrebentados, quebrados ou cortados.

Dito isso, tais características já possuem fundamentação e descrições detalhadas, com detalhes aprofundados para caracterização do indivíduo. A Figura 4 mostra eficiência quanto ao uso de microscópio com luzes polarizada (PLM).

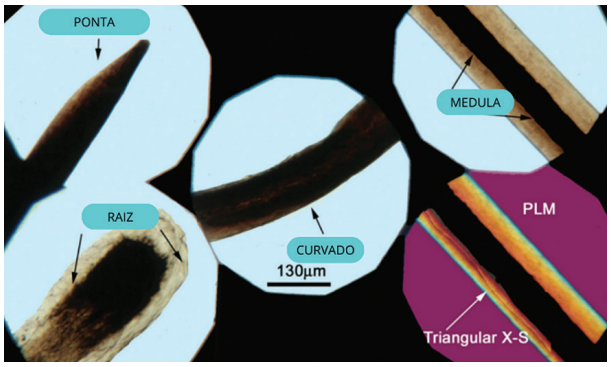


Figura 4. Pelo TÍPICO de um ser humano. **Fonte:** Adaptado [6].

A análise histológica remete para características que decorrem de fatores embrionários [4]. Em melanócitos, quanto a características microscópicas, permitem observar prováveis produtos metabólicos, decorrentes da dieta e ou uso de medicamentos, os quais aparecem como uma proposta de "assinaturas químicas" e "assinaturas histológicas" em proposição neste estudo (Fig. 5; Fig. 6).

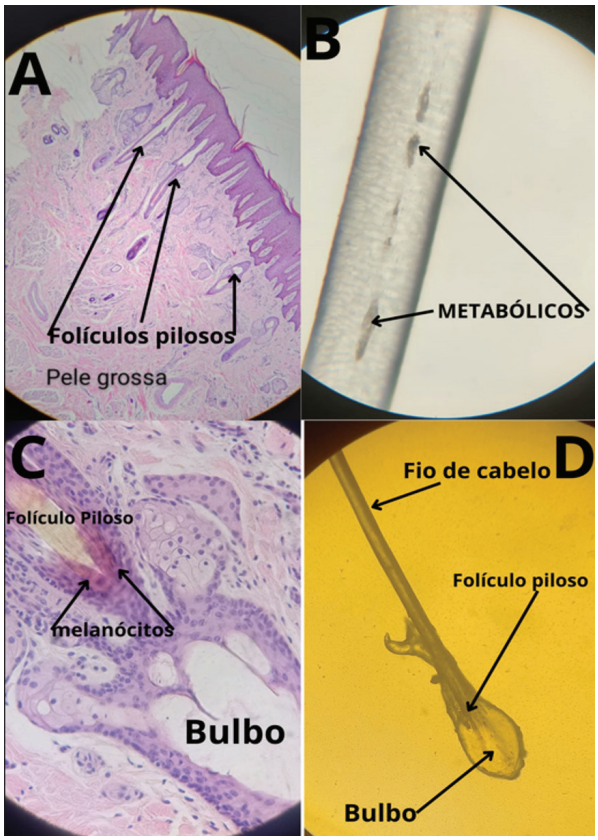


Figura 5. Uso de microscopia óptica para visualização de folículo piloso (A) em corte transversal (40x) de pele grossa em coloração hematoxilina-eosina (HE). Observando supostos metabólitos em amostra A002 (B; 400x), bulbo em coloração hematoxilina-eosina (HE) (C; 400x) e em bulbo amostra A001 (D; 100x).

Além das características e possibilidades supracitadas, utilização de inovação tecnológica para interpretação de achados em microscopia óptica pode ser capaz de identificar traços nos fios de cabelo que decorrem do ambiente em uma cena de crime (Fig. 6), podendo caracterizar a influência deste nos achados histológicos, o que corrobora com o princípio de Locard [1].

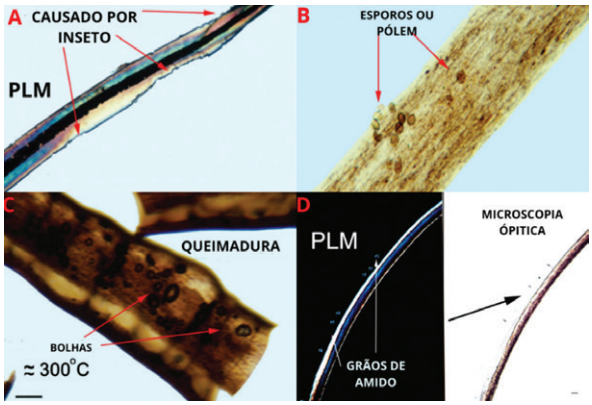


Figura 6. Visualização indicativo dos incidentes ao fio de cabelo. Danos causados por insetos ao fio de cabelo, utilizado PLM (microscópio de luzes polarizada) **(A)**, grãos de pólen e/ou esporos que fixam ao cabelo **(B),** danos causados por queimadura ao fio de cabelo **(C)**, e grãos de amido que o fio de cabelo teve contato, teve o uso de PLM **(D)**. **Fonte:** Adaptado [6].

A Figura 6 mostra interessantes achados que permitem propor nexo causal, bem como relações do sujeito com a região imediata, mediata ou relacionada ao local de crime. O painel "A" na Figura 6 retrata o dano causado por inseto induzindo alterações das cores relacionadas com substâncias depositadas que promovem alterações significativas na cor e padrão do fio.

4. CONCLUSÕES

O presente trabalho revisita literatura pertinente, mostra ensaios iniciais e faz proposição de novas tecnologias, tais como o uso de software, sugere novos aplicativos por meio da inteligência artificial para análise forense de fios de cabelo.

Por fim, a utilização de microscopia óptica representa relevante ferramenta forense, excelente custo-benefício e com atualizações e novas proposições tecnológicas poderão revolucionar seu uso promovendo mensuráveis assinaturas químicas e histológicas para que vestígios do tipo fios de cabelo possam configurar como provas de higidez forense que sustente conclusos e sentenças judiciais.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento aos órgãos de fomento: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq; Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES; Secretaria da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior – SETI/PR e Fundação Araucária; Secretaria de Segurança Pública do Paraná – SSP/PR.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] A.C. Velho; K.A. Costa; C.T.M. Damasceno. *Locais de crime, dos vestígios à dinâmica criminosa.* 1 a ed. Campinas/SP, Millenium; (2013) 592.

[2] A. De Lara. Metodologia para análise na perícia criminal de microvestígios forenses: fios de cabelo. *Dissertação de Mestrado* no Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica – PPGEB- Mestrado Profissional/UTFPR (2016).

[3] A. Langfor. *Pratical Skills in Forensic Science*. 1a ed. Harlow/UK. Pearson Education Limited (2005) 534.

[4] J. Robertson. *Forensic Examination of Hair*. 1a ed. London/UK. Taylor & Francis; (1999) 267.

[5] L. Huang, D. Beauchemin. Ethnic background and gender identification using electrothermal vaporization coupled to inductively coupled plasma optical emission spectrometry for forensic analysis of human hair. *J. Anal. At. Spectrom* **29** (7):1228-1232 (2014). Disponível em:
Doi:10.1039/c4ja00071d

[6] N. Petraco; T. Kubic. *Color atlas and manual of Microscopy for Cryminalists, Chemists and Conservators*. CRC Press LLC, N.W. Corporate Blvd., Boca Raton, Florida, (2003) p. 218-236;

v. 14, n. 4, p. 602-605, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Desaparecidos e a questão da identificação humana no Brasil

M.A.M. Silva[a, b, *], H.P. Silva[c]

[a] *Instituto de Criminalistica da Polícia Científica do Pará, Belém (Pa), Brasil*
[b] *Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará, Ananindeua (Pa), Brasil*
[c] *Programa de Pós-Graduação em Antropologia-PPGA,/UFPA, Belém (Pa), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: marioenea@bol.com.br. Tel.: +55-91-98070-7649*

Keywords: Desaparecidos, Identificação Humana, Banco de Perfis Genéticos.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho trata acerca da problemática dos desaparecidos no Brasil e a questão da identificação humana. Nesse sentido, busca-se trazer a baila o debate sobre esse tema e das problemáticas que afetam essa questão.

Por questões metodológicas optou-se por realizar um estudo bibliográfico com busca de documentos oficiais e artigos que versem sobre o tema, além de pesquisa em banco de dados públicos de acesso aberto. Dessa forma, os dados estatísticos relativos ao banco de dados de perfis genéticos foram obtidos na página da Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos (RIBPG) de acesso livre.

Tratar sobre a questão dos desaparecidos no Brasil perpassa por um debate que, primeiramente, considera essa problemática, antes de tudo, um fenômeno social que a algumas décadas desperta o interesse de pesquisadores, mas que ainda carece de pesquisas e reflexões em torno dessa temática na busca de identificar alternativas para sanar um problema que ainda não é visto em toda a sua amplitude. Abordar tal temática requer que analisemos o contexto social em que esse fenômeno está inserido e quais fatores sociais tem fortalecido ou não o sistema que o mantém. Sobre essa questão é preciso, primeiramente, compreender que tal problemática envolve múltiplos atores: vítimas, e aqui cabe destacar que estão inseridos não somente os desaparecidos mas também os familiares (os que ficam), sistema de justiça e segurança pública e sociedade.

No contexto dessa pesquisa, destaca-se que o conceito de desaparecidos utilizado, considera desaparecido qualquer pessoa que deixou o convívio de seus familiares e ou conhecidos sem aviso prévio, que de forma ampla engloba várias categorias de pessoas desaparecidas [1]. Em se tratando de desaparecidos civis é importante frisar que essa perspectiva permiti que seja feita a distinção entre os desaparecimentos cotidianos de pessoas, em relação aos desaparecidos de outros eventos, principalmente os relacionados à história política de muitas nações, que rotineiramente são denominados de desaparecidos políticos ou forçados.

O termo desaparecido é questionado por pesquisadores que consideram que essa terminologia trás em si problemas que poderiam ser mitigados à medida que ocorresse uma mudança de nomenclatura. Tradicionalmente, é uma terminologia que possui um forte vínculo ás famílias das vítimas da ditadura miliar, entretanto, o termo se aplica, de forma mais abrangente, a desaparecidos das mais diversas origens. Do ponto de vista conceitual, desaparecido civil diz respeito a vítima cuja falta de paradeiro foi oficialmente comunicado a autoridade policial. Nesse sentido, o que vai diferenciar "pessoas desaparecidas" de "desaparecido civil" seria o fato de que, no primeiro caso, trata de uma condição: a de desaparecido onde não se sabe o lugar nem tampouco seu estado de vida ou morte. Em relação ao segundo conceito, este busca produzir um certo distanciamento do termo "desaparecido político" a medida que o diferencia através do adjetivo "civil". [1]

2. MARCO LEGAL BRASILEIRO

A Comissão Nacional da Verdade instituída nos termos do art. 1º da Lei nº 12.528/11, foi criada com

duas finalidades: examinar e esclarecer graves violações de direitos humanos, praticadas durante a ditadura militar, com o intuito efetivar o direito à memória e à verdade, buscando ainda promover uma reconciliação nacional [2] . Isso ocorreu graças aos esforços empreendidos de uma equipe multiprofissional na busca de justiça pelas vítimas desaparecidas da "Vala de Perus". Essa ação se consolidou como um importante marco na construção de políticas públicas voltadas às pessoas desaparecidas no Brasil, que até então, carecia de uma completa ausência de políticas públicas e de falta de estrutura pública e privada para atender essa demanda, o que só acarretava como consequência direta o aumento da população de desaparecidos civis.

Em 16 de março de 2019 foi sancionada a lei 13.812 que institui a Política Nacional de busca de Pessoas Desaparecidas, além de criar o Cadastro Nacional de Pessoas Desaparecidas. Essa legislação, inova nessa questão, ao alterar o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) no seu art. 83 da Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990.

Mais recentemente, o governo federal sancionou lei 14.548 de 2023 que ao alterar o ECA torna obrigatório não somente a notificação de crianças e adolescentes desaparecidos mas também a inclusão destes no cadastro nacional de pessoas desaparecidas de forma imediata.

A legislação brasileira tem avançado bastante na consolidação e melhoria dessa política pública merecendo destaque dois pontos nos quais a participação efetiva da perícia oficial pode ser determinante para a resolução do caso: o fato que gerou o desaparecimento não é impeditivo para que as buscas iniciem imediatamente e a identificação deve ser feita com o emprego de técnicas cientificas de identificação humana.

É comum que se acredite que as buscas por uma pessoa desaparecida seja uma exclusividade dos órgãos investigadores, todavia, deve se ter em mente que durante as buscas a perícia oficial possui os meios e mecanismos científicos que podem permitir que essa busca seja a mais eficiente possível, visto que, podem envolver a análise de locais de cativeiro, locais de inumação, análise de vestígios digitais entre outros, através dos quais seja possível se chegar à vítima desaparecida. Em se tratando da identificação humana principalmente para os casos de vitima indocumentada ou sem vida é por meio das técnicas empregadas pela perícia oficial que é possível realizar uma identificação positiva.

Atualmente está sob a tutela do Ministério da Justiça e Segurança Pública através da Secretaria Nacional de Segurança Pública (SENASP) a centralização, a nível nacional, das estratégias de desenvolvimento da política nacional de busca de pessoas desaparecidas com a participação ativa das unidades da federação. Entretanto, a estrutura governamental estrutural do sistema é mais ampla e conta com a participação de outras instituições e seguimentos da sociedade, conforme dispositivos legais [3]. As policias cientificas de todo o país fazem parte desse sistema e atuam especificamente na identificação dessas vítimas. Segundo o mapa de pessoas desaparecidas do Brasil, publicado em 2023 pelo Fórum Brasileiro de Segurança Pública, cerca de 200 mil pessoas desapareceram o Brasil entre o período de 2019-2021, desse total 62,8% são do sexo masculino e 37, 2% do sexo feminino. A população negra aparece com 54,3%, brancos com 45,0% e indígenas com 0,2%. Em se tratando da faixa etária, prevalece os adolescentes entre 12-17 anos (29,3%) como a população com maior índice de desaparecimento, seguida por indivíduos adultos entre 30-39 anos (18,0%) e jovens entre 18-24 anos com 14,3%.

2.1. A Perícia oficial e os desaparecidos

A atuação da perícia oficial brasileira em casos de pessoas desaparecidas tem exercido um papel fundamental não somente no processo de identificação dessas vítimas mas também em situações onde há inegável violação de direitos. Os acidentes em Brumadinho-MG, Voo 3054 da TAM, deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro em 2011, queda do avião com os jogadores do Chapecoense são alguns exemplos da atuação da perícia brasileira na busca pela identificação de vitimas em desastres em massa (DVI) com o intuito de devolver cada vítima aos seus familiares, e nessas situações um bom banco de dados que permita uma comparação de padrões é de extrema importância pois permite que o processo de identificação ocorra de forma mais célere. A identificação humana é fundamentada na comparação entre uma amostra questionada e uma padrão, ocorrendo a coincidência finaliza-se esse processo com uma identificação positiva. Mas esse é um problema que ainda se apresenta como um verdadeiro gargalo no processo de identificação de vitimas desaparecidas. O Brasil ainda não dispõe de um eficiente banco de dados que permita comparação entre as unidades da federação [4].

Entre 2019 e 2021 o Brasil registrou mais de 200 mil desaparecimentos, todavia, se consideramos os impactos da pandemia de COVID-19, que provocou isolamento social entre outras questões, pode-se presumir que esse número tende a ser maior [4].

M.A.M. Silva, H.P. Silva, Rev. Bras. Crim. 14(4), 602-605, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

3. BANCO DE PERFIS GENÉTICOS

A atuação do banco de perfis genéticos tem trazido uma importante contribuição para o contexto de desaparecidos no Brasil. Nesse contexto, o Sistema Integrado de DNA-SIDNA, desenvolvido conjuntamente entre a DITEC-PF e MJSP tem por objetivo aprimorar o desenvolvimento da Genética Forense e do Banco de Perfis Genéticos Brasileiro, através da coleta e registro de perfis genéticos tanto para fins criminais quanto para utilização em identificação de pessoas desaparecidas [5]. Em situações onde as vítimas não são brasileiras havendo a necessidade de amostras de familiares estrangeiros o banco de perfis genéticos permite esse intercambio de informação comumente utilizado em casos de pessoas desaparecidas. A atuação da RIBPG foi fundamental ao alimentar a rede de perfis genéticos com informações genéticas de centenas de familiares de pessoas desaparecidas a partir da campanha de 2021 onde dezenas de casos puderam ser resolvidos, além da coleta em pessoas vivias sem identificação. Os gráficos a seguir demonstram o progresso a nível nacional e entre os estados da federação em relação a inserção de perfis genéticos no banco de perfis genéticos relacionados a pessoas desaparecidas.

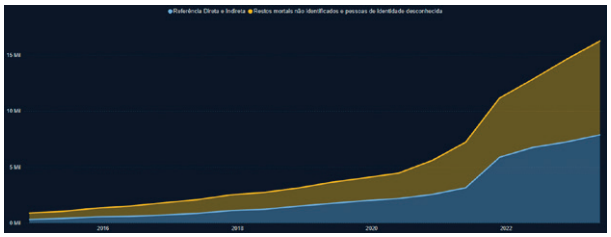


Figura I: Evolução dos perfis relacionados à busca de pessoas desaparecidas entre 2016-2022. RIBPG XIX relatório, faixa de crescimento de inserção de dados de pessoas desaparecidas. Referência direta e indireta, restos mortais não identificados e desconhecidos.

Pode-se notar que a inserção de perfis genéticos na RIBPG tem crescido desde 2016 sendo uma base de dados muito forte na consolidação das identificações. A base azul esta relacionada a perfis de referência direta e indireta e a base dourada a perfis oriundos de remanescentes humanos não identificados e desconhecidos.

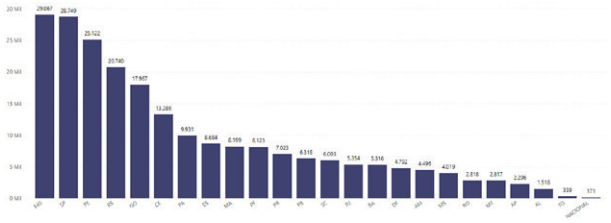


Figura II: Perfil de inserções de perfis genéticos na base de dados por Estado da Federação relacionados à busca de pessoas desaparecidas até junho de 2024. Banco de perfis genéticos-base de dados relativa a material de referencias de pessoas desaparecidas.

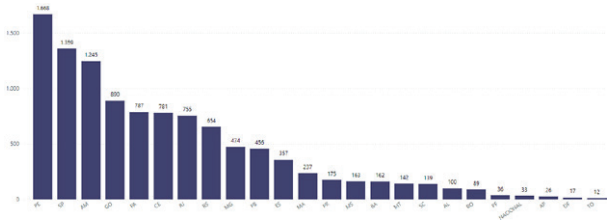


Figura III: Perfil de inserções de perfis genéticos na base de dados por Estado da Federação relacionados à busca de pessoas desaparecidas até junho de 2024. Banco de perfis genéticos, base de dados relativa a material de restos mortais não identificados.

4. PESSOAS ENCONTRADAS/DEVOLVIDAS

Em se tratando das pessoas que foram identificadas o mapa de desaparecidos do Brasil traz a seguinte realidade: primeiramente não é possível saber em qual período as pessoas identificadas desapareceram, em segundo lugar não é possível identificar se os dados de identificados foi devidamente subtraído dos índices de desaparecimento visto que, via de regra não há vinculo entre os registros de desaparecimento e os de identificação e ainda não é possível verificar na base dados quais foram encontrados com vida. Isso indica que a qualidade dos dados relativos à identificação de pessoas desaparecidas ainda carece de aprimoramento no registro e tratamento dos dados.

Os dados de identificação apresentam grandes semelhanças entre os perfis de desaparecidas com pequenas alterações. Por exemplo, os adolescentes entre 12-17 anos apresentam índices parecidos entre os dados de desaparecimento e identificação, assim como em relação ao gênero que mais desaparece o que mais é identificado são os homens. Todavia, quando o dado se relaciona ao item raça/cor, diferentemente do item desaparecido onde os negros figuram como a população com maior índice, no caso das pessoas encontradas os maiores indicies estão entre a população de pessoas brancas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A questão das pessoas desaparecidas no Brasil ainda enfrenta uma série de dificuldades apesar dos avanços decorrentes da criação de políticas públicas voltadas a sanar esse problema. O número de pessoas desaparecidas continua crescendo e o percentual de pessoas encontradas ainda não consegue fazer frente ao volume de desaparecimentos. Os sistemas de identificação humana no Brasil ainda não conseguem dar conta dessa demanda, falta uma eficiente integração de informações entre os diversos sistemas de identificação que se dispõe a nível nacional e estadual. A consequência direta dessa falta de integração de informações entre diversas bases de dados é um baixo ín-

dice de resolutividade, altos índices de desaparecidos versus baixo número de identificados.

A base de dados da RIBPG tem se apresentado como uma importante ferramenta na identificação de vítimas desparecidas, todavia, o volume de inserção de dados por estado da federação não é igualitário. Enquanto alguns Estados como São Paulo e Rio de Janeiro possuem altos índices de inclusão de perfis há estados que essas informações ainda são bastante insipidas.

Outra questão central nessa problemática diz respeito as estratégias de busca dessas pessoas, onde a perícia oficial desempenha um papel crucial à medida que possui os mecanismos científicos que podem dinamizar e dar mais eficiência as buscas através da coleta de material nas mais diversas cenas de crime, do empregando de técnicas de escavações e analise de remanescentes humanos entre outras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] D.D. Oliveira. O desaparecimento de pessoas no Brasil. *Canone, Goiânia* (2012).

[2] P.M.N. Cury. Comissão da Verdade: Análise do caso brasileiro. *Anais do Seminário Internacional obre Sítios de Memória e Consciência, São Paulo*. 286-294 (2010).

[3] Brasil. Presidencia da República. Lei nº 3.812/2019. Institui a Política Nacional de Busca de Pessoas Desaparecidas, cria o Cadastro Nacional de Pessoas Desaparecidas e altera a Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990 (Estatuto da Criança e do Adolescente).

[4] Fórum Brasileiro de Segurança Pública. Mapa dos desaparecidos no Brasil – São Paulo. 2023.

[5] Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos. XIX relatório semestral. Comite Gestor 2022/2023.

v. 14, n. 4, p. 606-609, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Importância da tomografia computadorizada pós-morte em Odontologia Forense – revisão de literatura

R.F. Silva[a,b,*], A.B. Oliveira[b], S.D.S.C. Mendes[a,c], F.F. Picoli[a], F.T.X. Campos[a], A. Franco[c]

[a] *Instituto Médico-Legal Aristoclides Teixeira, Superintendência da Polícia Técnico-Científica, Goiás (SP), Brasil*
[b] *Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Goiás (GO), Brasil*
[c] *Curso de Odontologia, Faculdades São Leopoldo Mandic (SP), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: rhonan@ufg.br. Tel.: +55-62-99952-5787.*

Keywords: Forensic Odontology; Forensic Radiology; Computer Tomography; Forensic Anthropology; Human Identification.

1. INTRODUÇÃO

O uso de novas tecnologias aplicadas às Ciências Forenses é uma conduta rotineira dentre os diversos serviços de Perícia Oficial brasileiros, cujo intuito é o de produzir provas cada vez mais robustas para subsidiar as investigações criminais.

No rol de ferramentas e equipamentos de alta tecnologia, pode-se citar, dentre outros, o uso de espectrofotômetro de massa[1], escâner de local de crime[2], microscopia eletrônica de varredura[3], escâner de superfície, ressonância magnética[4] e tomografia computadorizada[4].

Especificamente sobre o uso da tomografia computadorizada nas Ciências Forenses, destaca-se a sua relevante aplicação no âmbito da Odontologia Forense, áreas estas que permitem a determinação da identidade humana, análise do perfil biológico (estimativa da ancestralidade, idade, sexo e estatura) e a investigação da causa da morte[5].

Tendo em vista que, atualmente, apenas quatro capitais brasileiras possuem serviços de tomografia computadorizada com finalidade forense e que a apresentação do uso desta ferramenta pode viabilizar a aquisição de tomógrafo para os demais serviços oficiais de Medicina Legal, o presente trabalho tem como objetivo demonstrar a importância do uso da Tomografia Computadorizada (TC) pós-morte em Odontologia Forense, por meio de uma revisão de literatura.

2. USO DA TOMOGRAFIA EM ODONTOLOGIA FORENSE

No âmbito clínico, o uso de tomografias computadorizadas, especialmente as do tipo cone beam, é algo rotineiro nas práticas odontológicas, como na implantodontia, cirurgia bucomaxilofacial e endodontia. Já na Odontologia Legal, o uso de tomografia computadorizada tem como finalidade subsidiar pesquisas em estimativa da idade pelos dentes, evitar enucleações maxilomandibulares pós-morte e subsidiar os casos de identificação odontológica forense.

2.1. Estimativa da idade pelos dentes

Bjork e Kvaal.[6] realizaram uma revisão sistemática sobre o uso de tomografia computadorizada e ressonância magnética em estimativa da idade pelos dentes e identificaram 23 trabalhos que utilizaram técnicas de análise dental diferentes (Demirjian et al., Mincer et al, Olze et al, etc), tanto em dentes uni quanto multirradiculares, constatando que ambos os equipamentos podem ser ferramentas úteis na estimativa da idade.

Penaloza et al.[7] analisaram a razão entre o volume da polpa/volume do dente em caninos superiores por meio de tomografia de feixe cônico e os resultados obtidos não mostraram diferenças quando comparados com os métodos baseados em radiografias odontológicas.

Marquez-Ruiz et al.[8] analisaram o desenvolvimento de terceiros molares por meio de tomografia

R.F. Silva *et al.*, Rev. Bras. Crim. 14(4), 606-609, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

multislice e constataram que a tomografia computadorizada virtual é uma alternativa às radiografias panorâmicas para avaliação forense da mineralização de terceiros molares.

2.2. Alternativa à necropsia bucal

Curi et al.[9] realizaram uma revisão de literatura onde foram descritas várias técnicas de enucleação de mandíbula e/ou maxilas com finalidade de identificação humana, sendo algumas mais e outras menos conservadoras quanto à preservação dos tecidos periorais. A execução destas técnicas está indicada quando há a necessidade de realização de exames complementares para a identificação odontológica forense, não só nos casos de corpos carbonizados ou em decomposição avançada, mas também quando o corpo está íntegro e não há a possibilidade de análise de impressões digitais seja por falta do registro em documentos civis[10] ou quando a epiderme dos dedos do cadáver encontra-se comprometida por atrito ou doença dermatológica[11].

Mendes et al.[12] relataram um caso pericial onde um corpo íntegro foi identificado por análise odontológica forense utilizando-se tomografia pós-morte (PM), sem necessidade de incisão dos tecidos moles da face, nem enucleação maxilomandibular. Neste caso, uma análise papiloscópica não foi possível, pois a epiderme na região dos dedos do cadáver era muito fina e não permitia a reprodução das cristas papilares PM para comparar com os registros papiloscópico civis. Como os familiares da vítima apresentaram uma radiografia panorâmica produzida antes da morte (AM), foi possível realizar uma reconstrução panorâmica tomográfica PM e comparar os caracteres anatômicos e terapêuticos tanto na imagem AM quanto na PM, obtendo-se uma identificação positiva do cadáver.

2.3. Identificação odontológica forense

Silva et al.[13] relataram um caso pericial onde um corpo esqueletizado foi identificado por meio de registros de tomografia computadorizada produzidos com finalidade clínica em decorrência de traumatismo craniano por acidente de trânsito. Na análise destas imagens tomográficas, quando comparadas com o crânio na vítima no ato necroscópico, foi possível identificar que a vítima possuía coincidências em ambas as imagens (AM e PM) quanto à presença de particularidades odontológicas e especialmente cranianas decorrentes de intervenção cirúrgica na região dos ossos parietais e temporais que permitiram a identificação positiva da vítima sem a necessidade de realização de exame de DNA.

Jackowski et al.[14] realizaram com sucesso exames de tomografia computadorizada e renderização de volume 3D para distinguir entre cerâmicas dentárias e obturações compostas e provaram que este método é adequado para visualização da dentição humana para fins forenses. Franco et al.[15] observaram as reconstruções 3D e cortes de TC de 103 tomografias post-mortem de corpo inteiro e obtiveram um gráfico odontológico ideal, que pode servir como uma ferramenta adicional valiosa na identificação odontológica forense.

No âmbito dos desastres em massa, é sabido que a Odontologia Forense pode contribuir significativamente para a identificação das vítimas isoladamente ou em conjunto com outros métodos de identificação. Neste contexto, Forrest [16] destaca a importância dos registros radiográficos e tomográficos para a identificação de vítimas de desastre especialmente quando comparados com fichas clínicas e prontuários que podem ser suscetíveis à falha humana durante o preenchimento e registro das informações clínicas. O autor ressalta que o futuro das técnicas DVI de odontologia forense provavelmente incluirá o uso de conjuntos de dados 3D para comparação das informações, onde boa parte destas será oriunda de exames tomográficos.

Toupenay et al.[17] relatou que após o ataque terrorista ocorrido em 2015 em Paris, que resultou na morte de 129 pessoas, o sistema de DVI francês foi redesenhado e unidades de tomografia computadorizada seriam deslocadas diretamente para o local do evento de desastre para permitir uma obtenção mais precisa dos dados odontológicos das vítimas no exame PM, o que agilizaria o processo de identificação.

3. DISCUSSÃO

O uso de novas tecnologias em Odontologia Forense é uma meta a ser perseguida por todos os serviços de Perícia Oficial, mas a realidade administrativa de cada unidade do estado brasileiro resulta em disparidades significativas quando comparados os mesmos tipos de serviço, uma vez que os estados são autônomos para investir mais ou menos recursos na Perícia Oficial.

No Brasil, o estado de São Paulo foi o primeiro a implementar um serviço de tomografia computadorizada em IML em 2013. Em 2019, este serviço foi implementado em Minas Gerais e em 2020 no Distrito Federal, inclusive dando suporte para os casos de necropsia de vítimas potencialmente infectadas com

o vírus da COVID-19. Em 2023, Goiás foi o quarto estado a implementar o serviço de tomografia computadorizada apenas no IML da capital, assim como São Paulo e Minas Gerais.

Em todos estes serviços de medicina legal, a maior demanda para o uso da tomografia está relacionada à determinação de lesões traumáticas e à identificação de vestígios que podem indicar a causa da morte, especialmente em casos complexos. Entretanto, a literatura pericial demonstra que a tomografia computadorizada pode ser relevantemente aplicada nos casos de identificação humana, podendo os registros AM ser de natureza odontológica ou médica [13,18].

No âmbito da Odontologia Forense, o uso de tomografia computadorizada na rotina pericial está basicamente ligado à estimativa da idade pelos dentes, especialmente quando o indivíduo é um subadulto, ou seja, quando ainda há evidências de formação coronorradicular [7]. Entretanto, o avanço das pesquisas nesta área não invalida os estudos clássicos de estimativa de idade pelos dentes e que foram subsidiados em radiografias panorâmicas ou periapicais, demonstrando que as técnicas com tomografia podem ser utilizadas isoladamente ou em conjunto com outras técnicas periciais [4,7,8].

Cabe ressaltar que a aplicação mais efetiva da tomografia na Odontologia Forense está relacionada com a identificação humana por caracteres odontológicos[12], cujas evidências pós-morte podem ser avaliadas com mais detalhes do que comparadas com uma radiografia convencional bidimensional. Outro ponto positivo do uso da tomografia é evitar a enucleação maxilomandibular e agilizar o procedimento necroscópico, pois a análise dos arcos dentais pode ser feita virtualmente e de forma imediata[12,13].

Em uma perspectiva de DVI, o uso de tomografia computadorizada pós-morte demonstra ser uma ferramenta essencial tanto na obtenção de informações odontológicas ou antropológicas, quanto na possibilidade de compartilhamento destas informações com outros profissionais/serviços no sentido de agilizar a identificação das vítimas com grande confiabilidade nos resultados obtidos[16,17].

4. CONCLUSÕES

Esta revisão de literatura ilustra a importância crescente da tomografia computadorizada pós-morte em Odontologia Forense, especialmente quando da sua aplicação prática em casuística relacionada à identificação humana nos serviços periciais, seja num contexto de rotina médico/odontolegal ou em desastres em massa.

Além de conferir maior celeridade no atendimento à população, o uso dessa tecnologia possui o potencial de promover um poderoso impacto social ao possibilitar a realização de exames necroscópicos menos invasivos, quando comparados aos métodos clássicos, permitindo a preservação das características faciais do indivíduo em casos que o exame pericial tradicionalmente exigiria a incisão em região de cabeça e pescoço.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] G. P. Jackson; M. A Barkett. Forensic Mass Spectrometry: Scientific and Legal Precedents. *Journal of the American Society for Mass Spectrometry* ***34***(7): 1210-1224 (2023). DOI: 10.1021/jasms.3c00124.

[2] C. S. Park; et al. Application of 3D Laser Scanner to Forensic Engineering. *Journal of Forensic Sciences* ***63***(3): 930-934 (2018). DOI: 10.1111/1556-4029.13632.

[3] G. Pelletti et al. Scanning electron microscopy in the identification of fly artifacts. *International Journal of Legal Medicine* ***133*** (5): 1575-1580 (2019). DOI: 10.1007/s00414-019-02090-5.

[4] J. Tobel et al. Magnetic resonance imaging for forensic age estimation in living children and young adults: a systematic review. *Pediatric Radiology* ***v. 50***(12): 1691-1708 (2020). DOI: 10.1007/s00247-020-04709-x.

[5] Y. Makino et al. Accuracy of forensic pathologists in incorporating post-mortem CT (PMCT) in forensic death investigation. *Journal of Forensic Sciences* ***67***(6): 2351-2359 (2022). DOI: 10.1111/1556-4029.15131.

[6] M. B. Bjork; S. I. Kvaal. CT and MR imaging used in age estimation: a systematic review. *Journal of Forensic Odonto-Stomatology* ***36***(1): 14-25 (2018).

[7] T. Y. M. Penaloza et al. Reliability and repeatability of pulp volume reconstruction through three different volume calculations. *Journal of Forensic Odonto-Stomatology* ***34***(2): 35-46 (2017).

[8] A. B. Màrquez-Ruiz et al. Three-dimensional analysis of third molar development to estimate age of majority. *Science and Justice* ***57:*** 376-383 (2017).

[9] J. P. Curi et al. Necropsia odontolegal: técnicas e vias de acesso com finalidade de identificação humana. *Rev Bras Odontol Leg RBOL* ***6***(2): 50-60 (2019). DOI: 10.21117/rbol.v6i2.230.

[10] G1. Português é morto a facadas dentro da casa de amiga em Aparecida. Disponível em: https://g1.globo.com/goias/noticia/2015/09/portugues-e-morto-facadas-dentro-da-casa-de-amiga-em-aparecida.html. Acesso em: 11/17/2024

[11] Jornal Da Paraíba. Perda de impressões digitais causa problemas de identificação. Disponível em: https://jornaldaparaiba.com.br/saude/perda-de-impressoes-digitais-causa-problemas-de-identificacao. Acesso em: 11/07/2024

[12] S. D. S. C. Mendes et al. Identificação odontológica de corpo íntegro utilizando tomografia computadorizada pós-morte - relato de caso pericial. *Rev Bras Odontol Leg RBOL* ***11***(1): 88-97 (2024). DOI: 10.21117/rbol-v11n12024-555.

[13] R. F. Silva et al. Human identification based on cranial computed tomography scan: a case report. *Dento Maxillo Facial Radiology* ***40***(4): 257-261 (2011). DOI: 10.1259/dmfr/96080236.

[14] C. Jackowski et al. Ultra-high-resolution dual-source CT for forensic dental visualization - discrimination of ceramic and composite fillings. *International Journal of Legal Medicine,* ***122***(4): 301-307 (2008). DOI: 10.1007/s00414-008-0224-8.

[15] A. Franco et al. Feasibility and validation of virtual autopsy for dental identification using the Interpol dental codes. *Journal of Forensic and Legal Medicine* ***20*** **(**4): 248-254 (2013). DOI: 10.1016/j.jflm.2012.09.021.

[16] A. Forrest. Forensic odontology in DVI: current practice and recent advances. *Forensic Sciences Research* ***4***(4): 316-330 (2019). DOI: 10.1080/20961790.2019.1678710.

[17] S. Toupenay et al. Forensic odontology identification response to terrorist attacks in Paris November 2015. *Forensic Sciences Research* ***5***(3): 214-222 (2020). DOI: 10.1080/20961790.2020.1778847.

v. 14, n. 4, p. 610-614, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Odontologia Legal e a Investigação de Violência Doméstica e Familiar contra a mulher: Uma Revisão Narrativa

B. Pires[a,*], C. Diniz[b], E. Ricarte[b], V. dos Reis[b], V. Bezerra[b], C. do Carmo[b]

[a] *Unidade de Ensino Superior Dom Bosco - UNDB, São Luís (MA), Brasil*
[b] *Universidade Federal do Maranhão - UFMA, São Luís (MA), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: biancapires18@hotmail.com Tel.: +55-98-98510-4807.*

Keywords: Odontologia Legal, Violência doméstica, Violência contra a mulher.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Código Penal Brasileiro, será considerada violência doméstica quando "a lesão for praticada contra ascendente, descendente, irmão, cônjuge ou companheiro, ou com quem conviva ou tenha convivido, ou, ainda, prevalecendo-se o agente das relações domésticas, de coabitação ou de hospitalidade" [1,2].

Nesse sentido, a violência de gênero e contra a mulher são frequentemente consideradas como sinônimo da violência doméstica [3], sendo definida pela Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) a violência contra a mulher como "qualquer ato de violência de gênero que resulte ou possa resultar em danos ou sofrimentos físicos, sexuais ou mentais para as mulheres, inclusive ameaças de tais atos, coação ou privação arbitrária de liberdade, seja em vida pública ou privada", considerada um grave problema de saúde pública e de violação dos direitos humanos [4].

Com isso, considera-se a violência doméstica a mais comum dentre as violências contra a mulher, e com frequência sendo os agressores os cônjuges, pais e/ou filhos, seguidos por namorados e ex-namorados, conhecidos e vizinhos [5].

Diante deste contexto, em 7 de agosto de 2006, foi sancionada a Lei 11.340 que estabelece medidas de prevenção, punição e erradicação da violência doméstica e familiar contra a mulher, como "qualquer ação ou omissão baseada no gênero que lhe cause morte, lesão, sofrimento físico, sexual ou psicológico e dano moral ou patrimonial", no âmbito do seu espaço de convívio doméstico; no seu contexto familiar, unidos por laços naturais, por afinidade ou por vontade expressa; ou ainda em qualquer relação íntima de afeto, independentemente de coabitação [2].

De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA), no Atlas da Violência (2024), segundo o perfil etário, o grupo mais afetado pela violência doméstica e familiar em 2022 foram meninas de 0 a 9 anos, com 15,2%, e mulheres em idade reprodutiva, entre 15 e 39 anos, com 49,9% das vítimas. Além disso, este cenário de meninas e mulheres enquanto vítimas de violência doméstica e familiar apresenta maior prevalência de meninas e mulheres negras, com 58,2% das vítimas, 39,8% das vítimas brancas; amarelas, em torno de 1%; e 1% de meninas e mulheres indígenas [6].

Já quanto ao tipo de violência sofrida, dentro de um cenário de 140.254 mulheres vítimas de violência doméstica e familiar no ano de 2022, foi maior a ocorrência de violência física com o acometimento de 36,7% das vítimas, seguido dos casos de violências múltiplas com 31,1% dos casos [6].

Considerando o contexto mais prevalente de violência física, destaca-se a região da cabeça e pescoço como um dos sítios mais atingidos nesse tipo de agressão, por ser uma região vulnerável, de fácil alcance e que tem grande capacidade de afetar a autoimagem da vítima, dado que provoca humilhação, diminuição da autoestima e problemas nas relações sociais por ser esta região a de maior representatividade da identidade do indivíduo e de manifestação de suas emoções [7].

B. Pires *et al.*, Rev. Bras. Crim. 14(4), 610-614, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Tudo isso traz sérias repercussões para a saúde física, mental, sexual e reprodutiva a curto e a longo prazo para mulheres sobreviventes, com altos custos sociais e econômicos [4]. Tendo o profissional de saúde o dever de notificar os casos de violência que tiver conhecimento, a fim de cumprir o dever ético de prevenção da dignidade, da saúde e da vida do ser humano, podendo responder por omissão nos casos em que assim não atuar [8].

Para isso, e frente à realidade da violência doméstica e familiar contra a mulher como um problema de saúde pública, e sendo os atendimentos de saúde os primeiros serviços procurados pelas vítimas [7], é imprescindível a integração dos profissionais da saúde e forenses, dentre eles os odontolegistas, para a identificação das vítimas e adequado atendimento às necessidades desta mulher [7,9,10], viabilização da ação do estado na assistência da vítima, medidas protetivas, punição do agressor e desenvolvimento de políticas públicas para combate a esse tipo de violência e para atendimento das vítimas de violência doméstica e familiar [7].

Em vista disso, é fundamental o papel dos profissionais de saúde, como o cirurgião-dentista, e por sua vez os odontolegistas, no que tange o cuidado à saúde no cenário de violência doméstica e familiar contra a mulher, com o acolhimento, o diagnóstico e tratamento de lesões causadas e, consequentemente, a identificação e orientação das vítimas de agressores dessa natureza [9].

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo discutir a participação da Odontologia Legal na investigação de violência doméstica e familiar contra a mulher.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa é uma revisão de literatura realizada por meio de uma pesquisa bibliográfica nas plataformas Pubmed, LILACS, Google Acadêmico e BVS Saúde. Os descritores utilizados foram: "violência doméstica", "injúria facial", "traumatismo dental", "lesão bucomaxilofacial", "odontologia legal", "odontologia forense", "domestic violence", "forensic dentistry", "legal dentistry", "odontology", "dentistry", "femicide", "facial injury", "dental trauma" e "maxilo facial injury", com operadores booleanos AND e OR para aprimorar e otimizar a pesquisa dos artigos científicos relevantes para o tema abordado neste estudo.

Os estudos foram selecionados entre os meses de junho e julho de 2024, e os critérios de inclusão adotados foram: artigos com texto completo disponível eletronicamente, publicados entre 2014 e 2024, que abordassem violência de gênero ou contra a mulher com lesões no complexo orofacial. Os critérios de exclusão adotados foram: teses, trabalhos de conclusão de curso, livros, relatos de caso e artigos com acesso restrito.

3. RESULTADOS

Os estudos analisados mostram um aumento expressivo nas notificações de violência contra mulheres no Brasil entre 2011 e 2018, registrando um crescimento de 255% conforme os dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) [11]. Nesse período, 51,3% das vítimas eram mulheres negras e 46,9% eram brancas, indicando uma disparidade racial significativa nas ocorrências de violência [11]. A maioria das agressões foi perpetrada por parceiros íntimos, representando 58,8% dos casos, e 72,6% dos incidentes ocorreram dentro das residências das vítimas, destacando a prevalência da violência doméstica [11].

Lesões na região da cabeça e pescoço foram as mais comuns, com especial incidência na face e na área buco-dentária [11,12,12,14,15]. Essas lesões incluem hematomas, equimoses, escoriações, edemas, fraturas mandibulares e maxilares, avulsão dentária e distúrbios temporomandibulares [11,12,12,14,15]. A prevalência de lesões nos tecidos moles pode ser atribuída ao uso de instrumentos contundentes, como mãos, armas brancas e objetos diversos, resultando em traumas severos, incluindo fraturas ósseas nas regiões zigomática, frontal, orbitária e mandibular [11,12,12,14,15]. Essas lesões não apenas comprometem a estética facial, mas também a funcionalidade do sistema estomatognático, podendo causar fragmentação óssea, perda dentária e danos psicológicos duradouros [11,12,12,14,15].

A Odontologia Forense desempenha um papel essencial na identificação, avaliação e documentação dessas lesões [16,17]. Os peritos odontolegistas são responsáveis por listar, classificar e enquadrar as lesões maxilofaciais, colaborando com médicos legistas na elaboração de laudos periciais necessários para processos criminais [16,17]. Esse trabalho é crucial para uma penalidade justa, conforme descrito no artigo 129 do Código Penal Brasileiro, que classifica as lesões como leves, graves ou gravíssimas [12,13,14,15]. A perícia detalhada é fundamental para a correta aplicação da lei, garantindo que a natureza e a extensão das lesões sejam adequadamente reconhecidas [13,18].

Profissionais de odontologia, especialmente aqueles especializados em Odontologia Legal, são capacitados para atuar como peritos em diversos contextos criminais, cíveis, trabalhistas e administrativos [16,17].

A identificação de lesões decorrentes de violência doméstica é uma responsabilidade crucial desses profissionais, que frequentemente atendem pacientes vítimas de traumas orofaciais [11,13,15]. É essencial que os dentistas realizem uma anamnese detalhada e identifiquem sinais de violência, mesmo quando as vítimas tentam ocultar a situação devido ao medo ou à dependência financeira dos agressores [11,13,15]. O Código de Ética Odontológica obriga os profissionais a zelar pela saúde e dignidade dos pacientes, colaborando com a justiça nos casos previstos em lei [11,13,15]

Nesse contexto, a Odontologia Forense tem um papel vital na investigação e documentação dos casos de violência contra mulheres, especialmente na identificação de lesões orofaciais [12,18]. O trabalho dos odontolegistas é crucial para a correta classificação e penalização das agressões, contribuindo significativamente para a justiça e proteção das vítimas [12,18]. Profissionais de odontologia devem estar preparados para reconhecer e relatar tais casos, desempenhando um papel ativo na luta contra a violência doméstica e na promoção da justiça [12,18].

4. DISCUSSÃO

Entre 2015 e 2017, ocorreu um aumento substancial na proporção de mulheres que declararam ter sido vítimas de violência familiar e doméstica, elevando-se de 18% para 29%, segundo pesquisa conduzida pelo DataSenado [19]. Entretanto, em 2023, a pesquisa previamente citada apontou que a maioria das pessoas acredita que mulheres vítimas de violência permanecem em silêncio. De acordo com os dados, 62% das brasileiras acham que essas mulheres raramente fazem denúncias às autoridades. Além disso, uma parcela considerável, cerca de 22%, é ainda mais cética, pensando que elas não realizam nenhuma denúncia [20].

Durante a prática profissional, o cirurgião-dentista deve atentar-se a detectar possíveis indicadores de violência, sendo muito comum machucados que envolvam as estruturas da cabeça, ao redor dos olhos, seios da face, lábios, dentição e cavidade oral, bem como sintomas psicossomáticos podem levar a indicativo de estresse pós-traumático. Essas lesões podem levar as vítimas a buscar cuidados dentários, o que coloca o cirurgião-dentista em uma posição privilegiada para detectar casos de violência doméstica. As mulheres vítimas de violência doméstica estão sujeitas não apenas a danos físicos decorrentes das agressões, mas também a problemas de saúde como depressão, dores crônicas, transtorno pós-traumático e baixa autoestima [22]. Nesse sentido, mulheres agredidas por seus parceiros têm maior probabilidade de sofrer traumas na cabeça e no rosto, pois supõe-se que o agressor prefira atingir essas regiões para impactar a autoestima da vítima [23]. Dito isso, as lesões mais frequentemente diagnosticadas por cirurgiões dentistas incluem fraturas de maxilares e do zigomático,fratura e/ou perda dental e lesões de tecidos moles. No entanto, ainda segundo esse estudo, as repercussões da violência física vão além das evidências visíveis, resultando em cicatrizes estigmatizantes, lesões crônicas, problemas psíquicos ou sistêmicos, distúrbios articulares que afetam a deglutição, dificuldades respiratórias e/ou distorções na fala.

É essencial que, durante a anamnese, seja identificada a origem de tais machucados e não apenas tratá-los, para que se tenha maior assertividade no tratamento e suporte necessário ao paciente. O bom acolhimento nesse momento é fundamental para que ocorra vínculo entre a vítima e o serviço de saúde, atuando de forma humanizada e integral. Diante de casos confirmados de violência, o cirurgião-dentista tem o dever ético de reconhecer o fato segundo o código de ética odontológico, como no artigo 11 que enquadra como infração ética permitir que o paciente seja desrespeitado, ou seja, do ponto de vista ético a notificação significa cumprir com os deveres do cirurgião-dentista, que deve zelar pela saúde e dignidade do paciente [24, 25]. Vale ressaltar que a notificação é sigilosa e a Lei 13.931/19, de 10 de dezembro de 2019, obriga os serviços públicos e privados de saúde a comunicarem às autoridades competentes suspeitas e confirmação da violência em um prazo de até 24 horas [26].

Ainda dentro da área odontológica, o profissional especializado em odontologia forense tem papel primordial em casos de perícias criminais, esclarecendo a procedência das lesões. Durante o exame de corpo de delito e outras perícias requisitadas pela justiça, o profissional deve examinar e realizar anotações, desenhos, esquemas, fotografias e tudo que for necessário para que o exame fique bem descrito, cabendo a realização do exame, a elaboração e a assinatura do laudo correspondente.

Uma pesquisa realizada no Instituto Médico Legal de Maceió (AL), Brasil, revelou que a maioria das mulheres submetidas a perícia entre 2015 e 2016 eram jovens e adultas residentes em áreas urbanas marcadas pela violência, com renda familiar mensal variando de 1 a 3 salários mínimos. Nesse estudo, constatou-se que essas mulheres foram predominantemente agredidas com objetos contundentes na região da cabeça por seus parceiros atuais ou anteriores, uma tática dos agressores que visa afetar suas vítimas tanto estética quanto psicologicamente [27]. Dados deste levantamento coincidem com resultados mais recentes do

Balanço da Central de Atendimento à Mulher de 2019, que revelam que os casos de violência doméstica ainda são majoritariamente oriundos de companheiros, ex-companheiros e cônjuges [28].

Além disso, essa situação se torna ainda mais preocupante ao observar que mulheres negras, com baixo nível educacional e enfrentando dificuldades socioeconômicas, estão especialmente mais vulneráveis em comparação às outras. Isso ressalta a importância de incluir indicadores de raça e gênero nos registros administrativos sobre violência contra mulheres, destacando a complexidade desse fenômeno que requer uma abordagem considerando múltiplos fatores socioculturais, demográficos, epidemiológicos e socioantropológicos [29, 30].

Contudo, embora a notificação compulsória de casos de violência seja de origem formal, institucional e sigilosa, há uma lacuna entre a identificação dessas lesões pelo cirurgião-dentista e a denúncia. Diversos casos não são relatados, o que prejudica o entendimento da quantidade de casos existentes, além de muitos profissionais realizarem encaminhamentos inadequados e não acompanharem o caso, sendo insuficiente para o manejo de casos de violência. Em uma pesquisa realizada para identificar a atuação de 223 cirurgiões-dentistas diante de casos violência doméstica, foi obtido em uma resposta por questionário que 70,4% não sabiam a diferença entre notificação compulsória e denuncia, 32,3% não se sentiam confortáveis para fazer a notificação compulsória por motivos de medo de represália, 10,4% sentiam apenas medo, 20,8% afirmavam não ter conhecimento, 48,4% não saberiam identificar lesões suspeitas de violência e 99,1% acreditam que esse assunto deveria ser mais discutido na graduação [31, 25].

Além disso, um estudo conduzido sobre o atendimento dos profissionais em casos de violência doméstica afirma que as mulheres que têm acesso a serviços de saúde especializados são mais propensas a falar abertamente com os profissionais competentes sobre a violência que sofrem e a realizar a denúncia, o que mostra a importância de se ter profissionais capacitados e empenhados a olhar para o outro de forma humanizada ao realizar o atendimento [32].

5. CONCLUSÃO

Em síntese, fica evidente que a odontologia legal emerge com um papel fundamental não só para a construção de laudos e evidências forenses apresentadas, mas também estatisticamente no endosso da justiça e políticas públicas preventivas acerca da violência doméstica contra mulheres. Dito isso, sendo a região orofacial o principal alvo dos agressores, o odontolegista, como maior conhecedor técnico-científico desta área, além de colaborador judiciário, se torna indispensável na perícia ante e post mortem das vítimas. Ao mesmo tempo, é cada vez mais claro que a interdisciplinaridade entre cirurgiões-dentistas e agentes do sistema judiciário é crucial para a identificação, auxílio e busca de informações verídicas acerca da violência.

No entanto, ainda se faz necessário que o cirurgião-dentista seja melhor instruído durante sua formação acadêmica para que atue dentro das salas de atendimento como facilitador das denúncias em casos de violência, pois o atendimento clínico acontece, mas muitas vezes a causa que levou o paciente até o profissional não é tratada como deveria. Por fim, é preciso que esses profissionais estejam cientes dos fatores de riscos que envolvem essas mulheres vítimas de violência doméstica, para que seja facilitado o seu reconhecimento, acolhimento e direcionamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] BRASIL. Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940. Código Penal Brasileiro. Brasília: 1940. [internet]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm. Acesso em 12/07/2024.

[2] BRASIL. Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940. Código Penal Brasileiro. Brasília: 1940. [internet]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm. Acesso em 12/07/2024.

[3] Miura PO, Nomura LH, Santos AJ. Violência doméstica e de gênero: desafios e estratégias de enfrentamento. Rev Saúde Pública. 2018;52(2):123-9.

[4] Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). Violência contra as mulheres. [internet]. Disponível em: https://www.paho.org/pt/topics/violence-against-women. Acesso em 12/07/2024.

[5] Soares PS, Nunes AA, Santos AL. Perfil dos agressores em casos de violência doméstica contra a mulher. Rev Bras Epidemiol. 2018;21(3).

[6] Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA). Atlas da Violência. Fórum Brasileiro de Segurança Pública, Brasília/DF: 2024. [internet]. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/atlasviolencia/arquivos/artigos/7868-atlas-violencia-2024-v11.pdf. Acesso em 15/07/2024.

[7] Batista AB, Nascimento VM, Silva FR. A importância da identificação de lesões na região de cabeça

e pescoço em casos de violência doméstica. Rev Bras Odontol. 2021;78(4):314-22.

[8] Nascimento VM, Lopes JR, Almeida RS. Impactos da violência doméstica na saúde bucal das mulheres. Rev Odontol Univ São Paulo. 2012;26(3):245-50.

[9] Lessa MF, Fernandes MF, Santos EP. O dever de notificação dos profissionais de saúde em casos de violência. Rev Bioética. 2018;26(1):98-105.

[10] Lopes JR, Neder FM, Almeida RS. O papel do odontolegista na identificação de vítimas de violência doméstica. Rev Forense. 2021;23(2):145-53.

[11] Batista AFS, Oliveira HKM, Torres ACSP, Santos PBD, Souza GCA. Lesões orofaciais em mulheres vítimas de violência não fatal: uma revisão integrativa. Revista Brasileira de Odontologia Legal. 2021;8(2):71-83.

[12] Oliveira MVJ, Lima MRP, Silveira GM, Correia AM, Almeida MEL. Análise temporal das agressões físicas sob a perspectiva da Odontologia Legal na cidade de Fortaleza, Ceará. Revista Brasileira de Odontologia Legal. 2019;6(3):02-14.

[13] Felix RS, Figueredo DU, Urquiza SPM, Cavalcante GMS, Souza AF. Perfil das lesões maxilofaciais em mulheres vítimas de violência periciadas em uma cidade do estado da Paraíba (Brasil). Revista Brasileira de Odontologia Legal. 2020;7(3):12-21.

[14] Nunes JGM, Ribeiro ELF, Santos MIG, Veloso KMM. Lesões bucomaxilofaciais decorrentes de violência doméstica contra mulheres: uma revisão integrativa. Revista Brasileira de Odontologia Legal. 2022;9(3):105-114.

[15] Barros MMAF, Martins RDF, Teixeira CNG, Frota LMA, Maciel GAC. Mulheres vítimas de violência doméstica no Brasil: lesões em região de cabeça e pescoço. Sanare. 2023;22(2):111-119.

[16] Silva RF, Franco A, Oliveira RN, Daruje Júnior E, Silva RHA. A história da Odontologia Legal no Brasil parte 1: origem enquanto técnica e ciência . Revista Brasileira de Odontologia Legal. 2017;4(2):87-103.

[17] Silva RF, Franco A, Matoso RI, Silva RHA. A história da Odontologia Legal no Brasil parte 2: origem enquanto disciplina e especialidade . Revista Brasileira de Odontologia Legal. 2017;4(3):67-88.

[18] Campos MLR, Costa JF, Almeida SM, Delwing F, Furtado FMS, Lima LNC. Análise de lesões orofaciais registradas no Instituto Médico-Legal de São Luís (MA), no período de 2011-2013. Revista Brasileira de Odontologia Legal. 2016;3(2):21-31.

[19] Brasil. Aprofundando o olhar sobre o enfrentamento à violência contra as mulheres. Brasília: Senado Federal; 2018. (DataSenado).

[20] Brasil. Aprofundando o olhar sobre o enfrentamento à violência contra as mulheres. Brasília: Senado Federal; 2023. (DataSenado).

[21] Bianchini A. A violência doméstica e familiar: com a palavra a mulher. Rev Vitimologia Justiça Restaurativa. 2024;2(1):52.

[22] Reis de Oliveira AP, Duarte Sena C, do Nascimento Paixão GP, Gonçalves dos Santos Lírio J. Violência contra a mulher: facilidades e dificuldades relacionadas à assistência multiprofissional. Rev Saúde Coletiva UEFS. 2018.

[23] Soares YO, Veiga P, Ferraz CCR. Integralidade do atendimento odontológico à mulher em situação de violência: revisão narrativa da conduta profissional. Rev ABENO. 2022;2(22):1-9.

[24] Oliveira BG de, et al. Responsabilidade dos profissionais de saúde na notificação dos casos de violência. Rev Bioética. 2018;26:403-11.

[25] Cantanhede LG. O papel do cirurgião-dentista com mulheres vítimas de violência doméstica: revisão integrativa da literatura. 2021.

[26] Da Silva AO, et al. Violência doméstica: a importância da formação do cirurgião-dentista frente a esse agravo. Res Soc Dev. 2021;10(5)

[27] Soares EMG, Cavalcanti RR, Wanderley AEC, Souto RRFA, Lessa RM, Tenório Neto JF. Análise pericial das lesões situadas em cabeça e pescoço de mulheres vítimas de violência doméstica atendidas em um instituto médico legal de Maceió – AL. Rev Bras Odontol Leg RBOL. 2018;5(3):12-22.

[28] Presidência da República, Secretaria de Políticas para as Mulheres. Balanço Semestral Janeiro a Junho - Ligue 180. Brasília: Presidência da República; 2019.

[29] Machado FCA, Costa APS, Ferreira MAF. A face vitimada: morbidade entre mulheres atendidas em serviços sentinelas no Brasil. Rev Cienc Plural. 2023;(1):1-22.

[30] Lima, GAF. A interseccionalidade entre gênero e raça no programa mulher, viver sem violência. Unb. Brasília, 2016.

[31] Luz MF da, et al. Conhecimento e atuação de cirurgiões-dentistas e estudantes de odontologia frente à violência contra mulher com ênfase na notificação compulsória. Rev Bras Odontol Legal. 2021:26-35.

[32] Silva JLL da, et al. A rota crítica de mulheres em situação de violência doméstica na cidade de Porciúncula/RJ durante a pandemia. Interfaces Cient. 2023.

v. 14, n. 4, p. 615-619, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

A Importância da Enfermagem Forense na Investigação de Crime: Uma Revisão de Literatura

K.F.F.G. de Almeida[a,*], L.M. Oliveira[a], V. Vescovi,[a]

Programa de Pós-Graduação em Ciências Forenses da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA, Marabá-PA, Brasil
**Endereço de e-mail para correspondência: v.vescovi@unifesspa.edu.br*

Resumo

Introdução: A enfermagem forense, uma especialidade emergente que se originou nos Estados Unidos na década de 1970, inicialmente focada na assistência às vítimas de violência sexual. Este ramo da enfermagem combina cuidados de saúde com práticas forenses, integrando-se ao sistema legal para garantir a coleta adequada de evidências e a proteção de vestígios durante investigações criminais. A metodologia: uma revisão integrativa da literatura, envolvendo a formulação do problema, coleta, avaliação e análise dos dados. Foram pesquisadas nas bases de dados, como PUBMED, LILACS e SCIELO, resultando na seleção de 07º artigos relevantes após aplicação de critérios de inclusão e exclusão. Os resultados destacam três temas principais: o papel crucial da enfermagem forense na preservação de evidências durante investigações criminais, as competências e habilidades necessárias para enfermeiros forenses de acordo com as diretrizes do COFEN (Conselho Federal de Enfermagem), e os principais desafios enfrentados por esses profissionais. Conclusão ressalta a importância crescente da enfermagem forense na promoção da saúde pública e na eficácia do sistema de justiça, destacando a necessidade de fortalecimento e visibilidade contínuos dessa especialidade com novos estudos.

Palavras-Chave: Enfermagem forense, preservação de provas, desafios na prática e prova pericial

Abstract

Forensic Nursing, an emerging specialty originating in the United States in the 1970s, initially focused on assisting victims of sexual violence. This branch of nursing integrates healthcare with forensic practices, aligning with the legal system to ensure proper collection of evidence and preservation of traces during criminal investigations. The methodology involved an integrative literature review, encompassing problem formulation, data collection, evaluation, and analysis. Searches were conducted in databases such as PUBMED, LILACS, and SCIELO, resulting in the selection of 07 relevant articles following inclusion and exclusion criteria. Findings underscore three main themes: the crucial role of forensic nursing in evidence preservation during criminal investigations, the competencies and skills required for forensic nurses as per COFEN (Federal Nursing Council) guidelines, and the primary challenges faced by these professionals. The conclusion highlights the growing importance of forensic nursing in public health promotion and judicial system effectiveness, emphasizing the ongoing need for strengthening and visibility through further research in this specialty

Keywords: Forensic nursing, evidence preservation, challenges in practice, and expert proof.

1. INTRODUÇÃO

A área da enfermagem forense surgiu nos Estados Unidos durante os anos 1970. Originou-se através de um coletivo de defensores dos direitos das mulheres, os quais procuravam assegurar cuidados abrangentes às vítimas de estupro [1]. Os defensores advogaram pela incorporação da perícia forense no protocolo médico, resultando na realização de exames físicos e na coleta de evidências durante o tratamento das pessoas que sofreram violência sexual [2].

Diante da sua relevância, um dos profissionais diretamente envolvidos na prestação desses serviços são os enfermeiros, responsáveis por identificar, avaliar e cuidar das vítimas de violência interpessoal e/ou trauma, fornecendo cuidados físicos, emocionais e sociais [3].

Desta forma, o Conselho Federal de Enfermagem (COFEN) optou por regulamentar a atuação da enfermagem forense no Brasil, conforme a Resolução 0556/2017.

Dentro dessa perspectiva, a enfermagem forense tem como objetivo contribuir para toda a investigação criminal. Sendo uma especialidade recente, que tem ganhado notoriedade entre os enfermeiros que buscam conhecimento nessa área. A inserção do profissional é ampla, porém é estabelecido que o mesmo apresente titulação de especialização, mestrado ou doutorado em enfermagem forense emitidos por instituições de ensino superior reconhecidas pelo Ministério da Educação (MEC) [4]. Portanto, essa pesquisa buscou compreender as contribuições e desafios da prática da enfermagem forense, relacionados à formação profissional, regulamentação e às competências necessárias para lidar com casos de violência e proteção de vestígios, o que pode influenciar na qualidade do atendimento às vítimas e na colaboração com outros profissionais da área.

O estudo baseou-se nas seguintes questões: Qual é o papel da enfermagem forense na preservação de provas e vestígios durante a investigação criminal? Quais são as competências e habilidades necessárias para a atuação do enfermeiro forense de acordo com as diretrizes do Conselho Federal de Enfermagem (COFEN)? E quais são os principais problemas e desafios da enfermagem forense? Neste sentido, o objetivo do estudo é descrever a atuação do enfermeiro na área da enfermagem forense, considerando o seu papel na identificação, avaliação e cuidados prestados às vítimas de violência, interpessoal e/ou trauma, contribuindo assim para a compreensão e promoção da saúde pública e para a eficácia da aplicação da justiça.

2. METODOLOGIA

Este estudo trata-se de uma revisão integrativa da literatura, que foi desenvolvida a partir de cinco etapas, respectivamente: formulação do problema; coleta de dados; avaliação dos dados; análise dos dados e apresentação e interpretação dos resultados.

AMOSTRA E COLETA DOS DADOS

Para a construção do presente estudo, foi realizada a busca nas bases de dados: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS); portal de serviços US National Library of Medicine (PUBMED), e Scientific Electronic Library Online (SCIELO) em que foi utilizado como equação de busca, os descritores combinados dispostos na Medical Subject Headings (MeSH): Forensic Nursing (Enfermagem forense), Preservation of evidence (preservação de provas), expert proof (Prova pericial), Investigation (Investigação) associados aos operadores booleanos AND/OR.

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Como critérios de inclusão foram considerados os artigos científicos que discorrerem sobre o tema, trabalhos apresentados em congresso, disponibilizados de forma gratuita, compreendidos entre os anos de 2014 a 2023 nos idiomas português, inglês e espanhol.

Foram excluídas dissertações, teses, resumos, monografias e artigos que não estavam disponibilizados na íntegra. Artigos com repetição serão considerados apenas uma vez.

ANÁLISE DE DADOS

Definido os critérios para coleta dos dados, os mesmos foram organizados a partir de um cruzamento e resultados de busca, conforme as orientações PRISMA (2020), para que aconteçam as inclusões e/ou exclusões, primando pela qualidade da revisão. Após a aplicação de filtros, a análise dos manuscritos se deu em duas etapas: leitura inicial de títulos e resumos para aplicar os critérios de inclusão e exclusão, seguida de leitura detalhada dos artigos selecionados para posterior apresentação, comparação com outros autores e discussão.

3. RESULTADOS

Os resultados do estudo realizado em todas as bases de dados mencionadas acima possibilitaram a realização de algumas análises que poderão contribuir para compreender a importância da atuação do enfer-

meiro forense na investigação de crimes e na conservação de provas. A aplicação inicial dos descritores e operadores booleanos nas três bases de dados, sem a utilização de filtros, resultou em um conjunto inicial de 35 artigos, conforme detalhado na Tabela 1.

Tabela 1. Artigos dispostos nas bases de dados segundo os descritores e operadores booleanos.

Base de dados	Número de artigos
PUBMED	31
LILACS	2
SCIELO	2

Fonte: Autor (2024)

Por meio da leitura do título e resumo foram selecionados 35 artigos, sendo excluídas 10 publicações por não estarem relacionadas com o tema em questão. Após a leitura na íntegra dos artigos selecionados, apenas 07 atendiam aos critérios de elegibilidade, sendo excluídos 18 por não apresentarem informações relevantes para a pesquisa. Portanto, para análise final da revisão foram selecionados 07 artigos, como ilustrado no Fluxograma 01.

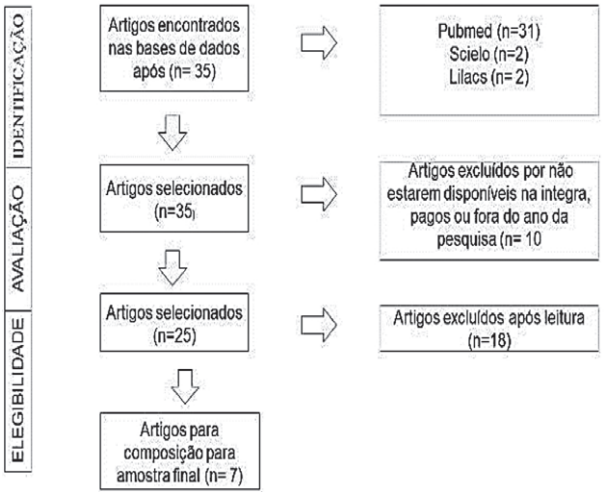


Figura 1. Fluxograma da pesquisa.

4. DISCUSSÃO

A análise dos resultados possibilitou a categorização de três temáticas para efeito da discussão dos dados: o papel da enfermagem forense na preservação de provas e vestígios durante a investigação criminal, as competências e habilidades necessárias para a atuação do enfermeiro forense de acordo com as diretrizes do Conselho Federal de Enfermagem (COFEN) e os de principais problemas e desafios da enfermagem forense.

O papel da enfermagem forense na preservação de provas e vestígios durante a investigação criminal.

Segundo estudos realizados por [5], o enfermeiro realiza regularmente exames físicos como parte essencial de suas responsabilidades diárias. Esse procedimento detalhado envolve a análise cuidadosa dos sinais e sintomas apresentados pelo paciente, fundamentando assim o planejamento da assistência de enfermagem de acordo com as necessidades identificadas. Esse processo, conhecido como Sistematização da Assistência de Enfermagem (SAE), utiliza técnicas propedêuticas para garantir uma avaliação abrangente das diversas particularidades do paciente [6].

Nesse contexto, a enfermagem forense surge como possibilidade de aprimorar e expandir conhecimentos acerca de sua atuação em diversos locais, desde hospitais até tribunais de justiça, em serviços hospitalares e na comunidade, desempenhando um papel crucial na preservação das evidências durante as investigações [7].

Vale salientar que após situações de violência, é responsabilidade do enfermeiro proporcionar um ambiente seguro e acolhedor às vítimas, oferecendo um atendimento empático que inclua suporte físico e emocional tanto para elas quanto para seus familiares [8]. Além disso, é incumbência do enfermeiro realizar a coleta de exames que possam fornecer informações cruciais para as investigações, documentando vestígios e evidências pertinentes. Também é necessário realizar a notificação obrigatória de todos os tipos de violência e comunicar às autoridades competentes sobre tais situações [9].

Sendo assim, a atuação dos Enfermeiros Forenses colabora com o acolhimento e a aproximação com as vítimas, estabelecendo relações de confiança entre os profissionais que atuam na área da justiça, facilitando a cooperação com o exame forense [10]. Um estudo realizado por [11] afirma que a enfermagem forense é um instrumento essencial para a coleta e análise forense, além de proporcionar cuidados físicos e psicológicos às vítimas e seus familiares, pois a assistência prestada é a porta de entrada para a população.

Competências e habilidades necessárias para a atuação do enfermeiro forense, de acordo com as diretrizes do Conselho Federal de Enfermagem (COFEN).

O Conselho Federal de Enfermagem (COFEN) emitiu a Resolução Nº 556/2017, que estabelece os requisitos para a especialização em enfermagem forense. Segundo a resolução, para se tornar especialista, o enfermeiro deve ser bacharel em enfermagem e possuir título de especialização lato ou stricto sensu em

enfermagem forense emitido por instituição de ensino superior reconhecida pelo MEC, ou concedido por sociedades, associações ou colégios de especialistas, registrado no âmbito do Sistema COFEN/Conselhos Regionais, conforme a Resolução COFEN nº 389/2011 [12].

Além disso, para se especializar como enfermeiro forense perito, estudos como o de [13], afirmam que o profissional deve ter pelo menos dois anos de experiência na prática assistencial e aceitar participar de um treinamento técnico de coleta de evidências e fotos forenses com duração mínima de 40 horas. Esse treinamento inclui revisão de leis locais, revisão de literatura e prática supervisionada para garantir eficácia na prática. Portanto, essa qualificação é crucial para a investigação e humanização das vítimas [14]. Nesse contexto, é essencial divulgar a importância da especialidade forense para a sociedade e para a gestão pública, bem como ampliar o conhecimento sobre a legislação vigente relacionada a essa área.

Principais problemas e desafios da enfermagem forense

Os principais problemas e desafios da enfermagem forense são: carência de recursos humanos e de formação em enfermagem forense para atendimento; execução limitada de procedimentos para a preservação de vestígios; conflitos entre o papel do enfermeiro no cuidado; ausência de protocolos ou padronização e instrumentos legais que regulamentem as atribuições e o papel do enfermeiro na cadeia de custódia das provas [15].

Corroborando essa afirmativa, estudos realizados por [16] destacam a escassez na implementação da educação permanente sobre a importância da prática forense, legislação e ensino para a preservação em casos forenses, além da falta de conhecimento e competência técnica para as tarefas forenses.

Conforme evidenciado nesta pesquisa, os enfermeiros forenses possuem um amplo campo de trabalho. No entanto, esses desafios apontam para a necessidade de maior integração entre diversos setores e disciplinas da enfermagem com os aspectos legais que permitem o esclarecimento jurídico sobre a legalidade da profissão, bem como nos aspectos técnicos de aplicação da enfermagem forense nas cenas de crimes, promovendo cuidados humanizados e holísticos. Além de contribuir com o desenvolvimento da temática pouco abordada, fornecendo conhecimento sobre a realidade forense na enfermagem [17].

5. CONCLUSÃO

O presente estudo alcançou seu objetivo proposto, que foi avaliar a relevância da atuação do enfermeiro na área da enfermagem forense, considerando seu papel na identificação, avaliação e cuidados prestados às vítimas de violência interpessoal e/ou trauma. Isso contribui para a compreensão e promoção da saúde pública, além de aumentar a eficácia da aplicação da justiça.

Toda a análise realizada neste estudo contribuiu para fortalecer a enfermagem forense em suas atribuições na investigação, avaliação e humanização das vítimas. É um campo com infinitas possibilidades de crescimento. Entretanto, observa-se a necessidade de ampliar a visibilidade dessa categoria como ciência nessa nova temática de grandiosa magnitude.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESPA (Termo de outorga 046/2021), ao CNPq (Processo 307370/2022-4) e à CAPES (Processo 88881.927473/2023-01:Práxis extensionista, conhecimento pluriuniversitário e a Pós-graduação na Amazônia sul oriental. IES:Unifesspa) pelo aporte financeiro e pelo suporte às pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Gomes, Ruthy Lemosda , BORDON, Francielly Maira, Gomes, Ruthy Lemos , Avelar, Juliana. ENFERMAGEM FORENSE NO BRASIL: A IMPORTÂNCIA DESSA ESPECIALIDADE. REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR NÚCLEO DO CONHECIMENTO. Junho de 2023;41-55.

[2] Ribeiro CL, de Souza Vieira CLR劳. ICV de LMJF de SV de FSJS dos SLJE. Atuação do enfermeiro na defesa de rastreamento na violência sexual contra a mulher: revisão integrativa. Escola Anna Ner. 2021;25.

[3] Coelho M, Cunha M, Libório R. Impacto da formação em Ciências Forenses. Revista Servir. 2016;27–33.

[4] CONSELHO NACIONAL DE ENFERMAGEM. Resolução Nº 556/2017. Regulamenta a atividade do Enfermeiro Forense no Brasil, e dá outras providências. 2017;

[5] Enfermagem Forense R das CT. Enfermagem Forense, Associação Brasileira; Assembleia da ABEForense. 2015;2, 7–9.

[6] Furtado BMAS, de Alencar Fernandes CLE, de Oliveira Musse Silva J, da Silva FP, Esteves RB. A perícia na enfermagem forense: trajetórias e possibilidades de atuação. Revista da Escola de Enfermagem. 2021;55.

[7] Furtado BMAS, de Alencar Fernandes CLE, de Oliveira Musse Silva J, da Silva FP, Esteves RB. A perícia na enfermagem forense: trajetórias e possibilidades de atuação. Revista da Escola de Enfermagem. 2021;55.

[8] Gomes RL, da Silva Avelar Juliana, Maira Bordon Francielly. ENFERMAGEM FORENSE NO BRASIL: A IMPORTÂNCIA DESSA ESPECIALIDADE. REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR NÚCLEO DO CONHECIMENTO. 2023;41-55.

[9] Gomes RL, Juliana M. ENFERMAGEM FORENSE NO BRASIL: A IMPORTÂNCIA DESSA ESPECIALIDADE. 2023;41–55.

[10] Furtado BMAS, de Alencar Fernandes CLE, de Oliveira Musse Silva J, da Silva FP, Esteves RB. A perícia na enfermagem forense: trajetórias e possibilidades de atuação. Revista da Escola de Enfermagem. 2021;55.

[11] do Nascimento LRB, de Freitas MRI. ATUAÇÃO DO ENFERMEIRO FORENSE FRENTE A VIOLÊNCIA FÍSICA. Revista Interdisciplinar em Saúde. 2022;

[12] Barreto CA, Marcelo KFR. Enfermagem forense sobre a regulamentação no brasil. Revista Saúde em Foco. 2019;11.

[13] Ribeiro CL, De S, Vieira C. ICV de LMJF de SV de FSJS dos SLJE. Atuação do enfermeiro na defesa de rastreamento na violência sexual contra a mulher: revisão integrativa. Escola Anna Ner. 2021;

[14] Nascimento LRB, Freitas MR. Atuação do enfermeiro forense frente a violência física. Rev Científica integrada. 2020.

[15] Ribeiro CL, de Lima Maia ICV, de Souza JF, da Frota Santos V, dos Santos JS, de Souza Vieira LJE. Atuação do enfermeiro na preservação de vestígios na violência sexual contra a mulher: revisão integrativa. Revista Escola de Minas. 2021;25.

[16] Silva RX, Ferreira CAA, de Moura Sá GG, Souto RQ, Barros LM, Galindo-Neto NM. Preservação de vestígios forenses pela enfermagem nos serviços de emergência: revisão de escopo. revista latino-americana de enfermagem. :30.

[17] Ribeiro CL, de Lima Maia ICV, de Souza JF, da Frota Santos V, dos Santos JS, de Souza Vieira LJE. Atuação do enfermeiro na preservação de vestígios na violência sexual contra a mulher: revisão integrativa. escola. 2021;55.

v. 14, n. 4, p. 620-623, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

A Ciência da Justiça: Aplicação de Técnicas Forenses na Elucidação de Crimes do Passado

C.R. Plens[a], M.E.M. Haertel[b,*]

[a] *Universidade Federal de São Paulo, Guarulhos (SP), Brasil*
[b] *Universidade Federal de Santa Catarina, Blumenau (SC), Brasil*
[*] *Endereço de e-mail para correspondência: m.haertel@ufsc.br*

Keywords: *Arqueologia Forense, Violação de Direitos Humanos, Xavante, DOI-Codi, Ditadura Militar.*

1. INTRODUÇÃO

A evolução da criminalística em contextos históricos e contemporâneos tem se mostrado fundamental para a resolução de crimes e injustiças. Nesse sentido, a interseção entre a criminalística e a arqueologia forense desempenha um papel crucial em pesquisas relacionadas a locais marcados por eventos traumáticos. Ao empregar métodos forenses no estudo de crimes, particularmente aqueles que datam de épocas distantes, a arqueologia forense se torna uma ferramenta essencial para a compreensão aprofundada de eventos passados e violações de direitos humanos, contribuindo, assim, para a busca da justiça e preservação da memória histórica. Vale ressaltar que essa relação não apenas favorece a resolução de crimes do passado, mas também pode ser benéfica para a investigação e esclarecimento de crimes atuais, fortalecendo a importância dessa conexão entre a investigação forense e a arqueologia. Neste artigo, exploraremos de forma mais detalhada como a colaboração entre a criminalística e a arqueologia forense pode contribuir significativamente para a justiça, memória histórica e investigações criminais, promovendo, dessa forma, uma abordagem abrangente para a resolução de questões delicadas e complexas.

1.1 *Criminalística no Contexto de Violações de Direitos Humanos*

A aplicação de técnicas forenses na investigação de crimes é amplamente reconhecida e valorizada no campo da criminalística. A utilização dessas técnicas em contextos de crimes de Estado tem recebido destaque internacional [1][2]. Um exemplo emblemático é a identificação das vítimas do regime militar argentino (1976-1983), onde a aplicação de métodos forenses permitiu localizar e identificar os desaparecidos políticos, proporcionando justiça e encerramento às famílias das vítimas [3].

Casos históricos, como o apartheid na África do Sul [4] e o genocídio em Ruanda [5], mostram como crimes passados influenciam o senso de justiça atual. No Brasil, pesquisas recentes de arqueologia forense, como a escavação de uma vala comum de indígenas na ditadura militar e do DOI-Codi/SP, evidenciam a importância de desenvolver metodologias específicas para crimes do passado. Esses estudos iniciais destacam a importância de adotar uma abordagem mais ampla e interdisciplinar da criminalística a fim de desenvolver metodologias mais detalhadas para lidar com violações passadas e presentes de direitos humanos.

Os avanços tecnológicos da última década tornaram possível estudar casos históricos de maneira mais aprofundada e avançada, permitindo uma revisão crítica e minuciosa de eventos, o que proporciona novas evidências e perspectivas [6].

Nesse sentido, a intersecção entre a criminalística e a arqueologia forense tem desempenhado um papel vital na investigação de locais marcados por eventos traumáticos, ou seja, aqueles marcados por atividades de violência extrema, permitindo uma análise meticulosa de crimes tanto do passado quanto do presente.

C.R. Plens, M.E.M. Haertel, Rev. Bras. Crim. 14(4), 620-623, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Neste contexto, a aplicação de métodos forenses em pesquisas acadêmicas e jurídicas revela-se essencial para a compreensão mais profunda de eventos históricos e violações de direitos humanos.

Esta relação simbiótica entre disciplinas distintas não apenas enriquece a resolução de crimes do passado, mas também ressalta sua relevância na elucidação de questões criminais contemporâneas.

Este trabalho mostra os resultados preliminares de duas pesquisas científicas focadas na arqueologia forense e sua aplicação na elucidação de crimes históricos recentes. Ambos os casos sublinham a necessidade premente de desenvolver metodologias específicas no campo da criminalística para lidar de maneira mais eficaz com crimes antigos. Essas abordagens inovadoras evidenciam a importância de integrar conhecimentos e técnicas de distintas disciplinas para alcançar uma compreensão mais completa e sólida dos eventos traumáticos que ainda reverberam na sociedade contemporânea. Diante desse cenário, este artigo propõe uma reflexão aprofundada sobre o papel da criminalística no desenvolvimento de estratégias investigativas mais abrangentes e sensíveis que visem a reconstrução da verdade nos casos de violações históricas e contemporâneas de direitos humanos.

2. VALA COMUM XAVANTE NA COMUNIDADE DE SÃO MARCOS (MT)

Em 1966, após uma série de crimes contra as populações Xavante, a comunidade Marãiwatsédé foi compulsoriamente transferida para São Marcos, no município de Barra do Garças (MT), a cerca de 500 km de distância. A comunidade foi retirada compulsoriamente, sem conhecer a região, devido a um suposto projeto de desenvolvimento agrário. Mesmo com conhecimento de uma epidemia de sarampo em São Marcos, mais de 80 pessoas morreram em dois dias após a transferência. O motivo das mortes nunca foi realmente investigado.

Em 2023 utilizou-se de ferramentas de arqueologia forense para investigar a região onde, segundo a comunidade, foram enterrados os mortos vítimas daquela ocasião. O método de utilizado foi de pesquisa por entrevistas, para diminuir o local de busca, seguido por aplicação de um georadar (GPR), que localizou a vala comum. Após foi realizada a escavação estruturada na busca por restos humanos. Durante a escavação (Fig. 1), não foram localizados remanescentes humanos para análise antropológica forense. Atualmente, análises físico-químicas do solo estão em curso para identificar possíveis corpos humanos na vala comum, buscando compreender o estado de saúde e o perfil biológico das vítimas.

O método utilizado mostrou-se capaz de identificar a localização da vala comum com a associação entre os resultados do georadar com as feições no sedimento, constituindo uma técnica científica realizada por pesquisa acadêmica para a inclusão de materialidade a uma violação de direitos humanos ocorrida na época da ditadura militar.

3. ARQUEOLOGIA FORENSE NO DOI-CODI/SP

O complexo do DOI-Codi/SP é localizado no bairro Vila Marina na cidade de São Paulo/SP. O conjunto de prédios é considerado o mais importante aparato de repressão da Ditadura Militar brasileira. O Edifício no 2-a, que sediou a Oban e o DOI-Codi, foi o prédio principal dessa organização, contendo salas de tortura, de interrogatório, de detenção, refeitório e salas onde chegaram a ficar o comando do órgão e outras equipes. Nesta pesquisa o objetivo primordial foi encontrar vestígios que dessem materialidade aos crimes contra os direitos humanos realizados no local [7].

Figura 1. Registro fotográfico da escavação ocorrida na terra indígena de São Marcos.

O método utilizado para sua avaliação partiu, inicialmente, dos relatos de ex-presos políticos que foram detidos e/ou interrogados no prédio. A partir das informações obtidas, foi empregado o Georadar para

análise dos pisos do prédio. Com base no histórico do prédio, que passou por modificações após a década de 1990, delimitou-se salas onde havia possibilidade de recuperar vestígios conservados no piso.

A aplicação de métodos forenses se deu, neste caso, considerando um ambiente urbano, na decapagem de paredes e pisos, junto com o rastreamento de vestígios utilizando técnicas forenses como luminal e luzes forenses [8][9][10]. Em destaque, este trabalho contou com a participação voluntária de alunos, ex-alunos e arqueólogos, destacando a importância da arqueologia forense na pesquisa acadêmica para investigação de crimes históricos e preservação da memória coletiva.

No rastreamento utilizou-se luzes forenses (Fig. 2), um protótipo óptico desenvolvido para rastreamento de sangue latente, e luminol. A pesquisa resultou na delimitação da camada de tinta original das paredes, onde também foi buscado por vestígios. Houve a localização de vestígios de interesse, que ainda estão em análise para confirmação de sua composição.

Figura 2. Rastreamento de vestígios no DOI-Codi/SP utilizando luzes forenses.

O rastreamento e caracterização de vestígios biológicos é uma das principais ferramentas utilizadas na elucidação de um crime. Segundo [6], nos últimos anos viu-se uma evolução nas tecnologias utilizadas para este fim. Os testes químicos, como luminol, e o uso de luzes forenses são os métodos mais utilizados nessa busca, principalmente de vestígios hemáticos. Além disso, são normalmente realizados testes confirmatórios em laboratório [11][12]. No contexto do DOI-Codi/SP, observou-se uma dificuldade a mais nos métodos: a degradação das amostras. Embora os métodos *in loco* tenham sinalizado a existência de vestígios, a análise laboratorial apresenta falta de padrões de comparação para a busca e acompanhamento de degradação sanguínea (e de outros vestígios biológicos) por tanto tempo.

Neste sentido, tanto a ação realizada em São Marcos, quanto a do DOI-Codi/SP remetem a um problema em comum: há tecnologia para as buscas de vestígios biológicos, ou seja, é possível realizar uma análise forense de uma violação de direitos ocorrida a meio século? Porém ainda se carece de padrões satisfatórios, e obtidos cientificamente, da degradação desse tipo amostra. Dessa forma, as técnicas laboratoriais comumente utilizadas para crimes contemporâneos não apresentam resultado satisfatório, mostrando uma lacuna de conhecimento que ainda deve ser preenchido.

4. CONCLUSÃO

As técnicas forenses são ferramentas poderosas que, aliadas à pesquisa acadêmica, podem trazer à luz verdades ocultas sobre crimes do passado, contribuindo para a justiça e a nossa compreensão histórica. A integração dessas técnicas em pesquisas acadêmicas deve ser incentivada e ampliada para aprofundar nossa capacidade de elucidar eventos históricos complexos.

A utilização de técnicas forenses na investigação de violações de direitos humanos e na arqueologia é uma abordagem relativamente nova no Brasil, porém, percebe-se a presença de profissionais especializados, métodos e equipamentos que viabilizam sua aplicação. Nesse sentido, o trabalho realizado nesses projetos revela possibilidades demonstrando de rastrear vestígios biológicos mesmo muitos anos após o ocorrido. Além disso, o projeto gerou subprodutos significativos, como estudos aprofundados a partir da discussão acerca da degradação de sangue em ambientes de temperatura e umidade brasileiros, juntamente com o estabelecimento de novos padrões para comparações futuras. Essas descobertas destacam não apenas a eficácia das técnicas forenses empregadas, mas também abrem novas perspectivas para pesquisas futuras e para a aplicação desses métodos em diversos contextos acadêmicos e práticos.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao CNPq pelo financiamento de parte arte deste trabalho de pesquisa pela Chamada CNPq/MCTI/FNDCT Nº18/2021 – UNIVERSAL, ao GT DOI-Codi/SP e, sobretudo, prestam o mais profundo respeito às vítimas do DOI-Codi/SP e apresentam a mais profunda gratidão àqueles que embora afetados pelos eventos ocorridos no DOI-Codi/SP, ainda assim, se dispõem a compartilhar suas histórias com nossa equipe. Seus atos de coragem em compartilhar suas experiências contribui imensamente para a busca pela verdade e justiça. O apoio e colaboração de to-

dos refletem um comprometimento admirável com a pesquisa, a educação e a construção de uma sociedade mais justa e esclarecida.

A pesquisa realizada em São Marcos é liderada prof. Cláudia Plens da Universidade Federal de São Paulo. Envolve uma equipe de pesquisa internacional de Brasil, Polônia e Canadá, além da participação dos representantes do Xavante população. O projeto é financiado pela Plataforma Transatlântica para a Inovação Social pela três agências nacionais: brasileira, polonesa e canadense.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] A. M. Christensen, N. V. Passalacqua, E. J. Bartelink. *Forensic Anthropology*, Academic Press (2014) 149-178.

[2] J. R. Hunter et al. Forensic archaeology, forensic anthropology and human rights in Europe. *Sci Justice* **41**(3):173-8 (2001).

[3] C. C. Snow et al. The investigation of the human remains of the 'Disappeared' in Argentina, *Am. J. Forensic Med. Pathol* **5**(4): 297–299 (1984).

[4] S. Davison, M. Benjeddou, M. E. D'Amato. Molecular genetic identification of skeletal remains of apartheid activists in South Africa. *African Journal of Biotech* **7**(25):4750-4757 (2008).

[5] M. Y. S. Contreras. La prueba antropológica forense en el derecho procesal internacional humanitario: análisis desde los tribunales penales internacionales para ex Yugoslavia y Ruanda. *Justicia* **28**(43):171-188 (2023).

[6] J. Morrison, et al. Field-based detection of biological samples for forensic analysis: Established techniques, novel tools, and future innovations. *Forensic Science International* **285**:147–160 (2018).

[7] C. R. Plens, et al. Vestígios do Tempo no Cárcere - arqueologia no maior centro urbano de tortura da ditadura militar brasileira, o DOI-Codi-SP. *Revista de Arqueologia (SAB)* **38** (para ser publicado em 2024).

[8] G. E. Miranda, et al. Analysis of the fluorescence of body fluids on different surfaces and times. *Sci Justice* **54**(6):427-431 (2014).

[9] S. J. Seasholset al. A comparison of chemical enhancements for the detection of latent blood. *J Forensic Sci* **58**(1):130-3 (2013).

[10] STOICA, B. A., et al. Improving Luminol Blood Detection in Forensics. *J Forensic Sci* **61**(5), 1331–1336. (2016).

[11] A. Hartea, J.P. Cassella, N.A. McCullagh. Recovery of trace evidence in forensic archaeology and the use of
alternate light sources (ALS). *Forensic Science International* **316**:110475 (2020).[4

[12] VIRKLER, K., LEDNEV, I. K. Analysis of body fluids for forensic purposes: From laboratory testing to non-destructive rapid confirmatory identification at a crime scene. *For Sci Int* **18**(1–3):1-17 (2009).

J.J.G. Anchieta, M.G.S. Anchieta, Rev. Bras. Crim. 14(4), 624-626, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 624-626, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Pedofilia não é crime

J.J.G. Anchieta[a,*], M.G.S. Anchieta[b]

[a]*Instituto Médico-Legal, Pericia Oficial do Maranhão, Imperatriz (MA), Brasil*
[b] *Advogada, OAB-MA, Imperatriz (MA), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: josanchieta@hotmail.com. Tel.: +55-98126-3046.*

Keywords: Pedofilia; crime; parafilia; pornografia; criança.

1. INTRODUÇÃO

A cada ano, no Brasil, são comunicados perto de 50.000 casos de violência sexual contra crianças e adolescentes. Aproximadamente 400 violentadores são clinicamente diagnosticados como pedófilos. Os demais são rotulados [como pedófilo] pela mídia, leigos e desavisados. A pedofilia é um transtorno da sexualidade, portanto, não é doença mental, não é perturbação da saúde mental, e nem se refere a retardo mental; assim seus agentes ativos não se beneficiam do que é normatizado pelo artigo 26 do Código Penal. O objetivo deste trabalho é esclarecer o significado de alguns termos técnicos pertinentes ao assunto, além de ajudar formadores de opinião, influenciadores e multiplicadores com conceitos mais adequados, que às vezes são apenas de domínio de médicos, psicólogos e operadores do Direito.

2. DESENVOLVIMENTO

A violência sexual constitui uma das mais antigas e amargas expressões da violência de gênero, além de representar uma brutal e inaceitável violação dos direitos humanos, de direitos sexuais e de direitos reprodutivos. O fenômeno, considerado universal, atinge mulheres de todas as classes sociais, etnias, religiões e culturas.

Ocorre em países de diferentes níveis de desenvolvimento econômico e social, e em qualquer etapa da vida da mulher [1]. O pedófilo tem tendências narcisistas; e Freud, apud Delton Croce, diz que a pedofilia é "a perversão dos fracos e impotentes" [1].

Pedofilia é atração ou desejo eróticos de se relacionar sexualmente com crianças e adolescentes. Possui uma vasta sinonímia: paidofilia, hebefilia, efebofilia, nepiofilia [6]. Hebefilia é a atração ou desejo erótico por adolescentes do sexo masculino. A atração ou desejo pedófilo pode se dar por meninos e meninas. Tanto homens como mulheres podem ser portadores de pedofilia, sendo mais acometidos os indivíduos do sexo masculino [7].

De acordo com a OMS e a DSM-IV, pedofilia é um transtorno da sexualidade. Mas, há autores que a rotulam como um transtorno da preferência sexual, talvez numa tentativa de reprisar o itinerário trilhado pelo homossexualismo [8]. Outros consideram pedofilia como desvio sexual. A pedofilia também é rotulada como parafilia. As parafilias têm como sinonímia perversão sexual, termo estritamente de valor negativo ligado à perversidade, maldade e imoralidade. Na mídia, a confusão é maior, sendo comum rotular abuso sexual como pedofilia; ou violentadores (abusadores e exploradores) como pedófilos.

Pedofilia é um conceito médico estudado em psiquiatria ou na psicologia; já, violência contra crianças e adolescentes é um conceito jurídico. Os pedófilos podem ser portadores de distúrbio de saúde mental; mas, são uma ínfima minoria. Violentadores (abusadores e exploradores sexuais) são agentes ativos da criminalidade, esmagadora maioria sem qualquer distúrbio de sua saúde mental. A diferença básica entre o violentador (abusador e explorador sexual) e o pedófilo é que aquele é criminoso e este é criminoso portador do desvio sexual pedofilia.

J.J.G. Anchieta, M.G.S. Anchieta, Rev. Bras. Crim. 14(4), 624-626, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

É muito importante ter a percepção que indivíduos portadores do distúrbio da pedofilia podem durante toda a vida jamais serem agentes ativos de violência sexual. Fantasia, desejo, cogitação são parte integrantes de crimes, mas o Direito Penal não interfere nessa esfera enquanto não houver preparação ou execução. É razoável aceitar que pedofilia se consuma até a fantasia e o desejo; a partir desses dois elementos psíquicos, o conceito de pedofilia está morto; brotando a partir desse momento o crime de violência sexual, seja na sua forma de tentativa ou forma consumada.

O pedófilo que comete o crime de abuso sexual e exploração sexual de crianças e adolescentes pode ser portador de doença mental ou perturbação da saúde mental tendo neste caso o benefício do artigo 26 do Código Penal que diz: ***"O art. 26, caput, do Código Penal, adotando o critério biopsicológico, estabelece que é 'isento de pena (inimputável) o agente que, por doença mental ou por desenvolvimento mental incompleto ou retardado, era, ao tempo da ação ou da omissão, inteiramente incapaz de entender o caráter ilícito do fato ou de determinar-se de acordo com esse entendimento"*** **[2]**.

Nestas circunstâncias, a inimputabilidade ou a semi-imputabilidade do agente ativo não se refere ou não se escoima em pedofilia, e sim na doença mental ou na perturbação da saúde mental que possa ser diagnosticada coexistindo no mesmo conforme o artigo 149 do Código de Processo Penal.

Há um desserviço ao combate contra o abuso e a exploração sexual das crianças e dos adolescentes ao se espetacularizar nos meios de comunicação, o relato de casos investigados pelos órgãos estatais repressores com o intuito velado de estimular índice de audiências. O efeito é vulgarizar um diagnóstico médico (pedofilia), quase que atenuando a conduta típica do abusador ou explorador. Por outro lado, essa abordagem midiática em várias ocasiões foi gatilho para deflagrar ações de justiceiros linchando ou matando suspeitos ou indiciados ou albergados em presídios.

A violência sexual contra crianças e adolescentes encontra-se subdividida em abuso sexual ou exploração sexual. No abuso sexual, o contato é íntimo com experiência erótica com alguma parte do corpo da criança ou adolescente. Há pelo menos dois atores envolvidos: o abusador e a vítima. Didaticamente os abusadores têm características isoladas ou agrupadas de acordo com a classificação abaixo discriminada, que não é exaustiva:

1. Relação familiar: pais, padrastos, tios, irmãos, primos...
2. Proximidade geográfica: vizinhos, trabalhadores domésticos...
3. Relação de subordinação: professores, médicos, recreadores,...
4. Crenças: ministros de confissão religiosa...
5. Crenças não religiosas: tabus...

Ao fazer um escrutínio desses potenciais abusadores, verifica-se quase sempre uma posição periférica e irrelevante da figura da criança. Tanto homens quanto mulheres são agentes ativos de abuso sexual, mas há uma tendência, carente de mais pesquisas, que mulheres podem ser mais exploradoras do que abusadoras.

O abuso sexual contra crianças e adolescentes, independente do agente ativo ser portador de pedofilia ou não, tem um itinerário que pode ser dividido em três estágios:

1. Violência psíquica;
2. Violência física;
3. Violência sexual.

A violência psíquica se manifesta por ameaça, confiança, afeto e medo. Ledo engano quem crê que confiança e afeto estejam destituídos de violência psíquica. Ganhar a confiança da futura vítima e manifestar afeição e ternura são as formas mais eficaz, mais eficiente e mais comum de alcançar o objetivo do abusador: satisfação da sua libido [4].

Dos três estágios, a violência psíquica é aquela que mais afeta a saúde mental da criança e do adolescente vítima. Quanto menor a idade da criança abusada, maior a vulnerabilidade e maiores as suas sequelas psíquicas no futuro. O Conselho Nacional de Justiça tem trabalhado de forma pró-ativa na Implementação de Plano de Ação para a Primeira Infância, idade de 0 a 6 anos, com a associação de mais de 380 entidades públicas e particulares [5].

Violência física, geralmente é a menos danosa à vítima. Na violência física, as lesões de órgãos sexuais externos são produzidas ou são causadas por abusadores toscos ou por aqueles sob o efeito de substância de uso ilícito durante o assalto sexual.

Violência sexual é o último estágio a ser alcançado pelo abusador. Duas constatações importantes: [1] de um leve toque no corpo da vítima à penetração de um pênis na vagina ou no ânus é abuso; [2] a auto-revelação pela vítima de violência sexual (criança e adolescente) é fantasiosa em menos de 10% e verdadeira em mais de 90% dos casos de abuso e de exploração.

Diferente da modalidade abuso sexual contra crianças e adolescentes, na modalidade exploração sexual, pelo menos três atores estão envolvidos: o alicia-

dor, a vítima e o violentador. As formas mais comuns de exploração são:

1. Prostituição;
2. Tráfico de pessoas;
3. Pornografia;
4. Turismo sexual.

O componente econômico na modalidade exploração sexual de crianças e adolescentes é muito forte. Se assemelha a uma verdadeira indústria do entretenimento macabro, vil e infame.

O combate ao abuso e a violência sexual contra crianças e adolescentes no Brasil é vergonhosamente recente. No dia 18 de maio de 1973, Araceli, uma menina capixaba de 8 anos de idade foi sequestrada, drogada, estuprada e assassinada. Somente em 1991 (após 18 anos), foi proclamado o veredicto judicial: os três acusados foram absolvidos. Devido ao clamor generalizado e à indignação popular, e com o objetivo de dar maior visibilidade ao assunto; o dia 18 de maio é considerado e comemorado como o Dia Nacional de Combate ao Abuso e Exploração Sexual da Criança e do Adolescente, e maio é conhecido como o mês laranja.

4. CONCLUSÕES

Pedofilia não é doença mental, não é perturbação da saúde mental e não é crime. O artigo 26 do Código Penal não beneficia portadores do distúrbio da pedofilia acusados de crimes contra a liberdade sexual. Pedófilo é um número insignificante dentro do enorme quantitativo de violentadores da sexualidade de crianças e adolescentes. Pessoas (homens e mulheres) que quando crianças sofreram abuso sexual tem a propensão, quando adultos, ter tido mais de 10 parceiros sexuais, envolverem-se em sexo grupal, relatar identificação homossexual ou bissexual e afirmar ser uma pessoa infeliz. [3] pág. 354.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] CROCE, D. Manual de Medicina Legal. Saraivajur. 8ed. Rio de janeiro. 2012

[2] TJDTF. Doença mental ou desenvolvimento mental incompleto ou retardado. Retirado em 26/06/2024, de https://www.tjdft.jus.br

[3] DALGALARRONDO, P. Psicopatologia e semiologia dos transtornos mentais. 2.Ed. Porto Alegre. Artmed, 2008.

[4] PINHEIRO, CARLA. Manual de psicologia Jurídica. 5ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2019. Pág. 136.

[5] Conselho Nacional de Justiça. www.cnj.jus.br. Retirado em 15/07/2024.

[6] HERCULES, Hygino de Carvalho. Medicina Legal –Texto e Atlas – São Paulo: editora Atheneu, 2011.

[7] FRANÇA, GENIVAL Veloso de. Medicina Legal. 9ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

[8] JUSBRASIL. Vamos falar (corretamente) sobre pedofilia? Retirado em 28/06/2024. www.jusbrasil.com.br.

v. 14, n. 4, p. 627-629, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Técnicas utilizadas na Ciência Forense: uma revisão bibliográfica

J. Lima da Cruz[a, *], E.T. Sousa da Silva[b], D.O. Santos do Nascimento[c], L. Freitas Gonzaga[c], K.L. de Vasconcelos Silva[c]

[a] *Acadêmico do 7° Período do Curso de Farmácia na Faculdade Pitágoras Campus Bacabal (MA), Brasil.*
[b] *Acadêmico do 9° Período do Curso de Farmácia na Faculdade Pitágoras Campus Bacabal (MA), Brasil.*
[c] *Docente do Curso de Farmácia na Faculdade Pitágoras Campus Bacabal (MA), Brasil*

**Endereço de e-mail para correspondência: joalissonlima872@gmail.com. Tel.: +55-98-99151-4522.*

Keywords: Ciência Forense, Infravermelho, Espectrometria, Maldi, PCR.

1. INTRODUÇÃO

A ciência forense utiliza princípios e métodos científicos para auxiliar na investigação de crimes e na resolução de problemas jurídicos, tornando-a um campo diversificado. Inclui uma variedade de técnicas, como coleta e análise de evidências físicas, aplicação de conhecimentos de biologia, química, física e engenharia, e coleta e análise de evidências digitais.

Segundo Sallit (2018), a ciência forense consiste em um estudo científico conhecimento que engloba diversas áreas interdisciplinares assim como nas áreas de ciências humanas, biológicas ou exatas. A nível nacional, os métodos são limitados pela União e pelas Polícias, conhecimento científico dos estados, tratado apenas por especialistas e perito forense.

No intrigante universo da ciência forense, técnicas analíticas avançadas são essenciais para resolver crimes e alcançar a justiça. Dentro dessas técnicas, a espectrofotometria, o *Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization* (Dessoração/Ionização a Laser Assistida por Matriz) e o *Polymerase chain reaction* (reação em cadeia da polimerase) desempenham funções importantes na análise e solução de casos complicados.

2. AVANÇOS EM TECNICAS FORENSE

O crescimento e desenvolvimento de técnicas utilizadas para auxiliar o trabalho de peritos da área criminalista está associado não só a tecnologia, mas também envolve o trabalho de profissionais capacitados em diversas áreas e aptos ao uso de ciência forense e toda a sua especificidade, sendo a química uma das norteadoras, onde tanto a química orgânica como a inorgânica possuem técnicas usadas e reconhecidas. A Química Forense permite a produção de provas materiais através da identificação criminal (regulamentada pela Lei n° 12.654/2012) as quais possibilitam a consolidação da justiça criminal (Santos, 2021).

De acordo com Aiello por Ferreira (2016), juntamente com as diversas técnicas e equipamentos de alta tecnologia que os peritos possuem, esse profissional precisa dominar vários conceitos teóricos como, por exemplo, em casos de intoxicação e envenenamento criminal ou não, ele precisa ter conhecimento sobre toxicologia - área que estuda toda e qualquer substância que possa apresentar algum risco a saúde, seus sintomas, quantidade no organismo, etc.

A grande maior parte dos avanços em análise forense se baseia em inovação metodológica com diferentes marcadores a fim de aumentar a viabilidade e amplitude da identificação e, muitas vezes, na ânsia de diminuir custos. Pois, para um diagnóstico ser considerado conclusivo após a detecção de uma possível exclusão ou mutação é necessária a utilização de mais marcadores para alcançar um ín-

J. Lima da Cruz *et al.*, Rev. Bras. Crim. 14(4), 627-629, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

dice de semelhanças acumuladas para liberação ou confirmação dos resultados. (Roewer por Decanina, 2016).

3. ESPECTROMETRIA

Sendo um dos métodos mais utilizados, tanto na química orgânica como inorgânica, sendo eles, Espectrometria de Massas com Ionização por Eletrospray (ESI-MS), Ionização e dessorção a laser assistida por matriz (MALDI), Espectroscopia de Raman e Espectrometria de massas com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS). Onde podem ser usadas na documentoscopia e identificação toxicológica, sendo assim, se tornam ferramentas essenciais para a comprovação de crimes.

A fim de avaliar a autenticidade dos documentos os especialistas criminais (Peritos) fazem-se uso da Documentoscopia Forense, logo 50% dos periódicos realçaram a espectrofotometria como o principal método para verificação da legitimidade da documentação (Santos, 2021).

Os especialistas criminais utilizam o estudo de toxicologia para gerar provas materiais que posteriormente serão utilizadas para elucidação do crime. Nesse sentido, evidencia a capacidade do estudo em identificar e rastrear as drogas de abuso de caráter lícitas (álcool, anfetaminas, remédios, etc.) e ilícitas (maconha, cocaína, crake, ecstasy, dentre outros mais) (Oga; Camargo; Batistuzzo por Santos, 2021).

A espectrofotometria é capaz de determinar a absorção da radiação infravermelha que vai depender do aumento direto da energia de vibração em uma variação do momento bipolar da molécula que compõe a substância analisada (Cunha por Ferreira, 2016)

Toda a radiação utilizada é útil para uma análise extensa de composição química e quantidade de determinadas substancias. Além disso o infravermelho pode identificar diversos compostos como explosivos, combustíveis, produtos tóxicos e etc. Os aparelhos baseados nesta técnica utilizam diversos tipos de cristais, o infravermelho então identifica a radiação subsequente através da vibração das moléculas ao qual se expõem e assim pode afirmar com precisão que tipo de material se trata (Machado por Ferreira, 2016).

3.1. Ionização e dessorção a laser assistida por matriz (MALDI)

Sendo uma das técnicas em destaque devido o seu importante papel como ferramenta analítica. Conforme Cunha por Ferreira (2016), esta técnica permite a análise de biomoléculas como o DNA, polímeros, macromoléculas, etc. A vantagem de seu uso é que evita que as substâncias analisadas se fragilizem quando são ionizadas por metodologias convencionais.

4. REAÇÃO EM CADEIA DA POLIMERASE (PCR)

Provas físicas podem, de forma independente e objetiva, estabelecer o nexo causal de um suspeito/vítima à cena de um crime, contestar um álibi, ou direcionar para outra linha de investigação. No entanto, as fases iniciais da perícia, bem como a análise do local e adequada coleta dos vestígios pode ser fundamental para a resolução bem-sucedida de investigações criminais (Lee por Decanina, 2016)

Desde que se iniciou o uso das ciências modernas para a solução de casos criminais, o DNA desempenha um importante papel. Por muito tempo as proteínas sanguíneas foram as mais utilizadas na identificação humana, talvez pelo fato de ser possível encontrá-las tanto no sangue propriamente dito como em outros fluídos corporais, como o sêmen. No entanto, estas proteínas são produtos de expressão gênica, e, muito embora sejam sistemas polimórficos e possua herança mendeliana polialélica, sua variabilidade é limitada. (Benecke por Decanina,2016).

Assim, durante décadas seu uso se baseou na exclusão de pessoas e não na identificação propriamente dita. Com o avanço da ciência e tecnologia, em meados dos anos 80, o foco passou a ser não o produto de transcrição gênica, e sim a estrutura do próprio DNA (Benecke por Decanina,2016).

CONCLUSÃO

O desenvolvimento da tecnologia nas diversas áreas é visível, e o setor criminalista não poderia ficar de fora, mas todo o crescimento em relação a técnicas e aparelhos tecnológicos, não seria de grande serventia sem profissionais capacitados e preparados, não só em teórica como na pratica.

A ciência forense usa técnicas analíticas como, espectrometria, MALDI e PCR para transformar o conhecimento científico em ferramentas poderosas na resolução de crimes, na busca pela verdade e na promoção da justiça. Por meio da minuciosa análise de provas, essas técnicas ajudam a criar um mundo mais seguro e justo para todos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Sallit, M. Pericia Criminal: Entenda O Caminho Para Ser Um Investigador Forense (2018)

[2] Ferreira, Ag. Química Forense E Técnicas Utilizadas Em Resoluções De Crimes. *Acta De Ciências E Saúde* , 2 (1), 1–13. (2016).

[3] Decanina, D.. O Papel De Marcadores Moleculares Na Genética Forense. *Revista Brasileira De Criminalístic*a , 5 (2), 18–27. (2016).

[4] Araújo Filho, VS. GENÉTICA FORENSE. Em *Enfermagem Forense no Brasil: competências e áreas de atuação* (pp. 272–283). Editora Criativa. (2022)

[5] Andrade, Sinéa Mendes de. *Análise de innterferon humano recombinante presente em formulações farmacêuticas por espectrometria de massa*. Diss. (2010).

[6] Santos, Caio Delano Couto et al. *Química Forense: a Ciência e sua Importância para a Sociedade*. Revista de Ciências Exatas e Tecnologia, v. 16, n. 16, p. 16-23, 2021.

v. 14, n. 4, p. 630-635, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Reprodução Simulada Virtual de feminicídio e prevenção da vitimização secundária: estudo de caso da Polícia Científica de Goiás

E.F. Ribeiro[a,*], E. Luiz Neto[b], T.H.C. Silva[c]

[a] *5ª Coordenação Regional de Polícia Técnico-Científica de Rio Verde, Superintendência da Polícia Técnico Científica, Goiás (GO), Brasil*
[b] *Coordenadoria de Comunicação e Cerimonial, Superintendência da Polícia Técnico Científica, Goiás (GO), Brasil*
[c] *4ª Coordenação Regional da Polícia Técnico Científica - Posto de atendimento de Caldas Novas, Superintendência da Polícia Técnico Científica, Goiás (GO), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: emmelineperita@gmail.com . Tel.: +55-64-99260-8192.*

Keywords: Perícia Criminal; Violência de gênero; Violência Doméstica; Modelagem 3D.

1. ELEMENTOS INTRODUTÓRIOS

Dentre os questionamentos do Heptâmetro de Quintiliano, "como ocorreu o crime" é uma das perguntas que direcionam o esclarecimento de um fato. A depender do crime investigado, como em caso de homicídios tentados ou consumados, a autoridade policial pode determinar a realização da reprodução simulada, que funciona como meio de prova voltada ao esclarecimento da dinâmica do fato delituoso, auxiliando na formação do convencimento do juiz ou dos jurados [1].

Apesar da relevância desse meio de prova complementar, existem limitações técnicas práticas à sua execução. Por vezes, autores e vítimas não são localizados ou não querem participar da reprodução simulada. Destaca-se, também, a possibilidade de vitimização secundária, também chamada de revitimização [2], no momento de execução desse exame, em que o ambiente e a entrevista a fazem recordar das situações traumáticas. Assim, a metodologia pericial convencional pode propiciar sofrimento e prejuízos psicológicos relevantes às vítimas.

Nesse contexto, o impacto negativo do sistema de justiça criminal deve ser trabalhado no intuito de mitigar o sofrimento dos envolvidos. A Polícia Científica tem o dever social de reduzir esses danos psicológicos na medida do possível, e o emprego das ferramentas computacionais emerge como importante estratégia pericial.

Entretanto, poucos são os registros de procedimentos sistematizados para a utilização desta tecnologia em Criminalística no âmbito da Reprodução Simulada Virtual (RSV). Foram registrados casos de aplicação no Instituto Geral de Perícias do Rio Grande do Sul (IGP- RS), mas há poucos relatos de sua utilização nas demais polícias científicas estaduais brasileiras [3]. É necessário que estudos sejam realizados para que a modelagem 3D seja inserida na prática da Reprodução Simulada dos Fatos, atendendo a parâmetros de isenção e confiabilidade.

Para discutir essas questões, o caminho escolhido, em abordagem qualitativa, foi a realização de revisão de literatura, por meio de pesquisas bibliográficas e documentais, seguida de estudo de caso [4], selecionado por ser único na realidade da perícia goiana. O caso ainda é emblemático porque envolve possível violência de gênero, que em 2022 culminou na morte de 4.670 mulheres [5].

Assim, este relato de caso de RSV de local de tentativa de feminicídio realizada pela Polícia Científica de Goiás almeja ser meio para apresentar reflexões e implicações práticas sobre a utilização da modelagem 3D na recriação de cenários e versões, dispensando a participação ativa da vítima, no local dos fatos.

E.F. Ribeiro *et al*., Rev. Bras. Crim. 14(4), 630-635, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

2. PRESSUPOSTOS FÁTICOS

A RSV analisada envolve perícia criminal de local de tentativa de feminicídio, realizada pela 5ª Coordenação Regional de Polícia Técnico Científica de Rio Verde, Goiás. O crime objeto de estudo teria ocorrido em 2021, na residência em que a vítima, aqui chamada de Maria, morava com seu filho Ivan e o amigo João (pseudônimos utilizados para preservar as vítimas).

De acordo com histórico da ocorrência policial, o suposto autor era o companheiro da vítima. Ele teria chegado de viagem embriagado e durante a madrugada teria brigado com a vítima, dando início às agressões físicas e psicológicas. O amigo da vítima, João, teria acordado com o barulho e ido até a sala entender o que estava acontecendo, momento em que teria sido lesionado no abdômen por uma facada desferida pelo autor.

O filho de Maria teria acordado na sequência e visualizado João com as mãos no abdômen. Ele teria visto o autor correr atrás de Maria com uma faca. Relata que, na tentativa de auxiliar a mãe, foi lesionado na orelha. As três vítimas declaram que Maria teria conseguido fugir do autor pulando a janela para a residência vizinha. Ato contínuo, o autor teria se evadido do local tomado rumo ignorado.

O Ministério Público e a Delegacia Especializada no Atendimento à Mulher requisitaram reprodução simulada com o objetivo de verificar a possibilidade de a infração penal ter ocorrido de determinado modo. Entretanto, a delegacia afeta informou à perita criminal que as vítimas não residiam mais no local. Ademais, a vítima Maria não desejava participar de uma reprodução simulada por questões traumáticas. Ela ainda informou que não autorizaria a participação de seu filho e que não tinha mais contato com o amigo João. Outro fator limitador à Reprodução Simulada é que o suposto autor não havia sido localizado, não existindo viabilidade técnica da realização *in loco* da reprodução simulada requisitada.

Diante da impossibilidade de realização da reprodução simulada *in loco*, a perita criminal procedeu à visita técnica na residência onde o fato teria ocorrido para coleta de imagens e medidas de local, visando realizar uma RSV.

3. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

3.1. Vitimização secundária e interseccionalidades de gênero

A vitimização secundária pode ser compreendida como aquela praticada pelas instâncias formais que detêm o controle sobre o âmbito social. Dessa forma, traduz-se na nova ofensa sofrida pela vítima de crime, porém o ofensor passa a ser o Estado e seus agentes [2].

Antagonicamente, ao buscar ajuda junto aos responsáveis por vedar todo e qualquer tipo de violência, desde o evento inicial (o crime), a vítima acaba sofrendo novos danos psíquicos, físicos, sociais e econômicos, em razão da ação ou até mesmo da omissão do sistema repressivo estatal. Exemplo disso é o mau atendimento que a vítima eventualmente recebe em delegacias de polícia, institutos médico-legais, fóruns e varas criminais [2].

Ademais, a revitimização tem ainda o condão de agravar as consequências da vitimização primária (a praticada pelo autor do crime), graças à atuação do sistema de justiça penal com enfoque no delinquente e à investigação, geralmente, sem orientação da vitimologia [6].

Quando se trata de violência doméstica contra a mulher, mais grave ainda se torna a vitimização secundária. Uma mulher que sofreu agressão no âmbito familiar ou de convivência, geralmente está com fragilidade emocional e mental, sendo comum que não procurem, por vergonha ou medo, os agentes públicos competentes para investigar e responsabilizar o algoz. Ainda, quando procuram, há relatos de descrédito e exposição da vítima à situação constrangedora ou mesmo ao contato direto com seu agressor [2, 5, 6].

A Lei nº 11.340 de 2006 (Lei Maria da Penha), prevê detalhadamente o protocolo de atendimento especializado a ser cumprido pela autoridade policial, o que evitaria uma nova vitimização dessas mulheres. O código de Processo Penal também prevê o direito da mulher em situação de violência doméstica ao atendimento policial e pericial especializado, prestado por servidoras, preferencialmente do sexo feminino, previamente capacitadas. Ademais, a inquirição da mulher deve evitar sucessivas inquirições sobre o mesmo fato nos âmbitos criminal, cível e administrativo [7].

Nota-se que o atendimento às disposições legais pode esbarrar na necessidade de realização de reprodução simulada dos fatos para esclarecimento da dinâmica dos fatos. Durante a entrevista, *práxis* pericial em reproduções simuladas, a vítima pode ser inquirida a falar sua versão dos fatos mais de uma vez, bem como ser questionada sobre detalhes do fato no intuito de verificar sua coerência lógica. Dessa forma, para além do treinamento continuado das equipes, discute-se se a disponibilização de ferramentas tecnológicas pode mitigar o sofrimento das vítimas e até mesmo das testemunhas do fato.

3.2. Vantagens e desafios da Reprodução simulada virtual

A reprodução simulada é um exame de corpo de delito, facultativo, complementar, também conside-

rado como misto, já que se baseia nas informações prestadas pelas pessoas envolvidas no fato delituoso confrontados com elementos técnicos resultantes do evento comparados quando da realização da prática da reprodução simulada [8].

Como destacado no Código de Processo Penal, a requisição é faculdade da autoridade policial, para elucidação da dinâmica dos fatos [9] e não implica no restabelecimento do ocorrido, mas sim, em uma imitação de condições [8].

No âmbito da reprodução simulada, há a prerrogativa de não contrariar a moral e a ordem pública. A persecução penal de crimes sexuais, por exemplo, deve ser conduzida pelos órgãos de segurança pública tendo o princípio de moralidade em mente, sendo recomendado reproduzir a dinâmica de outros momentos relacionados ao fato [10].

No que tange à ordem pública, sua violação interrompe a coexistência harmoniosa da sociedade. Como no conceito de moralidade, existem padrões racionais para a realização das perícias [10]. Na reprodução simulada envolvendo crimes de grande comoção popular, o risco de agressão física ao suposto autor da infração durante a encenação deve ser avaliado; e dependendo dessa análise pode ser realizada de forma virtual.

Quanto à metodologia aplicada à reprodução simulada, Martins [11] aponta a falta de padronização e apresenta proposta de aprimoramento metodológico: planejamento, execução e a elaboração do laudo pericial. Denardin [3], por sua vez, afirma ser inegáveis as vantagens da RSV, em contrapartida, consideram possíveis dificuldades de acesso às ferramentas tecnológicas necessárias.

Nos casos de feminicídios tentados, vislumbra-se inúmeras dificuldades na execução da reprodução *in loco*, inclusive, a revitimização. Assim, a RSV dos fatos surge como ferramenta pericial estratégica.

Conforme Noond [12], a RSV apresenta cenários reais de maneira virtual, baseada em fundamentos científicos, podendo representar a percepção de uma testemunha sobre o que pode ter ocorrido em um determinado momento e local. Pode, ainda, explorar e ilustrar dúvidas e expor as incoerências e discrepâncias nos resultados de provas e depoimento de testemunhas, possibilitando que o espectador assimile e correlacione depoimentos, laudos periciais e demais dados de um procedimento forense.

A aplicação das ferramentas computacionais de produção de imagens e simulações virtuais, bem como as de desenho assistido por computador (*Computer Aided Design* – CAD), podem ser aproveitadas na produção de provas técnicas pela Criminalística [3].

Segundo Liscio [13], a tecnologia é aplicada para explorar e ilustrar cenários e perguntas, testes de hipóteses concorrentes e, possivelmente, expor inconsistências e discrepâncias de evidências apresentadas. Através de computação gráfica, é possível recriar ambientes e dinâmicas, bem como permitir que autoridades e jurados interajam com o objeto de estudo, passeando virtualmente pela cena do crime sem a restrição de ângulos de visão previamente definidos.

No Brasil, alguns casos de repercussão nacional, carregados de comoção popular, trouxeram a público laudos nos quais a aplicação da computação gráfica resultou em imagens demonstrativas de suas conclusões. Exemplo disso foi o caso Isabela Nardoni, em que o Instituto de Criminalística de São Paulo contratou empresa especializada para representação gráfica que ilustrasse os detalhes da dinâmica do crime [14].

Na última década, a perícia criminal passou a empregar cada vez mais recursos computacionais nos laudos, visando trazer maior clareza e robustez aos exames periciais [3].

A RSV apresenta cenários reais de maneira virtual, baseada em fundamentos científicos, podendo representar a percepção de uma testemunha sobre o que pode ter ocorrido em um determinado momento e local. Pode, ainda, explorar e ilustrar dúvidas e expor incoerências e discrepâncias nos resultados de provas e depoimento de testemunhas, possibilitado que o leitor assimile e correlacione depoimentos, laudos periciais e demais informações em conjunto [3].

A representação virtual do caso pode auxiliar os exames de reprodução simulada ou, ainda, servir como alternativa aos métodos tradicionais, evitando o sofrimento do retorno dos envolvidos ao local dos fatos.

Os cenários virtuais também podem ser empregados para recriar locais que já sofreram modificações que impossibilitam a reprodução simulada *in loco*. Ademais, serve aos casos em que o CPP restringe a execução do exame por entender que este poderia contrariar a moralidade e a ordem pública.

4. DISCUTINDO OS ASPECTOS *TÉCNICOS E* JURÍDICOS DO CASO EM ANÁLISE

A prova técnica deve ser amparada por método científico, para que parâmetros como isenção e confiabilidade estejam assegurados. Conforme Reis [15], tanto em um trabalho científico como em um levantamento pericial, é necessário planejamento, com etapas definidas e sistematizadas, de tal forma que uma desencadeie a outra.

Na RSV, objeto do presente estudo, a etapa de planejamento foi devidamente realizada mediante análise prévia de todos os documentos constantes no Inquérito Policial e no Processo Criminal. A perita criminal analisou detidamente o Registro de Atendimento Integrado (RAI), os Termos de Declarações, bem como os laudos de lesões corporais. Também foram analisados os documentos provenientes do Juízo e do Ministério Público, no intuito de compreender quais as dúvidas a serem dirimidas pela reprodução simulada.

Foi verificado que não houve perícia no local dos fatos e não havia imagens ilustrativas da residência no RAI ou no Processo. Diante disso, a perita solicitou os recursos técnicos necessários para realização da reprodução, o que incluía visita técnica preliminar ao endereço para coleta de imagens e confecção de croquis. Cabe ressaltar que a vítima não residia mais no endereço em que os fatos ocorreram. Assim, a delegacia de polícia fez a oitiva e pediu autorização dos atuais moradores da residência para subsidiar os exames periciais necessários.

Na fase de planejamento, a *expert* também produziu um resumo dos pontos-chaves, tanto das oitivas quanto dos laudos, de modo a ter fácil acesso às informações mais importantes em momento posterior.

Durante a visita técnica (fase de execução), os peritos criminais verificaram que o imóvel não havia sofrido alterações estruturais e que a janela da cozinha, por onde a vítima teria conseguido fugir, permitia passagem direta ao imóvel residencial vizinho, sendo desprovida de grades de proteção. Conforme esquematizado no laudo, a janela tinha altura de apenas 1 metro do solo, apresentava largura aproximada de 0,525 metros e ainda havia pia imediata facilitando passagem de pessoas adultas por àquela janela. Tal vestígio era coerente com as declarações das testemunhas de que a vítima havia evadido por ali.

Considerando a versão dos fatos já declaradas na Delegacia e acostadas aos Autos, a reprodução simulada foi realizada na modalidade virtual, utilizando recursos de modelagem 3D. Os softwares empregados foram o Sweet Home 3D versão 6.3 e o Daz Studio 3D versão 4.22.

Não foram constatadas divergências, tampouco inconsistências lógicas entre os termos de declarações, tampouco entre estes e os vestígios (lesões corporais, disposição dos cômodos e da janela da cozinha em relação ao lote residencial vizinho).

Segundo relato das vítimas, o autor teria brigado com Maria, vindo a agredi-la. João tentou defendê-la, vindo a ser ferido pelo autor no abdome.

Em seguida, houve embate físico entre Maria e o autor. Ela impediu os golpes ao segurar o braço do autor e empurrá-lo. Após se desvencilhar, ela corre, e foge por uma janela. Consta que Maria tinha estatura aproximada de 1,63m com porte físico mediano, enquanto o autor media aproximadamente 1,55m, assim como a vítima João. De modo que Maria tinha porte físico superior, sendo plausível que tenha conseguido se desvencilhar e fugir.

Com base na RSV, a versão da dinâmica dos fatos apresentada é plausível – verossímil – não contraria os princípios da lógica, da física e os princípios da criminalística e medicina legal. Apesar de não ter sido viável a realização in loco da reprodução simulada com as entrevistas dos envolvidos, a representação gráfica da versão trouxe mais clareza ao entendimento da dinâmica alegada do fato (Fig. 1-3).

Figuras 1-3. Esquemas 3D da dinâmica parcial dos fatos conforme versão das vítimas (confeccionado no software Daz Studio 3D versão 6.3)

Figura 4. QRcode. Animação forense da dinâmica parcial dos fatos descritos no Inquérito Policial (software Daz Studio 3D versão 6.3).

As posições relativas apresentadas, entre vítima e agressor, nas imagens de modelagem tridimensional disponível no QRcode acima (Fig. 4), apesar de serem corroboradas por todos os termos de declarações e laudos médico-legais, não são absolutamente exatas, de maneira que podem ter se dado de forma ligeiramente diferente, a depender da tendência do agressor a empunhar o instrumento em um sentido ou outro, além das diversas possibilidades distintas de postura corporal e flexão de braços e pernas no momento das agressões.

Embora a animação forense represente um importante recurso para a Criminalística, é preciso definir sob quais condições ela será aplicável, pois, a produção da prova técnica deve ser amparada pelo método científico [3].

Em virtude do crescente aumento da utilização da animação forense no Brasil, torna-se de extrema relevância a discussão acerca de sua admissibilidade como meio de prova nos tribunais, de forma a evitar abusos e distorções que podem conduzir a erros de interpretação[14]. Como ainda não existe legislação específica no Brasil, podemos analisar a problemática com base na legislação norte-americana, onde a animação forense é bastante empregada.

Considerando a animação forense como um meio de prova, esta deverá observar as garantias constitucionais e legais aplicáveis à espécie, a fim de resguardar garantias mínimas às partes envolvidas no caso, bem como evitar eventuais impugnações ou rejeições no que tange à sua admissibilidade no tribunal [16].

Estudo realizado por Cover [17] apresenta quatro pesquisas relacionadas ao emprego da reconstrução gráfica de provas periciais. Uma dessas pesquisas avaliou o impacto da tecnologia sobre os jurados, a credibilidade e a aceitação da animação forense na corte norte-americana. Após ilustrar os casos, o estudo apresentou um projeto piloto de realidade virtual para facilitar o estudo da cena do crime pelo perito criminal. A reconstrução permitiu estudo de um conjunto de dados da perícia criminal, oferecendo sensação de interação, imersão e manipulação direta dos objetos da cena referente a um delito ocorrido.

Na Justiça norte-americana, foram formuladas recomendações para admissão da animação forense: comprovação da autenticidade da animação por meio de testemunho do perito e da pessoa familiarizada com o processo de animação; ter relevância da animação para comprovação da possibilidade ou impossibilidade da dinâmica dos fatos; precisão da animação em representar de forma justa e rigorosa o cenário, coerente com as demais provas apresentadas; ter valor probatório, visto que destina-se exclusivamente a demonstrar aspectos técnicos de determinado evento no intuito de esclarecer o júri, não devendo confundi-lo com elementos apelativos [3].

Nesse sentido, devem ser evitados representações de eventos potencialmente carregados de emoção, tais como fundo sonoro, expressões faciais ou outros recursos que remetem aos aspectos emocionais do evento a ser demonstrado. Ademais, recomenda-se que os jurados devem ser avisados de que a animação representa apenas uma recriação do perito sobre a versão do evento, e não deve, de forma alguma, ser considerada como a verdade absoluta e, como todas as provas, pode ser acolhida ou rejeitada, no todo ou em parte [3].

4. CONCLUSÕES

Da análise do caso estudado, infere-se que a RSV pode ser empregada pelas Polícias Científicas como forma de prevenir a vitimização secundária relacionada aos crimes de tentativa de feminicídio, além de viabilizar uma compreensão mais global e apurada do objeto investigado.

Em virtude do crescente aumento da utilização da animação forense no Brasil, torna-se de extrema relevância a discussão acerca de sua admissibilidade como meio de prova nos tribunais, de forma a evitar a inserção de vieses, abusos e distorções que podem conduzir a erros de interpretação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] R.B. Lima. *Código de Processo Penal comentado*, 6ª ed. Juspodivm, Salvador. p.1952 (2021).

[2] B.G. Paulo; A.C.L. Roque. Vitimização secundária de mulheres em delegacias de polícia: localizando

as possíveis causas. *R. Jur. Luso-Brasileira* **1**: 361-400 (2019).

[3] A. Denardin. Proposta de procedimento para realização de reprodução simulada virtual dos fatos (RSF 3D). *Dissertação de Mestrado*, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2013).

[4] M. D. A. Marconi; E. M. Lakatos. *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisa; amostragens e técnicas de pesquisa; elaboração, análise e interpretação de dados.* Atlas, São Paulo, p. 277-277 (2012).

[5] D. Cerqueira; S. Bueno (coord.). *Atlas da violência 2024*. Brasília: Ipea; FBSP (2024).

[6] A.H.G. Suxberger; M.L. Cançado. Políticas Públicas de proteção à vítima: uma proposta de arranjo institucional de segurança pública. *R. Opin. Jur*. **15** (20): 31-58 (2017).

[7] Brasil. Lei nº 11.340, de 07 de agosto de 2006. Lei Maria da Penha. Retirado em 07/06/2024, de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11340.htm

[8] J.A. Velho; K.A. Costa; C.T.M. Damasceno. *Locais de crime: dos vestígios à dinâmica criminosa*, 2ª ed. Millennium, Campinas, SP. p.457 (2023).

[9] Brasil. Decreto-Lei nº 3.689, de 03 de outubro de 1941. *Código de Processo Penal*. Retirado em 05/06/2024, de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3689.htm

[10] J.L. Zarzuela. Reconstituição: aspectos técnicos e jurídicos. *R. Faculd. Dir.*, Universidade de São Paulo **86**: 177-189 (1991).

[11] H.L. Martins; G.H.B. Miranda. Reprodução simulada em crimes contra a vida: proposta de aprimoramento metodológico a partir de estudo de casos. *R. Bras. Crim* **12**: 198-203 (2023).

[12] J. Noond. Visualising the scene: computer graphics and evidence presentation. *Science and Justice*, **42**: 89-95 (2002).

[13] E. Liscio. The lesser-known benefits of forensic Animation. *American Society of trial consultans*, September (2009).

[14] S. Moretzsohn. O crime que chocou o Brasil: mídia, justiça e opinião pública na primeira fase do caso Isabella Nardoni. *Discursos sediciosos*. Rio de Janeiro, **17-18** (509-520), 2010.

[15] A.B. Reis. *Metodologia científica em Perícia Criminal*, 3ª ed. Millennium Editora, Campinas, SP. 256p (2016).

[16] C.S. Almeida; C.O. Freitas. A admissibilidade da animação forense como meio de prova no Poder Judiciário, *R. B. Cienc. Crim* **17**: 136-162 (2009).

[17] A. Cover et al. Methodology of Communication between a Criminal Database and a Virtual Reality Environment for Forensic Study. *19th Symposium on Virtual and Augmented Reality*. 215-222 (2017). DOI 10.1109/SVR.2017.35.

J.P. Campos, Rev. Bras. Crim. 14(4), 636-641, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 636-641, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA
Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Além das vítimas: necessidade de inclusão das servidoras da Polícia Técnico-Científica nas políticas de gênero

J.P. Campos[a,b*]

[a] *1ª CRPTC, Superintendência de Polícia Técnico-Científica de Goiás, Aparecida de Goiânia (GO), Brasil*
[b] *Universidade Federal de Goiás, Goiânia (GO), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: joarapc@gmail.com. Tel.: +55-62-98238-9283.*

Keywords: Saúde Mental; Perícia Criminal; Ansiedade; Depressão; Burnout.

1. INTRODUÇÃO

Pesquisa realizada com mais de 40 mil policiais do Reino Unido mostrou que as taxas de ansiedade e depressão dobraram em policiais expostos a incidentes traumáticos nos últimos seis meses da pesquisa e o transtorno de estresse pós-traumático aumentou seis vezes em comparação com aqueles sem exposição recente a traumas [1].

O Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5) dá exemplo dos socorristas que recolhem restos de corpos humanos e policiais que são expostos repetidamente a detalhes do abuso infantil, podendo a exposição desses profissionais ocorrer por meio de mídia eletrônica ou fotografias [2]. Essas são situações comumente experimentadas pelos servidores da Polícia Técnico-Científica, os quais são responsáveis pela análise detalhada da cena do crime, recolhimento de cadáveres, análise das vítimas e de objetos diretamente atrelados à infração criminosa, como mídias eletrônicas e armamento.

A ansiedade no ambiente policial pode estar associada à sua percepção de risco de contágio de doenças infecciosas e à sua exposição a estes patógenos [3], e aumentar em casos de exposição ao sangue e fluídos corporais pelo medo de adquirir uma doença viral transmitida pelo sangue [4], o que deve ser considerado especialmente relevante quando se trata da atividade pericial.

Os transtornos depressivos são classificados como o maior contribuinte individual para a perda de saúde não fatal [5]. Estudo realizado com policiais de Taiwan apontou uma taxa de 21,6% de possíveis casos de depressão na corporação, sendo que homens exibiram uma taxa maior do que as mulheres [6], o que também foi encontrado em outro estudo com policiais da Noruega [7].

O estudo conduzido em Taiwan encontrou que problemas familiares e estresse no trabalho relacionados à realização, pressão dos colegas sobre o desempenho e cargas de trabalho pesadas foram fatores preditivos para a depressão, sendo os preditores mais fortes os problemas familiares, incluindo o pouco tempo com a família, problemas no casamento e na criação dos filhos, que podem estar relacionados ao horário de trabalho em turnos, que compromete o tempo familiar [6].

A diferença entre as taxas encontradas entre os sexos é explicada por [6] pela diferença de tarefas desempenhadas pelas policiais femininas, que atuavam em serviços administrativos, sendo menos propensas a enfrentarem situações perigosas ou estressante e a atuar em turnos e plantões noturnos. Outro ponto colocado foi a questão cultural em que os homens costumam ser os únicos provedores de renda de suas famílias na população estudada e, por isso, experimentam estressores econômicos além dos estressores relacionados ao trabalho [6].

Todavia, esta não é a realidade brasileira, pois a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios mostrou que 51% dos domicílios brasileiros são chefiados por mulheres [8], sendo que houve um aumento significativo de mulheres chefiando famílias compostas por casais, além do modelo monoparental, com cres-

J.P. Campos, Rev. Bras. Crim. 14(4), 636-641, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

cimento de 2,8% das famílias chefiadas por mulheres em 1995 para 34,3% em 2015 [9].

Apesar da inclusão no mercado de trabalho e participação na renda da família, mulheres não deixaram seus papéis domésticos e eles ainda não são divididos igualmente entre os membros da família, independente do sexo. Mulheres dedicam quase o dobro de horas aos afazeres domésticos comparado aos homens, e apresentam a maior taxa na realização desta tarefa e na atividade de auxílio nos cuidados pessoais de outras pessoas (como filhos e parentes) [10].

Dados brasileiros de 2019 demonstram que a realização de afazeres domésticos pelos homens só se equipara às mulheres quando eles vivem sozinhos, não sendo encontradas diferenças entre as mulheres que vivem sozinhas ou em coabitação [10], mostrando que apenas os homens são favorecidos pela coabitação quando se trata de trabalho doméstico. O nível de instrução também é mais determinante para os homens do que para as mulheres, apontando que, quanto maior o nível de instrução, maior a participação nos afazeres domésticos [10].

Além das questões sobre trabalho doméstico, há as questões relacionadas ao tipo de trabalho desempenhado pelas mulheres nas organizações. Em um trabalho realizado com bombeiros, apesar de ter sido constatado entre os participantes a percepção de que existe uma relativa igualdade entre os gêneros, houve o apontamento da limitação da força física das mulheres e alguns homens defenderam que as mulheres deveriam ser limitadas a algumas funções, pois a inserção da mulher na atividade operacional acaba sobrecarregando os homens e atrapalhando a produtividade no trabalho [11].

As bombeiras apontaram preconceito por parte de seus pares, elas sentem a necessidade de provar que são capazes, sentem-se desvalorizadas, acham que os homens se julgam superiores e que não possuem o mesmo poder de autoridade [11]. Isto impacta diretamente no desempenho do trabalho destas mulheres que alegam que são impedidas de tomarem posições de lideranças e de realizarem algumas tarefas ora por uma atitude de "cortesia" dos colegas do sexo masculino, ora por desconfiança no desempenho de seu trabalho [11]. Mais do que o impacto relatado no trabalho, as bombeiras apresentaram quadro de estresse e depressão quase três vezes maior do que os homens e piores dados sobre a saúde geral [11].

Esta estereotipização das habilidades femininas existe desde a inserção da mulher na polícia. O Projeto de Lei do Senado n° 33 de 1951, de autoria do Senador Mozart Lago, tinha o objetivo de criar o Departamento Feminino na Polícia Civil do Distrito Federal [12], sendo que o principal objetivo da criação da polícia feminina era a vigia de menores e mulheres apreendidas nas prisões e não o policiamento da cidade e a resolução de crimes [13].

A inserção de mulheres na perícia criminal, ainda que ocorrida após 15 anos de a mulher ocupar cargos na polícia brasileira, também veio acompanhada do mesmo discurso sexista. Em reportagem à revista Manchete, o diretor do Instituto de Criminalística do Rio de Janeiro da época, José Carvalhedo, externou sua opinião que as peritas mulheres não deveriam atuar em locais de homicídio para evitar constrangimentos e que havia outros locais mais adequados para a atuação de mulheres, como em perícias de merceologia e papiloscopia [14]. Contradizendo sua própria fala, ele cita a perita inglesa Margaret Pereira, a qual era mundialmente reconhecida pelo seu trabalho de análise de sangue, tendo trabalhado em diversos casos complexos e testemunhado em tribunais em casos considerados "sórdidos e repugnantes" [15].

Atualmente, diferentemente de algumas polícias e bombeiros militares que possuem a participação de mulheres em seus quadros limitada a 10%, a Polícia Técnico-Científica não possui restrições quanto ao ingresso na carreira devido ao sexo, porém algumas atividades periciais ainda são vistas com caráter masculino, podendo ser limitante a colocação profissional de mulheres nestas atividades, como balística, perícias de engenharia, informática e identificação veicular.

Este tipo de distinção de atividades entre o masculino e feminino não ocorre apenas de forma informal dentro das instituições, há também leis que regem atendimentos que devem ser feitos prioritariamente por mulheres policiais. O Código de Processo Penal determina que a busca pessoal em uma mulher deverá ser realizada por outra mulher, se isto não atrapalhar a diligência [16]. O mesmo ocorre com mulheres vítimas de violência doméstica e familiar em que o atendimento policial e pericial especializado deve ser prestado por servidores preferencialmente do sexo feminino, de acordo com a Lei nº 13.505 de 2017 [17]. Isto faz com que todo atendimento relacionado a crimes de violência doméstica tenha que ser prestado por servidoras da Polícia Técnico-Científica do sexo feminino, quando disponíveis.

Portanto, exames sexológicos, psicológicos, em locais de crimes, vistorias, necropsias, lesão corporal, e outros exames relacionados aos crimes de violência doméstica e familiar devem ser realizados por policiais mulheres.

J.P. Campos, Rev. Bras. Crim. 14(4), 636-641, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Estima-se que cerca de 21,5 milhões de mulheres experimentaram violência física e/ou sexual por seu parceiro íntimo em algum momento da vida, sendo que a porcentagem de mulheres brasileiras com 16 anos ou mais que sofreram alguma forma de violência por parte de seu (ex)companheiro (33,4%) é superior à média mundial (27%) [18].

Comparado com 2021, houve crescimento de todas as modalidades de violência contra a mulher em 2022, sendo 7,4 milhões de mulheres foram agredidas fisicamente com tapas, socos ou chutes (14 mulheres foram agredidas por minuto em 2022), 3,4 milhões de mulheres foram espancadas ou sofreram tentativa de estrangulamento e um milhão foram vítimas de esfaqueamento ou tiro em 2022 [18].

Este crescimento dos casos de violência doméstica no Brasil acarreta o crescimento nos atendimentos realizados pela segurança pública e, consequentemente, causa sobrecarga nas servidoras femininas que representam menos da metade do efetivo das corporações, já que na Polícia Militar há 11,59% de mulheres no Brasil, 26,05% na Polícia Civil, 32,33% nos Órgãos Oficiais de Perícia e 12,09% no Corpo de Bombeiro Militar [19]. Soma-se a isso o fato de nem sempre essas mulheres são empenhadas no serviço operacional devido aos fatores já citados, como a ideia de um perfil feminino e o preconceito.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada através da aplicação de um questionário composto majoritariamente por perguntas fechadas, que ficou disponível de 18 de abril a 15 de julho de 2022, tendo caráter sigiloso e acompanhado do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, sendo enviado para os e-mails institucionais de todos os servidores da Secretaria de Segurança Pública de Goiás (SSPGO).

Foram identificados 132 servidores da Superintendência de Polícia Técnico-Científica (SPTCGO) respondentes da pesquisa entre os 613 respondentes da SSPGO. Dos 132 respondentes da SPTCGO, 100 são peritos criminais, 18 auxiliares de autopsia, 7 médicos legistas, 2 fotógrafos criminalísticos e 1 auxiliar de laboratório; outros 4 respondentes não especificaram qual cargo ocupam, apenas sua função (administrativo, chefe de seção e coordenação). Como nenhum odontolegista e apenas um desenhista criminalístico ocupa o cargo atualmente, quase todos os cargos efetivos foram representados na pesquisa. Sobre o gênero dos participantes, 49,2% se declararam homens cisgênero e 50,8% mulheres cisgênero.

A estatística foi realizada com o software *IBM SPSS Statistics*, permitindo a obtenção das frequências relativas das respostas e o cruzamento dos dados coletados, determinando a distribuição conjunta das variáveis.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os participantes da pesquisa da SPTCGO se apresentaram satisfeitos com sua vida afetiva e com boa autoestima, enquanto 53% estão insatisfeitos com sua vida social e 47,7% não consideram sua saúde mental boa ou excelente. Para a autoestima, foi constatada uma diferença entre os sexos, enquanto 55,2% das mulheres têm a autoestima boa ou excelente, esse percentual sobre para 63,1% para o sexo masculino.

Quando a saúde mental é relacionada ao tempo de serviço na Secretaria de Segurança Pública do Estado de Goiás, notou-se piores resultados nos grupos de 11 a 15 anos e mais de 21 anos de serviço. Quando o tempo de serviço foi cruzado com a atividade para complementar a renda fora da instituição, aparentemente, ter atividade complementar de renda fora da instituição pode ser fator de risco para a saúde mental dos servidores da SPTCGO, visto que os grupos de 11 a 15 anos e mais de 21 anos foram os que apresentaram mais respostas positiva para esta pergunta, com 35% para até 5 anos, 34,6% entre 6 a 10 anos, 57,9% entre 11 a 15 anos, 21,4% entre 16 a 20 anos, e 57,1% para mais de 21 anos. Sendo que o grupo de 16 a 20 anos apresentou melhor percepção sobre a saúde mental e menor número de respondentes realizando atividade complementar fora da instituição.

Um tipo específico de estresse mais investigado em policiais é o estresse pós-traumático [21]. Há vários estressores que podem afetar a atividade policial, desde os estressores comuns a outras profissões como estressores específicos ligados à violência [22]. Ter contato com crianças que sofreram abuso apareceu em 4º lugar em um ranking de estressores e o trabalho em turnos, em 6º [23]. Outros fatores relacionados à atividade pericial também merecem destaque: incompatibilidade com o parceiro, falta de servidores, atendimento de casos de morte, exposição à dor e sofrimento e exposição à morte [23].

Um trabalho, ao analisar a associação de exposição de policiais a eventos traumáticos com a qualidade do sono, considerou como eventos traumáticos o envolvimento em tiroteio, ver crianças abusadas, ver vítimas de acidentes de trânsito graves, ver alguém morrer na sua frente, ver cadáveres, ver vítimas de agressões graves e ver vítimas de homicídio [24]. A

J.P. Campos, Rev. Bras. Crim. 14(4), 636-641, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

maioria dessas situações são vividas cotidianamente no trabalho da Polícia Técnico-Científica.

Esta pesquisa encontrou que 3,0% dos servidores da SPTCGO apresentavam estresse pós-traumático durante a pesquisa, e que 8,3% já tinham sido diagnosticados com este transtorno alguma vez na vida. Este número é superior ao encontrado em toda SSPGO que foi de 1,4% durante a pesquisa e 5,8% durante a vida.

Estudo realizado com a população metropolitana de São Paulo mostrou uma prevalência nos últimos doze meses de 1,6% de diagnósticos de transtorno de estresse pós-traumático e 3,2% durante a vida, sendo as mulheres mais propensa ao desenvolvimento da condição após evento traumatizante [25]. Quando analisado pelo sexo, apenas 9,0% (n=1) dos diagnosticados com estresse pós-traumático em algum momento da vida era do sexo masculino, e 100% com diagnóstico do transtorno no momento da pesquisa eram mulheres.

O diagnóstico de transtorno de ansiedade generalizada tem frequência um pouco maior no sexo feminino do que no masculino (3/5 a 2/3), sendo que a prevalência de 12 meses pode variar de 0,4 a 3,6% e durante a vida de 9%, e as mulheres têm duas vezes mais probabilidade de experimentar o transtorno do que homens [2].

Pesquisa realizada com policiais civis do Rio de Janeiro destacou os resultados sobre saúde das mulheres do estrato técnico, responsáveis pelos exames periciais, que apresentaram resultado significativamente maior do que os homens nos quesitos: dor de cabeça, chorar mais que de costume, dormir mal, assustar-se com facilidade, sentir-se nervoso, tenso ou agitado, sentir-se triste, perder o interesse pelas coisas e sentir-se cansado [26]. Também foi constatado que essas mulheres possuem mais qualificação do que seus pares, podendo ser um motivo para a percepção de qualidade de vida e trabalho e do sofrimento psíquico [26].

Pesquisa feita com policiais do Departamento de Polícia de Buffalo New York mostrou que mulheres tiveram pontuações mais altas em sintomas de ansiedade [27], e o mesmo foi demonstrado em estudo com policiais do Canadá, em que as mulheres apresentaram sintomas mais altos para ansiedade generalizada, síndrome de pânico e transtorno de ansiedade social [28].

Diferentemente dos estudos apresentados acima, em que eram avaliados os sintomas apresentados pelos participantes, foi questionado aos servidores da SPTCGO quem já havia tido diagnóstico por profissional da saúde em algum momento da vida ou atualmente de ansiedade generalizada, síndrome de pânico ou fobias, e seria esperado uma prevalência menor devido ao fator do diagnóstico e não apenas da presença dos sintomas. Todavia, o que foi encontrado é um percentual de 22,7% dos participantes da pesquisa com estes diagnósticos atualmente e 33,3% em algum momento da vida.

Portanto, é percebido uma prevalência alta de ansiedade entre os policiais, o que também foi encontrado na SPTCGO. Este diagnóstico foi muito mais prevalente em mulheres, que apresentaram 44,8% com diagnóstico em alguma vez na vida e 34,3% atualmente, contra 21,5% e 10,8% dos homens, respectivamente.

Já para a depressão, houve 9,8% dos servidores da SPTCGO participantes da pesquisa com diagnóstico atual e 25% com diagnóstico em algum momento da vida, e mais uma vez as mulheres tiveram porcentagens maiores, com 76,92% dos respondentes que possuem atualmente depressão e 63,64% com diagnóstico alguma vez na vida.

Globalmente, a prevalência da depressão é de 3,76%, no Brasil de 4,29% e em Goiás de 4,54% [29]. Desta forma, a prevalência de depressão entre os servidores da SPTCGO atinge valores que superam o dobro da prevalência mundial, brasileira e de Goiás, e valores superiores ao de toda a SSPGO que apresentou 8,4% de profissionais atualmente diagnosticados com depressão e 20,3%, alguma vez na vida.

A Síndrome de Burnout teve 11,4% dos respondentes da pesquisa afirmando já ter diagnóstico médico em alguma vez na vida, contra 6,1% em toda a SSPGO, e 1,5% apresentando o diagnóstico no momento da pesquisa. O Burnout é uma síndrome psicológica ocasionada como resposta a estressores interpessoais que ocorrem de maneira crônica no ambiente de trabalho [30]. Mulheres representaram 86,7% das pessoas com diagnóstico alguma vez na vida e 100% com diagnóstico atualmente na SPTCGO.

Os estudos sobre burnout surgiram nas profissões com características de prestar ajuda e serviços a pessoas necessitadas, nas quais envolvem fortes fatores de estresse emocional e interpessoal [31] [32]. Foi observado que eram profissões com sobrecarga de trabalho, na qual exigiam de seus trabalhadores um distanciamento emocional como mecanismo para lidar com a compaixão e tensões emocionais com os que recebiam o seu serviço que, se acontecesse de forma desequilibrada, poderia gerar um atendimento insensível e desumanizado [30]. Características que também podem ser compartilhadas por servidores da Polícia Técnico-Científica.

4. CONCLUSÕES

A pesquisa apontou uma alta prevalência de sofrimento psíquico entre os servidores efetivos da Polícia Técnico-Científica de Goiás, maiores até do que outros estudos realizados com policiais. Os achados demonstraram que há a necessidade de implementação de políticas visando à prevenção e o tratamento voltado principalmente ao gênero dos servidores, devido à alta diferença encontrada nas prevalências de doenças psíquicas entre homens e mulheres.

As leis e a falta de efetivo acabam fazendo com que um número reduzido de mulheres fique responsável pelas ocorrências de violência de gênero, vivenciando uma rotina de violências físicas e psicológicas contra mulheres e crianças, que são apontadas como causadoras de estresse pós-traumático. Sendo esta uma hipótese para a alta prevalência de estresse pós-traumático e burnout entre as mulheres servidoras da SPTCGO, e das altas taxas de ansiedade e depressão comparadas ao sexo masculino.

Ainda é preciso levar em consideração que além de trabalharem diretamente com este tipo de ocorrência, elas também estão propensas a serem vítimas desse crime, o que pode aumentar ainda mais a percepção de estresse por essas mulheres pelo medo da vitimização ou como gatilho mental por reviverem situações já experimentadas.

Portanto, quando da criação de políticas públicas para vítimas e usuários do serviço policial, é necessário considerar outros aspectos além da população que se quer atingir, como os implementadores dessa política e agentes públicos diretamente envolvidos, para que seja pensado sobre as possíveis consequências dessa política também para o servidor e haja um maior planejamento na mitigação de possíveis danos aos usuários e aos burocratas.

Dessa forma, vê-se que o serviço policial pode ter grande impacto na qualidade de vida e saúde mental dos servidores, devendo a discussão sobre violência de gênero ter uma abordagem além das vítimas, e incluir as mulheres que trabalham para que estas políticas tenham efeito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] S.A.M. Stevelink, *et al*. Probable PTSD, depression and anxiety in 40,299 UK police officers and staff: Prevalence, risk factors and associations with blood pressure. *PloS one*, **15**(11), e0240902 (2020).

[2] APA. *Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais [recurso eletrônico]: DSM-5*. 5 ed. Porto Alegre: Artmed (2014).

[3] J. Flavin. Police and HIV/AIDS: The risk, the reality, the response. *American Journal of Criminal Justice*, **23**(1), 33–58 (1998).

[4] K. Dunleavy, *et al*. Police officer anxiety after occupational blood and body fluid exposure. *Occupational Medicine*, **62**(5), 382–384 (2012).

[5] WHO. *Depression and Other Common Mental Disorders: Global Health Estimates*. Geneva: World Health Organization (2017).

[6] H. Chen, *et al*. A Survey of Quality of Life and Depression for Police Officers in Kaohsiung, Taiwan. *Quality of Life Research*, **15**(5), 925–932 (2006).

[7] A. Berg, et al. An exploration of job stress and health in the Norwegian police service: a cross sectional study. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, **1**(1), 26 (2006).

[8] IBGE. *Tabela 6788 – Domicílios, por sexo do responsável e espécie da unidade doméstica. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022).

[9] Observatório Nacional da Família. *Fatos e Números: Arranjos Familiares no Brasil*. Secretaria Nacional da Família. Ministério da Mulher, da Família e dos Direitos Humanos (2021).

[10] IBGE. Em média, mulheres dedicam 10,4 horas por semana a mais que os homens aos afazeres domésticos ou ao cuidado de pessoas. Agência de Notícias IBGE. Estatísticas Sociais (2020).

[11] T. Amato, *et al*. Trabalho, gênero e saúde mental: uma pesquisa quantitativa e qualitativa entre bombeiros. *Cadernos de Psicologia Social do Trabalho*, **13**(1), 103-118 (2010).

[12] Brasil. *Projeto de Lei do Senado nº 33 de 1951. Cria o Departamento Feminino na Polícia Civil do Distrito Federal* (1951).

[13] M. Lago. *Diário do Congresso Nacional* (Seção II) 5 de junho de 1954, 1245-1246 (1954).

[14] R Portilho; R. Sérgio. As Intocáveis. As primeiras peritas criminais da América Latina entram em ação na Guanabara. *Manchete*. Ed. 896 (1969).

[15] T. Rothwell. Margaret Pereira obituary. Forensic Science. *The Guardian*, 26 jan (2017).

[16] Brasil. *Decreto-Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941*. Código de Processo Penal (1941).

[17] Brasil. Lei nº 13.505, de 8 de novembro de 2017. Lei Maria da Penha (2017).

[18] S. Bueno, et al. *Visível e Invisível: A Vitimização de Mulheres no Brasil*. Sumário Executivo. 4ª ed. Fórum Brasileiro de Segurança Pública, Datafolha (2023).

[19] MJSP. *Pesquisa Perfil das Instituições de Segurança Pública. Secretaria Nacional de Segurança*

Pública. Ministério da Justiça e Segurança Pública (2020).

[20] M.C.S Minayo; E.R Souza. *Missão Investigar: Entre o ideal e a realidade de ser policial.* 2 ed. Rio de Janeiro: Garamond (2003).

[21] R.C Sousa, et al. Aspectos de saúde mental investigados em policiais: uma revisão integrativa. *Saúde e Sociedade*. São Paulo, **31**(2) (2022).

[22] J.M. Violanti; F. Aron. Sources of Police Stressors, Job Attitudes, and Psychological Distress. *Psychological Reports*, **72**(3), 899–904 (1993).

[23] M. Violanti; F. Aron. Ranking Police Stressors. *Psychological Reports*, **75**(2), 824–826 (1994).

[24] J. Bond, *et al*. Association of traumatic police event exposure with sleep quality and quantity in the BCOPS Study cohort. *International journal of emergency mental health*, **15**(4), 255–265 (2013).

[25] B.M. Coelho, *et al*. Correlates and prevalence of post-traumatic stress disorders in the São Paulo metropolitan area, Brazil. *Journal of Psychiatric Research*, **156**:168-176 (2022).

[26] E.R Souza, *et al*. Sofrimento psíquico entre policiais civis: uma análise sob a ótica de gênero. *Cadernos de Saúde Pública*, **23**(1), 105-114, jan. (2007).

[27] M.E. Andrew, *et al*. Associations between protective factors and psychological distress vary by gender: the Buffalo Cardio-Metabolic Occupational Police Stress Study. *International journal of emergency mental health*, **15**(4), 277–288 (2013).

[28] A. Angehrn, *et al*. Sex differences in mental disorder symptoms among Canadian police officers: the mediating role of social support, stress, and sleep quality. *Cognitive behaviour therapy*, **51**(1), 3–20 (2022).

[29] IHME. *Global Burden of Disease study 2019*. Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), 2019.

[30] C. Maslach; W.B. Schaufeli; M.P. Leiter. Job Burnout. *Annual Review of Psychology*, **52**(1), 397–422 (2001).

[31] H.J. Freudenberger. The staff burnout syndrome in alternative institutions. *Psychotherapy Theory, Research and Practice.* **12**:72–83 (1975).

[32] C. Maslach. Burned-out. *Human Behavior*. **5**:16–22 (1976).

v. 14, n. 4, p. 642-645, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

A IMPORTÂNCIA DA REDE DE PROTEÇÃO: PREVENÇÃO A VIOLÊNCIA SEXUAL INFANTIL

M.F.G.M. Spinelli[a,*], A. Durello[b], K.T.M. Silva[c] , M. Spinelli[d], G.K. Forte[e], C. Catanho[f]

[a] *Universidade de Pernambuco (UPE), Brasil.*
[b] *Universidade De São Paulo (USP), Brasil.*
[a] *Universidade de Pernambuco (UPE), Brasil.*
[d] *Escuta Especializada, Brasil.*
[e] *Advogada, Brasil*
[f] *Associação de Defesa da Educação, Saúde e Assistência Social – ASSERTE, Brasil.*
Endereço de e-mail para correspondência: flavia.spinellitelecom@bol.com.br +55 (81)998410264

Keywords: Proteção. Crianças e adolescentes. Exploração sexual.

1. INTRODUÇÃO

A violência sexual se manifesta de duas formas: pelo abuso sexual intrafamiliar ou interpessoal e pela exploração sexual comercial. O abuso sexual ocorre quando algum indivíduo submete uma criança/adolescente a práticas sexuais. “Envolve o emprego, uso, persuasão, indução, coerção ou qualquer experiência sexual que interfira na saúde do indivíduo incluindo componentes físicos, verbais e emocionais” [1].

A Exploração Sexual de Crianças e Adolescentes mantém uma relação direta com a categoria abuso sexual de natureza intrafamiliar e extrafamiliar e inclui ainda outras formas de violências. Além da exploração econômica, as violências estruturais, física, psicológica, social e moral, como também a violência simbólica, que estimula todas as formas de violência [2].

De acordo com o ECA, a implementação de políticas públicas para o atendimento de crianças e adolescentes vítimas de violência sexual tem caráter transversal e suas finalidades são alcançadas por meio da execução interconectada de diversas políticas públicas setoriais, como: assistência social, educação, saúde, justiça e segurança pública, habitação, entre outras [3], requer a redes de proteção, conforme discutiremos adiante, e mais especificamente a prevenção, um importante papel a desempenhar.

2.SISTEMA DE GARANTIAS:

A proteção integral às crianças e adolescentes baseia-se na descentralização político administrativa e consequente municipalização; participação da sociedade e na elaboração e execução das políticas públicas relacionadas a infância e adolescência. Em 4 de abril de 2017, a causa da proteção à infância passou por um grande marco: foi sancionada a Lei Federal 13.431/2017, que estabelece o sistema de garantia de direitos de crianças e adolescentes vítimas e testemunhas de violência [4].

Nesse viés, a Lei nº 13.431/2017, representa um novo marco legal, estabelecendo um sistema de proteção integral às crianças e aos adolescentes vítimas ou testemunhas de violência, e organiza o Sistema de Garantias de Direitos da criança e do adolescente como mecanismo central para prevenir e coibir a violência, integrando as políticas de atendimento na área da justiça, segurança pública, saúde, assistência social e educação. Buscando dar concretude a essa arquitetura interinstitucional, o Sistema de Garantias estrutura-se a partir de três eixos estratégicos a fim de efetivar as funções de promoção, defesa e controle da efetivação dos direitos [4].

Os serviços realizados por diversos membros da Rede de Proteção, mesmo que não intencionalmente, terminam por

revitimizar crianças e adolescentes, aos fazê-las repetir inúmeras vezes a situação vivenciada, em ambientes inadequados e para profissionais sem capacitação para atuar em casos de violência. Este cenário foi o que motivou a instituição desta Lei, regulamentada pelo Decreto 9.603/2018 e mais tarde complementada no tema do Depoimento Especial pela Resolução nº 299/2019, do Conselho Nacional de Justiça. A Lei 13.431 inova por estabelecer mecanismos e princípios de integração das políticas de atendimento as vítimas e testemunhas de violências, na perspectiva de melhorar a integração dos serviços por meio da criação de criação de instrumentos de coordenação em cada município brasileiro, estabelecer fluxos e protocolos de atendimento integrado e implantar sistemas de gestão dos casos de violência.

METODOLOGIA

O presente artigo buscou realizar uma revisão bibliográfica, tendo como finalidade analisar e compreender, informações e conhecimentos de diversos autores, que abordam o tema da prevenção a violência sexual a crianças e adolescentes. A pesquisa bibliográfica de fonte secundária, trata-se de levantamento de bibliografia já publicada, em forma de livros, revista, ou artigos impressos escritos.

Foram incluídos como fundamento para a pesquisa a LEI 13.431/2017 a escuta especializada e o depoimento especial, decreto 9.603/2018, a revelação espontânea, A Lei nº 14.344 (Henry Borel); O ECA (estatuto da criança e adolescente) e a Lei nº 11.340, (lei maria da penha) e lei do minuto seguinte, utilizando os descritores: Crianças e adolescentes. Violência sexual. Rede de proteção. Prevenção após levantamento bibliográfico foi realizado leitura e fichamento dos achados, e posteriormente feito a interpretação e comparações das informações encontradas. Obtendo assim os resultados, discussões e considerações finais do presente artigo.

OBJETIVOS

Ressaltar a importância dos mecanismos de proteção nos casos de violência sexual infantil, em que as vítimas são sujeitos de direitos e não instrumentos de provas, levando em consideração o ordenamento jurídico, a Lei 13.431/2017 e o Decreto 9.603/2018; A importância da não revimitização, da violência institucional, da integração da rede de proteção e Sistema de Garantias e observando a revelação espontânea, a escuta especializada e o depoimento especial, relacionadas as situações pertinentes dialogando com os autores citados.

DISCUSSÃO

As medidas adotadas seguem os pontos essenciais respeitando a palavra da vítima, o direito a intimidade, não as intervenções desnecessárias, o direito ao silêncio, e as ações planejadas e coordenadas com a política de encaminhamento e garantias de direitos de acordo com a Lei. (ART.4,IV da Lei13.431) [4].

Grande importância dos profissionais da saúde e educação na comunicação para deflagração das medidas de proteção e investigação, pois existe o dever de comunicar , e implica em infração administrativa caso não seja feito de acordo com a legislação (ART 245 ECA ; crime ART 26 Lei HENRY BOREL; ART 23 LEI 14344/22, ART13 e 14 ECA)

A organização da atenção integral à saúde de crianças e adolescentes em situação de Violência Sexual requer uma dinâmica complexa, pois demanda o atendimento a questões clínicas, psicológicas, sociais e legais, visando a continuidade do atendimento e restauração de direitos violados. Requer, ainda, a articulação das ações desenvolvidas pela saúde com as de proteção social e com as demais agências e atores do Sistema de Garantia de Direitos da Criança e do Adolescente Brasília.

A realização da escuta especializada de acordo com o ART 7 da Lei 13.431 e o Art 19 decreto 9603/18 com finalidade protetiva, a finalidade de adquirir informações para os cuidados da vítima, o estritamente necessário, pois não tem finalidade probatória, não se confundindo com o depoimento especial, nem com a revelação espontânea.

Existem medidas adotadas que não dependem da decisão judicial, como a inclusão nos serviços de proteção apoio e promoção da família (CREAS) tratamento da saúde (ART 19 da Lei 13431, ART 101, ECA) e medidas que dependem da decisão judicial como o afastamento do Agressor (ART 130 ECA, Art 14,20, II Lei Henry Borel, Art 36 ECA) exeção Art 14,II e III Lei Henry Borel, deferimento pela autoridade policial, mas será necessário comunicar a juiz com 24Hs. Afastamento da vítima do convívio em situações emergenciais, gravidade, flagrância ART 101, comunicação do juiz e Ministério Público e ART 93 e 136, ECA comunicação em família extensa e substituta concordando com a natureza criminal.

Nesse sentido, concordando com [5] a necessidade de articulação entre vários serviços, atores e setores para a garantia do direito de um cuidado integral, considerando a complexidade da situação em questão. Por outro lado, [6]. apontam como dificuldade a restrição dos procedimentos, encaminhamentos para

outras instituições, o que pode gerar a falsa ideia de resolução dos casos. Os autores argumentam que tal procedimento gera "repetições de intervenções e avaliações e a super-exposição da família, promovendo o seu esgotamento e esgotando as possibilidades de resultados. Para [7], as diversas necessidades identificadas, os familiares da vítima precisam ser esclarecidos sobre a dinâmica da violência sexual, os danos causados às vítimas e as necessidades das crianças e adolescentes sexualmente vitimizadas, já que a dimensão e abrangência dos efeitos dessa forma de violência demandam grande envolvimento nos cuidados a ser prestados .várias etapas necessárias, a saber: revelação por parte da vítima e comunicação da família, cuidadores ou da própria vítima a órgão ou profissional; notificação compulsória, que é o comunicado formal ao Conselho Tutelar ou outra autoridade da suspeita ou ocorrência do abuso pelo profissional responsável, com preenchimento de uma ficha padronizada de notificação [8]., investigação; denúncia, que é a peça que inicia o processo penal, oferecida pelo Promotor de Justiça ao Juiz de Direito; demais atos do processo penal, que visa à responsabilização do agressor, como por exemplo, a defesa do acusado, a instrução do processo, as alegações escritas e a sentença [9]; [10]; [11]. Neste caminho, a vítima deve, em diferentes ocasiões, expor a violência sofrida.

No percurso da construção do trabalho inter setorial e em rede, existem relações de poder, as divergências de entendimentos e a necessidade da criação de estratégias para art iculação de objetivos entre diferentes saberes profissionais. É imprescindível garantir o respeito e a horizontalidade nas decisões, conforme abordado por [12].

Conforme a construção da intersetorialidade e do trabalho, deve estar de acordo com a realidade faz-se necessária uma modalidade de rede relacional, intencionalmente articulada [13], na qual seus integrantes têm a clareza de que nenhuma instituição pode alcançar isoladamente seus objetivos, e deve atuar de acordo com a realidade das instituições, numa combinação entre a diversidade e a complementaridade das ações

CONCLUSÃO

As dificuldades relativas às situações de violência sexual contra crianças e adolescentes são grandes desafios na constituição das redes de proteção.

É preciso prever o fluxo para atendimento, a porta de entrada das demandas por onde serão encaminhadas as situações de conhecimento da violência (por revelação espontânea, sinais e testemunhos), a comunicação as autoridades (dever de comunicação) para deflagrar tanto a proteção quanto a investigação para fins de responsabilidade criminal (produção antecipada de provas), pois não comunicar implica em infração administrativa na Saúde e Educação.

O Ministério público é uma peça fundamental de proteção integral as crianças e adolescentes, através do fomento de

políticas públicas, fiscalização , acompanhamento, articulação, integração e participação. O atendimento a saúde, que potencializa os efeitos do abuso sofrido, sendo o atendimento mais urgente nos casos de violência sexual, utilização de antirretrovirais, aborto legal e cuidados a lesões; como também são essenciais medidas de proteção, urgentes como o afastamento do agressor e elaboração da avaliação de risco

Neste cenário, torna-se precípuo notificar as violências, denunciar, proteger, considerando, que muitas vezes, não existem vestígios aparentes e o abuso e exploração se perpetuam por muito tempo. Urge a necessidade de mais estudos que apresentem essa rede em funcionamento, de modo a contribuir de uma forma mais célere para proteção das crianças e adolescentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] K. Queiroz. *Abuso Sexual*. Conversando com esta realidade. CEDECA-BA, 2003. (2020).
Retirado em 11 ago. http:// www.violenciasexual.org.br/texto/PDF/abuso_sexual_
katia_keiroz.pdf.

[2] V.P. Faleiros; E.S. Faleiros. *Escola que Protege*: enfrentando a violência contra crianças e adolescentes. Brasília, DF: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade (2007).

[3] Brasil, estatuto da criança e do adolescente (ECA): Lei federal nº 8069, de 13 de julho de 1990, e legislação correlata (16a ed.). Brasília, DF: Câmara dos Deputados, Edições Câmara. Brasil. (2014).

[4] Brasil. LEI Nº 13.431, DE 4 DE ABRIL DE 2017. *Estabelece o sistema de garantia de direitos da criança e do adolescente vítima ou testemunha de violência e altera a Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990 (Estatuto da Criança e do Adolescente).* Brasília (2017).

[5] G.B. Broseguini; A. Iglesias. Revisão integrativa sobre redes de cuidados aos adolescentes em situação de violência sexual. *Ciência & Saúde Coletiva [online]*, **25**, 12, pp. 4991-5002, (2020). Retirada em: <https://doi.org/10.1590/1413-812320202512.19282018>.

ISSN 1678-4561. https://doi.org/10.1590/1413-812320202512.19282018.

[6] S.S Santos. *Uma análise do contexto de revelação e notificação do abuso sexual*: a percepção de mães e de adolescentes vítimas. (2011).

[7] M.T.P. Silva; E.N. Souza; N. J. Q. Viana. "É o preço de um almoço": Reflexões sobre a exploração sexual de crianças e adolescentes no sertão do pajeú¹pernambucano - *Brasil. Desidades* [online]. **18**, 8-19. (2018). Retidada em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2318-92822018000100002&lng=pt&nrm=iso>. ISSN 2318-9282.

[8] Organização pan-americana da saúde. *As redes de atenção à saúde*. Ed. 2. Brasília, DF, 2011.

[9] V. M. Dobke; S.S. Santos; D. D. Dell'AglioAbuso sexual intrafamiliar: Da notificação ao depoimento no contexto processual-penal. *Temas em Psicologia*, **18**, 167-176. (2010).

[10] J.S. Lima; S.F. Deslandes. A notificação compulsória do abuso sexual contra crianças e adolescentes: Uma comparação entre os dispositivos americanos e brasileiros. *Interfaces: Comunicação, saúde, educação*, **15**, 38, 819-832 (2011).

[11] O. Saliba; C.A.S Garbin; A.J.I Garbin; A.P Dossi. Responsabilidade do profissional de saúde sobre a notificação de casos de violência doméstica. *Revista de saúde pública*, **41**, 472-477 (2007).

[12] C. Bronzo; L. Veiga. Intersetorialidade e políticas de superação da pobreza: desafios para a prática. *Serviço Social & sociedade*, São Paulo: Cortez, **92,** 5-21 (2007).

[13] M.V. Baptista. Algumas reflexões sobre o sistema de garantia de direitos. *Revista Serviço Social & Sociedade*, **109**, 201-204. (2012).

v. 14, n. 4, p. 646-650, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Perfil do encarceramento feminino no Brasil e sua distribuição criminal

M.G. Bonfioli[a, *], T.C.C. Leão[a], T.A. Amaral[b], L.T. P. Giarolac, V.S. Belo[a], F.M.D. Chequer[a]

[a] *Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ-CCO), Divinópolis (MG), Brasil*
[b]*Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais -CEFET-MG, Divinópolis (MG), Brasil*
[c] *Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ-CSA),São João del-Rei (MG), Brasil*
** Endereço de e-mail para correspondência: maysa_bonfioli@hotmail.com. Tel: (31) 99743-9327*

Keywords: Pessoa Privada de Liberdade; Tráfico de Drogas; Mulheres; Comportamento Criminoso.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como o terceiro país com maior número de mulheres encarceradas no mundo, atrás apenas dos Estados Unidos e China. Possui cerca de 40 mil mulheres detidas, sendo observado um aumento de quatro vezes nos últimos 20 anos [1]. Ao se debruçar sobre a interseção de gênero e o sistema penal, é fundamental não apenas considerar a proteção legal oferecida às mulheres, especialmente pela Lei Maria da Penha, mas também destacar o aumento do aprisionamento feminino [2].

A pena de prisão tem como principal objetivo a proteção da sociedade do acometimento criminoso, no entanto durante o processo de reclusão deve ser assegurado condições mínimas para de dignidade humana que devem acompanhar o preso [3]. As penitenciárias brasileiras enfrentam desafios como sobrelotação, condições precárias de saúde, falta de programas de reabilitação e negligência quanto às necessidades específicas das mulheres, resultando na deterioração do bem-estar [1].

O crescimento no número de mulheres encarceradas no Brasil, em consonância com tendências globais, reflete uma preocupante elevação das taxas de aprisionamento feminino, onde é comum que as mulheres enfrentem vulnerabilidades como abuso de substâncias, questões de saúde mental e uma representação desproporcional de mulheres negras no sistema prisional [2]. A partir da promulgação da atual Lei de Drogas (Lei 11.343/2006), a tolerância em relação aos delitos relacionados a substâncias entorpecentes foi drasticamente reduzida, acarretando em penas mais severas para os infratores. Esta mudança legislativa contribuiu de forma significativa para o aumento expressivo da população carcerária feminina [4].

Embora o Brasil se destaque como o terceiro país com o maior número de mulheres encarceradas no mundo e a Lei Maria da Penha represente um marco significativo na proteção legal das mulheres, ainda há uma escassez de estudos e análises detalhadas que abordem a interseção de gênero com o sistema penal, especialmente em relação às mulheres encarceradas. Portanto, o objetivo deste estudo é descrever o tipo de delito mais comumente associado às mulheres, comparando o perfil da população feminina encarcerada com a população masculina em diferentes categorias de criminalidade, analisar e comparar os perfis de encarceramentos de ambas as populações, bem como os agravos transmissíveis que acometem essa população.

2. MATERIAL E MÉTODO

Foi realizado um estudo descritivo documental, com dados do período entre janeiro de 2018 a dezembro 2022. Teve-se como base de dados secundários os relatórios emitidos pelo Sistema de Informação do Departamento Penitenciário Nacional (SISDEPEN) do Brasil, disponibilizados pelo sítio eletrônico https://www.gov.br/senappen/ptbr/servicos/sisdepen/relatorios/brasil [5].

A variável de interesse foi a população carcerária feminina e masculina brasileira de cada grupo penal

tipificado nos relatórios emitidos pela SISDEPEN, sendo estes (1) crimes contra pessoas que englobam delitos como homicídio simples, homicídio culposo, homicídio qualificado, aborto, lesão corporal, violência doméstica, sequestro e cárcere privado; (2) crimes contra o patrimônio, como furto simples, furto qualificado, roubo simples, roubo qualificado, latrocínio, extorsão, extorsão mediante a sequestro, apropriação indébita, apropriação previdenciária, estelionato, receptação, receptação qualificada; (3) grupo relacionado a dignidade sexual envolvendo crimes como estupro, atentado ao pudor, corrupção de menores, estupro de vulnerável, tráfico interno de pessoa; (4) formação de quadrilha e (5) o grupo de drogas como o tráfico de drogas, associação ao tráfico, tráfico internacional; (6) agravos transmissíveis, tais como o vitus da imunodeficiência humana (HIV), sífilis, tuberculose e agravos classificados como "outros" nos relatórios emitidos.

Para interpretação dos dados foi construído um banco de dados utilizando o programa Microsoft Office Excel 2010. Foi realizada a análise por meio da média semestral dos encarceramentos referente aos grupos de interesse entre janeiro de 2018 a dezembro 2022.

3. RESULTADOS

3.1. População Carcerária Brasileira Feminina e Masculina

Entre a população carcerária brasileira, no período de julho de 2018 a dezembro de 2022, as mulheres representaram cerca de 5%, com uma média de 40.946 encarceradas e os homens com um percentual de 95%, resultando em uma média de 794.872.

3.2. Tipificações Penais

Dentre as tipificações penais no Grupo de Crimes Contra a Pessoa, que incluem homicídio simples, culposo e qualificado, aborto, lesão corporal, violência doméstica, sequestro e cárcere privado, entre outras classificações denominadas como "outros", observa-se que, quando comparado à população masculina, o crime que mais leva ao encarceramento entre a população feminina é o homicídio qualificado com 1073 aprisionamentos, representando 3,17% quando comparado à população masculina. Em seguida, o homicídio simples aparece com 1.093,6 mulheres encarceradas (Tab.1).

Tabela 1. Média dos Crimes Contra Pessoa entre a População Carcerária Brasileira no período de 2018 a 2022 no Brasil.

VARIÁVEIS	MÉDIA POPULAÇÃO MASCULINA	FREQUÊNCIA MASCULINA	MÉDIA POPULAÇÃO FEMININA	FREQUÊNCIA FEMININA	MÉDIA SEMESTRAL
CRIMES CONTRA PESSOA	106.271	96,66%	3.504	3,19%	109.941
HOMICIDIO SIMPLES	28.359	96,29%	1093,6	3,71%	29.452,6
HOMICIDIO CULPOSO	3.882	97,59%	96	2,41%	3.978
HOMICIDIO QUALIFICADO	52.035	96,83%	1.703	3,17%	53.738
ABORTO	274,3	95,57%	12,7	4,43%	287
LESÃO CORPORAL	6.483	97,24%	184	2,76%	6.667
VIOLÊNCIA DOMÉSTICA	7.288	99,01%	73	0,99%	7.361
SEQUESTRO E CÁRCERE PRIVADO	2.149	96,43%	79,5	3,57%	2.228,5
OUTROS	5.969	95,79%	262,3	4,21%	6.231,3

Fonte: relatórios emitidos pelo Sistema de Informação do Departamento Penitenciário Nacional (SISDEPEN) do Brasil, disponibilizados pelo sítio eletrônico https://www.gov.br/senappen/ptbr/servicos/sisdepen/relatorios/brasil.

Com relação ao grupo de Crimes Contra o Patrimônio, que inclui furto simples, qualificado, roubo simples, qualificado, latrocínio, extorsão, extorsão mediante sequestro, apropriação indébita, apropriação previdenciária, estelionato, receptação, receptação qualificada e outras classificações denominadas como "outros", a tipificação penal mais recorrente entre a população feminina foi o roubo qualificado, responsável por 2.781 encarceramentos femininos (2% quando comparado aos homens), seguido pelo roubo simples com uma média de 1.321 (2% em relação a população masculina) (Tab. 2).

Tabela 2. Média dos Crimes Contra Patrimônio entre a População Carcerária Brasileira no período de 2018 a 2022 no Brasil.

VARIÁVEIS	MÉDIA POPULAÇÃO MASCULINA	FREQUÊNCIA MASCULINA	MÉDIA POPULAÇÃO FEMININA	FREQUÊNCIA FEMININA	MÉDIA SEMESTRAL
CRIMES CONTRA PATRIMÔNIO	**309.993**	**97,5%**	**7.964**	**2,5%**	**317.957**
FURTO SIMPLES	32.873	97%	1.158	3%	34.031
FURTO QUALIFICADO	32.821	97%	988	3%	33.809
ROUBO SIMPLES	62.116	98%	1.321	2%	63.437
ROUBO QUALIFICADO	127.304	98%	2.781	2%	130.085
LATROCÍNIO	14.784	96%	574,1	4%	15.358
EXTORSÃO	2.289	94,72%	127,6	5,28%	2.416,6
EXTORSÃO MEDIANTE SEQUESTRO	1.822	94,23%	111,6	5,77%	1.933,6
APROPRIAÇÃO INDÉBITA	947	96,19%	37,5	3,81%	984,5
APROPRIAÇÃO PREVIDENCIÁRIA	121,2	95,81%	5,3	4,19%	126,5
ESTELIONATO	3.535	91,22%	340,4	8,78%	3.875,4
RECEPTAÇÃO	16.577	97,78%	377,1	2,22%	16.954,1
RECEPTAÇÃO QUALIFICADA	1.252	97,44%	32,9	2,56%	1.284,9
OUTROS	2.554	95,39%	123,4	4,61%	2.677,4

Fonte: relatórios emitidos pelo Sistema de Informação do Departamento Penitenciário Nacional (SISDEPEN) do Brasil, disponibilizados pelo sítio eletrônico https://www.gov.br/senappen/ptbr/servicos/sisdepen/relatorios/brasil.

Quanto ao grupo relacionado à dignidade sexual, que inclui as tipificações de estupro, atentado ao pudor, estupro de vulnerável, corrupção de menores, tráfico internacional de pessoas e tráfico interno de pessoas, além de outras classificações denominadas como "outros", observou-se que o maior percentual da população feminina estava relacionado ao estupro de vulneráveis com uma média de 349,8 encarceramentos. Em seguida, vêm o estupro com 88,5 aprisionamentos femininos (Tab. 3).

Tabela 3. Média dos Crimes Contra Dignidade Sexual entre a População Carcerária Brasileira no período de 2018 a 2022 no Brasil (SISDEPEN)

VARIÁVEIS	MÉDIA POPULAÇÃO MASCULINA	FREQUÊNCIA MASCULINA	MÉDIA POPULAÇÃO FEMININA	FREQUÊNCIA FEMININA	MÉDIA SEMESTRAL
DIGNIDADE SEXUAL	**37.474**	**98,33%**	**635**	**1,67%**	**38.109**
ESTUPRO	12.411	99,29%	88,5	0,71%	12.499,5
ATENTADO AO PUDOR	3.528	99%	40	1%	3.568
ESTUPRO DE VULNERÁVEL	17.954	98,09%	349,8	1,91%	18.303,8
CORRUPÇÃO DE MENORES	1.311,3	95,69%	59	4,31%	1.370,3
TRÁFICO INTERNACIONAL DE PESSOA	49,6	96,50%	1,8	3,50%	51,4
TRÁFICO INTERNO DE PESSOA	17,7	97.79%	0,4	2.21%	18,1
OUTROS	1.087,2	95,09%	56,1	4,91%	1.143,3

Fonte: relatórios emitidos pelo Sistema de Informação do Departamento Penitenciário Nacional (SISDEPEN) do Brasil, disponibilizados pelo sítio eletrônico https://www.gov.br/senappen/ptbr/servicos/sisdepen/relatorios/brasil.

O grupo relacionado às drogas é classificado em tráfico de drogas, associação ao tráfico e tráfico internacional. A população feminina está mais envolvida ao tráfico de drogas com 14.585 encarceramentos. Em relação à tipificação penal de formação de quadrilha ou bando, a população feminina apresenta um percentual de 3,54% com um total de 512,7 encarceramentos, quando comparada à população masculina com um percentual de 96,46% (Tab.4).

Tabela 4. Média dos Crimes relacionados à Formação de Quadrilha e ao Grupo de Drogas entre a População Carcerária Brasileira no período de 2018 a 2022 no Brasil (SISDEPEN)

VARIÁVEIS	MÉDIA POPULAÇÃO MASCULINA	FREQUÊNCIA MASCULINA	MÉDIA POPULAÇÃO FEMININA	FREQUÊNCIA FEMININA	MÉDIA SEMESTRAL
QUADRILHA OU BANDO	13.986	96,46%	512,7	3,54%	14.498,7
GRUPO DE DROGAS	**195.958**	**91,71%**	**17.721,2**	**8,29%**	**213.679,2**
TRÁFICO DE DROGAS	164.942	91,88%	14.585	8,12%	179.527
ASSOCIAÇÃO AO TRÁFICO	25.472	90,71%	2.608	9,29%	28.080
TRÁFICO INTERNACIONAL DE DROGAS	5.544	91,30%	528,2	8,70%	6.072

Fonte: relatórios emitidos pelo Sistema de Informação do Departamento Penitenciário Nacional (SISDEPEN) do Brasil, disponibilizados pelo sítio eletrônico https://www.gov.br/senappen/ptbr/servicos/sisdepen/relatorios/brasil.

Dentre os cinco grupos de tipificações penais, os que mais se destacam em relação ao encarceramento feminino no Brasil entre os anos de 2018 a 2022 são os Crimes Contra o Patrimônio, com uma média de 317.957 encarceramentos. Em seguida, está o grupo de Crimes Relacionados às Drogas, com 213.679,2 encarceramentos femininos nesse período (Fig. 1).

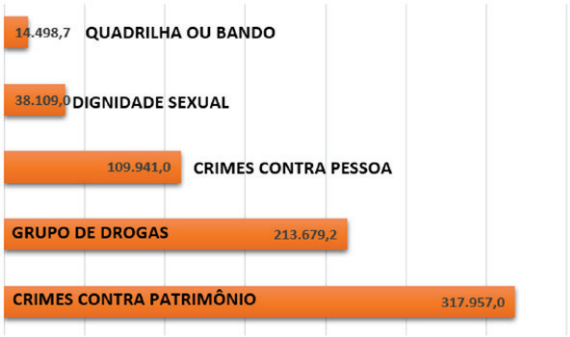


Figura 1. Média das tipificações penais acometidas pela População Carcerária Feminina Brasileira entre os anos de 2018 e 2022 no Brasil. Sistema de Informação do Departamento Penitenciário Nacional (SISDEPEN).

3.3. Agravos Transmissíveis

Dentre os agravos transmissíveis mais prevalentes, o que se destaca, com uma média de 8.321 casos registrados anualmente é o HIV. Em seguida, a tuberculose com 7.903 e a sífilis com um total de 6.299 indivíduos acometidos (Tab. 5).

A análise dos dados de agravos transmissíveis na população encarcerada feminina no Brasil entre os anos de 2018 e 2022 revela um cenário preocupante, especialmente em relação à sífilis e ao HIV. A média de casos de sífilis entre as mulheres encarceradas foi de 953, representando 15% dos casos quando comparada à população masculina encarcerada com 85%. No caso do HIV, a média de casos foi de 930, representando 11% da população feminina quando comparada à masculina com 89% (Tab.5).

Tabela 5. Média dos tipos de agravos transmissíveis entre a População Carcerária Brasileira no período de 2018 a 2022 no Brasil (SISDEPEN)

VARIÁVEIS	MÉDIA POPULAÇÃO MASCULINA	FREQUÊNCIA MASCULINA	MÉDIA POPULAÇÃO FEMININA	FREQUÊNCIA FEMININA	MÉDIA SEMESTRAL
HIV	7.391	89%	930	11%	**8.321**
SÍFILIS	5.346	85%	953	15%	**6.299**
HEPATITE	2.330	93%	186	7%	**2.516**
TUBERCULOSE	7.765	98%	138	2%	**7.903**
OUTROS	5437	95%	313	5%	**5750**

Fonte: relatórios emitidos pelo Sistema de Informação do Departamento Penitenciário Nacional (SISDEPEN) do Brasil, disponibilizados pelo sítio eletrônico https://www.gov.br/senappen/ptbr/servicos/sisdepen/relatorios/brasil.

4. DISCUSSÃO

De acordo com a referência [6], o percentual de mulheres encarceradas no estado de São Paulo é de 5%, assim como o relatado pelo presente estudo. Crimes contra o patrimônio foram responsáveis pela maior proporção de encarceramentos no Sudeste, re-

presentando 42,1% indivíduos apreendidos por esse delito. Assim como neste estudo, no qual, crimes contra o patrimônio detém a maior média semestral entre os anos de 2018 a 2022 com um total de 306.983 encarceramentos.

Os crimes relacionados ao uso de drogas e entorpecentes vieram na sequência, com um total de 213.679 prisões. Como em [6] com cerca de 143.347 (24,5%) privados de liberdade.

O perfil populacional das unidades prisionais femininas é marcado pela alta ocorrência de sífilis entre a população privada de liberdade, uma realidade observada mundialmente. Os resultados dos estudos analisados são consistentes com pesquisas anteriores, as quais relataram uma prevalência de 23 a 25% entre mulheres presas, enquanto as taxas de sífilis entre mulheres da população em geral são de aproximadamente 0,4% [7, 8, 9, 10]. No presente estudo, observa-se uma alta frequência de sífilis entre a população feminina.

Notou-se no estudo da referência [11] a prevalência do HIV no espaço prisional, assim como também ocorreu no estudo em questão.

Este estudo apresenta algumas limitações, como, por exemplo, a classificação genérica da categoria "outros" nos crimes contra a dignidade sexual e contra o patrimônio pode distorcer os resultados, ocultando a verdadeira natureza e gravidade dos crimes, o que dificulta a compreensão das características e tendências criminais. Além disso, a dependência de dados secundários e a possível inconsistência nos registros também podem afetar a precisão dos resultados. Apesar dessas limitações, o estudo oferece benefícios importantes, como: fornece uma análise detalhada e comparativa dos perfis de encarceramento feminino e masculino no Brasil, destacando as necessidades e desafios específicos enfrentados pelas mulheres no sistema prisional.

5. CONCLUSÃO

O estudo revelou padrões específicos no encarceramento feminino no Brasil, destacando diferenças significativas em relação à população de presos masculina em diversas categorias de criminalidade. Esses dados destacam a necessidade de uma análise aprofundada das especificidades do encarceramento feminino e das diferenças em relação à população masculina. Espera-se que esta análise contribua para a formulação de políticas públicas mais eficazes e justas, abordando as necessidades e desafios únicos enfrentados pelas mulheres no sistema prisional brasileiro.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de São João del-Rei pelo apoio, suporte e pela bolsa institucional de mestrado. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e CAPES (Número do Processo: 88881.709052/2022- 01; programa CAPES: PDPG-CONSOLIDAÇÃO-3-4 (PDPG Emergencial de Consolidação Estratégica dos Programas de Pós-graduação (PPGs) stricto sensu acadêmicos com notas 3 e 4).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] A. E. L. S. Bechara. Pesquisa mostra que o Brasil tem terceira maior população carcerária feminina do mundo. *Atualidades* (2023).

[2] P. J. A. Prazeres; K. L. A. Prazeres; F. C. Pereira. Do encarceramento feminino e a predominância do delito de tráfico de entorpecentes como causa da imputação penal. *Ver. Vertentes Dir.* **9(2):** 17-33 (2022).

[3] R. D. Estrella, et al. Prisão e pena no Brasil. *REASE,* **(2)**: 976-982 (2021)

[4] BRASIL. *Lei de Drogas*: Lei Federal nº 11.343, de 23 de agosto de 2006

[5] Departamento Penitenciário Nacional (DEPEN), 2022. Sisdepen (Sistema de informação do departamento Nacional). Retirado de: https://www.gov.br/senappen/pt-br/servicos/sisdepen/relatorios/brasil

[6] M. G. Bonfioli et al. Análise da evolução temporal e da dinâmica da lotação penitenciária na região Sudeste do Brasil: perfil do preso e levantamento dos agravos transmissíveis mais prevalentes. *Rev. Bras. Crim.,* **12(5)**: 63-71 (2023).

[7] T.M.E. Araújo; A.C.A.F. Araújo; Feitosa K.V.A. Prevalência de sífilis em mulheres do sistema prisional de uma capital do nordeste brasileiro. *Revi. Eletr. Enf.*, **17(4):** 28898-28898 (2015).

[8] I.E., Maerrawi; H.B. Carvalho. Prevalence and risk factors associated with HIV infection, hepatitis and syphilis in a state prison of São Paulo. *Int J STD AIDS*, **26(2):** 120-127 (2015).

[9] R.M.S.M. Domingues, C.L. Szwarcwald., P.R.B.J. SOUZA, M.C. Leal. Prevalece of syphilis in pregnancy and prenatal syphilis testing in Brazil: Birth in Brazil study. *Rer. Saúde Pública,* **48**: 766-774 (2014).

[10] D.A.R. Silva, et al. Prevalência de sífilis em mulheres. *Enferm. Foco*, **8(3)** (2017).

[11] J.A. Oliveira et al. Infecções sexualmente transmissíveis em homens no sistema prisional: revisão integrativa. *Rev. Baiana Enferm*. **36** (2022).

B.P. Bez Batti, B.C. Cimolin, Rev. Bras. Crim. 14(4), 651-656, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 651-656, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

A possibilidade de acesso direto pela Polícia Científica ao aparelho celular pertencente à vítima de feminicídio ainda no local do crime

B.P. Bez Batti[a,*], B.C. Cimolin[b]

[a] *Localística e Informática Forense, Superintendência Regional da Polícia Científica, Criciúma (SC), Brasil*
[b] *Professor Orientador, Escola Superior de Criciúma (ESUCRI), Criciúma (SC), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: beatriz.bezbatti@policiacientifica.sc.gov.br. Tel.: +55-48-99908-0601.*

Keywords: Court Order; Digital evidence; Intimity; Privacy; Telematic secrecy.

1. INTRODUÇÃO

Cresce a relevância da prova digital no processo penal, principalmente em relação aos dados armazenados em aparelhos celulares. Entretanto, é comum serem esses mantidos bloqueados pelos usuários, sendo o acesso permitido à investigação policial somente mediante autorização judicial ou consentimento do proprietário, somado ao uso de *softwares* específicos para contorno de bloqueio. O aparelho celular da vítima de feminicídio consumado encontra-se também costumeiramente bloqueado, sendo impossível o consentimento para acesso. Acessar o telefone celular ainda no local do crime pode resultar em uma resposta rápida e precisa quanto à autoria. Considerando-se a possibilidade de insucesso no desbloqueio posterior e consequente perda da prova, bem como o custo e tempo despendidos para o uso de *software* específico de contorno de bloqueio, a problemática do presente trabalho é: seria permitido o desbloqueio, acesso e análise do aparelho celular pela Polícia Científica em local de crime utilizando-se da face ou impressão digital da vítima, sem autorização judicial prévia, para garantia do acesso e conservação das possíveis evidências através do Laudo Pericial de Local? A hipótese é que, caracterizando-se a natureza cautelar dos dados armazenados, justifica-se o acesso ao aparelho celular da vítima, ainda no local do crime, sem autorização judicial prévia. Os objetivos são caracterizar a cautelaridade referente aos dados armazenados neste aparelho celular para possibilitar o acesso direto, demonstrar números relevantes do feminicídio, as dificuldades referentes à prova digital armazenada e a função legal da Polícia Científica, especialmente quanto aos dados armazenados no aparelho celular da vítima de feminicídio. O trabalho é estruturalista e descritivo, com pesquisa bibliográfica, doutrinária, jurisprudencial e documental.

2. O FEMINICÍDIO EM NÚMEROS

Os números não são positivos: 6,1% a mais de feminicídios ocorreram em 2022, estatística que representa a morte de 1437 mulheres [1]. Em 2023, por sua vez, 1706 feminicídios foram consumados no país [2]. São dados crescentes. Vê-se um movimento imputado às mulheres que antecipa suas mortes, impedindo-as de cumprir o ciclo natural da vida [3]. Apesar de se tratar de recente classificação legislativa e atual hediondez (Lei 13.104, de 2015), o feminicídio tem ocorrido em todas as fases da história do país [3]. De acordo com o 17º Anuário Brasileiro de Segurança Pública [1], o autor de um feminicídio, em mais de 70% dos casos, trata-se de parceiro íntimo ou ex-companheiro da vítima, enquanto 10,7% como sendo outros familiares (pai, irmão, filho, por exemplo), contrastando com a estatística dos demais assassinatos de mulheres que não receberam a qualificadora: autores desconhecidos em mais de 70% dos casos. Ou seja, o autor é, em pelo menos 80% das vezes, conhecido e próximo da vítima no feminicídio *versus* quase a mesma possibilidade de ser desconhecido no homicídio de mu-

B.P. Bez Batti, B.C. Cimolin, Rev. Bras. Crim. 14(4), 651-656, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

lheres não enquadrado neste tipo penal. Não se trata de uma violência pontual, dado que as características se repetem e demonstram, inclusive, previsibilidade, refletindo uma violência estrutural [4]. Smanio [5] nomeou o feminicídio como uma "endemia de assassinatos", trazendo como necessária a busca pelos causadores, assim como pelas consequências, almejando um "diagnóstico" para enfrentamento. Com esse objetivo, junto ao Ministério Público do estado de São Paulo, constataram, através de um levantamento de 364 casos, em um período de um ano, que apenas 4% das vítimas de feminicídio consumado avaliadas tinham registro prévio de Boletim de Ocorrência, assim como apenas 3% delas estavam sob medida protetiva. Ou seja, foi possível pontuar que poucas vítimas buscaram previamente auxílio do Estado. A mesma problemática foi evidenciada no Informe de feminicídios no Brasil [2]: apenas 10,3% tinham denúncia prévia nos feminicídios consumados e 13,9% nos tentados. Vê-se que é necessária a avaliação da vítima em relação ao seu gênero, dado que uma sociedade que traz discrepâncias de poder nesse quesito masculino-feminino deve conectar-se ao direito na mesma proporção, pois não há como "desligar" o Direito da própria sociedade em que é aplicado [6].

3. AS DIFICULDADES REFERENTES À PROVA DIGITAL ARMAZENADA

A era digital revolucionou as relações entre as pessoas e ressignificou conceitos até então clássicos como a privacidade [7]. Isso porque os aparelhos celulares, hoje *smartphones*, tornaram-se computadores de bolso, e permitem, além da conversação por voz como os celulares convencionais, também conexão à internet, mensagens instantâneas e até jogos em 3D [8]. Ou seja, são dispositivos multifuncionais, repletos de dados íntimos dos seus usuários, fazendo com que o acesso acabe expondo sensivelmente uma pessoa [7]. O Supremo Tribunal Federal (STF), já em 1999, em Mandado de Segurança, deparou-se com a necessidade de diferenciar "comunicação de dados" de "dados armazenados", incluindo no rol protetivo do artigo 5º, inciso XII, somente a comunicação de dados [9]. Têm-se, a partir desta decisão, duas categorias de comunicações, a comunicação em trânsito e a comunicação armazenada (em aparelho celular, por exemplo) [10]. Para as Cortes Superiores, a tutela concedida ao recebimento e envio de mensagens, seja por *e-mail*, *WhatsApp* ou SMS, não é uma garantia prevista no inciso XII, artigo 5º, da Constituição Federal e, consequentemente, não se submete à Lei de Interceptação de Comunicações Telefônicas, uma vez que tais normativas não versam sobre dados armazenados, mas sim, abordam comunicações em fluxo. Todavia, as mensagens ainda seriam de cunho íntimo e vida privada do usuário, sendo, portanto, invioláveis, à luz do inciso X, do artigo 5º da Carta Constitucional [11]. É certo que o acesso a tais dados não poderá contrariar dispositivos constitucionais, todavia, inexiste legislação específica que verse sobre a possibilidade de acesso aos dados armazenados nos celulares [10]. A prova digital sequer possui definição legal, sendo, por vezes, denominada prova telemática [12]. Sendo assim, enquanto legisladores não constituem normas ou definições, questões insurgentes ficam a critério dos órgãos judiciários superiores. Cita-se, por exemplo, a decisão em Habeas Corpus [13], do Superior Tribunal de Justiça (STJ), onde foi considerado que, com o advento da Lei 12.965 (2014), intitulada "Marco Civil da Internet", comunicações privativas e armazenadas são tidas como invioláveis, autorizando-se a quebra do sigilo de dados em duas hipóteses: autorização prévia do Judiciário ou voluntária autorização do proprietário. A particularidade da prova justificaria uma lei específica, visto que a prova digital é instável, imaterial e dispersa, exigindo da investigação policial maior cuidado, para que seja garantida sua integridade e validade probatória [14]. Ainda, dispositivos presentes na Lei de Interceptação Telefônica, no Código de Processo Penal (resumem-se ao capítulo de busca e apreensão - artigos 240 a 250) e no Marco Civil da Internet tem-se demonstrado insuficientes para regulação legal e procedimental, de forma imediata e direta, para validade das provas digitais, principalmente quando resultante de dados de comunicação armazenados em aparelhos celulares [7].

3.1. O papel legal da Polícia Científica

A Polícia Científica integra a Perícia Oficial de natureza criminal, com autonomia funcional e técnica, conforme Lei Federal [15]. Todavia, são leis estaduais que regulam seu funcionamento conforme a unidade da federação. A Constituição do Estado de Santa Catarina [16] já concedeu autonomia à instituição desde 2005, quando a desvinculou da Polícia Civil, acrescendo ao rol da Segurança Pública o "Instituto Geral de Perícias", junto à Polícia Militar, Polícia Civil e Corpo de Bombeiros. O legado "Instituto Geral de Perícias" hoje se denomina Polícia Científica de Santa Catarina. É dever dos servidores realizar a busca por evidências em locais de crime, bem como coletar informações relacionadas à perícia [17]. Dentre as atribuições específicas do Perito Criminal, estão todas e quaisquer perícias relevantes à instrução penal, inclusive às setor-específicas, como a Informática Foren-

B.P. Bez Batti, B.C. Cimolin, Rev. Bras. Crim. 14(4), 651-656, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

se [17]. Vê-se que é imperativa a atuação da Polícia Científica em um crime de feminicídio, contudo, o foco deste trabalho é demonstrar a relevância no que tange ao aparelho celular da vítima, encontrado junto ao corpo, e a importância probatória do material ali armazenado.

3.2. O aparelho celular da vítima de feminicídio

Segundo informações disponibilizadas pela Agência Nacional de Telecomunicações [18], referentes a fevereiro de 2024, a densidade (cada 100 pessoas) com acesso à telefonia móvel no Brasil é de 105,6, ou seja, em média, há mais de um aparelho por pessoa. Logo, a vítima de feminicídio também terá um aparelho celular. Ressalta-se que, em um caso de feminicídio, o agressor é próximo da vítima em mais de 80% dos casos, por vezes companheiro, ex-companheiro e até familiares, uma realidade quase inversa quando se observa os homicídios de mulheres não enquadrados nesta qualificadora [1]. Em vista disso, dados armazenados no aparelho celular da vítima podem apontar rápida e indubitavelmente as pessoas com quem a vítima convivia, trocava mensagens, mantinha contato e, consequentemente, o autor do crime. Ou seja, a partir dos dados estatísticos, deduz-se: o acesso ao aparelho celular da vítima de feminicídio poderia evidenciar a autoria em mais de 80% dos casos. Ocorre que, segundo o último relatório público fornecido pela empresa *Cellebrite* [19], responsável por produzir e comercializar *softwares* de desbloqueio, 6 a cada 10 aparelhos chegam ao laboratório bloqueados. Um número desconhecido desses não será desbloqueado. Tratando-se de um aparelho celular encontrado em local de crime, o STF já discute, através do Tema 977 [20], se é justificável ou não o acesso sem autorização judicial prévia. No caso em tela, o aparelho celular foi encontrado no local e o registro de ligações foi visualizado com o objetivo de determinar a autoria, pois sabidamente pertencia ao acusado. O julgamento segue ocorrendo. Entretanto, ainda que finalizada a discussão referida, o fato é que a particularidade da prova digital somada à singularidade de uma situação de feminicídio, resulta hoje na insuficiência de decisões judiciais que se encaixem de forma satisfatória. Até o momento, não há discussão no STF sobre a privacidade dos dados armazenados quando se trata da vítima morta. Inexiste legislação própria para regular a sucessão quando a herança é digital e não há norma própria para acautelar os direitos de personalidade do falecido. Mesmo a Lei Geral de Proteção de Dados, não aborda esta temática [21]. É sabido que certas situações demandam que direitos fundamentais sejam restringidos pelo Estado como forma imprescindível de garantir um outro. Alexy [22] já considerava impossível uma hierarquia definitiva entre direitos fundamentais, mas citava a possibilidade de uma "ordenação flexível", a partir de casos concretos apresentados ao Tribunal Constitucional. Diante de conflitos entre direitos fundamentais de carga principiológica, necessita-se da ponderação e proporcionalidade [23], pois terão pesos diferentes conforme o caso [22]. Forchesatto e Silva [24] ao avaliarem o confronto aparente entre o direito à intimidade e a Segurança Pública, especialmente quanto às abordagens policiais, concluíram que o confronto entre direitos fundamentais constitucionalmente assegurados ocorre em diversas situações e que nem sempre a aplicabilidade da lei resolverá o conflito, sendo necessária a avaliação e ponderação a partir do caso específico. Para Alexy [22], tal ponderação é denominada de sopesamento. O Estado tem premissa para tutelar direitos fundamentais de forma a possibilitar o exercício do poder de Polícia, objetivando garantir o direito à segurança pública, também um direito fundamental, sendo a ponderação necessária à legalidade da ação [24]. É dessa forma que é preciso enxergar o acesso a um aparelho celular de vítima de feminicídio em local de crime, permitindo-nos tratar diferente as situações que a isso demandam. Acessar o telefone celular da vítima utilizando-se do desbloqueio facial ou impressão digital ainda no local de crime possibilitaria uma resposta rápida e precisa a um crime que muito impacta a sociedade. É sopesar e/ou ponderar. Além do que, a visualização das mensagens manualmente é a forma menos invasiva de acesso aos dados de aparelho celular, pois praticamente o policial científico utiliza o aparelho como normalmente faria o usuário comum e utiliza-se de fotografias da tela ou transcrição manual para registro dos dados [8], os quais incorporam, na situação demandada, o Laudo Pericial de local.

4. A NATUREZA CAUTELAR DA PROVA

É através da prova que o Juiz se convence da ocorrência ou não dos fatos juridicamente significativos para decidir no processo [25]. Ao produzi-la, a finalidade é demonstrar ao magistrado a verdade dos fatos, a dita verdade processual [26]. Para Aury Lopes Junior [27], a "verdade" é um problema no Processo Penal, por ser apontada como validação para autoritarismos e atrocidades ao longo da história, disseminando uma cultura inquisitória no Estado e na persecução penal, consequentemente prejudican-

do o contraditório. Contraditório esse também garantido na Constituição (artigo 5º, LV). Gustavo Henrique Badaró [25] define prova cautelar como sendo aquela que necessita de urgência no exame ou na obtenção do elemento probatório e afirma que se exige tempo para estabelecer o contraditório contemporâneo. Todavia, tempo e urgência não são compatíveis. Como na prova pericial, onde a urgência necessária à materialização dos vestígios perenes no local do crime, exames de corpo delito e demais perícias diversas são solicitadas e realizadas, majoritariamente, no curso do inquérito policial [28]. Não há tempo para intimar as partes, nomear perito e aguardar quesitação. Depois de emitido o laudo e anexado aos autos, haverá contraditório [25]. Portanto, ele é diferido, em virtude do risco de perecimento. O próprio Código de Processo Penal [29] traz ressalvas no artigo 155, quando afirma que, apesar do juiz não poder tomar decisões com fundamentação exclusiva no inquérito policial, excetuam-se deste veto as provas produzidas antecipadamente, as irrepetíveis e as cautelares. Não se trata de excluir o contraditório, mas mitigá-lo, devido a inviabilidade do contraditório real [30]. Ou seja, encaixando-se nos critérios de urgência e/ou perecimento, a prova produzida cautelarmente tem valoração judicial. Mediante o exposto, como não enxergar o desbloqueio do celular da vítima de feminicídio no local de crime como de natureza cautelar? Não há viabilidade de tempo para aguardar autorização judicial, tampouco tempo hábil para autorização familiar. É medida de urgência, em vista do alto risco de perda do material armazenado no aparelho celular, seja por insucesso de desbloqueio futuro ou pelas condições em que se encontra o objeto no local do crime. Sangue, sujidades e danos não são incomuns. Alguns países já trazem legislação e discussão a respeito dessa possibilidade de acesso cautelar pela Polícia. Em Portugal, permite-se o acesso sem prévia autorização judicial em situações específicas, notadamente na lei do Cibercrime [31]. É autorizado em situações de crime organizado, criminalidade violenta e terrorismo, desde que hajam razões para crer que há risco à integridade ou a vida de qualquer pessoa, exigindo-se apenas a comunicação imediata e validação posterior pela autoridade judiciária [31]. No mesmo caminho segue a legislação espanhola, que menciona casos urgentes como possibilidade de exame direto pela Polícia, sendo exigida apenas a comunicação direcionada, escrita e fundamentada, em até 24 horas, para o Judiciário [32]. A Corte Americana nos traz que, em regra, a autorização é exigível, mas que a polícia, de acordo com a exigibilidade da situação, pode agir, citando como possível uma busca sem autorização judicial em aparelho celular de suspeito que se prepara para acionar um artefato explosivo ou de um sequestrador de crianças que possa ter informações sobre a localização da vítima no celular [33]. No Canadá, a Suprema Corte já citou situações de risco para polícia, para o coletivo ou para o acusado, assim como preservação de provas, como sendo motivos justificáveis para violação da privacidade de um aparelho celular, restando ao Judiciário a revisão da legalidade posteriormente [34]. Rebelatto [7], cuja dissertação de mestrado analisou o aspecto constitucional de investigações que envolvam os dados armazenados em aparelho celular, dentre suas conclusões, ressaltou a possibilidade de acesso direto, de maneira excepcional, em casos de urgência ou emergência justificáveis. Tschoke Filho [35], ao avaliar abordagens e acesso a aparelho celular pela Polícia Militar concluiu, da mesma forma, pela existência de excepcionalidades e admissibilidades em situações que demandam urgência. Vê-se que há exceções sendo necessárias e mencionadas na esfera jurídica de outros países e citadas direta ou indiretamente na doutrina nacional. Entretanto, nosso Judiciário não trouxe exceções pacificadas até o momento, tampouco nossa legislação regulou possibilidades. Enquanto não se tem legislação clara, nem obrigatoriedade de julgamento específico pelo Judiciário em uma situação em que os dados do aparelho celular sejam fundamentais, com risco de perecimento e de propriedade da vítima, não do réu, tal qual a hipótese levantada, resta-nos debates doutrinários e observação ao direito comparado.

5. CONCLUSÕES

A necessidade da prévia autorização judicial para quebra de sigilo de dados armazenados em aparelho celular é a regra no ordenamento brasileiro e nas decisões do Supremo Tribunal Federal. Entretanto, a intimidade protegida nos julgamentos avaliados tem sido a do acusado, enquanto a intimidade das vítimas não foi, até o momento, questionada. Sob o olhar da Polícia Científica, tem-se o aparelho celular da vítima morta no local do crime, junto ao corpo e comumente bloqueado. Todavia, passível de acesso em situações em que a impressão digital ou *face id* puderem desbloquear o aparelho. *Softwares* de contorno de bloqueio não obtêm sucesso todas as vezes, bem como, a depender das condições do aparelho e sujidades comuns a locais de crime, aumentam-se as chances de perecimento. Aguardar autorização judicial é possibilitar a perda da prova. A Lei Geral de Proteção de Dados não versa sobre o sigilo de dados

de pessoas falecidas, tampouco as decisões dos tribunais superiores já pontuaram situações de cautelaridade junto a sigilo de dados no Brasil. Mas, isso já ocorre em outros países. Dessa forma, considerando que os dados armazenados no celular da vítima não prejudicam as garantias do réu, a gravidade do crime abordado, sua característica estrutural e crescente, o sopesamento de direitos fundamentais, as atribuições da Polícia Científica, o caráter pouco invasivo do acesso manual e, principalmente, a possibilidade de insucesso no desbloqueio futuro e consequente perda da prova, confirmam a hipótese elencada: é justificável o acesso manual do aparelho celular da vítima de feminicídio sem autorização judicial ainda no local do crime.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] S. Bueno, et al. O crescimento de todas as formas de violência contra a mulher em 2022. In: *17º Anuário Brasileiro de Segurança Pública*: 136-145 (2023).

[2] S. Mariano (coord). *Informe: feminicídios no Brasil 2023*: monitor de feminicídios no Brasil [livro eletrônico]. Ed. dos autores, Brasil, p.21 e 33 (2024).

[3] S. Mariano e M.F. Souza. A Morte Antecipada na Forma de Feminicídio. *Mediações* **28**: 1-20 (2023).

[4] L.M.L. Paiva. *Feminicídio* [livro eletrônico]. Revista dos Tribunais, Brasil (2022).

[5] G.P. Smanio. *Raio X do Feminicídio em SP - é possível evitar a morte*. Ministério Público do Estado de São Paulo (2023). Retirado em 18/10/2023, de https://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/Nucleo_de_Genero/Feminicidio/RaioXFeminicidioC.PDF.

[6] L.T. Souza. Vitimologia e gênero no processo penal brasileiro. *Cadernos de Gênero e Tecnologia* **27 e 28**: 37-64 (2013).

[7] L.F.B. Rebellato. A análise constitucional do sigilo e da privacidade nas investigações criminais: o acesso a dados armazenados em aparelhos celulares. *Dissertação de mestrado*, Faculdade de Direito, USP (2020).

[8] J.A. Velho (org.). *Tratado de Computação Forense*. Millennium Editora, Brasil, 315-326 (2016).

[9] Brasil, Supremo Tribunal Federal. *Mandado de segurança nº 23452* (1999). Retirado em 21/08/2023, de https://redir.stf.jus.br/paginadorpub/paginador.jsp?docTP=AC&docID=85966.

[10] T.F. dos Santos. Sigilo de dados, interceptação telemática e direito fundamental à prova: um olhar sobre o hackeamento de dispositivos informáticos na operação Spoofing. *Trabalho de Conclusão de Curso,* Faculdade de Direito, Universidade Federal de Goiás (2021).

[11] I.W. Sarlet e J. Weingartner Neto. *Constituição e Direito Penal - Questões Polêmicas* [livro eletrônico]. Revista dos Tribunais, Brasil (2023).

[12] G. Stangler. Projeto de Lei nº 4939/2020: Reflexões acerca dos novos métodos de obtenção de prova telemática em meio a era da criptografia. *Trabalho de Conclusão de Curso*, Direito, UFRGS (2023).

[13] Brasil, Superior Tribunal de Justiça. AgRg no *Habeas Corpus nº 646771* (2021). Retirado em 21/08/2023, de https://scon.stj.jus.br/SCON/GetInteiroTeorDoAcordao?num_registro=202100505166&dt_publicacao=13/08/2021.

[14] V. Matos. Medidas cautelares de polícia para os crimes praticados por meios informáticos - dificuldades inerentes à prova digital. *Jurismat* **13**: 367-381 (2021).

[15] Brasil, *Lei 12.030, de 17 de setembro de 2009*. Dispõe sobre as perícias oficiais e dá outras providências. Brasília.

[16] Santa Catarina, *Constituição do Estado de Santa Catarina de 1989*. Florianópolis.

[17] Santa Catarina, *Lei 15.156, de 11 de maio de 2010*. Institui o Plano de Carreiras e Vencimentos do Grupo Segurança Pública - Perícia Oficial e adota outras providências. Florianópolis.

[18] Brasil, Painéis de Dados de Telefonia Móvel. Agência Nacional de Telecomunicações. Retirado em 04/05/2024, de https://informacoes.anatel.gov.br/paineis/acessos/telefoniamovel.

[19] *Report Benchmark Intelligence Digital*. Cellebrite (2021). Retirado em 23/10/2023, de https://cellebrite.com/en/digital-intelligence-benchmark-report-2021/.

[20] Brasil, Supremo Tribunal Federal. *Tema 977*: Agravo em Recurso Extraordinário n. 1042075 (2020). Retirado em 21/08/2023, em https://portal.stf.jus.br/jurisprudenciaRepercussao/verAndamentoProcesso.asp?incidente=5173898&numeroProcesso=1042075&classeProcesso=ARE&numeroTema=977.

[21] M.E.B Fernandes e W.F. Domingues. Sucessão Digital no Brasil: Os limites no tocante à privacidade do de cujus. *Revista Linhas Jurídicas* **15** (2023).

[22] R. Alexy. *Teoria dos direitos fundamentais*. Saraiva, Brasil, 93-167 (2012).

[23] J.C. Bossak e C.C. Peguini. Colisão de direitos fundamentais: Formas de solução e o posicionamento do STF. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento:* 117-153 (2020).

[24] R. Forchesatto e D.N. da Silva. Possibilidade de relativização de direitos na atividade policial: Aces-

so aos dados de aparelhos telefônicos. *Revista Ordem Pública* **10:** 13-32 (2018).

[25] G.H. Badaró. *Processo Penal* [livro eletrônico]. 9 ed. Thomson Reuters Brasil (2023).

[26] G. de S. Nucci. *Manual de direito penal*. Ed. São Paulo, Brasil, 341 e 343 (2015).

[27] A. Lopes Junior. *Direito Processual Penal*. Saraiva, Brasil, 380-387 (2015).

[28] G.M. Dezem. *Da prova penal: Tipo processual, provas típicas e atípicas*. 1ª ed. Editora Millennium, Brasil, 171 (2008).

[29] Brasil, *Código de Processo Penal*, 4ª ed. Senado Federal (2022).

[30] L.B. Alves. O direito ao contraditório na prova pericial penal. *Monografia*, Direito, UFRGS (2018).

[31] Portugal, *Lei n.º 109/2009, de 15 de Setembro* (Lei do Cibercrime). Assembleia da Republica. Retirado em 24/06/2024, de https://www.pgdlisboa.pt/leis/lei_print_articulado.php?tabela=leis&artigo_id=&nid=1137&nversao=&tabela=leis

[32] Espanha, Disposición 10725 de Boletín Oficial Del Estado. *Ley Orgánica 13/2015*, núm. 239, 2015. Retirado em 24/06/2024, de https://www.boe.es/boe/dias/2015/10/06/pdfs/BOE-A-2015-10725.pdf.

[33] United States, Reports. Cases Adjudged in the Supreme Court: *Riley v. California*. Volume 573. Washington: 373-408 (2020). Retirado em 24/06/2024, de https://www.supremecourt.gov/opinions/boundvolumes/573BV.pdf.

[34] Canada, Supreme Court Reports. *Kevin Fearon v. Her Majesty The Queen*. Vol 3: 621-700 (2014). Retirado em 24/06/2024, de https://decisions.scc-csc.ca/scc-csc/scr/en/6357/1/document.do.

[35] J.N. Tschoke Filho. Acesso ao conteúdo de celulares em abordagem pela polícia militar. *Brasilian Journal of Development* **7**, 109998-110012 (2021).

v. 14, n. 4, p. 657-659, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Abuso Sexual de Vulnerável

R.F. Oliveira[a,*], R. Gomes[b], A.B.R.W.L.A. Albuquerque[c], J.R.R.M.Júnior[d]

[a] *Enfermeira e Acadêmica do Curso de Graduação em Investigação Forense e Perícia Criminal - UNIASSELVI, Brasil;*
[b] *Nutricionista e Acadêmica do Curso de Graduação em Investigação Forense e Perícia Criminal - UNIASSELVI, Brasil;*
[c] *Orientadora: Advogada OAB/MA nº 26.016, Pós- Graduação em Responsabilidade Civil e Penal no Direito Médico, Brasil;*
[d] *Co-Orientador. Cabo da Polícia Militar do Piauí, Brasil.*
**Endereço de e-mail para correspondência: rose.life@hotmail.com Tel.: +55-98-98285-9879.*

Keywords: Vulnerabilidade Social, Criança; Adolescente; Familiares e Sentimentos.

1. INTRODUÇÃO

O abuso sexual de vulnerável é um tipo de violência que merece muita atenção não somente por parte das vítimas, mas da sociedade em geral, do poder Público, das instituições de ensino e principalmente por parte dos familiares, pois na maioria das vezes, esse tipo de violência ocorre no meio familiar, nas escolas, deixando traumas na vida da criança e do adolescente. Trauma esse que, na maioria das vezes acompanham por todo seu crescimento de forma a afetar seu desenvolvimento.

Atualmente, os crimes de estupro e de atentado violento ao pudor que, anteriormente eram separados, foram unificados em dois tipos penais, quais sejam: Estupro (Atual Artigo 213) e o Estupro de Vulnerável (Artigo 217A). De acordo com o artigo 217A, consideram vulneráveis os menores de 14 anos ou os que se encontram em situação de vulnerabilidade, que são aqueles que por alguma enfermidade ou deficiência mental não tem o necessário discernimento para a prática do ato; ou aquele que não pode oferecer resistência [1].

Nesse sentido o presente estudo busca conscientizar sobre a necessidade de debate sobre a temática, alertar as famílias sobre essa realidade que cada vez está mais frequente em muitos lares, descrever os sinais que as vítimas apresentam quando estão sendo vítimas de abuso sexual com ou sem contato físico.

De acordo com o exposto, este estudo tem como objetivo geral analisar a incidência do crime de estupro de vulnerável, bem como, os principais fatores que geram a prática do crime e suas características relevantes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Geralmente, os abusadores são parentes ou pessoas próximas do vulnerável, que são exatamente as pessoas que deveriam proteger, são as que de fato, usam do abuso de confiança para causar traumas e dores físicas e psicológicas na criança ou adolescente. A jurisprudência brasileira busca proteger os vulneráveis dos abusos e de estupro, segundo código penal, é prevista pena de 8 a 15 anos para o crime de estupro de vulnerável, o qual engloba a conjunção carnal e qualquer outro ato libidinoso com menor de 14 anos [2].

De acordo com dados pesquisados, o Brasil está entre os principais países com maior número de casos de vítimas de exploração sexual, ficando atrás apenas da Tailândia, com 70% dos casos de estupros no Brasil, sendo as crianças as principais vítimas.

Ainda que exista, os direitos de proteção e dignidade assegurada pela Constituição Federal e Legislações, as crianças e adolescentes em situação de vulnerabilidade continuam desprotegidos, sofrendo abusos e violências o que remete a necessidade de mais debates, para que haja maior envolvimento na temática, sendo ampliada a conscientização e consequente proteção de forma holística das crianças e adolescentes [3].

2.1. A Prática da Violência Sexual de Criança e Adolescente no meio Intrafamiliar

Existem várias formas de manifestações de violência sexual, não sendo somente o estupro propriamente dito, de forma que, a violência sexual pode ou não deixar vestígios físicos, pode ou não ser com toques

físicos, forçar uma criança presenciar cenas de sexo ou assistir filmes pornográficos, também é uma forma de violência sexual, telefonemas obscenos, exibição intencionalmente do órgão genital, ou ainda quando o adulto espiona a criança ou adolescente no banho, ou trocar de roupa [3].

Em se tratando de violência intrafamiliar, normalmente o agressor é responsável por cuidar do menor, possuindo vínculo familiar, e/ou as vezes sendo de relacionamento anterior ou atual. Essa aproximação da vítima com o familiar agressor, dificulta ainda mais a denúncia ou o afastamento, pois as vezes existem a efetividade e a relação de cuidado, que termina por confundir a criança, fazendo com que se calem e se tornem impotente devido o medo.

2.2. Dos Vestígios que se constituem como Provas Criminais no caso de Estupro de Vulnerável

São provas tudo que possa ser utilizado no processo, de forma direta ou indireta, desde que esteja de acordo com o artigo 5º, inciso LVI da Constituição Federal de 1988 e o artigo 233 do Código do Processo Penal, que diz respeito a prova ilícita.

Assim, em virtude do direito penal Brasileiro vigorar princípio da verdade real ou material, não há limitações para a produção de provas através dos meios probatórios, desde que seja obtida de forma lícita e legítima. Nesse liame, o princípio da liberdade probatória, corresponde a qualquer meio probatório nominado ou não na norma processual para a consecução desta, observado o aspecto da legalidade [4].

3. METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão bibliográfica qualitativa, afim de qualificar e compreender os apectos relevantes. Foi utilizado como critérios de exclusão os artigos que não fossem relacionado ao tema, bem como, os artigos que não foram publicados na língua portuguesa nos últimos cinco anos. Após a pesquisa foram selecionados 10 artigos que realmente contemplava, de acordo com os objetivos da temática.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crime de estupro de vulnerável com ou sem contato físico é muito complexo, que deve ser analisada cuidadosamente, não somente por se tratar de crime, mas, por a vítima ser criança, adolescente, ou portador de alguma deficiência que incapacite de oferecer resistência. Quando esse tipo de crime é divulgado, gera indignação e repúdio por parte de toda sociedade, porque é um crime cruel que gera vários danos físicos e psicológicos nas vítimas. Nesse sentido, é de suma importância, a conscientização para assim incentivar o aumento das denúncias de forma a evitar que, os familiares e/ou cuidadores colabore para a prática do crime de abuso sexual contra vulneráveis.

Os sujeitos desse crime, com o passar dos tempos foram alterando, anteriormente, o sujeito ativo do crime de estupro de vulnerável só poderia ser do sexo masculino, enquanto que a mulher só poderia ser sujeito ativo, se por um acaso agisse em concurso com o homem. No entanto, com as inovações trazidas com a lei 12.015/09, agora no presente tipo penal, não somente o homem é o agressor, mas sim, a mulher também se tornou sujeito ativo. De acordo com as doutrinas jurídicas, o crime de estupro de vulnerável é concebido como crime comum, podendo ser praticado por qualquer pessoa, independente do gênero [5].

A legislação Brasileira, ao longo dos anos, criou diversas normas e leis para proteger as crianças, bem como, os adolescentes de abusos e violências. A lei 14.432/2022, o código penal e seu artigo 217-A, o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), o qual descreve quais são os tipos de violência, ainda tem a lei 13.431/2017 que garante os direitos da criança e do adolescente vítimas de violência, além de existir a cooperação de associações privadas sem fins lucrativas [6].

Uma das leis que mais tem ações efetivas, é a lei 14.432/2022, pois é que institui a campanha Maio Laranja, sendo realizado em todo território nacional, ações relacionadas ao combate ao abuso e à exploração sexual de crianças e adolescentes. Tendo como objetivo abranger a notoriedade dessa temática, para assim, trazer ainda mais para os debates do dia a dia, visto que o abuso sexual é muitas vezes negligenciado pela sociedade [6].

O código penal e seu artigo 217A, prevê também tipificações penais referente ao abuso e violência sexuais praticadas contra os infantis, em seu artigo 240 a 241-E. O tipo penal previsto no artigo 241-D é específico e responde por este, aquele que alicia, assedia ou constrange a criança para, com ela praticar o ato libidinoso.

Não basta tipificar ou punir o crime, é necessário que haja apoio, proteção e recuperação para as crianças e adolescentes vítimas de qualquer tipo de violência sexual. Nesse sentido a lei 13.431/2017, veio contemplar essa necessidade de proteger, bem como, auxiliar os vulneráveis vítimas de violência sexual [7].

Os resultados da conduta de ter conjunção carnal ou praticar qualquer ato libidinoso com menor de 14

anos, pode agravar a pena do autor de acordo com sua gravidade: Se da conduta, resulta lesão corporal de natureza grave, a pena é a reclusão de 10 a 20 anos; Se da conduta resulta morte, reclusão de 12 a 30 anos. A lesão corporal e a morte devem ser consequência da conduta do agente de praticar o estupro e somente pode ser imputados a ele a título de culpa, ou seja, a conduta dolosa foi relativa ao estupro, mas em razão da negligência, imperícia ou imprudência, foi alcançado resultado diverso do pretendido. Desse modo há um aumento considerável na pena cominada ao delito [7].

5. CONCLUSÕES

Diante do exposto, e após revisão da literatura encontrada, foi possível concluir que apesar das leis existentes de proteção às vítimas vulneráveis de abuso sexual, não foi encontrado nenhum estudo em que relata os sinais de alerta de que a vítima está possivelmente sofrendo o abuso, sendo que, é notório os sinais, mas, são negligenciada por parte dos familiares e cuidadores ao não reconhecerem esses sinais de alertas que são: O medo de ficar com um familiar/cuidador sozinhos, baixo rendimento escolar, isolamento social, agressividade sem explicação, chorar com facilidade, algumas crianças fazem xixi na cama, pedem para dormir com quem tem a confiança, indícios de depressão ou até mesmo o desenvolvimento de algum transtorno neuro desenvolvimento.

Além de constatar uma lacuna jurídica em relação ao ato infracional análogo ao crime de estupro de vulnerável que exige dos operadores do direito uma análise específica dos casos envolvendo o relacionamento sexual consentido entre adolescentes, de modo que este não tenha sua descoberta sexual criminalizada. E ainda, mesmo com as leis existentes não são suficientes para impedir tais atos criminosos, pois na maioria dos casos, os agressores continuam praticando o abuso sexual contra novas vítimas. Nesse sentido, se faz necessário a criação de leis que seja de maior eficácia, e de fácil aplicabilidade para o agressor, de forma que o mesmo não volte a cometer o crime de abuso sexual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] L.L.M. Gomes. O Estupro de Vulnerável e a Análise das Vulnerabilidades. *Monografia,* Universidade Evangélica de Goiáis (2021).

[2] M.M. Furtado. Ato Infracional Análogo ao Crime de Estupro de Vulnerável: Análise sobre a Presunção de Vulnerabilidade da Vítima e a Possibilidade de sua Relativização. *Monografia,* Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz (2018).

[3] W.M.A Farias. Violência Sexual Contra o Menor de i

Idade no Âmbito Familiar. *Monografia,* (2016). Retirado em 02/06/2024, de http://repositório.asces.edu.br/handle/123456789/273

[4] E.S. Sousa; F.L.S. Borges. Estupro de vulnerável sem Contato Físico. Universidade do Rio Verde (2021).

[5] A.F.B. Michel. O Estupro de Vulnerável e a Proteção da Dignidade Sexual. *Monografia,* Unievangélica (2020).

[6] A.P. Barcelos. Curso de Direito Constitucional. 2º.ed. Rio de Janeiro. Forense, (2019).

[7] E.G. Pereira; V.M.G.P. Coelho. Estupro de Vulnerável: Abuso Sexual de Criança e Adolescente no Brasil. Código Penal Brasileiro, Constituição Federal de 1988. Lei 14.432/2017, Lei 13.431/2017. Retirado em 02/06/2024, de http://www.gov.br/pt-br/serviços/denuncias-violacao-de-direitos-humanos

v. 14, n. 4, p. 660-664, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

MORTES VIOLENTAS DE MULHERES: UM OLHAR A PARTIR DO PROTOCOLO COM PERSPECTIVA DE GÊNERO, EM LOCAIS DE CRIMES NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM - PARÁ.

Y.L.L. Jennings*, E.L. Santos, T.J.B F. Palha

Núcleo de Crimes Contra a Vida , Instituto de Criminalística "Iran Bezerra", Polícia Técnico Científica, do Estado do Pará, Brasil
**Endereço de e-mail para correspondência: yara.jennings@policiacientifica.pa.gov.br. Tel.: +55-91-80446252.*

Keywords: **perspectiva de gênero, violência, mulheres, misogenia, feminicídio.**

1. INTRODUÇÃO

A naturalização da violência contra as mulheres como uma das formas de violação dos direitos humanos é um tema abordado há décadas e permanece atual, urgente e necessário. No tocante a esta temática, um marco histórico se deu com a Convenção Interamericana para Prevenir, Punir e Erradicar a Violência contra a Mulher ocorrida em 1994 em Belém, conhecida como Convenção de Belém do Pará [1], promulgada em Belém do Pará e que completou 30 anos neste ano de 2024. Esta convenção serviu para impulsionar diversas leis voltadas à proteção da população feminina em situação de violência, entre elas se destaca mais recentemente a Lei do Feminicídio (Lei 13.104/15), dada a especificidade desta violência [1]. O crime de feminicídio é o homicídio qualificado, conforme consta o art.121 do Código Penal Brasileiro, e ocorre contra a mulher por razões da condição de sexo feminino em duas situações: podendo ser cometido em situação de violência doméstica e familiar e/ou menosprezo ou discriminação à condição de mulher [1].

Apesar da relevante evolução na legislação para essa tratativa sobre violência contra as mulheres, incluindo a pauta de gênero, observa-se um certo retrocesso na sociedade quando se pontua as estatísticas deste crime, pois além de ser um fenômeno global, os dados revelam que o Brasil ocupa o 5º lugar no ranking mundial em assassinatos de mulheres por sua condição de gênero [1]. No Estado do Pará, os dados oficiais indicam que de janeiro de 2018 a 23 de setembro de 2023, ocorreram 341 casos de feminicídios [2]. Deste total, 17,88% representam casos com procedência da Região Metropolitana de Belém (RMB), conforme o relatório da Coordenação de Inteligência Forense (CINFOR) da Polícia Científica do Estado do Pará., mediante os dados consolidados da Secretaria de Inteligência Adjunta e Análise (SIAC), apesar de serem dados confiáveis, provavelmente não representa o universo real dos casos, em que pese a subnotificação no Estado e no país.

´É sabido que a atuação de forma integrada de todos os profissionais de segurança pública envolvidos em uma investigação é importante no esclarecimento do fato delituoso e no que se refere a interface perícia e feminicídio, a eficácia da investigação dependerá diretamente da prova técnica, a qual poderá ter valor probatório [3].

Diante disso, é evidente a preocupação no âmbito da Perícia Criminal em relação a sua atuação, portanto, este trabalho propõe-se a: descrever quais são os elementos ou vestígios detectados nas cenas dos crimes com mortes violentas de mulheres com perspectiva de gênero a partir de quatro casos reais ocorridos na Região Metropolitana de Belém à luz das ciências forenses e das normativas, a fim de avaliar os impactos da implementação do Protocolo com perspectiva de gênero na perícia de local de crime atendida pelo Núcleo de Crimes Contra a Vida (NCCV), Belém-PA.

Y.L.L. Jennings *et al.*, Rev. Bras. Crim. 14(4), 660-664, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia intencionada neste trabalho para analisar e reconhecer as características observadas nas cenas dos crimes contra mulheres com perspectiva de gênero, na Região Metropolitana de Belém, Pará, foi realizada por meio de abordagem qualitativa a partir de levantamento de estudos, analisando casos selecionados que foram atendidos pelo Núcleo de Crimes Contra a Vida (NCCV) e cotejo com o que é preconizado na literatura no âmbito de local de crime, com mortes violentas de mulheres com perspectiva de gênero e feminicídios por meio de revisão bibliográfica.

2.1. Coleta de dados

A abordagem qualitativa consistiu na realização da análise de variáveis que podem ser reconhecidas no processamento de local de crime com mulheres e que podem auxiliar na caracterização da violência de gênero, a descrição das normativas voltadas a esta temática na perícia de local de crime utilizadas neste trabalho. Dessa forma, a coleta de dados deste estudo foi o recorte feito para quatro casos selecionados de mortes violentas de mulheres a partir de registros internos do setor NCCV, em que a equipe de Peritos seguiu os Procedimentos Operacionais Padrão [4] rotineiramente utilizados, aliados a isto, foi agregado os conhecimentos do Protocolo Nacional de Investigação e Perícias em Crimes de Feminicídios [5], o qual foi elaborado pelo Conselho Nacional de Justiça (CNJ) em 2021 por meio do Ministério da Justiça e Segurança Pública (MJSP).

Para tanto, foram utilizados neste estudo o Protocolo Nacional de Feminicídios e a apostila do curso Aspectos Procedimentais do Protocolo Nacional de Investigação e Perícia em Crimes de Feminicídio [6], em razão destes documentos terem como escopo a orientação do trabalho policial na identificação dos vestígios que permitem demonstrar os crimes que são praticados com mulheres em razão do gênero, ou seja, aqueles crimes em que a condição de ser mulher contribui de forma determinante para a execução da ação criminosa.

A revisão bibliográfica a partir da leitura do livro Feminicídio Perícia Criminal e Valor Jurídico da Prova Material [3], foi utilizada neste trabalho, pois representa a única obra brasileira especificamente dedicada a esta temática com a inclusão da perspectiva de gênero durante o processamento de local frente aos diversos tipos de crimes praticados contra as mulheres.

A literatura existente [3] recomenda alguns elementos identificadores da razão de gênero no exame pericial de local de crime, como exemplo cita-se:

- ausência de sinais de arrombamento no imóvel;
- desalinho não habitual no imóvel, vestes e objetos;
- violência simbólica e psicológica (objetos de estima quebrados, maus tratos de animal de estimação);
- achados de cartas, bilhetes com conteúdo de ameaça, despedida;
- vítima encontrada nua ou seminua;
- sinal de lesão de defesa ou autodefesa, presença de vestígios latentes que evidenciem a presença do agressor in loco como por exemplo o DNA de contato,
- existência de vestes e/ou outros objetos do suposto autor da violência;
- quantidade, intensidade e localização das lesões;
- sinais de lesão de tortura e de violência sexual;
- presença de objeto doméstico como instrumento causador da lesão e morte; ausência de lesão de defesa;
- presença de ferimentos causados pelo uso das mãos do suposto agressor como instrumento do crime.

Destaca-se que esses elementos físicos se considerados de forma isolada ou individual, eles não exclusivos, visto que alguns deles podem aparecer em outros homicídios, eles nãos são específicos, pois, podem estar de forma isolada, sem que haja feminicídio, e por fim, eles não são obrigatórios, isto é, podem não estar presentes, ainda que esteja frente a um feminicídio [3].

Partindo-se do princípio de que o crime de feminicídio é um crime material, deixando rastros, o local do crime é o ambiente privilegiado para encontrar a riqueza de vestígios físicos e que o perito criminal que atua no local tem a competência para observar, analisar, coletar e interpretar.

Dessa forma, o reconhecimento dos elementos identificadores da razão de gênero nos casos reais de feminicídio deste estudo foi de suma importância, pois serviu para fundamentar a análise e interpretação dos dados, a dinâmica dos fatos, auxiliando chegar até a autoria do crime, e subsidiando os trabalhos dos órgãos julgadores.

2.2. Vivências nas ocorrências de casos reais atendidos pelo NCCV Belém

Tem sido observado um aumento no índice de acionamento de casos de mortes de mulheres atendidos pela equipe de Peritos do NCCV [2].

O perfil dos casos de feminicídios objeto deste estudo, demonstraram que ocorreram em locais fechados, como por exemplo, a maioria em seus domicílios, sendo praticados pelo companheiro ou ex-companheiro. Estes casos ocorreram em perímetro urbano da Região Metropolitan de Belém no período de 2022 a 2023.

Vale destacar que o recorte feito para estes casos reais no presente trabalho justificou-se em virtude de todos já terem sido qualificados como crimes de feminicídio de acordo com a investigação policial.

Segue a tabela (Tab. 1) constituída por uma coluna intitulada "Casos" referente aos casos deste estudo e a outra coluna "características" correlaciona aos dados coletados no local de crime dos respectivos casos, tendo como fonte os registros internos do NCCV/PCEPA.

Tabela 1. Descrição do conjunto de características do local de crime dos respectivos casos reais do estudo.

Casos	Características
01	**Histórico** (desentendimento com companheiro; suicídio); **sexo** (feminino); **cadáver** (vestida); **local do fato** (interior do veículo); **motivação** (baleamento); **tipo de lesão** (pérfurocontusa); **meio/instrumento** (pistola); Quantidade lesão (um tiro encostado); **localização** (região frontal); **lesão de defesa** (ausência); **sinais de agressão física** (ausente); **manchas de sangue no local (**diferentes padrões); **vestígios balísticos** (presença); **pólvora combusta** (presente nas mãos e vestes do agressor); **DNA de contato** do agressor na pistola (presença).
02	**Histórico** (desentendimento com companheiro); **sexo** (feminino); **cadáver** (seminua, estado de putrefação); **local do fato** (residência da vítima); **motivação** (esfaqueamento); **tipo de lesão** (pérfuroincisa); **meio/ instrumento** (faca); **quantidade de lesão** (11, multiplicidade); **localização da lesão** (rosto, pescoço, região mamária); **sinais de agressão física** (ausência) **lesão de defesa** (ausente); **manchas de sangue no local (**diferentes padrões); **desalinho não habitual** no local e vestes (presença), com solução de continuidade nas vestes; **vestes do suposto agressor no local** (presença); **sinais de arrombamento** (ausência). -
03	**Histórico** (desentendimento com companheiro; suicídio); **sexo** (feminino); **cadáver** (seminua); **local do fato** (residência da vítima); **motivação** (estrangulamento); **tipo de lesão** (sulco); **meio/instrumento** (cabo coaxial de antena); **quantidade de lesão** (03); **localização da lesão** (cervical); **sinais de agressão física** (presença); **lesão de defesa** (ausência); **manchas de sangue** (ausência); **desalinho não habitual no local** (presença); **sinais de arrombamento** (ausência); **DNA de contato do agressor no local** (presença).
04	**Histórico** (desentendimento com ex companheiro); **sexo** (feminino); **cadáver** (vestida); **local do fato** (residência da vítima); **motivação** (esganadura); **tipo de lesão** (escoriações semelhantes à estigma ungueal); **meio/ instrumento** (mãos do agressor); **quantidade de lesão** (duas); **localização da lesão** (cervical); **sinais de agressão física** (presença); **lesão de defesa** (ausência); **manchas de sangue** (ausência); **desalinho não habitual no local** (presença); **sinais de arrombamento** (ausência); **DNA de contato do suposto agressor no corpo da vítima** (presença).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado deste estudo, foi importante seguir as recomendações do Protocolo Nacional de Feminicídio, visto que auxiliou a Polícia Civil na classificação da qualificadora destes crimes, o feminicídio. Cabe ressaltar, que o processamento de local de crime com mortes violentas de mulheres exigiu dos peritos uma mudança de olhar na cena do crime, consequentemente, demonstrou efetividade nos resultados.

Os dados coletados dos quatro casos reais aqui estudados, representaram um conjunto de vestígios que são semelhantes àqueles elementos identificadores da razão gênero nas mortes violentas de mulheres relatados na literatura [3]. No presente estudo, observou-se que a ênfase das evidências foi fundamental para a configuração do crime. Isto posto, descreve-se aqui a análise e interpretação das evidências que buscou como meio de prova as particularidades observadas, tais como: vítimas do sexo feminino chamou atenção, visto que o Protocolo recomenda a aplicar em todas as mortes violentas de mulheres, embora o histórico seja uma variável subjetiva, foi considerado como importante, pois em todos os casos houve relato de desentendimento com seus companheiros ou ex companheiros, o que corroborou com a literatura [1], houve diferentes tipos de motivação da morte (baleamento, esfaqueamento, estrangulamento e esganadura), o que corroborou com a literatura que descreve que há variados tipos de crimes praticados contra mulheres. Em todos os casos, demonstraram diversos tipos de lesões em que foi possível correlacionar ao meio/instrumento utilizado na ação, como arma de fogo, faca, cabo coaxial de antena e a própria mão do suposto agressor, respectivamente nos casos reais. No caso "1" a análise do tipo da lesão pérfurocontusa e sua localização na região frontal produzida por tiro encostado, foi fundamental para auxiliar no diagnóstico diferencial entre suicídio e homicídio, posteriormente qualificado como feminicídio. Além disso, foi determinante a análise dos vestígios balísticos e do exame de DNA, pois foi possível entender a dinâmica do fato, bem como, sua possível autoria. No caso 2, chamou a atenção a análise das lesões que

revelaram uma multiplicidade de lesões pérfuroincisas e solução de continuidade nas vestes da vítima, o que remeteu à misogenia praticada por seu agressor, bem como, a localização das lesões associadas à beleza e feminilidade (rosto), em regiões dotadas de significado sexual (seios).

O caso "3" assinalou um alerta quanto ao tipo de acionamento, pois se tratava de suicídio forjado. visto que no exame perinecroscópico, foi possível observar marcas de agressão física na vítima, além do tipo do sulco caracterizado como estrangulamento em vez de enforcamento. Além disso, foi fundamental a coleta de material biológico para exame de DNA de contato em um cabo da antena (instrumento utilizado na ação) e posteriormente, realizado o confronto genético para se chegar a possível autoria do crime. No caso "4" foram detectados sinais de agressão física na vítima e as lesões sugestivas de esganadura, constatadas no exame perinecroscópico, posteriormente confirmadas no exame necroscópico. Além disso, o resultado do exame de DNA de contato do material coletado no pescoço da vítima, indicou a presença de um perfil masculino, sugerindo proceder do suposto autor da violência.

Os casos "2, 3 e 4" não apresentaram sinais de arrombamento do imóvel, sugerindo que o(s) agressor(es) poderia ser alguém do convívio, logo, com relação de intimidade com a vítima. Nestes casos, também foi observado desalinho não habitual na cena do crime, o que indicou a existência de luta corporal no ambiente antes da morte. Em todos os casos não foi observado lesão de defesa nas vítimas, indicando que elas não tiveram chance de se defenderem pois foram surpreendidas pelos agressores.

4. CONCLUSÕES

O estudo comprovou a importância de seguir as recomendações das normativas descritas nos protocolos apresentados, dada a sua observância e à luz das ciências forenses, foi possível o reconhecimento dos elementos identificadores da razão de gênero nas mortes violentas de mulheres nos quatro casos reais atendidos na Região Metropolitana de Belém-Pará. A identificação, a análise e interpretação dos dados da cena do crime, à luz destes protocolos, contribuiu significativamente para propor a dinâmica, ainda que parcial, dos fatos, auxiliando a determinar a autoria do crime. Além de corroborar com a literatura, os achados deste estudo surpreenderam com o encontro de elementos novos, como suicídio forjado, que aos poucos vai aumentando a lista dos elementos identificadores que podem caracterizar o feminicídio, tornando a perícia de local de crime mais complexa.

Com isso, as considerações periciais contextualizadas nos laudos técnicos tiveram grande impacto na fundamentação do trabalho investigativo da Polícia Civil, bem como, dos órgãos julgadores para a classificação do tipo penal e aplicação correta da pena.

Além disso, houve uma melhor atuação da equipe de peritos criminais do NCCV na cena do crime após a aplicação do olhar de gênero nos casos de mortes violentas de mulheres.

Conclui-se também, houve impactos positivos a partir da mudança de olhar incluindo a perspectiva de gênero no NCCV visto que, ocorreu uma mobilização para discutir sobre a temática, desde apresentação de trabalho científico em evento nacional de criminalística, participação de palestras e de reuniões técnicas com a Polícia Civil, o que gerou melhor integração com outros órgãos da Segurança Pública, publicação de matéria sobre o tema no Boletim do Fórum Nacional de Segurança Pública, capacitação por meio de mini curso com profissional de referência nacional.

A elevada estatística deste crime, bem como, diferentes formas e níveis de misogenia revelada nas marcas deixadas em forma de lesões nos corpos das vítimas, chamam a atenção e nos remetem a uma reflexão para que possamos levar estes dados não somente para estudos em eventos científicos, mas para levar aos gestores dos órgãos da Polícia Científica discussões que possam nortear a construção de políticas públicas a fim de auxiliar e unir forças no enfrentamento à violência contra mulheres e meninas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto de Criminalística da Polícia Científica do Estado do Pará, à gerência e equipe de Peritos Criminais do Núcleo de Crimes Contra a Vida, à Associação dos Peritos Oficiais do Pará (ASPOP) e à organização do XXVII Congresso Nacional de Criminalística e à Associação Brasileira de Criminalística (ABC).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] A. Bianchini.; M. Bazzo; S. CHAKIAN. Crimes Contra Mulheres. 5ª Edição. Editora Juspodvm, 2023.

[2] Relatório nº59/2023/PCEPA/CINFOR com dados cedidos pela SIAC.

[3] B. Figueiredo. Feminicídio. Perícia Criminal e valor Jurídico da Prova Material. Editora Millenium, Campinas-SP, 2023.

[4] Manual de Procedimento Operacional Padrão (POP) do Núcleo de Crime Contra a Vida (NCCV) -1ª. edição – Versão 1.0 - 183p.: il.-ISBN: 978-65-00-36096-7 (2021).

[5] Introdução ao Protocolo Nacional de Investigação e Perícia em Crimes de Feminicídio. Apostila do curso realizado na modalidade Ensino à Distância realizado em 2022 pela Secretaria Nacional de Segurança Pública.

[6] Aspectos Procedimentais do Protocolo Nacional de Investigação e Perícia em Crimes de Feminicídio, apostila do curso realizado na modalidade Ensino à Distância realizado em 2023 pela Secretaria Nacional de Segurança Pública.

v. 14, n. 4, p. 665-667, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Quebrando o Silêncio: A Importância da Perícia Criminal na Investigação em Casos de Femicídio no Brasil

V.G.N. Fernandes[a], J.C.C. Dias[a], S.S. Xavier[a], S.S. Xavier[a], E.S. Castro[a]

[a] *Instituto de Criminalística, Superintendência da Polícia Técnico Científica, São Luís (MA), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: victoriagraziellenogueoraferna@gmail.com Tel.: (98) 98158-8659*

Keywords: Femicídio; Brasil; Perícia; Criminal.

1. INTRODUÇÃO

A Lei 13.104/2015 define o feminicídio como o assassinato de mulheres por razões de gênero, incluindo casos de violência doméstica e familiar, evidenciando uma problemática complexa que demanda uma resposta efetiva da perícia criminal durante a investigação. A perícia criminal não apenas desvenda os detalhes dos crimes, mas também contribui na visibilidade desses casos perante a sociedade e o sistema de justiça. [1]. O aumento alarmante dos casos de femicídio no Brasil tem revelado a urgência de abordagens eficazes para enfrentar essa grave violação dos direitos humanos.

A perícia criminal, atua no processo investigativo na cena dos incidentes, e na elucidação desses crimes por meio de identificações e lesões corporais, proporcionando provas concretas que ajudam na condenação dos agressores. O Protocolo Nacional de Investigação e Perícia nos Crimes de Feminicídio, regulamentado pela Portaria nº 340, de 22 de junho de 2020, decorrente da Nota Técnica nº 1/2020/ProMulher/DPSP/Senasp/MJSP, estabelece diretrizes padronizadas para a investigação desses crimes. [2].

A padronização das práticas institucionais serve para prevenir e combater a morte de mulheres decorrente de discriminação e violência doméstica e familiar. Para assegurar a uniformidade dos procedimentos e técnicas aplicados na apuração dos feminicídios, é essencial desclassificar o sigilo das informações e tornar o Protocolo Nacional de Investigação e Perícia nos Crimes de Feminicídio, juntamente com suas atualizações, acessível ao público tornando os casos visíveis. [2-3].

Figura 1. Denúncia contra a violência de mulheres.

Realizar a perícia criminal com a presença da vítima é uma tarefa que demanda não apenas treinamento técnico, mas também um preparo completo, especialmente do ponto de vista psicológico. Esta preparação é essencial para a análise pericial da cena do incidente e para a identificação precisa de lesões e marcas corporais. Esses aspectos destacam a importância crítica da perícia criminal não apenas na coleta de provas, mas também na contribuição para a compreensão dos padrões de violência de gênero. Além disso, a perícia é fundamental para assegurar um processo judicial justo e eficaz.

2. RESULTADOS E DISCURSÃO

Os dados do Fórum Brasileiro de Segurança Pública revelam um triste recorde: 2023 foi o ano com

o maior número de feminicídios desde a tipificação desse crime em 2015. Com 1.463 vítimas no último ano, um aumento de 1,6% em relação a 2022, esses números refletem uma realidade alarmante e constante crescimento desde a implementação da Lei 13.104/2015. [4].

No feminicídio, a atuação da perícia é fator determinante para o enquadramento adequado do crime, pois os casos apresentam evidências específicas que precisam ser identificadas e analisadas com precisão. Logo, o olhar atento da equipe pericial determinará uma construção sólida de elementos probatórios que contribuem com o trabalho da Polícia Judiciária e do Ministério Público, assegurando a punição do agressor e gerando respostas positivas à sociedade em termos punitivos. [5].

2.1. Análise Pericial na Cena do Incidente

A perícia criminal processar a cena do incidente, por diversas etapas de busca de vestígios, confirmação, registro, individualização, coleta e encaminhamento. Essa sequência não só assegura a integridade da cadeia de custódia, mas também facilita a identificação e preservação de evidências que são cruciais para a resolução de casos de feminicídio. A precisão no processamento da cena garanti que nenhuma prova importante seja perdida, comprometendo assim a investigação e a eventual condenação do agressor. [7]. Além disso a presença ou ausência de sinais de confronto físico pode refletir a dinâmica entre vítima e agressor. A destruição de objetos pessoais da vítima, como forma de violência simbólica, pode indicar abusos psicológicos, enquanto a ausência desses indícios pode sugerir que tais eventos ocorreram anteriormente, possivelmente como parte de um padrão de violência em casos de convívio doméstico. [8].

Figura 2. Análises pericial de cena de crimes.

2.2. Identificação de lesões e Marcas Corporais

A identificação de ferimentos em áreas sensíveis como órgãos genitais, abdômen, seios e rosto para confirmar a violência infligida à vítima, muitas vezes motivada por desrespeito, ódio ou desejo de punição. Esses locais são frequentemente alvos de agressores que buscam desfigurar a identidade feminina. Além disso, a detecção de cicatrizes antigas durante exames perinecroscópicos e necroscópicos sugere uma história de violência contínua enfrentada pela vítima. [8].

Dentre os elementos identificadores que o perito criminal utiliza para identificação são: exame perinecroscópico, que observar a existência da multiplicidade e intensidade/profundidade das lesões na vítima, o que pode indicar que foram produzidas em virtude da raiva (misoginia) empregada quando da produção das lesões ou desprezo pela vítima. Verificar a localização das lesões, se em região vital, em locais associados à beleza e feminilidade (rosto), em regiões dotadas de significado sexual (seios), sinais de violência simbólica com intuito de infligir sofrimento na vítima, como por exemplo, fotografias rasgadas, objetos de estima quebrados.

Figura 3. Exame perinecroscópico no local do crime.

2.3. Interpretação da Interação Vítima-Autor-Ambiente

A perícia criminal é responsável por interpretar a interação complexa entre vítima, autor e ambiente. Nos casos de feminicídio, tanto consumados quanto tentados, o crime deixa rastros materiais significativos que podem fornecer informações detalhadas sobre a autoria e a dinâmica do crime.

A análise desses vestígios, como marcas de luta, objetos danificados e padrões de lesões, servem para reconstituir os eventos e identificar o agressor. Esses rastros permitem compreender não apenas a sequência dos acontecimentos, mas também as motivações e intenções por trás do crime, fornecendo uma base sólida para o enquadramento adequado do feminicídio.

3. CONCLUSÕES

A importância da perícia criminal na investigação de casos de feminicídio no Brasil é inegável. A atuação detalhada e precisa dos peritos criminais, desde o processamento da cena do crime até a identificação de lesões e marcas corporais, é essencial para a obtenção de provas concretas que sustentem o enquadramento legal adequado dos crimes de feminicídio.

A perícia criminal vai além da simples coleta de evidências; ela interpreta a complexa interação entre vítima, autor e ambiente, ajudando a reconstruir a dinâmica do crime e a compreender as motivações subjacentes. Essa interpretação é vital para assegurar que os casos de feminicídio sejam tratados com a gravidade e a atenção que merecem, contribuindo para a visibilidade desses crimes e para a conscientização pública sobre a violência de gênero.

Por fim, seria importante a educação continuada desta temática nas Universidades, bem como disciplinas inerentes ao tema nos cursos de formação dos concursos públicos dos órgãos de Segurança Pública, no intuito de orientar e formar o agente de segurança no combate à violência contra a mulher, impactando tanto na atualização profissional quanto na melhor qualidade de vida como ser humano.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer à minha família por todo o apoio em relação às minhas ações, metas, desejos e, principalmente, nessa caminhada em frente à carreira profissional. Agradeço também à minha grande equipe que contribuiu para a construção deste trabalho informativo e construtivo, de suma importância para o futuro. Retribuo ao XXVII Congresso Nacional de Criminalística pela cerimônia revolucionária e a oportunidade de aborda esse tema durante o evento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] CARLOS, José. Legislação Federal - Senado Federal. Jurisprudência Brasileira, v. 32, n. 7, p. 123-130, 2024. Disponível em: https://legis.senado.leg.br/norma/584916. Acesso em: 9 jul. 2024.

[2] CAMPOS, Carlos. Procedimentos de Investigações de Crimes Contra Mulheres Passa a Ser Aberto ao Público em Geral. Revista de Segurança Pública, v. 15, n. 4, p. 45-52, 2015. Ministério da Justiça e Segurança Pública. Disponível em: https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/noticias/procedimentos-de-investigacoes-de-crimes-contra-mulheres-passar-a-ser-aberto-ao-publico-em-. Acesso em: 8 jul. 2024.

[3] BARROS, Maria. *Enfrentamento ao Feminicídio. Denuncie.* SEMPI, 2021. Disponível em: https://portal.pi.gov.br/sempi/2021/05/18/a-cepm-lanca-campanha-ei-merma-no-enfrentamento-ao-feminicidio-denuncie/. Acesso em: 9 jul. 2024.

[4] MORAES, Thatyane Lya; MORBINI, Francieli Korquievicz. *Um olhar pericial sobre o crime de feminicídio.* Anais do EVINCI - UniBrasil, v. 6, n. 1, p. 78-78, 2020. Disponível em: https://portaldeperiodicos.unibrasil.com.br/index.php/anaisevinci/article/view/5375. Acesso em: 9 jul. 2024.

[5] SILVA, Debora. *Femicídio em 2023: Fórum de Segurança Pública.* Brasil, 2022. Disponível em: https://www.brasildefato.com.br/2024/03/07/numero-de-feminicidios-em-2023-e-o-maior-da-serie-historica-no-brasil-diz-forum-de-seguranca-. Acesso em: 9 jul. 2024.

[6] ARAÚJO, Diego. *Comissão da Mulher na investigação de feminicídio.* Portal da Câmara dos Deputados, 2024. Disponível em: https://www.camara.leg.br/noticias/1023772-comissao-da-mulher-discute-importancia-das-pericias-na-investigacao-de-feminicidios. Acesso em: 9 jul. 2024.

[7] JENNINGS, Yara. *A perícia de feminicídios.* Fonte Segura, 2020. Disponível em: https://fontesegura.forumseguranca.org.br/a-pericia-de-feminicidios/. Acesso em: 9 jul. 2024.

[8] SILVA, Debora. *Número de feminicídios em 2023 é o maior da série histórica no Brasil, diz Fórum de Segurança Pública.* Brasil de Fato, 2020. Disponível em: https://www.brasildefato.com.br/. Acesso em: 9 jul. 2024.

v. 14, n. 4, p. 668-670, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Análise de sangue por teste Dímero D em caso de estupro: estudo de caso

M.R.X. Amaral[a,*], A.S.M. Neto[b], D.B. Santos[b], R.M. Santos[b], J.L.N. Rufino[b]

[a] *Instituto de Criminalística, Teresina (PI), Brasil*
[b] *Departamento de Polícia Científica, Teresina (PI), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: rosimere.xavier@pc.pi,gov.br. Tel.: +55-86-98897-6692*

Keywords: Hematologia Forense; Dímero D Forense; imunocromatográfico.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Assim como em outras áreas de pesquisa no Brasil, as Ciências Forenses têm evoluído cada vez mais no desenvolvimento de metodologias e aperfeiçoamento de exames periciais aplicados aos vestígios coletados em cenas de crime [1]. Os procedimentos e as análises de cunho forense contribuem de forma significativa com as resoluções de crimes, fornecendo provas robustas e substanciais, aos operadores do direito, que auxiliam no livre convencimento, bem como, do júri, quando couber, contribuindo para a realização da justiça [2].

A investigação criminal é um conjunto de processos que contemplam desde o processamento da cena e coleta de vestígios, com análise destes de forma subsequente, até a destinação final das amostras. É válido destacar que, para a correta depuração e análise da prova, se faz necessário o adequado manuseio e condução do vestígio, além da manutenção da cadeia de custódia. Estes fatores zelam pelo cumprimento da legislação, como consta de forma taxativa no artigo 158 da lei 13.964/2019 [3].

No país, tem sido crescente e contínuo o número de mulheres vítimas de violência nos últimos anos. De acordo com dados do Fórum Brasileiro de Segurança Pública, as vítimas mulheres que perderam a vida em contexto de violência de gênero chegou à média de quatro (4) por dia, dados referentes aos anos de 2021 e 2022 [4]. Ainda nesse contexto, muitas mulheres sofrem violência sexual, crime que alcança diferentes níveis sociais e pode ocorrer em diversas etapas da vida, seja em locais públicos ou privados, sendo este, uma das principais violações dos direitos humanos.

Estudos relatam que no Brasil, o número de vítimas de natureza sexual norteiam entre 300-500 mil por ano, dados baseados no "Atlas da Violência" [5].

Diante do exposto, torna-se imprescindível ressaltar a relevância da prova técnica para a persecução penal. A esse respeito, cabe ao perito criminal coletar e analisar os vestígios encontrados em cena de crime não apenas por meios de metodologias que possibilitem o fornecimento da dinâmica do delito, mas também por métodos que contribuam com a identificação da autoria, além de fornecer provas que confrontem, em alguns casos, a versão do suspeito.

Dada a sua natureza, as cenas de crimes sexuais costumam fornecer vestígios biológicos, pois os fluidos corporais são cruciais para proporcionar importantes resultados nas investigações forenses. Além das amostras já comumente utilizadas para testes de saliva e esperma, a detecção de fluidos vaginais, a exemplo do sangue, são relevantes para estabelecer a diagnose diferencial hemática, e deste modo, estabelecer sua origem, se periférico ou menstrual, dado fundamental para inferir sobre a ausência do consentimento, dentre outras formas de confrontos [6]. A Hematologia Forense é um ramo das Ciências Forenses responsável em estudar e analisar o sangue, seja de uma forma identificadora, o que busca estabelecer a natureza bioquímica, ou reconstrutora, que visa estabelecer os aspectos físicos, além de auxiliar na inferência da dinâmica do fato de interesse [7].

No país, o tema não despertou o interesse da sociedade forense durante décadas, apesar dos esforços de produções literárias realizadas por alguns Peritos Criminais de Natureza Oficial. Somente em meados de 2011 a temática

foi discutida dentro do escopo da medicina legal, o que reacendeu os debates sobre o tema. Deste modo, a partir de 2013 as publicações sobre Hematologia Forense foram ganhando espaço e se tornando cada vez mais importantes e necessárias para contribuir com as investigações. Contudo, é notório que ainda há muito a ser percorrido no que se refere às análises, sistematização e métodos empregados nos estudos da Hematologia Forense [7]. Sob esta ótica, averiguar manchas de sangue em local de violência contra a mulher tem sido forte aliado no fornecimento de provas robustas, com destaque para a adaptação em imunocromatografia, como é o caso do teste Dímero D, que possibilita inferir sobre diagnose diferencial hemática em crimes sexuais. Além de tal contribuição, é útil para estabelecer diversas associações entre o local, a vítima e o suspeito.

Assim, o objetivo deste estudo de caso é demonstrar o desempenho do recurso imunocromatográfico Dímero D na distinção hemática de fluído vaginal recuperado em caso de violência sexual e morte de uma mulher no estado do Piauí.

2. PROBLEMÁTICA

Em cenas de estupros com a presença de fluidos vaginais, quando há sangue, o ensaio imunocromatográfico Dímero D é fundamental para a diferenciação do que é menstrual ou periférico, e deste modo, torna sua origem conhecida, contribuindo para distinguir se tal amostra sanguínea procede de trauma ou menstruação, o que pode ser primordial para afastar a tese de consentimento [8]. Ademais, pode corroborar com resultados da investigação criminal, bem como servir de confronto para versão de suspeitos.

3. DESENVOLVIMENTO

O estudo de caso em tela é referente à morte violenta de vítima do sexo feminino, de iniciais J.S.B., 21 anos, que foi abusada sexualmente e perdeu a vida nas dependências de uma Universidade Pública do estado do Piauí, na data de 28/01/2023. Na noite do fato, aconteceu uma festa nas dependências do Campus para recepcionar calouros, onde a vítima teve contato com o suspeito e, por vontade própria, foi conduzida para uma sala destinada a estudos de universitários. Neste ambiente, a vítima sofreu ato sexual de extrema violência, ocasionando em óbito, com o suspeito realizando também vilipêndio de cadáver. Ato contínuo, na manhã seguinte o suspeito conduzia o corpo da vítima, já sem sinais vitais, alegando buscar socorro.

Diante do cenário, onde a vítima apresentava sangue em seu corpo e vestes, além de hematomas na cabeça, a perícia criminal foi acionada para proceder ao processamento da cena. No local supracitado, após realizado o isolamento e preservação, a equipe de perícia, já com posse das informações de que a vítima não apresentava lesões externas, constatou no local a presença de manchas de sangue: i) por saturação no colchão; ii) por gotejamento no chão; iii) por contato em uma mesa; e iv) no preservativo.

Diante da prisão em flagrante do suspeito, o mesmo alegou que o sexo havia sido consentido e o sangue na cena era de origem menstrual. Os peritos criminais seguiram a conduta de realizarem, além das demais análises minuciosas na cena, uma coleta de amostragem de sangue que estava impregnado no preservativo, com o intuito de comprovar mediante teste SERATEC BTM de ensaio imunocromatográfico de Dímero D, se era sangue periférico ou menstrual. Aliado a isso, e de acordo com exames de necropsia realizado no Instituto de Medicina Legal do Piauí, a vítima apresentava lacerações vaginais evidentes e sangramento transvaginal abundante, além das características inerentes e compatíveis com as ocasionadas por relação sexual *perimortem* e/ou pós morte.

O ensaio de Dímero D contém quatro anticorpos monoclonais anti-humanos como componentes ativos. Ademais, os dímeros D são proteínas formadas como produtos de decomposição da fibrina durante a fibrinólise (dissolução corpórea em coágulos de sangue). Estes contêm dois fragmentos D reticulados da fibrina e, por isso, é designado de dímero D. Na menstruação, ocorre um aumento da fibrinólise, o que amplia a percentagem de díodos D no sangue mecânico. No entanto, a concentração no sangue periférico não aumenta, uma vez que o processo de coagulação é sobretudo extravascular. Deste modo, os dímeros D tornam-se adequados como marcadores para a identificação de sangue menstrual [9].

O preservativo coletado na cena do crime apresentava impregnação de manchas de sangue ao longo de toda extensão externa. Neste, foram recuperadas e aliquotadas amostras de sangue, por meio de *swab*, que posteriormente foram diluídas em tubos *eppendorf* com solução tampão e mantidas por alguns minutos em temperatura ambiente. Em seguida, foram adicionadas no cartucho do teste, mais precisamente nas câmaras de amostras, três gotas da solução, cuja leitura do resultado foi avaliado após 10 minutos da supracitada aplicação. No referido teste, (Hb), definida como ‘P’, fica visível no caso de amostras positivas deste componente; a linha do dímero D, definida como ‘M’, apenas fica visível no caso de amostras positivas desta proteína; a linha de controle (C), é visível no caso de execução bem sucedida do ensaio, ratificando a integridade dos componentes. No procedimento em questão, as linhas referentes ao controle e Hb

se revelaram, mas a do dímero D ('M') não foi visualizada, significando que o sangue testado não era menstrual. O resultado foi reconfirmado em repetição. Essas etapas estão demonstradas na Fig. 1.

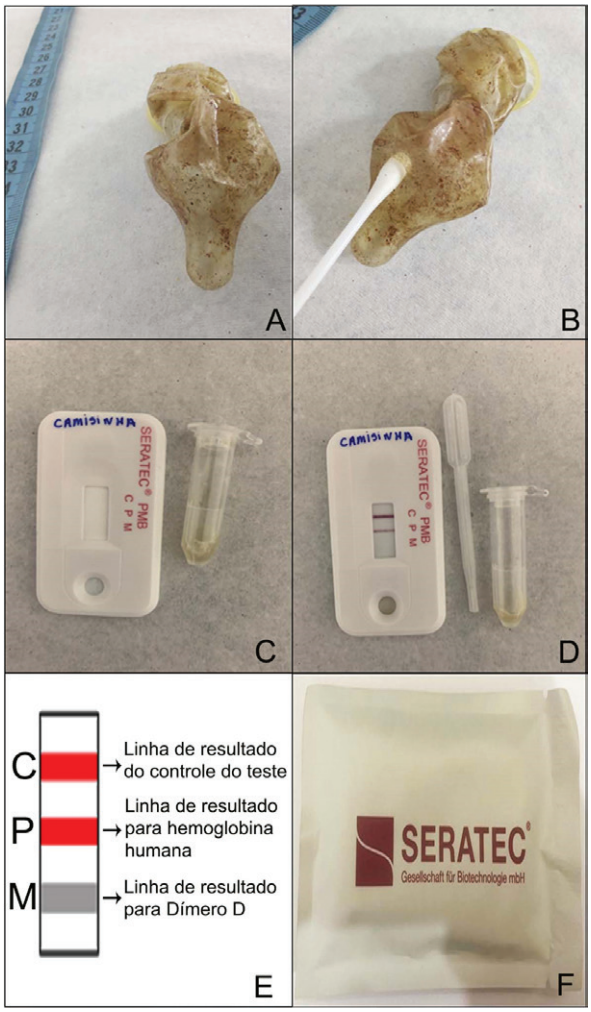


Figura 1. Registro fotográfico do preservativo masculino recolhido na cena do crime (A) e coleta de amostra sanguínea via *swab* (B). Câmara do teste de Dímero D antes (C) e após (D) a inserção das alíquotas sanguíneas diluídas em tampão. Figura representativa da interpretação do teste (E) e embalagem (F).

Resultados semelhantes foram reportados em uma pesquisa cujas amostras foram coletadas de roupas ou de esfregaço de amostras de sangue vaginal de vítimas de estupro, coletadas durante exame médico [6].

4. CONCLUSÕES

O teste de ensaio imunocromatográfico apresentou resultado negativo (não reagente) para Dímero D, um método fácil de ser utilizado e útil para fornecer resultados importantes para a investigação. Outrossim, restou comprovado que o sangue encontrado no preservativo utilizado pelo acusado não era menstrual, mas sim periférico oriundo de trauma e lesão. É válido ressaltar que foram realizados exames de DNA tanto no interior do preservativo, o que apresentou perfil genético do acusado, quanto no sangue coletado na face externa do mesmo, sendo comprovado se tratar do perfil genético da vítima.

Portanto, esse teste, por assentar-se no método científico, foi um recurso essencial utilizado neste caso de violência sexual e morte hedionda contra uma mulher nas dependências de uma Universidade Pública do estado do Piauí.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] W. Romão; N.V. Schwab; M.I.M.S. Bueno; R. Sparrapan; M.N. Eberlin; A. Martiny; B.D. Sabino; A.O. Maldaner. Química forense: perspectivas sobre novos métodos analíticos aplicados à documentoscopia, balística e drogas de abuso. *Quím. Nova* **34**: 1717-1728 (2011).

[2] E.K. Filho; J. P.O. Fonseca. The influence of expert testimony on legal decisions regarding the civil liability of doctors. *Revista de Direito Sanitário da USP* **16** :103-106 (2015).

[3] BRASIL. Lei nº 13.964, de 24 de dezembro de 2019. Aperfeiçoa a legislação penal e processual penal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 2019. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20192022/2019/lei/l13964.htm. Acesso em: 15 jul. 2024.

[4] B. Figueiredo. *Feminicídio: Perícia Criminal e Valor Jurídico da Prova Material,* Millenium editora, Brasil, (2023) 44-45.

[5] C.R.D. Filho; E.L. Rodrigues; M. Malaguini; P.A.C. Francez; R.G. Garrido. *Introdução à Genética Forense,* Milennium editora, Brasil, (2020) 270-271.

[6] H. Holtkötter; C.R.D. Filho; K. Schwender; C. Stadler; M. Vennemann; A.C. Pacheco; G. Roca. Forensic differentiation between peripheral and menstrual blood in cases of alleged sexual assault-validating an immunochromatographic multiplex assay for simultaneous detection of human hemoglobin and D-dimer. *Int. J. Legal Med*. **132**:683-690 (2018).

[7] C.R.D. Filho; A.V.P. D'ávila. *Hematologia Forense: Da Identificação à Análise de Machas de Sangue*, Milennium editora, Brasil, (2022) 150-152.

[8] K. Virkler; I.K. Lednev. Analysis of body fluids for forensic purposes: from laboratory testing to non-destructive rapid confirmatory identification at a crime scene. *Forensic Sci. Int*. **188**: 1-17 (2009).

[9] H. Holtkötter, L. Dierig, M. Schürenkamp, U. Sibbing, H. Pfeiffer, M. Vennemann, Validation of an immunochromatographic D-dimer test to presumptively identify menstrual fluid in forensic exhibits, *Int. J. Legal Med*. **129**: 37–41 (2015).

v. 14, n. 4, p. 671-673, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Feminicídio e Grupos Vulneráveis: um estudo de Direito Comparado entre Brasil e México

Francisco Alves da Silva

Ordem dos Advogados do Brasil – Seccional Piauí
e-mail: franciscoalves.adv@hotmail.com; Contato celular: 86 998664898

Keywords: *Femicide; Comparative Law; Brazil; Mexico.*

1. INTRODUÇÃO

Um crime de feminicídio deve ser entendido como uma manifestação de violência extrema que termina na morte de uma ou várias mulheres e constitui uma violação aos seus direitos humanos. Os feminicídios são resultado de múltiplas, crescentes e contínuas manifestações de violência, que estão enraizadas historicamente nas relações desiguais de poder entre homens e mulheres e na discriminação sistêmica do gênero feminino, o que é sustentado por valores sociais, religiosos, econômicos, assim como por práticas culturais [1].

A criação de um termo "feminino" específico, diferente do homicídio, respondeu à necessidade de dar visibilidade às mortes das mulheres que são proporcionalmente menores quando comparadas às dos homens e ressaltar as particularidades dessas mortes [2].

Na América Latina, o uso da palavra e a sua popularização teve início graças à Marcela Lagarde, antropóloga mexicana que fez uso de "feminicídio" para descrever o assassinato sistemático de meninas e mulheres em Ciudad Juárez e Ciudad de Guatemala [3].

A violência contra a mulher no âmbito doméstico e familiar (aquela que ocorre de forma reiterada e multifacetada, verdadeira violência estrutural) é um fenômeno social de horror, de dominação e que cala as mulheres. Desde o início deste século, contudo, grupos vulneráveis que por muito tempo foram perseguidos pelo Direito Penal têm buscado sua proteção, o que enseja relevante debate. Sendo que vale destacar que a intervenção do Estado por meio do Direito Penal para a proteção das mulheres por vezes alimenta a percepção da mulher como vítima e ser vulnerável [4].

Diante o exposto, o presente artigo discute e realiza um estudo de Direito Comparado entre a legislações brasileiras e mexicanas voltadas para feminicídio e grupos vulneráveis. Sendo objetivos específicos: (i) analisar e apresentar a legislação vigente de combate ao feminicídio no Brasil; (ii) analisar e apresentar a legislação vigente de combate ao feminicídio no México; (iii) realizar uma comparação entre as legislações brasileiras e mexicanas.

Esta pesquisa tem caráter do tipo exploratório, tendo sido apoiado por pesquisa bibliográfica, uma vez que esta ajuda a medir o conhecimento com outras pesquisas relacionadas ao seu respectivo tema, buscando detalhar e discutir isso.

2. A DOUTRINA JURÍDICA BRASILEIRA

Anteriormente à Lei do Feminicídio, foi sancionada a Lei Maria da Penha, Lei 11.340 de 7 de agosto de 2006, que faz alusão a Maria da Penha, mulher, vítima de duas tentativas de homicídios, cometidas por seu então companheiro, que apesar de condenado pela justiça local, passados 15 anos o réu ainda permanecia em liberdade, gastando toda esfera jurídica com sucessivos recursos processuais (Brasil, 2006).

Em 2015, por sua vez, institui-se a a Lei 13.104/2015, conhecida como a "Lei do Feminicídio". Referida lei cria o tipo penal qualificador do homicídio por razões da vítima ser do gênero feminino, além de incluir o crime no rol dos crimes hediondos. A Lei do Feminicídio traz a proteção, sobretudo, à vida da mulher (Brasil, 2015).

Francisco Alves da Silva, Rev. Bras. Crim. 14(4), 671-673, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Ela fortalece a mulher para que não continue sendo vítima de abusos, constrangimentos e humilhações e busca eliminar o medo da mulher de fugir dessas atrocidades. A partir dos dados coletados após o início da vigência dessa Lei é que o Estado desenvolve uma série de políticas públicas para eliminar a discriminação e o ódio contra a mulher.

Esta última introduziu no ordenamento jurídico brasileiro da figura do "feminicídio" (art. 121, §2º, inciso VI do CP) que, apesar de possuir denominação específica, configura uma qualificadora do homicídio, e não tipo penal autônomo.

Além disso, a lei prevê o aumento de pena quando o crime for cometido durante a gestação, nos três meses posteriores a esta, contra pessoa menor de 14 anos ou maior de 60 anos ou com deficiência ou na presença de descendente ou de ascendente da vítima (art. 121, §7º, do CP).

Cabem ainda algumas considerações sobre a Lei n o 13.104/2015, quais sejam: o crime de feminicídio foi incluído no rol de crimes hediondos, logo, para esses não será admitido anistia, graça ou indulto, tampouco fiança, combinado ao regime inicialmente fechado. A progressão de regime do fechado para o semiaberto é severa em relação à progressão geral, pois se dará após o cumprimento de 2/5 (dois quintos) da pena, se o apenado for primário, e de 3/5 (três quintos), se reincidente, já na progressão em geral, a lei exige o cumprimento de apenas 1/6 (um sexto) da pena.

3. A DOUTRINA JURÍDICA MEXICANA

A primeira vez que a lei mexicana definiu o feminicídio estava na Lei Geral de Acesso da Mulher à Vida Livre de Violência (doravante LGAMVLV) publicado no Diário Oficial de 1 Fevereiro de 2007: "Art. 21: É a forma extrema de violência de gênero contra mulheres, como resultado da violação dos seus direitos humanos, nas áreas público e privado, composto pelo conjunto de comportamentos misóginos que podem levar à impunidade social e do Estado e pode culminar em homicídios e outras formas de morte violenta de mulheres" (México, 2007).

Em 19 de janeiro de 2009, o Tribunal da Corte Interamericana de Direitos Humanos (doravante, Corte Interamericana) condenou o Estado Mexicano pela violação dos direitos humanos de três vítimas fatais: Esmeralda Herrera Monreal, 15 anos, Claudia Ivette González, 20 anos, e Laura Berenice Ramos Monárrez, 17 anos; e suas respectivas famílias na cidade Juarez. Na decisão, embora a Corte Interamericana não utilize expressamente o termo feminicídio admite que isso é sinônimo da expressão utilizada: "homicídio de mulheres por razões de gênero" [2].

Em junho de 2012, o feminicídio foi tipificado através de reforma no Código Penal Federal mexicano, modificando o conteúdo seu artigo 325, que atualmente aborda as diferentes possibilidades de conduta que caracterizam esse tipo. As penas instauradas foram as de reclusão entre 40 e 60 anos e de 500 a 1000 dias multa, além da perda de direitos do agressor em relação à vítima, inclusive os sucessórios.

Pela nova redação dada à lei mexicana, entende-se que a existência de vínculo entre vítima e agressor é uma das formas possíveis de caracterização de feminicídio. Entretanto, contrariamente ao caso brasileiro, a letra de lei não se restringe a tal possibilidade, abrangendo e dando margem para uma interpretação mais ampla da questão. Por conseguinte, o Código Penal mexicano se mostra, em teoria, mais eficiente e flexível a fim de proteger as mulheres frente às múltiplas situações em que é possível a ocorrência de homicídio de pessoas do gênero feminino advindo desta característica específica.

4. CONCLUSÕES

O feminicídio é um crime de gênero que pode ocorrer tanto no âmbito privado como no público, em diversos contextos societários, e pode assumir diversas formas e experiências [5]. Tanto no Brasil quanto no México, há uma tendência de que as mortes por feminicídio de mulheres se relacionem a um tipo específico de raça/etnia/cor de pele. Neste artigo, destaca-se o México, pois seu contexto histórico é próximo ao do Brasil, tendo o colonialismo-patriarcado-capitalismo como eixo de dominação fundante, bem como por serem países praticamente pares no que se refere aos altos índices de feminicídio em números absolutos na América Latina. O Brasil, de acordo com a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), é o estado-nação com maior incidência desse crime, conforme dados mais recentes encontrados no ano de 2017, e, em segundo lugar, o México, com 1.006.

No Brasil, conforme o Atlas da Violência de 2020, 68% das mulheres que são assassinadas por feminicídio são negras, e no México, de acordo com os dados mais recentes do *Instituto Nacional de Estadística y Geografía* (INEGI) do ano de 2015, 59% das mulheres que sofrem de feminicídio são indígenas. Outro ponto em comum entre os países é em relação a não visualização de certo tipo de mulheres que também são vítimas de feminicídio. No caso do Brasil, o ponto

cego são as mulheres indígenas; no México, as mulheres negras. Subentende-se que, nos relatórios de pesquisa, os dados se referem a mulheres brancas e mulheres negras, no Brasil, e mulheres indígenas e brancas, no México, sendo as mulheres brancas as que possuem menor incidência entre o comparativo de ambos os países [8].

Percebe-se que o ordenamento mexicano é mais sofisticado e menos ligado ao paradigma tradicionalista de contexto familiar que o brasileiro, além de prever uma penalização mais rígida para o crime. A tipificação e a punição da conduta de feminicídio são essenciais não só para o fim de promover a justiça e diminuir a recorrência da impunidade, grande marco dos crimes cometidos contra pessoas do gênero feminino.

Tal especificação também é importante para o entendimento adequado das necessidades e para a implementação eficaz de políticas públicas e medidas de proteção que preservem a vida das mulheres. Tomando como parâmetro o próprio caso mexicano, em que a discussão sobre feminicídio foi o ponto de partida para o surgimento de uma nova forma de pensar as relações de gênero, é factível supor que a tipificação e a implementação de medidas podem significar o início de uma nova reflexão que, em longo prazo, pode levar a uma nova configuração social menos prejudicial para as mulheres.

Como visto, o feminicídio previsto no Código Penal brasileiro, tem como objetivo a punição do homicídio cometido contra as mulheres pela condição do sexo feminino. Com isso, pode ser extraído que o tipo penal tem seu efeito repressivo, mas também seu efeito preventivo. Assim, pelos dados expostos do número de homicídios praticado, onde as vítimas são mulheres, o tipo penal mostra-se necessário.

Portanto, apenas a introdução da nova qualificação do homicídio, vem se mostrando não completamente eficaz, tendo em vista a sua difícil aplicação nos casos concretos, porque deve se provar que o agente matou a mulher pela condição de ser mulher.

O racismo estrutural ainda conduz a formulação das políticas públicas no Brasil e no México, impedindo ou não estimulando a produção racializada de dados acerca do feminicídio. Não obstante, muitas políticas são invisibilizadas quanto as suas reivindicações, em especial aquelas consideradas “minorias” sociais, que não são enxergadas pelo Estado, mesmo quando se tem dados alarmantes, como o fato de que 68% dos feminicídios no Brasil serem de mulheres negras [6] e, no México, 59% serem indígenas [7].

Os fenômenos não são autocentrados e as leis e políticas públicas de cada um dos dois países descritos não abarcam um determinado grupo de mulheres (leia-se indígenas, no México, e negras, no Brasil) e invisibiliza outros ao não constar em dados estatísticos (leia-se mulheres negras, no México, ou afro-mexicanas, e mulheres indígenas, no Brasil), resultando na ausência de políticas públicas voltadas a essa população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] M. Ellsberg; R. Peña; A. Herrera; J. Liljestrandd; A. Winkvista. Candies in hell: women’s experiences of violence in Nicaragua. Social Science & Medicine **51**, 1595-1610 (2000).

[2] P. Toledo. Femicidio. Sistema Penal & Violência, Porto Alegre **8**, 77-92 (2016).

[3] J. A. F. Romio. Sobre o feminicídio, o direito da mulher de nomear suas experiências. Plural: Revista de Ciências Sociais **26**, 79-102 (2019).

[4] L. A. de Souza; P. P. de Barros. Questões controversas com relação à lei do feminicídio (Lei n. 13.104/2015). Revista da Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo **111**, 263-279 (2016).

[5] M. Lagarde y de Los Ríos. Los Cautiverios de las mujeres: madresposas, monjas, putas, presas y locas. Siglo XXI Editores, 620 p. (2015).

[6] ATLAS da violência 2020. Organizado por Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; Fórum Brasileiro de Segurança Pública. Coordenado por Daniel Ricardo de Castro Cerqueira e outros. Brasília: Rio de Janeiro; São Paulo: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada: Fórum Brasileiro de Segurança Pública (2020).

[7] INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Mujeres y hombres en México 2015. México: INEGI, (2015).

[8] B. G. F. Pessoa; E. F. do Nascimento. Feminicídio Brasil-México: experiências das colonizações violentas dos corpos de mulheres negras e indígenas. Textos & Contextos (Porto Alegre) **21**, e42847-e42847 (2022).

S. Falsetti-Xavier *et al.*, Rev. Bras. Crim. 14(4), 674-677, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 674-677, 2025
ISSN 2237-9223

Quem atacou Escolas no Brasil? Estudo sobre "*School Shooters*" Nacionais

S. Falsetti-Xavier[a,*], Vera E. Cury[b], W.A. de Oliveira[c]

[a] *Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Programa de Pós-Graduação em Psicologia, Campinas (SP), Brasil*
[b] *Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Programa de Pós-Graduação em Psicologia, Campinas (SP), Brasil*
[c] *Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Programa de Pós-Graduação em Psicologia, Campinas (SP), Brasil*
**sofia.fx@puccampinas.edu.br; Tel: +55 (19) 996258517*

Keywords: Ataques escolares; violência escolar; psicologia; grounded theory; perfil criminal.

1. INTRODUÇÃO

Ataques em escolas tem sido alvo de um debate ampliado em pesquisas internacionais, principalmente aqueles que ocorreram nos Estados Unidos da América (EUA) onde o fenômeno foi mais documentado nas últimas décadas. Porém, em recentes eventos, observa-se o crescimento de episódios de ataques escolares também no Brasil. Assim, o objetivo deste estudo é investigar a frequência e a natureza dos ataques em escolas brasileiras.

Como mencionado, os EUA, em particular, foi palco de numerosos ataques em escolas, como os casos amplamente conhecidos de Columbine (1999) – considerado "caso gene" por sua grande influência em outros tipos de casos semelhantes como Sandy Hook (2012) e Parkland (2018), entre outros [1]. No Brasil, casos emblemáticos como Realengo (2012) e Suzano (2019) acenderam o alerta para pensar a problemática no solo nacional.

Os agressores em ataques escolares, conhecidos como "*school shooters*" (atiradores de escola), são predominantemente adolescentes, em sua maioria homens brancos, com idade média de 15 anos e provenientes de famílias de classe média [2;3]. Esses indivíduos podem apresentar disfunções sociais (dificuldades de comunicação, conflitos interpessoais, isolamento social, falta de empatia, emissão de comportamentos inapropriados, dependência ou codependência, por exemplo), baixa capacidade de interação e sentimento de rejeição. Muitos deles também podem ter vivenciado situações de *bullying* durante a infância ou adolescência, o que contribui para sentimentos de isolamento e comportamentos agressivos ou falta de controle emocional diante de fracassos [3]. No entanto, assim como em qualquer perfil criminal, é importante considerar uma abordagem biopsicossocial para compreender o indivíduo em questão e seus comportamentos [4].

Pelo fato de os perpetuadores serem em sua maioria adolescentes, estamos tratando de uma fase do desenvolvimento humano com suas características particulares. Segundo algumas teorias, esse momento pode suscitar crises, associadas às mudanças corporais e principalmente às mudanças nos meios sociais e ao processo de construção da identidade [5]. Essas mudanças são associadas aquelas relacionadas à própria puberdade.

Nesse contexto, este estudo usará de forma analítica a Teoria Bioecológica do Desensenvolvimento de Bronfenbrenner [6]. Serão explorados os elementos e interações presentes nos diferentes níveis ambientais, desde o Microssistema até o Macrossistema, para se desvendar as complexas influências que moldam o comportamento dos indivíduos e, por conseguinte, sua propensão aos ataques às escolas.

2. MÉTODO

Trata-se de um estudo qualitativo baseado nos pressupostos da *Grounded Theory*. A *Grounded Theory*. Esses pressupostos preveem o desenvolvimento e análise de dados obtidos de forma sistemática, especialmente quando se concentra em temas es-

pecíficos. Esta metodologia permite uma abordagem minuciosa que, progressivamente, afunila a coleta de dados, buscando correlações significativas e padrões emergentes entre fatores ou variáveis [7].

Operativamente, foram seguidos os seguintes passos: definição temática, coleta de dados, códigos iniciais, categorização, nova síntese e, por fim, construção de uma teoria fundamentada (*Grounded Theory)*. Essa teoria, integrada e abrangente, poderá explicar, em alguma medida, o fenômeno específico em estudo. Destaca-se que uma teoria substantiva é uma interpretação ou explicação teórica de um fenômeno e, no caso do estudo em tela, dos ataques contra escolas no Brasil.

Na fase inicial da pesquisa foram utilizadas bases de dados (artigos), veículos de notícias e sites, livros e outros meios de registro de informações. Outras fontes de dados foram veículos de notícias tradicionais como jornais e sites. Todas as buscas dizem respeito a casos nacionais do período compreendido entre 2002 e 2024.

3. RESULTADOS

Foram identificados 37 casos ocorridos em escolas brasileiras entre 2002 e 2024 e 41 perpetuadores ("*school shooters*"), com a maioria dos casos ocorrendo a partir de 2017 e principalmente no ano de 2023. Existem grandes espaços de tempo entre as ocorrências – 2003 a 2011 e 2012 a 2017, por exemplo.

Verificou-se que a idade média dos perpetuares foi de 16,45 anos sendo o mais novo um menino de 10 anos e o mais velho um jovem de 25 anos. A raça/etnia dos perpetuares foi, majoritariamente, branca, mas não exclusivamente. Todos os perpetuadores eram do sexo masculino.

Dos 37 perpetuadores, 25 eram estudantes da instituição que atacaram, como no caso de Aracruz (2022) [8]. Dez eram ex-alunos, como no caso de Suzano (2019) [9]. E seis não possuíam nenhuma relação com o local do ataque, como no caso de Blumenau (2023) que ocorreu em uma creche [10]. Sobre *bullying*, 16 dos perpetuares relataram algum tipo de violência sofrida dessa natureza, ou isso foi relatado por terceiros como amigos, familiares ou funcionários das escolas. Por exemplo, no caso de Suzano em que os avós de Guilherme Taucci, um dos perpetuadores do massacre de Suzano (2019), disseram que o garoto deixou de ir à escola devido ao *bullying* sofrido por sua aparência com muitas espinhas [11]. Sete dos perpetuadores expressaram apologias a algum tipo de extremismo, principalmente nazismo, como no caso de Monte Mor (2023) em que o perpetuador estava com uma suástica no braço [12]. Outros 12 perpetuadores apresentavam simpatia por apologia a outros massacres, como no caso de Saudades (2021) cometido por Fabiano Kipper Mai de 18 anos [13]. Sete perpetuadores já possuíam armas em casa, a maioria sendo armas dos pais policiais, militares ou CACs (Colecionador, Atirador Desportivo e Caçador). No caso de São Caetano do Sul, por exemplo, um garoto de 10 anos atirou contra uma professora e depois se matou, utilizando a arma do pai que era da guarda municipal [14]. Os outros casos que utilizaram armas de fogo foram casos de aquisição realizada pelos próprios autores. Quinze dos casos aparentaram terem planejado por meses ou até mesmo anos os ataques, enquanto os outros apresentaram características de serem resultados de momentos de raiva, surto ou sem motivo premeditado. Cinco dos casos acabaram em suicídio dos criminosos. Apenas um perpetuador deixou um manifesto escrito, sendo este o caso de Realengo (2011) cometido por Wellington Menendes [15].

Em oito dos casos foram encontrados vazamentos (*leakage*) dos planos, sendo esses vazamentos online ou para outros colegas. Vale ressaltar, contudo, que o fato de não serem encontradas evidências sobre vazamento, planejamento, apologia a massacres e/ou extremismo e participação em fóruns, não significa que tais evidências não possam surgir no futuro.

Analisando os achados a partir da Teoria Ecológica de Bronfenbrenner, pode-se observar como diferentes sistemas interagem e influenciam os comportamentos dos perpetuadores de ataques às escolas no Brasil. No microssistema, fatores como *bullying*, conflitos com colegas e familiares, interações online, e conflitos prévios com a lei desempenham um papel crucial no desenvolvimento de comportamentos agressivos. Já no mesossistema, a interação entre psiquiatras, pais e escolas é fundamental para compreender como esses ambientes se conectam e influenciam mutuamente. No exossistema, a presença de pais com psicopatologias ou problemas com drogas, além da influência de eventos anteriores de massacres, demonstra como contextos indiretos podem afetar significativamente o comportamento dos adolescentes. O macrossistema, por sua vez, evidencia a influência de fatores culturais mais amplos, como a cultura machista e o extremismo político, que podem contribuir para a normalização da violência e a perpetuação de comportamentos agressivos.

Já sobre o cronossistema, embora não detalhado explicitamente, destaca-se que ele se refere a influência de mudanças e transições ao longo do tempo, res-

saltando a importância de considerar a evolução temporal dos contextos e suas interações. Nesse sentido, não se pode negar as mudanças ocorridas na sociedade brasileira nos últimos, com um avanço de ideologias relacionadas à extrema direita no espectro político e social, e à facilidade de acesso a informações na internet, por exemplo. Os dados dessa análise são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Sistemas de desenvolvimento de Bronfenbrenner e comparação com a vida dos perpetuadores.

Sistemas VS Descrição	
Sistemas	**Descrição**
Microssistema	*Bullying*, conflito com colegas, conflitos familiares, interações online, conflitos prévios com a lei.
Mesossistema	Interação entre psiquiatra, pais e escola.
Exossistema	Pais com psicopatologias ou problemas com drogas. Fama de outros massacres.
Macrossistema	Cultura machista, extremismo político.
Cronossistema	-

4. DISCUSSÃO

Após a análise dos dados coletados podemos identificar certos padrões condizentes com a literatura estrangeira sobre o assunto. Como esperado, por exemplo, foi identificado que 39,02% dos perpetuadores tiveram suas motivações derivadas de *bullying*, ou pelo menos, em alguma parte de suas vidas eles foram alvo desse tipo de violência. Em uma revisão da literatura foi identificado que o *bullying* causa efeitos somáticos e emocionais, especificamente no caso dos meninos, e que a maioria dos atiradores identificados alegaram que seus atos foram em consequência de vivências de *bullying* nas escolas [16]. Em outro artigo foi exposto que a vulnerabilidade escolar causada pelo *bullying* e a exposição feita pela mídia de casos de ataques escolares como ato de vingança, são fatores identificados nestes casos como forma de motivação [17].

Por outro lado, observa-se que que alguns casos eram relacionados ao ciúme e também a comportamentos e pensamentos machistas. Um estudo expos que 15 de um grupo de 29 adolescentes que cometeram tiroteios escolares experienciaram rejeições românticas antes do ataque [18]. Além disso, o comportamento agressivo está emparelhado com as questões da masculinidade e dificuldade de expressão de sentimentos, humilhação imerecida e o impacto na credibilidade de gênero.

As questões de redes sociais, fóruns, e apologia a outros massacres é algo que também se discute em ampla escala na literatura especializada e que é coerente com os resultados encontrados já que pelo menos 12 dos 37 casos fizeram algum tipo de apologia a outros casos. Nesse sentido, um estudo explorou a relação dos massacres escolares pós-Columbine [19]. O autor destaca que o massacre de Columbine (1999) foi um ato político de vingança no nome de alunos oprimidos e a partir disso outros massacres que foram cometidos citaram Columbine como inspiração ou como um parâmetro a ser atingido ou superado na quantia de vítimas e, também, para ganhar notoriedade da mídia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se que os ataques a escolas brasileiras se encontram mais em alta do que anos anteriores, afetando comunidades estudantis e seus familiares e causando um alarme para o campo da segurança pública. O presente estudo apresentou alguns dados relacionados ao perfil dos perpetuadores desse tipo de ataque nas escolas brasileiras e fez uma análise bioecológica de padrões ou características comuns entre eles. Nesse sentido, verificou-se que todos os perpetuadores eram do sexo masculino, a maioria sendo alunos ou ex-alunos de suas instituições alvo, houve algum sofrimento de vitimização por pares e mais intrínseco os discursos de radicalização online. Usando da teoria de Bronfenbrenner, podemos denominar que houveram conflitos nos sistemas em que a maioria destes indivíduos estavam, principalmente no Microssistema onde observa-se problemas familiares e escolares; no Exossistema onde há uma grande influencia de outros massacres e o Macrossistema trazendo questões culturais problemáticas que influenciam no comportamento. Os dados demonstraram a importância de intervenções imediatas nos ambientes mais próximos dos adolescentes em idade escolar, mas também a necessidade de ampliar o debate para contemplar questões mais complexas como aquelas relacionadas à cultura e aos valores sociais que são compartilhados na sociedade brasileira de forma ampla.

Por fim, é importante refletir sobre as limitações deste estudo já que muitos dos dados sobre os casos foram ocultados devido à idade dos perpetuadores. Além disso há poucas informações gerais sobre estes indiví-

duos e é preciso considerar que nos dados analisados existem informações reais e aquelas que são "sensacionalistas" – foram realizados cuidados para filtrar as informações analisadas. O cenário também revela que é necessário pesquisar a ocorrência do fenômeno em solo brasileiro para que autoridades de segurança e instituições de ensino recebam subsídios teóricos e científicos sobre como evitar ataques nas nossas escolas, considerando aspectos micro e macrossitêmicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Bondü, R., & Beier, S. (2015). Two of a kind? Differences and similarities of attacks in schools and in institutes of higher education. *Journal of interpersonal violence, 30*(2), 253–271.

[2] McGee, J.P., & DeBernardo, C.R. (1999). The classroom avenger: A behavioral profile of school based shootings.

[3] Joaquim, R. M., & Radis, L. B. (2020). Personalidade e expressão facial da emoção: investigando padrões em um caso de assassinato em massa. *Debates Em Psiquiatria*, *10*(1), 34–42.

[4] Lemos Vasconcelos, S. J., dos Santos Welter, L., Pereira Barbosa, T., Macedo Pinto, L. V., Valli Santanna, R., Portella Quevedo, E., & de Vargas, F. (2021). Assassinatos em Massa: uma Perspectiva sobre as Causas e a Prevenção no Contexto Nacional. *Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics*, *10*(3), 401–422.

[5] Quiroga, F. L., & Vitalle, M. S. de S. (2013). O adolescente e suas representações sociais: apontamentos sobre a importância do contexto histórico. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, *23*(3), 863–878.

[6] Bronfenbrenner, U. (1994). Ecological models of human development. In *International encyclopedia of education* (Vol. 3, 2nd ed.). Oxford, UK: Elsevier. Reprinted in M. Gauvain & M. Cole, (Eds.), *Readings on the development of children* (2nd ed., pp. 37–42). New York, NY: Freeman.

[7] Silva, N. M. e. (2022). Grounder Theory para Iniciantes: Contributo para a Investigação em Educação. *Cadernos de Pesquisa*, *52*.

[8] Conti, M. F., & Barcelos, V. (2022, December 25). *Ataque em Aracruz completa um mês e sobreviventes falam sobre recuperação: "Nosso renascimento."* G1. https://g1.globo.com/es/espirito-santo/noticia/2022/12/25/ataque-em-aracruz-completa-um-mes.ghtml

[9] *Dupla ataca escola em Suzano, mata oito pessoas e se suicida*. (2019). G1. https://g1.globo.com/sp/mogi-das-cruzes-suzano/noticia/2019/03/13/tiros-deixam-feridos-em-escola-de-suzano.ghtml

[10] Felipe Sales, J. C. (2023, April 10). *Autor de ataque a creche em Blumenau agiu sozinho, afirma Polícia Civil*. G1. https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2023/04/10/autor-de-ataque-a-creche-em-blumenau-agiu-sozinho-afirma-policia-civil.ghtml

[11] Banks, F. (2020, August 23). *Infância e adolescência de Guilherme Taucci*. Blog Famigerados. https://blogfamigerados.wordpress.com/2020/08/23/infancia-e-adolescencia-de-guilherme-taucci/

[12] Carvalho, H. (2023, February 20). *Atentado em escola de Monte Mor completa 1 semana sob expectativa de pareceres da Polícia Civil, MP e Justiça; entenda*. G1. https://g1.globo.com/sp/campinasregiao/noticia/2023/02/20/atentado-em-escola-de-monte-mor-completa-1-semana-sob-expectativa-de-pareceres-da-policia-civil-mp-e-justica-entenda.ghtml

[13] Ferreira, A. (2021, May 24). *Tragédia em Saudades: Única motivação do autor foi a busca de fama, relata o MP sobre Fabiano Kipper Mai*. Atmosfera On.line. https://www.atmosferaonline.com.br/tragedia-em-saudades-unica-motivacao-do-autor-foi-a-busca-de-fama-relata-o-mp-sobre-fabiano-kipper-mai/

[14] *Escola que foi palco de disparos em São Caetano do Sul (SP) é a melhor do Estado no Ideb*. (2011). Noticias.uol.com.br.https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2011/09/22/escola-que-foi-palco-de-disparos-em-sao-caetano-do-sul-sp-e-a-melhor-de-sao-paulo-no-ideb.htm

[15] Bernardo, A. (2021). Massacre de Realengo: os 10 anos do ataque a escola que deixou 12 mortos e chocou o Brasil. *BBC News Brasil*. https://www.bbc.com/portuguese/brasil-56657419

[16] Reuter-Rice, K. (2008). Male Adolescent Bullying and the School Shooter. *The Journal of School Nursing*, *24*(6), 350–359.

[17] Burgess, A. W., Garbarino, C., & Carlson, M. I. (2006). Pathological Teasing and Bullying Turned Deadly: Shooters and Suicide. *Victims & Offenders*, *1*(1), 1–14.

[18] Farr, K. (2019). Trouble with the Other: The Role of Romantic Rejection in Rampage School Shootings by Adolescent Males. *Violence and Gender*, *6*(3).

[19] Larkin, R. W. (2009). The Columbine Legacy. *American Behavioral Scientist*, *52*(9), 1309–1326.

[7] Silva, N. M. e. (2022). Grounder Theory para Iniciantes: Contributo para a Investigação em Educação. *Cadernos de Pesquisa*, *52*.

S.I.F. Fonseca, Rev. Bras. Crim. 14(4), 678-682, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 678-682, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Saúde mental feminina no sistema carcerário: uma revisão bibliográfica

S.I.F. Fonseca

Universidade Federal do Delta do Parnaíba, Parnaíba (PI), Brasil
Endereço de e-mail para correspondência: saraisabelff@gmail.com. Tel.: +55-86-99956-4499

Keywords: Encarceradas; Mulheres; Saúde mental; Prisão.

1. INTRODUÇÃO:

Sabe-se que a prisão só se tornou a principal resposta penal no século XIX, antes disso, servia apenas para custódia até que os sentenciados fossem submetidos a castigos corporais públicos [1]. Nessa época, muitos presos morriam antes do julgamento e da condenação devido às condições insalubres e desumanas das prisões, que eram apenas um acessório de um sistema punitivo baseado na tortura física [2]. Até os dias de hoje, o sistema prisional apresenta significativas violações aos direitos humanos, com unidades superlotadas, condições de habitação precárias e insalubres, acesso limitado a cuidados de saúde e a profissionais especializados, além de práticas recorrentes de violência e agressões de ordem moral, física e psicológica [3]. O ambiente carcerário, com sua natureza restritiva e frequentemente hostil, pode agravar os problemas de saúde mental dos detentos, que geralmente são indivíduos socialmente vulneráveis, predominantemente negros e de áreas periféricas, com acesso limitado à educação, renda e serviços de saúde [4]. Consequentemente, os presos apresentam alta prevalência de doenças e transtornos mentais, intensificados pelo isolamento, estresse, falta de apoio social e limitação de atividades físicas [5].

Contudo, mesmo esse contexto de sofrimento perpassando todos os inseridos dentro do ambiente carcerário, os homens são 35% menos propensos a relatar ou sofrer de doenças mentais em comparação às mulheres [6]. Isso se deve a diversos fatores de vulnerabilidade relacionados ao gênero, como à alta prevalência de abuso sexual, de solidão, de abandono, e falta de atendimento em relação as necessidades reprodutivas e de gênero, que são problemas raramente enfrentados pelos homens. Essas discrepâncias indicam que os sistemas prisionais não foram concebidos levando em conta a presença de mulheres, resultando em uma significativa desigualdade de gênero dentro das prisões [7].

A sociedade, desde tempos remotos, tem sido moldada por uma lógica patriarcal que gerou modelos machistas, segregando as mulheres em diversos âmbitos, inclusive no ambiente prisional. Historicamente, a presença feminina nesses espaços era impensável, pois a sociedade machista determinava que deveriam ser disciplinadas, sendo a delinquência considerada um comportamento atípico, além dessas figuras nem direitos básicos poderem exercer, como trabalhar [8]. Os homens ocupavam todos os espaços, e, como consequência, grande parte das invenções e instituições foram criadas por e para homens, incluindo as prisões, destinadas a alocar os considerados indesejados.

As poucas ocorrências criminais envolvendo mulheres estavam geralmente relacionadas à violação de padrões morais impostos a elas. No entanto, ao longo dos anos, e após muita luta, estas conseguiram maior liberdade do modelo patriarcal, ocupando diversos espaços e posições sociais. Isso reduziu as disparidades em relação aos homens e trouxe avanços significativos para a população feminina em termos de direitos e cidadania. Essas conquistas também se refletiram no âmbito criminal, pois a maior participação social aumentou a vulnerabilidade feminina a fatores que elevam o risco de encarceramento [9]. Como resultado, entre 2000 e 2016, o número de mulheres presas

S.I.F. Fonseca, Rev. Bras. Crim. 14(4), 678-682, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

aumentou em 656%, enquanto o número de homens presos cresceu 293% no mesmo período [10], assim a quantidade de carcerárias disparou, crescendo a uma taxa mais rápida do que a da população masculina.

Ademais, de acordo com o Departamento Penitenciário Nacional [11], a população encarcerada feminina no Brasil era de 28.699 mil mulheres entre janeiro e junho de 2022, e suas condições de saúde tendiam a ser inferior à da população feminina em liberdade [12]. Portanto, é fundamental examinar o contexto carcerário sob a perspectiva da saúde mental, com ênfase nas mulheres, dado que, socialmente, estas são indivíduos marginalizados e segregados, estando a margem da população geral e especificamente carcerária, mesmo sendo uma grande parcela deste grupo.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo investigar, através de uma revisão bibliográfica de natureza teórica e crítica, baseada em estudos e registros provenientes de pesquisas anteriores, englobando a análise e interpretação de livros e artigos, a maneira como a saúde mental feminina é tratada no sistema penitenciário brasileiro, bem como os fatores que contribuem para o sofrimento psíquico das detentas. A revisão de literatura foi conduzida em várias etapas, como a busca, leitura e seleção de materiais referenciados, e análise final das informações coletadas para a elaboração desta pesquisa. A revisão bibliográfica é essencial para definir a linha de raciocínio de um estudo, proporcionando a base inicial do trabalho dentro de um contexto científico [13]. As fontes utilizadas nesta pesquisa foram encontradas na Scientific Electronic Library Online (SciELO), a partir dos descritores “saúde mental”, “liberdade”, “mulheres” e “prisioneiras”, abrangendo artigos científicos publicados entre 2008 e 2023, para uma analise mais aprofundada e histórica do tema.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

De acordo com o que foi analisado nos artigos, a questão do adoecimento mental dentro do ambiente carcerário apresenta uma forte relação com o gênero, com maior precariedade em relação a figura feminina. Essa população é majoritariamente composta por mulheres negras, pobres, com baixa qualificação profissional e desempregadas, muitas vezes provenientes das periferias urbanas [14]. Antes mesmo do cumprimento da pena, esses indivíduos já enfrentavam iniquidades que afetavam negativamente sua saúde mental, situação agravada durante a permanência no sistema prisional. Além desse fator, a população encarcerada feminina passa por muitas dificuldades para ter acesso e inclusão na Rede de Atenção à Saúde (RAS) de forma satisfatória [15]. A inadequação dos serviços de saúde está associada à deterioração da saúde física e mental durante o período de encarceramento. Isso significa que as mulheres não apenas enfrentam mais problemas de saúde, mas também têm acesso limitado aos cuidados necessários, uma vez que grande parte das prisões, não conseguem promover espaços de autonomia para as encarceradas cuidarem da sua própria saúde, não disponibilizando uma alimentação saudável e boas condições de higiene [12].

Para Foucault [16], a finalidade da prisão evoluiu de causar dor física para atingir a alma do infrator, com o foco da punição mudando do corpo para a mente. O presídio transformou-se em uma pena privativa de liberdade, constituindo uma nova tática para infligir sofrimento. Atualmente, a ideia teórica que fundamenta a prisão é a de privar o indivíduo de liberdade para que possa refletir sobre seu ato criminoso durante o isolamento, afastando-o da família e de outras relações socialmente significativas. Dessa forma, as consequências negativas do encarceramento das mulheres invariavelmente impactam a vida de seus filhos e familiares, além de repercutirem em sua trajetória de vida após a libertação.

Segundo os artigos analisados, a separação entre mães e filhos é um fator que contribui para a deterioração da saúde mental das internas, pois, além do sofrimento causado pelo encarceramento, há também a preocupação com as condições atuais e o futuro de seus filhos [17]. Somado a isso, a ruptura com o meio externo, que altera toda a rotina e causa o afastamento da rede de apoio, juntamente com a baixa perspectiva de realizar seus sonhos e ter um futuro digno, contribui para o sofrimento psíquico das detentas.

Ademais, o suporte familiar colabora positivamente para níveis elevados de saúde mental [18]. Assim, o abandono de filhos e de parceiros quando em restrição de liberdade são entendidos como fatores precipitantes e agravantes de desordens da saúde mental, como depressão e ansiedade [19]. A situação é agravada pela falta de espaços específicos para visitas íntimas, o que impacta negativamente a manutenção dos vínculos familiares e a dignidade das mulheres privadas de liberdade, especialmente em relação aos seus direitos sexuais. Além disso, devido às condições de vivência na prisão, a maioria das detentas não conseguem criar espaços de convivência e de comunicação entre si, o que provoca ainda mais o sentimento de solidão e desamparo.

Em consonância, apesar do rápido crescimento do número de mulheres encarceradas no Brasil, es-

S.I.F. Fonseca, Rev. Bras. Crim. 14(4), 678-682, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

tas ainda são tratadas como invisíveis, uma vez que o número de políticas públicas, assistência, cuidado e atenção destinado a essa população é desproporcionalmente pequeno em comparação ao grande número de novas ingressantes no sistema prisional feminino [20]. As pesquisas sobre as condições de saúde da população carcerária têm se concentrado principalmente em presos do sexo masculino ou em ambos os sexos, sem foco exclusivo nos resultados para as mulheres [21]. Isso evidencia um significativo descaso com essa parcela da sociedade, que não recebe o devido suporte nem fora nem dentro do sistema prisional. As mulheres são obrigadas a se adaptar a um ambiente predominantemente masculino, devido a completa negligência e falta de preparo do Estado em relação a essa problemática [22].

Uma das poucas políticas voltadas para o sistema carcerário é o Plano Nacional de Saúde no Sistema Penitenciário, na qual determina que em penitenciárias com mais de 100 detentos deve haver uma equipe multiprofissional permanente, incluindo médico, enfermeiro, auxiliar de enfermagem, dentista e auxiliar, psicólogo, assistente social, com 20 horas semanais. Em unidades com menos de 100 detentos, profissionais da rede devem ser designados para realizar atendimento semanal [23]. Apesar da existência dessa estratégia, a assistência à saúde da população carcerária em geral é negligenciada no sistema penitenciário, pois os detentos muitas vezes não são atendidos por uma equipe multiprofissional, o que dificulta o acompanhamento de patologias prévias e durante o encarceramento, a detecção precoce de problemas de saúde surgidos ou agravados durante o confinamento, bem como a realização de atividades psicoeducativas e ressocializadoras [24]. A falta de um acompanhamento eficaz afeta negativamente a saúde das encarceradas, piorando sua qualidade de vida dentro do presídio [25].

No geral, as mulheres encarceradas são desproporcionalmente afetadas por diversas condições adversas que impactam sua saúde mental. Por isso, é crucial ter um sistema de vigilância eficaz dentro das prisões para permitir o diagnóstico e tratamento precoces, com a intervenção de profissionais de saúde mental, visando oferecer cuidado, apoio, autonomia e assistência. De acordo com os artigos, muitas detentas enfrentam dificuldades para acessar tratamentos adequados e receber apoio eficaz para suas necessidades de saúde psicológica [26]. A abordagem convencional para o tratamento psicológico nas prisões geralmente se concentra no uso de psicofármacos, os quais, isoladamente, não são suficientes para lidar com a complexidade dos desafios enfrentados pelas detentas. Esses medicamentos são frequentemente utilizados de forma abusiva, servindo como um método de controle dos corpos femininos ao induzir uma sedação que diminui as atividades das mulheres presas, padronizando seus comportamentos [26].

Devido à falta de supervisão médica, que é estritamente fundamental para evitar abusos e garantir que a medicação seja administrada de forma apropriada [26], existem muitos comportamentos de automedicação e uso de medicamentos de forma incorreta. Como consequência, esta ação pode acarretar no agravamento do sofrimento psíquico, uma vez que sua utilização inadequada pode esconder determinados sintomas, anular ou potencializar o efeito do medicamento, aumentar a resistência, o que compromete a eficácia dos tratamentos, exigindo a necessidade de doses mais altas, que podem provocar intoxicação e até mesmo a morte [27].

Essa perspectiva poderia ser evitada se houvesse uma equipe de acompanhamento mental dedicada, capaz de determinar tratamentos individualizados, o que permitiria o desenvolvimento de estratégias eficazes para o manejo das condições mentais e dos desafios específicos enfrentados pelas mulheres encarceradas [28]. Investir na saúde mental também significa investir na segurança e no bem-estar de toda a comunidade, pois as mulheres encarceradas que recebem tratamento adequado têm uma probabilidade significativamente menor de reincidir. Dessa forma, ao serem tratadas com dignidade e respeito, estas estão mais inclinadas a se tornarem cidadãs produtivas, contribuindo para o crescimento e a estabilidade social [29].

3. CONCLUSÃO:

Com base nas informações analisadas, é crucial a realização de mais estudos sobre a população feminina privada de liberdade. Os resultados mostram uma falta de pesquisas que abordem exclusivamente esse grupo, apesar de suas diversas demandas e inter-relações. Esses estudos são essenciais para trazer visibilidade às necessidades dessa população, rompendo com o silenciamento que as envolve e fornecendo subsídios para o desenvolvimento de ações, estratégias e políticas públicas adequadas.

Além disso, é imprescindível que a população carcerária feminina seja atendida pelo Sistema Único de Saúde (SUS) de forma integral, universal e contínua, por meio de uma política reformulada e qualificada [30]. Essa abordagem deve garantir ações direcionadas aos determinantes sociais e econômicos da saúde mental dessa população, melhorando as condições

estruturais das prisões. É essencial criar condições favoráveis que permitam a prestação de assistência, intervir para prevenir situações de vulnerabilidade e violência, e implementar equipes de saúde multiprofissional, visando recuperar, manter e promover às necessidades básicas de saúde das mulheres encarceradas, como por meio de apoio psicológico, produtos de higiene, nutrição, atividades de lazer e exercício e visitas familiares [31].

Em consonância, é fundamental a implementação de programas de saúde mais abrangentes e integrativos, adaptados às necessidades específicas das mulheres dentro do sistema prisional, com foco especial na saúde mental. Essas políticas de promoção da saúde psicológica devem levar em conta os determinantes sociais que afetam essas mulheres e abordar as questões fundamentais que contribuem para sua vulnerabilidade na prisão. Sob uma supervisão adequada, é possível proporcionar tratamentos éticos e eficazes, que contribuem para a mitigação do sofrimento psíquico e para a melhoria da qualidade de vida durante e após o período de encarceramento feminino. A personalização dos tratamentos, o desenvolvimento de habilidades e o suporte contínuo contribuem para o tratamento das condições mentais, mas também restabelecem a dignidade, honra e a autoestima das mulheres encarceradas [29].

Em suma, deve-se assegurar um acompanhamento adequado, tanto dentro quanto fora do sistema prisional, para assegurar que as carcerárias recebam apoio contínuo após o tratamento inicial de saúde mental. O suporte longínquo ajuda a prevenir recaídas e mantém essas mulheres conectadas a recursos de saúde mental [29]. Portanto, é essencial garantir a efetividade e continuidade das ações iniciadas no estabelecimento penal após o cumprimento da pena, com foco na promoção da saúde, para que a realidade brasileira vá de encontro com o que se é estabelecido pela Política Nacional de Atenção às Mulheres em Situação de Privação de Liberdade e Egressas do Sistema Prisional, que busca assegurar a humanização das condições de cumprimento da pena, visando proteger não apenas o direito à saúde e à maternidade, mas também o direito à educação, alimentação, trabalho, assistência jurídica e outros direitos das encarceradas [32].

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

[1] C.R. Freitas. *O Cárcere Feminino: Do Surgimento às Recentes Modificações p. 2*. Brasil (2013).

[2] J.S.C. Filho. *Manual de direito administrativo 24ª ed.* LUMEN JURIS. Brasil (2002).

[3] L.M. Pereira. A violação dos Direitos Humanos Fundamentais no sistema carcerário do Brasil e o estado de coisas inconstitucional (ECI). *Revista Juris Pesquisa* ***v. 1, n. 01*** (2018).

[4] P.F. Araújo; L.R.F.S. Kerr; C. Kendall; G.W. Rutherford; D.W. Seal; R.J.P. Neto; P.N.C. Pinheiro; M.T.G. Galvão; L.F. Araújo; F.M.L. Pinheiro; A.Z. Silva. Behind bars: the burden of being a woman in Brazilian prisons. *BMC Int Health Hum Rights* ***20(1)***: 20-28 (2020).

[5] R.A. Barsaglini; R.T. Kehrig; M.B. Arruda. Analysis of the perception of managers on management of Prison Health Policy in Mato Grosso, Brazil. *Saude Soc* ***24(4)***: 1119-1136 (2015).

[6] Z. Steel; C. Marnane; C. Iranpour; T. Chey; J.W. Jackson; V. Patel; D. Silove. The global prevalence of common mental disorders: a systematic review and meta-analysis 1980–2013. *Int J Epidemio* ***43(2)***: 476-493 (2014).

[7] M.V. Santos; V.H. Alves; A.V. Pereira; D.P. Rodrigues; G.R.S. Marchiori, J.V.V. Guerra. The physical health of women deprived of their freedom in a prison in the state of Rio de Janeiro. *Esc Anna Nery* ***21(2)***: 1-7 (2017).

[8] L.G.D. Fonseca; L.S. Ramos. Incarcerated female: the women's prison system of Brazil. *Human Rights in Brazil*: 137 (2008).

[9] M. Barcinski. Mulheres no tráfico de drogas: a criminalidade como estratégia de saída da invisibilidade social feminina. *Contextos Clinicos* ***5(1)***: 52-61 (2012).

[10] Brasil. INFOPEN - Levantamento nacional de informações penitenciárias. *Ministério da Justiça e Segurança Pública* (2017). Retirado em 22/06/2024, de https://www.gov.br/senappen/pt-br/servicos/sisdepen/relatorios/relatorios-sinteticos/infopen-jun-2017.pdf

[11] Brasil. Departamento Penitenciário Nacional. Dados Estatísticos do Sistema Penitenciário. *Ministério da Justiça* (2022). Retirado em 22/06/2024, de https://www.gov.br/senappen/pt-br/servicos/sisdepen

[12] P.R.C. Almeida; R.S.C. Soares; A.S. Coura; A.L. Cavalcanti; M.O.M. Dutra; T.M.A Lima. Condição de saúde de mulheres privadas de liberdade. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde* ***v.19, n.1***: 73–80 (2015).

[13] J. Webster; J.T. Watson. Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review. *MIS Quarterly & The Society for Information Management* ***v. 26, n. 2***: 13-23 (2002).

[14] M.A.T. Ribeiro; N.M.S.F. Deus. Mulheres encarceradas: a saúde atrás das grades. *Rev Psi Divers Saude* ***6(4)***: 324-339 (2017).

[15] A.L.V. Schultz; R.M. Dotta; B.S. Stock; M.T.G. Dias. Limites e desafios para o acesso das mulheres privadas de liberdade e egressas do sistema prisional nas Redes de Atenção à Saúde. *Physis: Revista de Saúde Coletiva* ***30(3)***: 1-19 (2020).

[16] M. Foucault. *Vigiar e punir: nascimento da prisão 5ª ed*. Vozes. Brasil (1987).

[17] D. Varella. *Prisioneiras 1° ed*. Companhia das Letras, Cortesia. Brasil (2017).

[18] L. W. Carawan; B. A. Nalavany; C. Jenkins. Emotional experience with dyslexia and self-esteem: the protective role of perceived family support in late adulthood. *Aging & Mental Health* ***v.20, n. 3***: 284–294 (2015).

[19] C.R. Laurindo; I.C.G. Leite; D.T. Cruz. Prevalência e fatores associados a sintomas ansiosos e depressivos em mulheres privadas de liberdade em Juiz de Fora-MG, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva* ***27(12)***: 4493-4509 (2022).

[20] M. Leal; L.Kerr; R.M.S. Mota; R.J.P. Neto; D. Seal; C. Kendall. Health of female prisoners in Brazil. *Ciência & Saúde Coletiva* ***27(12)***: 4521-4529 (2022).

[21] S. Fazel; J. Baillargeon. The health of prisoners. *Lancet* ***377(9769)***: 956-965 (2011).

[22] V. Diuana; M. Ventura; L. Simas; B. Larouzé; M. Correa. Women's reproductive rights in the penitentiary system: tensions and challenges in the transformation of reality. *Cien Saude Colet* ***21(7)***: 2041-2050 (2016).

[23] Brasil. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Plano Nacional de Saúde no Sistema Penitenciário. *Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas 2 ed* (2005).

[24] H.S. Lermen; B.L. Gil; S.D. Cúnico; L.O. Jesus. Saúde no cárcere: análise das políticas sociais de saúde voltadas à população prisional brasileira. *Physis* ***25(3)***: 905-924 (2015).

[25] M.L. Barbosa; S.D.M. Celino; L.V. Oliveira; D.F. Pedraza, G.M.C. Costa. Primary health care of convicts in the penitentiary system: subsides for nursing performance. *Esc Anna Nery* ***18(4)***: 586-592 (2014).

[26] C. Martin. Psychotropic Medications in Female Prisons: Challenges and Solutions. *Journal of Correctional Health Care* ***28(2)***: 112-120 (2022).

[27] S.N. Leite; M. Vieira; A.P. Veber. Estudos de utilização de medicamentos: uma síntese de artigos publicados no Brasil e América Latina. *Ciência & Saúde Coletiva* ***v. 13***: 793-802 (2008).

[28] C.C.S.F. Queiroz. Reabilitação da saúde mental de mulheres encarceradas: alternativas terapêuticas para depressão e ansiedade. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação* ***v.9 n.09***: 3898-3907 (2023).

[29] C. Martin. Continuous Support in Mental Health: Bridging the Gap Between Incarceration and Community. *Publisher* (2018).

[30] Brasil. Política nacional de atenção integral à saúde das pessoas privadas de liberdade no sistema prisional. *Ministério da Saúde* (2014). Retirado em 22/06/2024, de https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saps/pnaisp/sobre-a-pnaisp

[31] M.M.S. Filho; P.M.M.G. Bueno. Demography, vulnerabilities and right to health to Brazilian prison population. *Cien Saude Colet* ***21(7)***: 1999-2010 (2016).

[32] Brasil. Política Nacional de Atenção às Mulheres em Situação de Privação de Liberdade e Egressas do Sistema Prisional. *Secretaria Especial de Políticas para as Mulheres* (2014). Retirado em 23/06/2024, de https://www.diariodasleis.com.br/legislacao/federal/226123-politica-nacional-de-atencao-as-mulheres-em-situacao-de-privacao-de-liberdade-e-egressas-do-sistema-prisional.

v. 14, n. 4, p. 683-685, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

INTEGRAÇÃO DE TÉCNICAS DE *CRIMINAL PROFILING* E ENTREVISTA INVESTIGATIVA NA IDENTIFICAÇÃO DE ESTUPRADORES EM SÉRIE

B.D.S. Silva[a,*], G.K.A. de. Silva[b]; B.R. Costa[c]

[a] *Superintendência de Identificação Humana da Polícia Civil de Goiás, Goiânia (GO), Brasil*
[b] *Delegacia Estadual de Atendimento Especializado à Mulher, Polícia Civil de Goiás, Goiânia (GO), Brasil*
c Escola Superior da Polícia Civil de Goiás, Goiânia (GO), Brasil
**Endereço de e-mail para correspondência: bdssditec@gmail.com. Tel.: +55-62-98111-6140*

Keywords: Criminal Profiling; Entrevista Investigativa; Estupradores em série.

1. INTRODUÇÃO

A investigação e captura de estupradores em série representam um desafio significativo para as autoridades de aplicação da lei. As técnicas de *criminal profiling* e entrevistas investigativas têm se mostrado ferramentas eficazes na identificação e ligação de casos de crimes sexuais em série. Esta revisão bibliográfica visa explorar a integração dessas técnicas de *profiling*, mais especificamente a análise das provas comportamentais proposta por *Brent Turvey,* com um foco especial na aplicação do método *PEACE (Preparation and Planning, Engage and Explain, Account, Closure, and Evaluation)* de entrevista investigativa, e sua importância na resolução desses crimes [1]. O objetivo deste estudo está na crescente necessidade de métodos investigativos eficazes integrados à criminalística que possam ser utilizados na prática, visando melhorar a precisão, celeridade e eficiência das investigações, sem causar constrangimento e revitimização.

1.2. *Criminal profiling* e a entrevista investigativa

Segundo Referência [2], criminal profiling é "a disciplina responsável por construir os perfis dos criminosos para facilitar sua identificação." No mesmo a Referência [3] define a referida "área como subdisciplina da Criminologia Forense, que funda-se no estudo do crime e do comportamento dos criminosos (Criminologia); no estudo da mente, da saúde e da doença mentais (Psicologia e Psiquiatria); e no exame de evidências físicas (Ciências Forenses)." Referência [4] também nos ensina que "um *profiler* criminal é um técnico da Criminologia e um perito forense, cuja formação deve refletir um conhecimento aprofundado de Ciências Sociais e Comportamentais, assim como Ciências Forenses, e que deve apresentar também uma experiência profissional relevante ao exercício da análise comportamental e interpretação de provas forenses". Referência [5] pontuou que a análise de perfis comportamentais tem intuito de entender o motivo do crime, por que um indivíduo decide fazer o que fez e como tentamos determinar isto. A criminalística conforme é "a disciplina que tem por objetivo o reconhecimento e interpretação dos indícios materiais extrínsecos relativos ao crime ou à identidade do criminoso", e descreve de forma harmoniosa que "mais do que uma simples definição, objetiva-se que a moderna Criminalística necessariamente esteja imbuída do fator da dinâmica, com a análise dos vestígios materiais, as interligações entre eles, bem como dos fatores geradores, a origem e a interpretação dos vestígios, os meios e modos como foram perpetrados os delitos, não se restringindo, tão somente, à fria estática narrativa, sem vida, da forma como se apresenta os vestígios, isto é, ao simples *visum et repertum*" [6]. Logo, a integração entre a Criminalística e o perfilamento criminal ocorre quando a primeira através da perícia de evidências fornece ferramentas para análise de casos utilizando técnicas de *Criminal profiling*.

Dentre as diversas possibilidades de integração, infere-se que a abordagem ideográfica e dedutiva

desenvolvida por *Brent Turvey [1]* - Análise de evidências comportamentais é a que melhor se enquadra neste perfil, tendo em vista a descrição apresentada a seguir: "os perfis criminais ideográficos, elaborados dentro dos parâmetros da análise de evidências comportamentais assentam na análise exaustiva de três fontes de informação: exames forenses, vitimologia forense e análise do crime [1]." Vale ressaltar que "o perfil criminal ideográfico é um conjunto de características únicas e específicas resultantes da análise de um único caso. O perfil ideográfico é, por esse motivo, concreto e corresponde a um ofensor real, ao contrário das tipologias dos métodos nomotéticos que representam médias e probabilidades" [3].

A utilização da Criminalística como uma das bases do C*riminal Profiling*, bem como na coleta de vestígios em casos de crimes sexuais também nos é trazida no *Crime Classification Manual, second edition - a standard system for investigating and classifying violent crimes*, em que *John E. Douglas (2011)* no capítulo *s*obre *rape and sexual assault* elenca quais vestígios precisam ser coletados e a importância do seu acondicionamento para evitar questionamentos quanto à cadeia de custódia [7]. Além disso, o supramencionado autor afirma que um laudo pericial geral pode inferir, analisando uma cena de crime, se o foco principal foi um estupro e não um roubo, bem como em inferir se um crime secundário teria sido planejado sabendo que a vítima estava dentro da residência, ou seja, a cena do crime pode "falar" muito sobre a dinâmica dos fatos [7].

A abrangência da integração entre as áreas tem um campo tão vasto que podemos citar a importância da linguística forense como ferramenta na análise comportamental de um investigado. No artigo Bem versus mal: a transmutação do ethos nas cartas de um assassino confesso, publicado na Revista Eletrônica de Estudos integrados em Discurso e Argumentação, os pesquisadores do artigo analisaram o processo de transmutação do ethos em duas cartas escritas por Tiago Henrique Gomes da Rocha, conhecido como *serial killer* de Goiânia. A análise do discurso das cartas levou a conclusão de que "existe uma modificação entre os variados tipos de ethé apresentados, os quais podem ser resumidamente conceituados como "bem" e "mal", que se articulam retoricamente para alcançar a persuasão pelo orador" [8].

Outro ponto relevante é a importância da entrevista na dinâmica de análise de evidências comportamentais. Segundo o Manual de Entrevista Investigativa para a Polícia Civil, elaborado pelo Laboratório de Ensino e Pesquisa em Cognição e Justiça - COGJUS, o objetivo da Entrevista Investigativa é obter a maior quantidade de informações relevantes, com a maior qualidade e confiabilidade possível [9]. A apostila CTI *training Tools* 2017/1 - Entrevista Investigativa em casos criminais - apresenta que a Entrevista investigativa é baseada em 30 anos de pesquisas conduzidas em colaboração com policiais que atuam em investigação; que é empregada por um crescente número de forças policiais ao redor do mundo e na sua prática não utiliza manipulação, coerção ou tortura [10]. Ou seja, o foco não é uma confissão a todo custo, mas a coleta de informações de vítimas, suspeitos e investigados cooperativos.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura revisada destaca que o *criminal profiling*, quando aplicado corretamente, pode proporcionar insights valiosos sobre o comportamento, motivações e padrões de criminosos, principalmente dos estupradores em série. As Referências [11] e [12] argumentam que o *profiling* permite a criação de perfis psicológicos detalhados que auxiliam na identificação de suspeitos e na ligação de casos aparentemente desconexos. Esses perfis são construídos com base em padrões comportamentais observados nas cenas dos crimes e em características psicológicas comuns entre os criminosos.

O método PEACE de entrevista investigativa é amplamente reconhecido por sua abordagem ética e estruturada, que visa obter informações confiáveis e relevantes sem coagir o entrevistado [1]. Referência [13] apontam que a entrevista precisa ser eficaz na obtenção de depoimentos detalhados e precisos, essenciais para a verificação e refinamento dos perfis elaborados. A preparação e planejamento minuciosos, a fase de engajamento e explicação, a obtenção de relatos completos, o encerramento adequado da entrevista e a avaliação contínua são etapas cruciais que garantem a qualidade e a integridade dos dados coletados [9].

A integração dessas técnicas se mostra particularmente eficaz na identificação de estupradores em série. A Referência [14] ressaltam que a colaboração entre perfis comportamentais e dados empíricos coletados nas entrevistas resulta em uma abordagem mais holística e precisa na investigação criminal. Além disso, a literatura sugere que a formação e experiência dos investigadores desempenham um papel crítico na eficácia dessas técnicas integradas. A supramencionada integração entre o *Criminal Profiling* e a entrevista investigativa pode ser vista em es-

tudo elaborado e apresentado detalhadamente no livro Psicologia Investigativa: teoria e prática [15], em que foram analisadas 143 entrevistas investigativas em caso de estupros. Vale mencionar que além das ferramentas já mencionadas também fora utilizado Harpia, retrato falado, pesquisa biométrica e técnica de observação facial – JB (TOF-JB). Com a coleta e cruzamento de dados, avaliou-se o Modus Operandi do agressor trazendo dados como: vizinhança; horário do crime; informações da vítima; local do crime; local do fato; local específico; abandono da vítima; método de abordagem; uso de violência; método de controle inicial; método de controle contínuo; contramedidas forenses; primeira fala com a vítima; atos sexuais; objetos recolhidos; comportamento verbal e ações após o estupro [15].

Observa-se que a aplicação de uma entrevista investigativa bem estruturada durante as oitivas das vítimas associadas com as análises do C*riminal Profiling* são técnicas que podem contribuir com a obtenção de dados cruciais para as investigações assim como para o direcionamento dos exames periciais.

3. CONCLUSÕES

A revisão da literatura confirma a relevância e eficácia da integração de técnicas de C*riminal Profiling* e entrevistas investigativas na detecção de estupradores em série. O método PEACE, com sua abordagem ética e estruturada, se destaca como uma ferramenta essencial na coleta de informações detalhadas e confiáveis. Quando combinado com o criminal profiling, permite uma identificação mais precisa e uma ligação mais eficiente entre casos de crimes sexuais em série, direcionando as investigações e permitindo a confirmação por exames de DNA. Este estudo reforça a importância da formação contínua dos profissionais de criminalística e a implementação de protocolos padronizados para maximizar os benefícios dessas técnicas integradas. Pesquisas futuras devem continuar a explorar e refinar essas metodologias, com foco em sua aplicação prática e eficácia na resolução de crimes complexos.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Escola Superior da Polícia Civil de Goiás pelo apoio concedido no desenvolvimento de pesquisas científicas na área da psicologia forense. Além disso, agradecemos àqueles que contribuíram direta ou indiretamente no desenvolvimento deste trabalho

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] B. E. Turvey. Criminal Profiling: An Introduction to Behavioral Evidence Analysis. Academic Press (2011).

[2] M. Centini,. *Criminal Profiling: Come si costruisce un profilo psicologico*. Giuffrè Editore, 2016.

[3] T. K. Simas. Profiling criminal: Introdução à análise comportamental no contexto investigativo; adaptação para o português brasileiro e edição Gustavo D'Andrea. Ribeirão Preto, SP; IPEBJ (2020).

[4] T. K. Simas. Profiling criminal: Introdução à análise comportamental no contexto investigativo (2ª ed.). Lisboa: Rei dos Livros: Letras e Conceitos (2014).

[5] J. E. Douglas., and M. Olshaker. *Mentes Criminosas e Crimes Assustadores*. Ediouro, 2002.

[6] V. P. Stumvoll. Criminalística: Tratado de Perícias Criminalísticas (6ª ed.) Campinas , SP: Editora Millennium, 2014.

[7] J. E.Douglas, A. W.Burgess, A. G.Burges R. K. Ressler (2011). Crime Classification Manual: A Standard System for Investigating and Classifying Violent Crimes. Alemanha: Wiley.

[8] S. J Gomes.; M. Santos; R. Silva. Bem versus mal: a transmutação do ethos nas cartas de um assassino confesso. Revista Eletrônica de Estudos Integrados em Discurso e Argumentação, v. 21, n. 1, 30 abr. 2021. https://periodicos.uesc.br/index.php/eidea/article/view/3054

[9] W. W. Cecconello. Manual de entrevista investigativa para polícia judiciária. / William Weber Cecconello, Lilian Milnitsky Stein. – 1ª ed. – Goiânia : Editora Alta Performance, 2023. 132p. : il.

[10]Convention Against Torture Initiative (2017). *Investigative Interviewing for Criminal Cases.*

[11] D. Canter. Offender profiling and investigative psychology. J. Investig. Psych. Offender Profil., 1: 1-15. https://doi.org/10.1002/jip.7 . (2004)

[12]B. E. Turvey. Criminal Profiling. In The Encyclopedia of Clinical Psychology (eds R.L. Cautin andS.O.Lilienfeld). https://doi.org/10.1002/9781118625392.wbecp082 . (2015)

[13] M.G. McGrath, & A.N. Torres. Forensic Psychology, Forensic Psychiatry, and Criminal Profiling: The Mental Health Professional's Contribution to Criminal Profiling (2012).

[14] J.E., Douglas; R.K. Ressler; A.W Burgess, and C.R Hartman. Criminal profiling from crime scene analysis. Behav. Sci. Law, 4: 401-421. https://doi.org/10.1002/bsl.2370040405 . (1986)

[15] D. Lino. Psicologia Investigativa: teoria e prática– Curitiba: Juruá, 2023.

v. 14, n. 4, p. 686-689, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Avaliação Psicológica e a Responsabilidade Criminal: O papel da perícia no fenômeno da inimputabilidade penal

H.G. Falcão[a], L.M. Lopes[a,*], J.R.S. Santos[b]

[a] *Estudante do centro universitario Dom Bosco (UNDB), São Luís(SLZ), Brasil*
[b] *Prof. Mestre e Orientador da faculdade de psicologia do centro universitário dom bosco UNDB São Luís(SLZ), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: livia.matias68@gmail.com. Tel.: +55-98-98862-1638*

1. INTRODUÇÃO

A avaliação psicológica no que diz respeito a seu contexto de aplicação tem-se modificado ao decorrer dos anos, também no que se relaciona à sua complexidade e possibilidades. No cenário jurídico, a Avaliação Psicológica encaixa-se como um conjunto de processos que unidos são capazes de investigar e analisar o comportamento humano no viés de determinada demanda oferecida e com isso, tomar uma decisão que auxilie o júri.

No entanto, existem casos que necessitam de um olhar mais atento e incisivo do psicólogo que realiza a Avaliação Psicológica, como por exemplo as situações nas quais o indivíduo que cometeu o delito possua algum transtorno mental, que de acordo com o judiciário são consideradas inimputáveis. Há diversos critérios no que se relaciona à ponderar o que pode classificar e determinar o indivíduo a ser considerado ou não imputável, tendo uma forte presença da Perícia Psicológica para a certificação dos fatos propostos pelo júri.

O Código Penal brasileiro a partir do artigo 22 determina também como inimputável aquele que é incapaz de discernir sobre o delito cometido ou omissão do crime, seja por doença mental, desenvolvimento mental incompleto ou perturbação da saúde mental. Desse modo, o psicólogo por meio da Avaliação Psicológica e da Perícia é capaz por meio de diferentes parâmetros analisar o contexto de inimputabilidade do sujeito e medir sua responsabilidade criminal. Visto isso, pergunta-se: de que forma seria possível avaliar psicologicamente para saber se a pessoa é inimputável?

Para responder essa dúvida, foram elaboradas três hipóteses: A perícia psicológica é um fator determinante na decisão de inimputabilidade penal; os transtornos mentais podem ter um grande impacto decisão e na Responsabilidade Criminal; as avaliações psicológicas podem ter efeito na sentença.

De acordo com a Resolução nº9 de 25 de abril de 2018 do Conselho Federal de Psicologia, pode-se caracterizar Avaliação Psicológica como um conjunto de procedimentos que juntos representam uma análise de manifestações psicológicas que por meio de diferentes métodos, técnicas e instrumentos, conseguem tomar uma decisão com base em uma demanda específica.

Assim, a implementação de avaliações psicológicas para com a responsabilidade criminal dentro da inimputabilidade do sistema é de suma importância para garantir questões como a proteção – não violação – dos direitos humanos, e tomada de decisão justa.

De acordo com a declaração universal dos direitos humanos (UNICEF, 2019, n.p) “Todo ser humano tem direito, em plena igualdade, a uma justa e pública audiência por parte de um tribunal independente e imparcial, para decidir seus direitos e deveres ou fundamento de qualquer acusação criminal contra ele.” Dessa forma, garantindo que pessoas com transtornos mentais ou atraso no desenvolvimento intelectual não sejam tratados de maneira injusta pelo sistema criminal, assim é importante saber como a avaliação psicológica acontece para o amparo justo.

Para isso, este estudo defende, como objetivo principal, discorrer a respeito da atuação do perito psicólogo e das avaliações psicológicas no contexto da inimputabilidade penal na sociedade. Os objetivos específicos consistem em colocar em evidência como a perícia interfere positiva ou negativamente na inimpu-

tabilidade penal e entender como a perícia psicológica declara alguém inimputável.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Critérios de inimputabilidade

A inimputabilidade penal refere-se à condição de uma pessoa que não pode ser responsabilizada legalmente por seus atos criminosos devido a doença mental ou incapacidade psicológica. Os critérios incluem a falta de capacidade de compreender a natureza e a ilicitude do ato, bem como a condição de se conformar com esse entendimento. Contudo, o indivíduo ainda pode ser juridicamente responsável pelo ato, estando sujeito a uma sanção.

O Tribunal de Justiça do Distrito Federal e Territórios (TJDFT) explica que a inimputabilidade se trata da capacidade mental de compreender o caráter ilícito do fato e de determinar-se conforme esse entendimento, conforme o art. 26, caput, interpretado a contrario sensu. Em outras palavras, é a capacidade de compreensão e autodeterminação.

Segundo o Código Penal Brasileiro (1940, arts. 26, 28, § 1º, e 27) e a Constituição Federal (1988, art. 228), a inimputabilidade exclui a responsabilidade penal em casos de doença mental, desenvolvimento mental incompleto ou retardado, embriaguez involuntária completa, dependência ou intoxicação involuntária decorrente de drogas ilícitas, e menoridade.

As três primeiras hipóteses baseiam-se em critérios biopsicológicos, enquanto a menoridade é baseada no critério biológico.

Oliveira (2014, p. 17) afirma que o sistema biológico é adotado para indivíduos com problemas mentais, observando apenas se o autor possui alguma debilidade mental, sem se importar com a capacidade de discernimento. Capez (2008, p. 311, apud Oliveira, 2014, p. 17) destaca que, no caso de menores de 18 anos, o desenvolvimento incompleto pressupõe incapacidade de entendimento e vontade.

O sistema psicológico, não mais usado no Brasil, considerava a capacidade de resposta e compreensão do ato no momento do crime. Capez (2008, p. 311, apud Oliveira, 2014, p. 18) explica que este sistema não se preocupa com a existência de perturbação mental, mas com a capacidade de avaliar o caráter criminoso do ato e de orientar-se conforme esse entendimento.

Para a fundamentação biopsicológica, são necessários dois requisitos: um biológico, ligado à causa, e outro relacionado com o efeito psíquico provocado. Segundo o TJDFT (2021, n.p), a capacidade de entendimento e autodeterminação deve ser analisada no momento da ação ou omissão criminosa.

O Código Penal, em seu art. 26, é claro ao afirmar que a imputabilidade deve ser analisada no tempo da ação ou omissão, e qualquer alteração posterior não interfere, produzindo apenas efeitos processuais. Psicólogos desempenham um papel crucial na avaliação do réu, utilizando métodos como testes específicos, entrevistas clínicas e observações comportamentais, essenciais para determinar a inimputabilidade de maneira precisa e justa.

2.2. A Avaliação Psicológica no âmbito legal no contexto da inimputabilidade penal

De acordo com a Cartilha de Avaliação Psicológica (AP) de 2022 e pela Resolução nº 9/2018, a Avaliação Psicológica constitui-se como um processo que busca entender e medir os fenômenos psicológicos por meio de diversos recursos, técnicas, métodos e instrumentos que em conjunto auxiliam a atuação do psicólogo nos mais diversos âmbitos, como a Psicologia Clínica, do Trânsito e a Psicologia Jurídica.

Sendo a Psicologia Jurídica uma área antiga da Psicologia, o processo de avaliação psicológica evoluiu e transformou-se ao longo dos anos, mas em suma, a Avaliação Psicológica consegue coletar, avaliar e analisar dados por meio de testes, entrevistas, observações e sendo uma prática exclusiva do psicólogo, deve ser utilizada com cautela, ética e imparcialidade por parte do profissional de Psicologia nos mais diversos âmbitos. (BORSA, 2016, p, 137).

No procedimento de Avaliação, é fundamental que o psicólogo tenha em mente o objetivo do processo, além de entender que a avaliação psicológica consegue oferecer suporte ao trabalho do profissional de Psicologia. No contexto judicial/legal, é fundamental que o psicólogo planeje de forma sucinta e ideal a demanda oferecida, a fim de entender os fenômenos psicológicos em questão. (SILVA, 2019).

No contexto jurídico, o trabalho do psicólogo como perito, assim como a execução da sua profissão e suas obrigações e deveres, respalda-se a partir da Resolução CFP nº 017/2012:

> *"Art.3º – Conforme a especificidade de cada situação, o trabalho pericial poderá contemplar observações, entrevistas, visitas domiciliares e institucionais, aplicação de testes psicológicos, utilização de recursos lúdicos e outros instrumentos, métodos e técnicas reconhecidas pela ciência psicológica, garantindo como princípio fundamental o bem-estar de todos os sujeitos envolvidos."*

A Avaliação Psicológica como no contexto da inimputabilidade penal constitui-se por possuir grande peso na tomada de decisões no que diz respeito ao indivíduo a ser julgado possuir ou não domínio de suas faculdades mentais e da responsabilidade dos seus atos. A inimputabilidade como longo processo e que constitui-se de diversas vertentes deverá ser ter um processo de Avaliação Psicológica embasado por vários recursos, como técnicas, métodos e testes que juntos transformam o processo em efetivo para tomada de uma decisão correta no júri.

O psicólogo no caso de seu trabalho como perito no contexto jurídico possui confiança do juiz e o auxilia na tomada de decisões, além de examinar, verificar, comprovar os fatos e fenômenos psicológicos que apresentam-se de acordo com a demanda proposta no âmbito legal. O psicólogo jurídico é conduzido por inúmeras variáveis no que diz respeito ao propósito do júri brasileiro, além de possuir necessariamente comprometimento ético para emitir posicionamento de sua competência teórico-técnica para fundamentação da decisão judicial.

2.3. A Ética Profissional no processo de avaliação psicológica no contexto legal

É de suma importância entender que a Avaliação Psicológica está presente em diversos processos desde os séculos passados, sendo uma auxiliadora no que diz respeito ao trabalho do profissional de Psicologia dentro do ambiente jurídico. Em diversos contextos do âmbito legal, como a inimputabilidade, o profissionalismo e a ética do psicólogo devem se manter íntegros e claros perante ao seu trabalho e ao processo de Avaliação Psicológica (SILVA, 2019, p. 6).

A realização de uma Avaliação Psicológica, principalmente no contexto legal, exige do profissional de Psicologia muita expertise, cuidado e processos éticos de atuação profissional, além do cuidado de utilizar recursos que são reconhecidos e validados. De acordo com o Código de Ética Profissional do Psicólogo, nos princípios fundamentais, é de suma importância que o psicólogo atue com responsabilidade.

O Código de Ética Profissional do Psicólogo expressa a necessidade do profissional em questão estabelecer uma conduta adequada para com os pacientes. A Psicologia, como ciência e profissão, deve manter-se evoluindo perante às questões sociais e como o indivíduo é inserido em sociedade. A avaliação psicológica forense nos casos de inimputabilidade penal é fundamental nos casos em que mostre-se que o indivíduo a ser julgado não possui condições psicológicas ideais para responder legalmente pelos seus atos.

De acordo com a Cartilha de Avaliação Psicológica de 2022, os princípios éticos que regem a Avaliação Psicológica são os mesmos que constituem as práticas e condutas dos profissionais de Psicologia, que fundamentam:

> *"(...) a(o) psicóloga(o) precisa ter ciência das demais resoluções relacionadas à prática da avaliação psicológica, em especial a Resolução CFP nº 9/2018, em vigência, que estabelece diretrizes para a realização de Avaliação Psicológica no exercício profissional da psicóloga e do psicólogo e regulamenta o Sistema de Avaliação de Testes Psicológicos (Satepsi);" (CARTILHA DE AVALIAÇÃO PSICOLÓGICA, 2022. p.13)*

O trabalho do psicólogo perante ao contexto legal e principalmente nos casos de inimputabilidade penal devem basear-se na imparcialidade e na responsabilidade em fazer com que todos os seus atos e recursos utilizados no processo de Avaliação Psicológica sejam respaldados e assegurados por lei e pelo Conselho Federal de Psicologia, Código de Ética Profissional do Psicólogo, Sistema de Avaliação de Testes Psicológicos (SATEPSI), entre outros.

A atuação do psicólogo, deve impreterivelmente ser ética em todos os âmbitos de sua profissão, incluindo sua prática na avaliação psicológica. No contexto da Avaliação Psicológica no âmbito legal, que auxilia a esclarecer fenômenos psicológicos por meio de recursos próprios do profissional de Psicologia, é uma auxiliadora perante à um processo de tomada de decisão judicial. (SCHNEIDER, 2020, p.20).

Desse modo, é de suma importância que o psicólogo entenda a importância da sua atuação e a responsabilidade que ele carrega perante principalmente ao Código de Ética Profissional do Psicólogo e ao Conselho Federal de Psicologia, que propõe inúmeras vezes a necessidade do profissional de Psicologia manter-se ético e imparcial dentre várias influências.

3. CONCLUSÃO

O presente artigo buscou explorar o papel da avaliação psicológica na determinação da inimputabilidade penal, destacando a complexidade desse tema no contexto jurídico e psicológico. A inimputabilidade, relacionada a condições mentais que comprometem a capacidade de compreensão e autodeterminação, é um aspecto crucial na tomada de decisões judiciais, exigindo uma análise cuidadosa por parte dos profissionais envolvidos.

Ao longo da discussão, foram abordadas três hipóteses: a importância da perícia psicológica na decisão de inimputabilidade penal, o impacto dos transtornos mentais na responsabilidade criminal e o efeito das avaliações psicológicas na sentença. A Resolução nº 9 de 25 de abril de 2018 do Conselho Federal de Psicologia foi mencionada como referência para a caracterização da avaliação psicológica como um conjunto de procedimentos que visa analisar manifestações psicológicas.

A fundamentação teórica destacou os critérios de inimputabilidade, como a falta de capacidade de compreensão e a condição de se conformar com o entendimento da legislação. Foram discutidos os sistemas biológico e psicológico na determinação da inimputabilidade, ressaltando a importância da análise no momento da conduta.

A seção sobre a avaliação psicológica no âmbito legal abordou a evolução desse processo ao longo dos anos, destacando a importância do planejamento e da utilização ética de recursos pelo psicólogo perito. A ética profissional foi ressaltada como um princípio fundamental, conforme expresso no Código de Ética Profissional do Psicólogo.

A discussão do tema enfatizou a interdisciplinaridade entre a psicologia forense e o sistema jurídico, reconhecendo os desafios e controvérsias envolvidos na avaliação da inimputabilidade penal. A necessidade de pesquisa contínua, práticas padronizadas e formação especializada foi destacada para aprimorar a justiça e eficácia do sistema legal.

Em conclusão, a avaliação psicológica desempenha um papel crucial na determinação da inimputabilidade penal, sendo um processo delicado que demanda expertise, ética e imparcialidade por parte dos profissionais de Psicologia. A pesquisa e a colaboração entre diferentes disciplinas são essenciais para avançar nas melhores práticas e garantir decisões judiciais fundamentadas e justas, respeitando os direitos individuais e promovendo a integridade do sistema legal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVALIAÇÃO PSICOLÓGICA 2022 CARTILHA, v.3 p. 13

BORSA, Juliane C., **Considerações sobre a formação e a prática em avaliação psicológica**

No Brasil, Temas em Psicologia, v. 24, n. 1, p. 131–143, 2016.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988.

BRASIL. Decreto-Lei 2.848, de 07 de dezembro de 1940. **Código Penal**. Diário Oficial da União, Rio de Janeiro, 31 dez. 1940.

Conselho federal de psicologia. Dispõe Sobre a Atuação Do Psicólogo. 2012.

MARASCA, A. R. et al.. **Avaliação psicológica online: considerações a partir da pandemia do novo coronavírus (COVID-19) para a prática e o ensino no contexto a distância**. Estudos de Psicologia (Campinas), v. 37, p. e200085, 2020.

MIRABETE, Julio Fabrini. **Manual de Direito Penal**. 22. ed. São Paulo: Atlas, 2005

OLIVEIRA, Ayrton. **A Mudança Do Sistema De Aferição Da Inimputabilidade Como Alternativa a Redução Da Maioridade Penal**. Trabalho De Conclusão de curso, universidade estadual da paraíba , 2014. Disponível em: <https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/6254/1/PDF%20-%20Ayrton%20Magno%20de%20Oliveira.pdf>. Acesso em: 10 out. 2023.

SILVA, Bianca; FALCÃO DA SILVA; *et al*. **AVALIAÇÃO PSICOLÓGICA FORENSE NOS CASOS DE INIMPUTABILIDADE PENAL**, p. 01-15, 2019. Disponível em: <https://www.psicologia.pt/artigos/textos/A1325.pdf>. Acesso em: 14 set. 2023.

SCHNEIDER, A.; MARASCA, A.; DOBROVOLSKI, T.; MÜLLER, C.; BANDEIRA, D.

Planejamento da avaliação psicológica: implicações para a prática e para a formação. p. 04 - 22, SciELO Preprints, 2020. DOI: 10.1590/SciELOPreprints.521. Disponível em:

https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/521. Acesso em: 19 oct. 2023.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO DISTRITO FEDERAL E DOS TERRITORIOS . **Doutrina Na Pratica** . Tribunal De Justiça Do Distrito Federal E Dos Territórios. Disponível em: <https://www.tjdft.jus.br/consultas/jurisprudencia/jurisprudencia-em-temas/a-doutrina-na-pratica/imputabilidade/introducao#:~:text=Sob%20a%20perspectiva%20biopsicol%C3%B3gica%2C%20considera,de%20acordo%20com%20esse%20entendimento.>. Acesso em: 10 out. 2023.

UNICEF. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. Unicef.org. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/declaracao-universal-dos-direitos-humanos>. Acesso em: 14 set. 2023

v. 14, n. 4, p. 690-694, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Perícia Psicológica em Casos de Violência Sexual Infantojuvenil: diálogos entre abordagens humanista e psicanalítica

A.S.S. Ferreira[a]

[a] *Instituto de Criminalística, Superintendência da Polícia Técnico Científica, Imperatriz (MA), Brasil*
**Endereço de e-mail: auriannisilvasousa@gmail.com*

RESUMO – O presente trabalho tem como objetivo analisar a violência sexual contra crianças e adolescentes em Imperatriz-MA. Utilizou-se uma revisão de literatura específica e análises de entrevistas periciais psicológicas realizadas no Instituto de Criminalística de Imperatriz (ICRIM) entre 2022 e 2023, respeitando o sigilo dos periciados. As análises foram baseadas em autores como Pelisoli e Dell'Aglio (2013); a Lei nº 8.069/90; Santos (2020); Florentino e Bérgamo (2015), dentre outros autores citados no decorrer desse trabalho. Foram realizadas análise de 15 fichas de check list para avaliação psicológica de crianças e adolescentes, com o intuito de identificar efeitos emocionais, interpessoais, comportamentais, cognitivos, físicos e sexuais que a violência sexual traz na vida da criança e do adolescente e consequente na vida adulta. Enquanto na abordagem humanista os autores trazem a reflexão que a criança vítima de violência sexual desenvolve a construção do self com desajustes psicológico, pois existe um enorme desacordo entre se eu-autoconceito e sua experiência real, na abordagem psicanalista, a violência sexual em crianças e adolescente é considerado um trauma psicológico devido à criança e ao adolescente não ter recursos psíquicos para dar sentido a violência além disso, pode haver uma transmissão psíquica transgeracional, no que diz respeito a questões de interdição, recalque dos desejos edípico, sentimento de culpa, elementos que não foram simbolizados ou dado sentido. Entretanto, a violência sexual é assunto complexo e de difícil investigação.

Palavras-chave: Violência sexual; Subjetividade; Rede de proteção, Perícia psicológica.

ABSTRACT – The present work aims to analyze sexual violence against children and adolescents in Imperatriz-MA. A specific literature review and analysis of psychological forensic interviews carried out at the Institute of Criminalistics of Imperatriz (ICRIM) between 2022 and 2023 were used, respecting the confidentiality of the forensic experts. The analyses were based on authors such as Pelisoli and Dell'Aglio (2013); Law No. 8,069/90; Santos (2020); Florentino and Bergamo (2015), among other authors cited in the course of this work. An analysis of 15 checklist forms was carried out for the psychological evaluation of children and adolescents, with the aim of identifying emotional, interpersonal, behavioral, cognitive, physical and sexual effects that sexual violence brings in the lives of children and adolescents and consequently in adult life. While in the humanist approach, the authors reflect that the child victim of sexual violence develops the construction of the self with psychological maladjustments, because there is a huge disagreement between the self-concept and their real experience, in the psychoanalytic approach, sexual violence in children and adolescents is considered a psychological trauma due to the child and adolescent not having the psychic resources to give meaning to violence, in addition, There can be a transgenerational psychic transmission, with regard to issues of interdiction, repression of Oedipal desires, feelings of guilt, elements that have not been symbolized or given meaning. However, sexual violence is a complex subject that is difficult to investigate.

Keywords: Sexual violence; Subjectivity; Protection network, Psychological expertise.

A.S.S. Ferreira, Rev. Bras. Crim. 14(4), 690-694, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

1. INTRODUÇÃO

A violência contra crianças adolescentes segue uma trajetória humana, apresentando-se de múltiplas formas em diferentes momentos históricos e sociais, dependendo de aspectos culturais. Diante disso, o fenômeno da violência se manifesta como parte de uma rede que envolve violência estrutural (decorrente de instituições sociais) e também violência interpessoal (família, trabalho, amigos), que atravessa todos os níveis da sociedade e pode transformar vítimas em perpetradores [1].

Em relação aos tipos de violência que cercam a infância e a adolescência, vale ressaltar que segundo a Organização Mundial da Saúde, o termo abuso é um marco que define todas as formas de abuso ou tratamento negligente, seja físico ou negligente, de natureza emocional, sexual ou qualquer outro tipo de exploração de crianças e adolescentes [2]. Nesses casos, os perpetradores costumam dizer "O abuso sexual infantil causa profundo sofrimento às crianças e adolescentes vítimas. As consequências emocionais são variadas e podem ser duradouras [3].

Seguindo a respeito à violência sexual, a Organização Mundial de Saúde (OMS) considera a violência sexual um problema global, não só no sentido geográfico, uma vez que existe em todos os países do mundo e em todos os níveis da sociedade, mas também porque afeta tanto homens como mulheres e pessoas de todas as idades. Esses tipos de violência caracterizam-se por atos praticados com fins sexuais que prejudicam a saúde física e mental da pessoa ofendida (crianças e adolescentes) e não respeitam as garantias dos direitos e liberdades pessoais, do respeito e da dignidade previstas na Lei nº 8.069/90 – Regulamentação Infantojuvenil [4].

Em relação discussão sobre a violência sexual, vale destacar que a violência sexual pode ser entendida em termos de duas características, a exploração sexual e o abuso sexual, ambas apresentadas de formas distintas. A exploração sexual ocorre através de relações comerciais, mediadas pela transação de corpos/sexo, através de meios coercitivos ou não coercitivos, e pode ser expressa de quatro formas: pornografia, tráfico, turismo sexual e prostituição.

Já o abuso sexual é definido como qualquer interesse sexual por uma criança ou adolescente, por parte de um adulto ou mais adultos, que pode ocorrer dentro da família (relação entre pessoas com ligações afetivas) ou fora do convívio familiar (sem relação afetiva entre pessoas eles) [5].

É importante mencionar que a violência sexual é definida por atos que visam causar danos físicos ou psicológicos ao sujeito, incluindo abuso infantil e violência adolescente, bem como desrespeito aos direitos e liberdades do sujeito, como liberdade, respeito e dignidade segundo a lei nº 8.069/90 [4].

2. PERÍCIA PSICOLÓGICA NOS CASOS DE VIOLÊNCIA SEXUAL

Diante dos problemas que o silêncio provoca e sua contribuição para a perpetuação de situações de violência sexual, surgem algumas indagações: Qual é o impacto da violência sexual (abuso) sobre o indivíduo (como ser dotado de subjetividade) em uma fase tão específica do desenvolvimento (infância)? De que maneira isso afeta a construção de seu entendimento do mundo e de si mesmo (autoconceito)?

Diante disso, [6] destaca o conceito de self, ou autoconceito, autoconceito tornou-se um tema central na maioria das teorias psicológicas. O próprio conceito de psicologia traz consigo a ideia de que um indivíduo é constituído por tendências internas e psicológicas. Hoje, estes conceitos integram muito do que a nossa cultura ocidental significa sobre este assunto.

Para [7], o self não é algo estático, imutável ou cristalizado. Constitui um todo em que o que é vivenciado tem um significado contínuo, é sempre suscetível de mudança, é capaz de mudar radicalmente, tornando-se o oposto do que foi apresentado anteriormente. Contudo isso, o self torna-se um conjunto organizado e mutável de percepções que envolvem o indivíduo, como as características, atributos, qualidades e defeitos, habilidades e limitações, valores e relacionamentos que ele acredita que se descrevem. vistos como dados de sua identidade [7].

Conforme [8] elenca diversas formas de perícias: a judicial, administrativa, extrajudiciais, arbitrais, como também a interprofissionais. Nota-se que a perícia pode ocorrer em diversos campos da atividade humana e assim, vem desempenhar diferentes funções, conforme a necessidade. Com isso, os serviços de perícia visam esclarecer situações e realizar investigações, sendo conduzidos por especialistas que se dedicam a elucidar as mais variadas circunstâncias.

Atualmente, as perícias psicológicas em casos de violência sexual têm ganhado destaque no contexto jurídico. Nesse meio, essas avaliações são cada vez mais requisitadas e podem ser consideradas pelas autoridades como um dos meios de prova para confirmar a ocorrência do crime em questão [9].

Quando se solicita perícias psicológicas em casos de suspeita de abuso sexual envolvendo crianças e adolescentes, o principal objetivo é esclarecer a sus-

peita do abuso em si. Sabe-se que, os psicólogos utilizam diversos métodos psicométricos em suas avaliações, entre elas: Escala de Stress Infantil - ESI, o Children Depression Inventory – CDI, além de instrumentos projetivos, como o House-TreePerson – HTP, Fábulas de Duss, técnicas de desenho livre, dentre outros procedimentos [10].

Visto que quando existe a ausência de marcas físicas no corpo da criança ou adolescente e a falta de testemunhas que comprovem a violência sexual, a perícia psicologia com a criança ou adolescente pode ser considerada o principal meio para confirmar a violência sofrida pela vítima. Embora os sintomas apresentados possam estar associados ao evento traumático, eles sozinhos não são suficientes para provar a ocorrência do abuso sexual. Com isso, o testemunho da vítima torna-se o principal instrumento de comprovação do abuso sexual [9]. Desta maneira, a realização da prova pericial em casos de violência sexual contra crianças e/ou adolescentes caracteriza um desafio para os profissionais. Logo uns dos motivos citados seja que, na maioria dos casos, as vítimas são crianças muito pequenas, com limitações na comunicação verbal, compreensão restrita e ansiedade excessiva, o que dificulta o processo, como enfatiza [11]. Além disso, especialmente em casos de abuso intrafamiliar, a criança frequentemente não consegue identificar o ato praticado pelo cuidador — que deveria proteger e atender às suas necessidades básicas — como uma forma de abuso [12].

Diante disso, [13] destacam cinco momentos relevantes para a realização de uma perícia psicológica em casos de suspeita de abuso sexual. A primeira fase centraliza na análise dos materiais relacionados ao caso, sendo crucial identificar questões pertinentes a serem investigadas durante as entrevistas. Já na segunda fase ocorre o envolvimento e a condução da entrevista, começando com o contrato de trabalho, no qual se explica ao periciado o objetivo da perícia, os encontros programados e que será produzido um laudo, para relatar o caso à autoridade que solicitou a perícia. Durante a entrevista inicial, são coletados dados da anamnese, incluindo informações sobre gestação, parto e desenvolvimento da criança e/ou adolescente. Nesta fase, além das entrevistas com a vítima, a perícia psicológica deve incluir também entrevistas com os responsáveis, preferencialmente na presença da vítima, para observar a dinâmica familiar [14].

Porém, [14] enfatizam a importância de analisar as funções cognitivas do periciado para compreender e observar o funcionamento global da cognição e verificar se há algum déficit de compreensão e/ou autodeterminação nesta área. No que ressalta a quarta fase [14] mencionam que envolve a avaliação da personalidade, fornecendo informações sobre a personalidade do periciado, como ele se posiciona em relação ao mundo ao seu redor e como lida com as situações diárias. E por fim, a última fase refere-se à análise dos dados e à conclusão do processo, considerando as informações coletadas e formulando uma conclusão sobre o caso. O laudo psicológico deve ser claro, objetivo e coeso [15], com o propósito de relatar fielmente o processo pericial.

Portanto, conforme [16], em vigência, dispõe: Art. 2º "na realização da Avaliação Psicológica, o psicólogo deve basear sua decisão, obrigatoriamente, em métodos e/ou técnicas e/ou instrumentos psicológicos reconhecidos cientificamente para uso na prática profissional do psicólogo (fontes fundamentais de informação), podendo, a depender do contexto, recorrer a procedimentos e recursos auxiliares (fontes complementares de informação).

A perícia psicológica é uma modalidade de avaliação psicológica e, portanto, é um processo de trabalho orientado por demanda específica, método e seus respectivos procedimentos de busca e coleta de dados e informações pertinentes às finalidades e ao contexto da investigação (judicial ou extrajudicial).

Embora a perícia psicológica não tenha como finalidade atuar como uma intervenção psicossocial ou terapêutica, ela proporciona à vítima um ambiente neutro, confiável e seguro para relatar a situação abusiva. O psicólogo, sendo um profissional qualificado, evita a introdução de sugestões e abusos no relato [17].

3. MÉTODO

O método utilizado foi uma revisão de literatura sobre o tema específico, análises de entrevistas periciais psicológicas realizadas no Instituto de Criminalística de Imperatriz (ICRIM), no período de 2022 a 2023, sem identificação dos periciados em respeito do sigilo profissional. Os parâmetros de análises são baseados na literatura específica dos autores como: Pelisoli e Dell'Aglio (2013); a Lei nº 8.069/90; Santos (2020); florentino e Bérgamo (2015), dentre outros autores citados no decorrer desse trabalho.

4. DISCUSSÃO

Foram realizadas análise de 15 fichas de check list para avaliação psicológica de crianças e adolescentes, com o intuito de identificar efeitos emocionais, interpessoais, comportamentais, cognitivos, físicos e

sexuais que a violência sexual traz na vida da criança e do adolescente e consequente na vida adulta. Enquanto na abordagem humanista traz a reflexão que a criança vítima de violência sexual desenvolve a construção do self com desajustes psicológico, pois existe um enorme desacordo entre se eu-autoconceito e sua experiência real. E já na abordagem psicanalista, a violência sexual em crianças e adolescente é considerado um trauma psicológico devido à criança e ao adolescente não ter recursos psíquicos para dar sentido a violência além disso, pode haver uma transmissão psíquica transgeracional, no que diz respeito a questões de interdição, recalque dos desejos edípico, sentimento de culpa, elementos que não foram simbolizados ou dado sentido. Entretanto, a violência sexual é assunto complexo e de difícil investigação.

Vale destacar que, a denúncia da violência sexual na maioria das vezes é realizada pela genitora, a qual busca o Hospital Municipal de Imperatriz em casos de urgência e emergência, para consulta médica, e atendimento psicossocial, o serviço social aciona o Conselho Tutelar para garantir os direitos da vítima de violência sexual e encaminhar os familiares para a rede apoio: Delegacia de Polícia da Criança e do Adolescente (DPCA) para o registro o boletim de ocorrência; Instituto de Criminalística de Imperatriz-(ICRIM) onde é realizado o exame de conjunção carnal e avaliação psicológica e social para emissão dos laudos; Em seguida a vítima é encaminhada para o Centro Especializado da Assistência Social (CREAS); E em casos transtornos psicológicos, a vítima é encaminha para o Centro de Atenção Psicossocial Infanto Juvenil CAPSIJ.

A análise desses dados revela a influência das questões de gênero em todos os aspectos do fenômeno da violência sexual contra crianças e adolescentes, envolvendo não apenas as motivações por trás dos atos violentos, mas também a forma como eles é consolidada, os diferentes tipos de violência, o sexo e a idade das vítimas, o processo de revelação, bem como suas consequências e desdobramentos. Esse impacto abrange as representações sociais, os símbolos culturais, os padrões normativos, as instituições e as subjetividades construídas em torno do masculino e do feminino como forma de controle social.

2. RESULTADOS

A maioria dos casos de violências sexuais, foram em meninas entre 06 e 13 anos de idade, os abusos iniciavam de forma sutil (atos libidinosos) quando menores, depois intensificam para a conjunção carnal, conforme o crescimento, assim, não existindo um fator específico podendo ser multifatorial, e na maioria dos casos infrafamiliar. O tempo para a revelação dos abusos perduram por anos (síndrome do segredo), devido a criança se sentir ameaçada, não ter maturidade psicossexual para dar sentido a violência ou pelas ameaças do agressor.

Essa tal conduta geralmente envolve o uso de violência física, ameaças e mentiras, obrigando a vítima a participar de atividades sexuais sem possuir a capacidade emocional ou cognitiva necessária para consentir ou compreender o que está ocorrendo.

2. CONCLUSÃO

Devido à influência do contexto histórico e cultural, a violência sexual contra crianças e adolescentes apresenta uma complexidade intrínseca, podendo ocorrer em diferentes contextos sem distinção de classe social, idade, raça, religião ou cultura, abrangendo conceitos complexos e representando um risco potencial para as vítimas. Atualmente, reconhece-se que as formas mais comuns de violência doméstica incluem: violência física, violência psicológica, negligência e abuso sexual.

É preciso considerar que a incidência de violência sexual intrafamiliar em crianças e adolescentes em Imperatriz- MA, se trata de um fenômeno introduzido na cultura devido várias questões que permeiam.

Este trabalho buscar comunicar a importância do fluxograma de atendimento para as vítimas de violência sexual, e garantir o bem-estar e fortalecer a rede de proteção

REFERÊNCIAS

[1] M. C. S. Minayo. *O significado social e para a saúde da violência contra crianças e adolescentes*. In M. F.Westphal (Org.). Violência e criança (pp. 95-113). São Paulo: Edusp. 2002.

[2] Organização Mundial da Saúde. *Relatório Mundial da Saúde*. 2006. Disponível em http://www.who.int/whr/2006/06_overview_pr.pdf. Acesso em março de 2024.

[3] A. J. L. Santos. Consequências do abuso sexual infantil na adolescência: Uma revisão sistemática da literatura. Revista de Psicologia, 11(02), 60-74. 2020.

[4] Brasil. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990*. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. 1990. Disponí-

vel em: Acesso em: 20 fev. 2024.” target=”_blank”http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/lei.Artigos 7º, 15, 16, 17 e 19).

[5] B.R. Florentino, (2015). As possíveis consequências do abuso sexual praticado contra crianças e adolescentes. *Revista de Psicologia*, 27(2), 139-144.

[6] C. A. Mello; E. Dutra. Abuso sexual contra crianças: em busca de uma compreensão centrada na pessoa. Revista da Abordagem Gestáltica. versão impressa ISSN 1809-6867. v.14 n.1 Goiânia jun. 2008.

[7] C. Rogers & M. Kinget. *Psicoterapia e relações humanas. Belo Horizonte*: Interlivros. 1975.

[8] D. C. Rangel. *Teoria Geral do Processo*. São Paulo: Malheiros, 2008.

[9] L. L. Gava & D. D. Dell’Aglio. Técnicas utilizadas nas perícias psicológicas em Casos de Abuso Sexual Infanto-Juvenil. *Paidéia,* 23 (1), 359-368, 2013.

[10] C. L. Pelisoli. Psicologia e as relações com a justiça: Práticas, conhecimento e tomada de decisão em situações de abuso sexual. *Tese de Doutorado*. Programa de Pós-Graduação em Psicologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 2014.

[11] G. Aboit. *Perícia Psicológica em Casos de Abuso Sexual na Infância e Adolescência*, 2015.

[12] L. S. Schaefer. Desenvolvimento e validação de protocolo de perícia psicológica para crianças com suspeita de abuso sexual. *Projeto de Pesquisa.* Universidade Federal do Rio Grande do Sul Instituto de Psicologia. Porto Alegre-RS, 2012.

[13] SERAFIM, A.P. & Saffi, F. Psicologia investigativa nos casos de suspeita de abuso sexual. In B. M. Paulo (Org.), *Psicologia na prática jurídica: a criança em foco* (pp. 260 -272). Niterói, RJ: Impetus, 2009.

[14] S. Rovinski. *Fundamentos da perícia psicológica forense*. São Paulo: Vetor, (2007).

[15] Conselho Federal de Psicologia (2003). *Resolução CFP 007/2003.*

[16] *Resolução N° 009, de 25 de abril de 2018* estabelece diretrizes para a realização de Avaliação Psicológica no exercício profissional da psicóloga e do psicólogo, regulamenta o Sistema de Avaliação de Testes Psicológicos - SATEPSI e revoga as Resoluções n° 002/2003, n° 006/2004 e n° 005/2012 e Notas Técnicas n° 01/2017 e 02/2017. Brasília, DF: Conselho Federal de Psicologia.

[17] A. P. Silva Júnior, (2006). Dano psíquico em crianças vítimas de abuso sexual sem comprovação de ato libidinoso ou conjunção carnal. *Dissertação de Mestrado*. Universidade de Brasília, Brasília.

v. 14, n. 4, p. 695-700, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

Estudo de caso de incêndio em sistema fotovoltaico conectado à rede provocado por arco elétrico de corrente contínua (CC)

M.Q. Moreira[a,b,*], L.T.R. Mota[b], J.A.S. Sá[a,c,d], C.S. Fernandesa

[a] *Programa de Pós-graduação em Ciências Forenses (PPGCF), Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), Marabá (PA), Brasil*

[b] *Polícia Científica do Tocantins, Araguaína (TO), Brasil*

[c] *Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém (PA), Brasil*

[d] *Polícia Científica do Pará, Belém (PA), Brasil*

**Endereço de e-mail para correspondência: eng.murilloqueiroz@outlook.com. Tel.: +55-63-99988-0058.*

Keywords: incêndio; sistemas fotovoltaicos; perícia; procedimento.

1. INTRODUÇÃO

Desde a regulamentação dos sistemas distribuídos de geração de energia elétrica, realizada pela Resolução Normativa 482/2012 da ANEEL, houve um crescimento expressivo de geradores fotovoltaicos de energia elétrica, tanto em quantidade de sistemas quanto da potência instalada.

Conforme o infográfico nº 66 elaborado por [2], atualizado em 14/04/2024, até o final do ano de 2013 havia aproximadamente 14MW de potência instalada referente a plantas solares no país; até abril de 2024, o país conta com aproximadamente 41196 MW de potência instalada, sendo que 28390,7 MW (aproximadamente 69%) são provenientes de usinas de geração distribuída, de modo que aproximadamente 77% são de instalações para atender clientes residenciais e comerciais.

Essa expansão trouxe consigo situações de risco e que solicitam atenção especial das perícias relacionadas a engenharia forense: incêndios envolvendo geradores fotovoltaicos de energia. Não raro é possível identificar, em diversos veículos de imprensa, notícias relacionadas a incêndios envolvendo tais sistemas.

Como exemplo, cita-se o caso de um incidente ocorrido em Araquari (SC), no dia 16 de janeiro de 2024, numa edificação industrial, no qual aproximadamente 30 m² do telhado, onde havia placas fotovoltaicas, foram afetados pelas chamas [3].

A perícia de incêndios é uma área especial da engenharia forense que pode ser entendida, de modo geral, como o conjunto de procedimentos que visam descobrir o local onde o fogo se iniciou e o agente ígneo patrocinador do sinistro [4]. Entretanto, em muitas situações, atingir estes objetivos pode se tornar tarefa de elevada complexidade, pois muitos fatores dificultam o trabalho pericial: a fumaça, as chamas, e o trabalho de combate a incêndio podem modificar substancialmente e/ou destruir vestígios de interesse técnico para o estudo do fato.

A legislação processual penal pátria reforça a necessidade de realização de perícia de incêndio: o Art. 173 do CPP estabelece que "no caso de incêndio, os peritos verificarão a causa e o lugar em que houver começado, o perigo que dele tiver resultado para a vida ou para o patrimônio alheio, a extensão do dano e o seu valor e as demais circunstâncias que interessarem à elucidação do fato".

Por isso, ao realizar uma perícia, o investigador de incêndio deve se ater ao método científico estabelecido em manuais nacionais e internacionais, como a norma estadunidense NFPA 921, a fim de prover a robustez necessária aos elementos materiais e análises realizadas a partir do levantamento pericial.

Entretanto, tanto a referida norma quanto outras utilizadas em território nacional não dispõem de informações específicas acerca de investigação de incêndios em sistemas fotovoltaicos conectados à rede (SFVCR). No estudo [5], foram evidenciados os modos de falha em componentes de SFVCR que podem provocar incêndios, as situações propiciadoras de incêndio nestes sistemas, os dispositivos normativos nacionais (normas técnicas e portarias) que versam sobre segurança contra incêndios em SFVCR. Além disso, foram recomendados procedimentos específicos a serem realizados em investigação de incêndios que envolvam SFVCR.

Dessa forma, este trabalho visa realizar um estudo de caso de investigação de incêndio em edificação que continha um SFVCR e verificar se alguma das condutas propostas por [5] foi realizada e, se sim, quais foram os resultados obtidos pela realização da conduta e a sua influência na análise pericial do caso.

2. ONTEXTUALIZAÇÃO

Em dezembro de 2023, em cidade no norte do estado do Tocantins, um estabelecimento comercial foi acometido por um incêndio, iniciado próximo ao meio-dia. A edificação contava com um sistema solar fotovoltaico conectado à rede, e parte de seus equipamentos estavam envolvidos pelas chamas.

3. PROBLEMÁTICA

Considerando que a literatura específica sobre investigação de incêndios em sistemas fotovoltaicos é escassa, o presente estudo de caso visa verificar se algum dos procedimentos propostos por [5] foi realizado e quais foram os vestígios coligidos (ou não) com a possível realização do procedimento proposto, e qual foi a importância dos vestígios coligidos para o resultado da análise pericial.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1. Condutas Realizadas x Propostas

Referência [5] recomenda um total de 21 condutas a serem realizadas em casos de perícias de incêndios em SFVCR, adicionalmente aos procedimentos e etapas já constantes na literatura especializada. Para o caso avaliado, foi identificada a realização de 10 procedimentos, os quais trouxeram elementos importantes para a avaliação pericial. As condutas realizadas no caso avaliado foram:

- "2. Verificar em que período do dia se deu o fato...";
- "3. Verificar, quando possível, os módulos fotovoltaicos..."
- "7. Avaliar, quando possível, a fiação dos arranjos fotovoltaicos..."
- "8. Avaliar, quando possível, as conexões no lado CC..."
- "9. Avaliar o aspecto da(s) *stringbox*(es) e/ou suas partes remanescentes..."
- "13. Avaliar a extensão dos danos no(s) inversor(es)..."
- "14. Avaliar se o aspecto do quadro de proteção CA e/ou suas partes remanescentes..."
- "18. Verificar a existência de elementos combustíveis e vestígios disto nas proximidades da região de instalação dos componentes do SFVCR."
- "20. Coletar as informações de acesso ao sistema de monitoramento (quando ativo) do SFVCR..."
- "21. Coletar as imagens do circuito de monitoramento interno de câmeras..."

3.2. Vestígios Coligidos no Levantamento Pericial

Foram elencados abaixo os principais itens de interesse técnico-pericial.

Houve somente uma região da edificação afetada pelas chamas do incêndio: a copa/despensa, local onde estavam instalados parte dos equipamentos do SFVCR, a saber: as caixas de proteção de corrente contínua (CC) – também conhecida como *stringbox*, corrente alternada (CA) e o inversor.

O incêndio teve início pouco tempo após o meio-dia, ou seja, em período de forte insolação que proporciona picos de produção de energia, e também mais propício para o surgimento de falhas no lado CC do sistema (conduta 2).

Os módulos foram vistoriados (conforme conduta 3) e não foram observados danos ou quaisquer outras marcas de combustão ou outro defeito que pudesse ter dado origem ao sinistro.

Figura 1. Parte dos módulos fotovoltaicos vistoriados, sem sinais de falha.

O cabeamento CC oriundo dos módulos fotovoltaicos não apresentava quaisquer sinais de falha, mas foram seccionados pelo instalador do SFVCR por motivo de segurança (realização da conduta 7).

Figura 2. Cabeamento oriundo dos módulos fotovoltaicos, sem sinais de falha, e seccionados pelo instalador.

Na região onde estavam instalados os equipamentos de proteção e conversão, ligeiramente abaixo destes, havia um veículo tipo motoneta estacionado, o qual foi completamente consumido pelas chamas, com sentido majoritário dos danos orientados de cima para baixo (realização da conduta 18).

Partes remanescentes do inversor, que ainda estava afixado na parede, apresentava sua carcaça e componentes consumidos pelas chamas, com concentração dos danos discretamente mais concentrada na região esquerda do equipamento (considerando-se o observador de frente para o componente) – realização da conduta 13.

Figura 3. Inversor submetido aos danos provocados pelas chamas do incêndio.

A *stringbox* e o inversor estavam instalados em paredes diferentes, que eram ortogonais entre si, mas os equipamentos estavam próximos, de modo que a *stringbox* estava instalada à mesma altura do inversor, e estava posicionada à esquerda do inversor (descrição feita considerando-se o observador de frente para o inversor);

Os conectores MC4 do inversor (partes metálicas remanescentes) estavam inteiros e conectados, sem vestígio de ocorrência de arco elétrico (conduta 13).

Figura 4. Vista de conectores MC4 acoplados e sem vestígios de ocorrência de arco elétrico.

O conector de saída CA do inversor (partes metálicas remanescentes) estavam inteiros e conectados, sem vestígio de ocorrência de arco elétrico (conduta 13).

Figura 5. Partes remanescentes do conector de saída CA do inversor intactas (partes metálicas), sem indício de ocorrência de arco elétrico.

Componentes e partes dos dispositivos de proteção foram encontrados derretidos e acoplados entre si, de maneira que não foi possível realizar a avaliação individual das partes encontradas desta forma (condutas 8 e 14).

Figura 6. Exemplo de partes remanescentes de dispositivos de conexão e proteção fundidos entre si, praticamente indistinguíveis.

Avaliando-se as partes remanescentes do cabeamento CC (foi possível distinguir a fiação pois as bitolas utilizadas nas partes CA e CC eram distintas), foram encontrados vestígios de ocorrência de arco elétrico CC em partes do cabeamento CC da *stringbox*: nessas regiões, a fiação estava bipartida, com extremidades fundidas e abauladas, com algum grau de polimento e com endurecimento da têmpera da fiação (conduta 8).

Figura 7. Condutores da parte CC submetidos à arco elétrico.

As partes remanescentes de disjuntor CA estavam preservadas, não apresentando vestígios de sobreaquecimento e ocorrência de arco CA (conduta 14).

Figura 8. Partes metálicas remanescentes de disjuntor CA intactas, não apresentando vestígios de ocorrência de arco elétrico ou outro fenômeno elétrico.

Os circuitos CC e CA estavam instalados na mesma tubulação que atravessava a parede na qual estava instalada a *stringbox* (condutas 8 e 14).

Figura 9. Local onde passavam juntamente os circuitos CC e CA (item proibido por norma).

Várias pérolas de fusão foram encontradas tanto no cabeamento CC quando no cabeamento CA, que estavam passando juntos na mesma tubulação (condutas 8 e 14).

Figura 10. Vista das pérolas de fusão no interior da furação na parede por onde passavam os cabeamentos CC e CA.

A parede onde estava instalada a *stringbox* ostentava um padrão de queima limpo, e não havia janelas ou outras saídas de ar nos arredores que justificariam a formação desse padrão.

Figura 11. Padrão de queima limpo observado no local.

Foram capturadas imagens do circuito de monitoramento, que mostram, a partir das 13:00 do dia do fato, a existência de fumaça proveniente da região onde estavam instalados os equipamentos do SFVCR.

Foi realizada a extração do registro de informações de geração do sistema de monitoramento do SFVCR (inversor), o qual forneceu as seguintes informações:

- Às 13:02, o sistema de monitoramento aponta o surgimento de um alarme: "Grade sobretensão"; avaliando-se as tensões da rede da concessionária "vistas" pelo inversor, uma das fases apresentava a leitura de tensão com valor aproximadamente 40% menor que o valor nominal, enquanto as demais apresentavam a leitura dentro da normalidade; neste registro, notou-se também que não havia circulação de correntes CC oriunda dos painéis, o que indica que, ao identificar as anomalias na tensão pelo lado CA, o inversor paralisou a geração como mecanismo de proteção;
- Ao avaliar o manual do inversor periciado para se verificar o significado do alarme descrito no item acima, obteve-se o seguinte: "1. Resistência do cabo CA é muito alta, mude para um

cabo maior" / "2. Ajuste o limite de proteção se for autorizado pela companhia elétrica"; isto ilustra que o inversor entendeu que a tensão da rede não estava sendo entregue como esperado em seus terminais, o que sugere, junto à leitura da tensão anômala descrita no item anterior (muito abaixo da tensão nominal prevista), que as conexões e/ou o cabeamento CA de saída do inversor já estavam sofrendo os efeitos das chamas, com possível comprometimento da isolação da fase com leitura anômala e consequente fuga de energia para outra região e/ou componente do sistema;

- Às 13:03 o inversor registra as leituras de tensões CC muito abaixo daquelas verificadas em condições de operação normal, o que indica que todo o sistema CC à montante do equipamento (*stringbox*, com seus componentes de seccionamento e proteção), já estava comprometido pelas chamas; outrossim, o inversor apresentava as leituras de tensão de rede (CA) "zeradas" e o alarme "Sem grade" ativado, que, de acordo com o manual consultado, significa sem tensão de rede;

Uma pessoa que estava dentro da edificação no momento que ocorria o incêndio informou que, logo que percebeu a existência das chamas, notou que a edificação havia ficado sem energia elétrica, o que sugere, juntamente ao item anterior, que houve a atuação de alguma proteção (quadro geral ou medição).

3.3. Análise, Interpretação e Discussão dos Vestígios

O sinistro afetou somente uma região da edificação: a copa. Neste local estavam instalados os equipamentos de energia solar. Não foram encontrados vestígios de que o incêndio tenha começado pelo inversor e seus componentes.

Foram encontrados pedaços remanescentes de fiação da *stringbox* que apresentavam vestígios de terem sido submetidos a arcos elétricos CC, e a parede onde ficava a *stringbox* apresentava o padrão de queima limpo, indicando que aquela região avaliada sofreu a ação das chamas direta e intensamente.

A avaliação conjunta das informações da câmera (horário) e do log de informações do sistema revelou que, quando surgiu a fumaça nas imagens da gravação, surgiu uma situação de falha que gerou um alarme e a suspensão da geração de energia pelo inversor. Outro registro do *log* mostra que as tensões CC à montante do inversor apresentarem uma leitura muito aquém da esperada, após a situação narrada para a tensão do lado CA, indicando que havia um comprometimento generalizado da isolação da cablagem que passava conjuntamente pela parede, nas proximidades de onde estava instalada a *stringbox*; além disso, o inversor já não detectava as tensões de rede CA da concessionária, corroborando a versão da testemunha que estava no local e, possivelmente, indicando que houve atuação de algum dispositivo de proteção.

Estes itens, avaliados conjuntamente, podem indicar que houve uma falha em componente/conexão elétrica, ou na parte, CA que levou ao surgimento de uma fonte ígnea (falha de conexão elétrica como contato imperfeito, desconexão parcial, falha de DPS etc.), ou que o ramo CA do SFVCR foi comprometido pelas chamas que já estavam em desenvolvimento, vindo da *stringbox* (parte CC do sistema). As chamas oriundas da falha inicial se alastraram pelo tronco de cabos (CC+CA) que estava próxima da *stringbox* e atravessava a parede, afetando a isolação dos cabos CA e CC.

Não foram encontrados vestígios de que o incêndio tenha se iniciado pela motocicleta, mas a presença desta aumentou a carga de incêndio no local.

Após a avaliação conjunta de todas as informações relatadas anteriormente, estabelece-se que é provável que o incêndio tenha se iniciado na região das conexões elétricas do SFVCR, possivelmente nas conexões ou componentes da *stringbox* e/ou QDCA, o que ocasionou o surgimento da fonte ígnea (arco elétrico), e aqueceu conexões e componentes a temperaturas muito elevadas, fazendo com que iniciasse uma chama e houvesse precipitação de material aquecido e incandescente sobre a motocicleta que estava logo abaixo dos equipamentos do SFVCR. Dessa forma, o incêndio tomou proporções maiores, provocando a destruição dos equipamentos do SFVCR, da motocicleta e da cablagem que atravessa a parede. A Figura 12 apresenta a provável dinâmica do evento analisado.

5. CONCLUSÃO

A investigação de incêndios é uma tarefa árdua que exige muito conhecimento e perspicácia do perito/investigador de incêndio, bem como a aplicação do método adequado à elucidação do fato.

Considerando que a literatura sobre incêndios em SFVCR é escassa, os procedimentos propostos por [5], adicionados às demais instruções e técnicas existentes na literatura pericial, mostraram-se úteis para o caso estudado, pois ao serem aplicados, trouxeram elementos materiais importantes para o estudo do evento.

Ressalte-se que os resultados obtidos poderiam ser refinados caso fosse possível realizar estudos e testes

laboratoriais em partes e componentes que se encontravam fundidos/aglutinados pela ação das chamas.

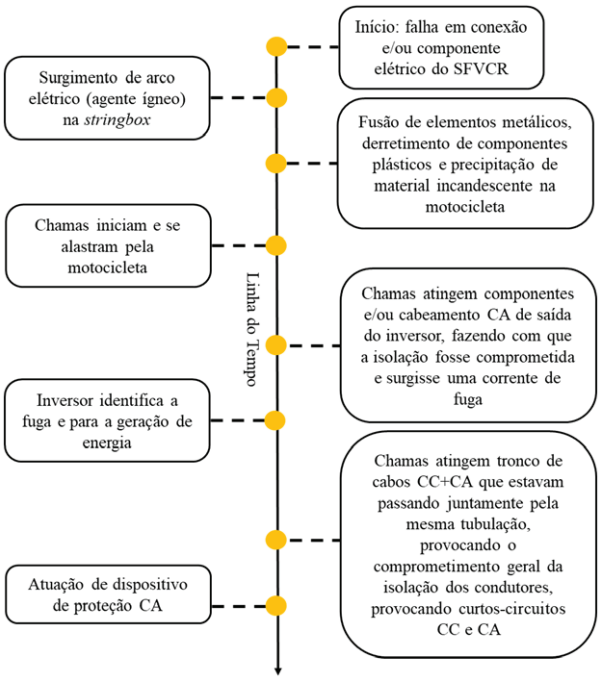


Figura 12. Linha do tempo provável de desenvolvimento do sinistro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Aneel. Geração Distribuída: Saiba mais sobre micro e minigeração distribuída. Aneel. Retirado em 12/05/2024, de https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao-distribuida.

[2] Absolar. Panorama da solar fotovoltaica no Brasil e no mundo. Absolar. Retirado em 12/05/2024, de: https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/.

[3] Agora. Incêndio em sistema fotovoltaico traz lições sobre segurança. Terra Notícias. Retirado em 12/05/2024, de: https://www.terra.com.br/noticias/incendio-em-sistema-fotovoltaico-traz-licoes-sobre-seguranca,0ae5229bb3d1ac4c8fd4b838b832e258wnfih1b5.html.

[4] R.F. Aragão. Incêndios e Explosivos: Uma Introdução à Engenharia Forense. Millenium, Brasil, 2010.

[5] M. Q. Moreira; J. A. S. Sá; C. S. Fernandes. Incêndios em sistemas fotovoltaicos: abordagem sobre os modos de falha e recomendações para realização de perícia. Revista Brasileira de Criminalística **12:**171-182 (2023).

v. 14, n. 4, p. 701-705, 2023
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Explosão de poeira com vítimas fatais em unidade armazenadora de grãos

L.B. Ruhnke[a,*], J.A. Wissmann[a,b], B. dos Santos[c], J. Leite[a,b], M. Scanagatta[a]

[a] *Unidade de Execução Técnico-Científica de Cascavel, Polícia Científica do Paraná, Brasil*
[b] *Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel (PR), Brasil*
[c] *Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, Cascavel (PR), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: lennon.runhke@policiacientifica.pr.gov.br. Tel.: +55-45-3333-2550.*

Keywords: Explosão de poeira, Armazenamento de grãos; Silos; Perícia; Criminalística.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com [1] uma unidade de armazenamento de grãos consiste em uma instalação civil projetada para receber, processar e armazenar grãos. Entretanto, [2] aponta irregularidades no processo de projeto, execução e utilização das obras, que podem ocasionar explosões de poeira e consequentemente perdas financeiras e de vidas. Sendo assim, esse estudo de caso identifica as irregularidades em evento de grande monta em uma unidade armazenadora de grãos localizada no oeste do Paraná (Fig. 1), com dez vítimas fatais (oito já no local, duas posteriormente) e outras dez pessoas encaminhadas as unidades hospitalares.

Figura 1. Vista aérea superior e legenda identificando o local

De início, a explosão aconteceu no turno vespertino nos espaços destinados aos armazéns, tombadores, secadores e na fábrica de farinha localizados na parte posterior da planta, conforme figura 2.

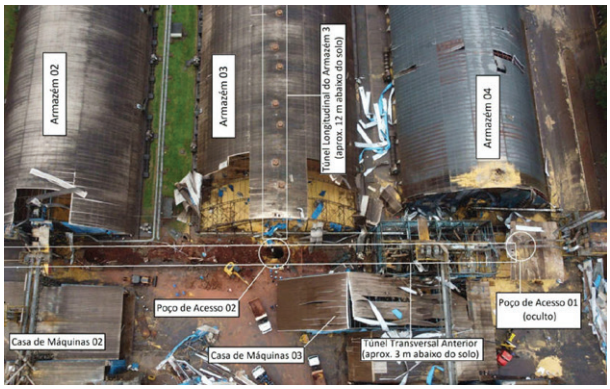


Figura 2. Vista aérea da região mais afetada, armazéns nºs 03 e 04

Ademais, os exames em locais de explosão representam aqueles que maiores dificuldades oferecem ao perito, pois geralmente a causa tende a ser destruída pelo seu próprio efeito [3]. Desta forma, é necessário conhecer os mecanismos de explosão, para que se possa determinar a dinâmica de colapso, as responsabilidades legais e respectivas indenizações.

2. EXPLOSÃO DE POEIRA

Consoante a [4] uma explosão de poeira pode ocorrer quando um material sólido particulado suspenso na presença de um agente oxidante é exposto a uma fonte de ignição. Assim, qualquer material sólido que possa queimar no ar irá reagir com violência e velocidade crescentes à medida que o grau de subdivisão do material aumenta, apresentando uma condição ótima para a explosão [5].

2.1. Condições ótimas para a explosão

Referência [2] define o grau de subdivisão do material em função do tamanho da partícula e da área de superfície específica. A fig. 3, apresenta a relação entre essas duas propriedades.

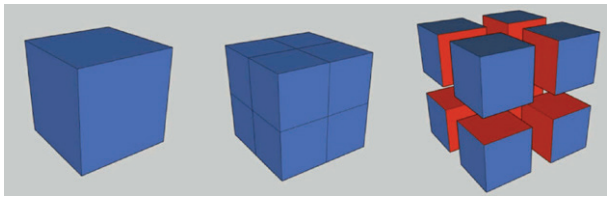


Figura 3. Aumento da área superficial (vermelho), partículas menores

Após a divisão do cubo original a esquerda em oito cubos menores, a área superficial específica é multiplicada por um fator igual a 2. Isso indica que a área superficial específica é diretamente proporcional à dimensão do cubo. Podemos confirmar isso expressando a área superficial específica "*S*" em função do comprimento da aresta do cubo "*x*", como mostrado nas Eq. 1 e Eq. 2.

$$S = 6x^2 \tag{1}$$

e posterior a divisão em oito partes iguais, tem-se:

$$S = 8\left(6\left(\frac{x}{2}\right)^2\right) = 48 * \frac{x^2}{2^2} = 12x^2 \tag{2}$$

Desta forma, para um mesmo volume, uma maior área superficial apresenta maior subdivisão do material e consequentemente uma maior velocidade de combustão, representando a maior força motriz da explosão. No entanto, [6] destacam outros fatores adicionais que influenciam a inflamabilidade e a explosibilidade de nuvens de poeira, a saber:

a) Composição química da poeira;
b) Teor de umidade da poeira;
c) Pressão e temperatura iniciais da fase gasosa;
d) Distribuições de tamanhos e formatos de partículas na poeira;
e) Grau de aglomeração das partículas de poeira;
f) Distribuição da concentração real de poeira;
g) Distribuição da turbulência inicial na nuvem de poeira;
h) Localização da fonte de ignição;
i) Possibilidade de transferência significativa de calor por radiação.

A dinâmica de colapso em silos, foi exemplificada pelo Professor Adriano Divino Lima Afonso por intermédio da simulação de explosão de poeira em silos, conforme QR Code ao lado.

As condições exemplificadas podem ocasionar explosões de poeira e consequentemente perdas financeiras e de vidas. Desta forma, a seguir apresenta-se um breve histórico de perdas devido a explosões de poeira

2.2. Histórico de perdas devido a explosões de poeira

Referência [7] apresentam um resumo histórico de perdas devido a explosões de poeira de diferentes países, conforme Tab. 1, destacando o período de ocorrência, o número de explosões por poeira no ano e as respectivas lesões e mortes.

Tabela 1. Resumo do histórico de perda devido a explosão de poeira em diferentes países.

Localidade	Período	Tamanho da amostra	Explosões por ano	Lesões por ano	Mortes por ano
Estados Unidos [2]	1900–1956	1123	19,7	1,04	0,60
Estados Unidos [8]	1980–2005	281	10,8	2,55	0,42
Estados Unidos [9]	2006-2017	105	8,8	2,88	0,56
Alemanha [2]	1965–1980	357	22,3	1,38	0,29
Japão [10]	1952–1995	269	6,1	2,1	0,39
China [11]	1981–2011	72	2,3	7,19	1,71

Consoante a [7], a subnotificação de explosões de poeira, impacta os valores calculados. Além disso, muitas coletas de dados incluem apenas incidentes graves com ferimentos ou mortes. Isso tende a reduzir o total de incidentes relatados anualmente e aumentar os ferimentos e mortes por explosão em comparação com coleções que relatam incidentes menos graves.

3. ESTUDO DO CASO

Este estudo de caso analisa as irregularidades em um exame de explosão de poeira ocorrido em uma unidade de armazenamento de grãos no oeste do Paraná (Fig. 1). O evento resultou em nove vítimas fatais e outras onze pessoas foram encaminhadas a unidades hospitalares.

3.1. Trabalho de resgate das vítimas

Durante o trabalho de resgate das vítimas, as equipes de emergência encontraram as vítimas em diferentes áreas da unidade armazenadora de grãos. A princípio, as vítimas foram encontradas próximas às áreas de carga e descarga, nos túneis dos armazéns nos 03 e 04, conforme Fig. 2. Ademais, determinadas áreas de uma unidade armazenadora de grãos são caracterizadas como espaços confinados. De acordo com a NR 33 [12], os espaços confinados podem possuir uma atmosfera perigosa, com deficiência de oxigênio, presença de contaminantes com potencial de causar danos à saúde do trabalhador ou ainda uma atmosfera explosiva. Desta forma, somente é permitido o acesso ao espaço confinado com a utilização dos equipamentos de proteção necessários. O trabalho das equipes de resgate envolveu a remoção cuidadosa dos escombros, avaliação médica e transporte das vítimas para unidades hospitalares.

3.2. Principais danos devido à explosão

De acordo com [4] os propósitos de uma perícia de incêndio e explosão consistem em indicar o ponto de origem, definir a fonte de calor e determinar a causa do incêndio. Desta forma, uma análise dos principais danos devido a explosão é uma ferramenta valiosa para os peritos.

Nove vidas perdidas e um impacto social profundo foram os danos centrais deste estudo de caso. Entretanto, neste capítulo será abordado os danos materiais encontrados após a explosão.

3.2.1. Túnel subterrâneo

A considerável extensão dos danos nos túneis, e o fato de estruturas mais distantes, como o Armazém 01 e a área de Expedição, terem sido afetadas principalmente nas proximidades das aberturas dos túneis, reforça a hipótese de que o epicentro está localizado dentro dos túneis, e não na superfície. A Fig. 4 ilustra a ruptura do concreto sob tensão de tração na flexão, ainda sustentado pela armadura de aço.

Figura 4. Danos constatados na região superior do túnel, tração na flexão

Já a Fig. 5 oferece uma ilustração sobre a dinâmica de como ocorreu essa ruptura.

Figura 5. Ilustração da ruptura da tampa do túnel

3.2.2. Galpões de armazenamento

A análise dos danos, conforme Fig. 2 e Fig. 6, sugerem que o epicentro da explosão se localiza entre as fachadas sul dos Armazéns 03 e 04, e a Casa de Máquinas 03. Esta conclusão baseia-se no nível de destruição observado nesta área em comparação com outras partes do complexo, e na direção das forças que causaram as deformações observadas nas estruturas mencionadas.

Figura 6. Maior grau de destruição

3.3. Mapeamento tridimensional via LIDAR

Buscando-se elucidar a dinâmica do evento, além do levantamento aéreo via drone, efetuou-se o mapeamento tridimensional com a ferramenta *Light Detection and Ranging* (LiDAR), conforme Fig. 7, cada vez mais presente nos levantamentos de locais. Esse equipamento realiza o escaneamento da área atingida pela explosão resultando em um levantamento virtual 3D detalhado, contribuindo para a qualidade do laudo e mitigando riscos durante o exame pericial pelas equipes da Polícia Científica.

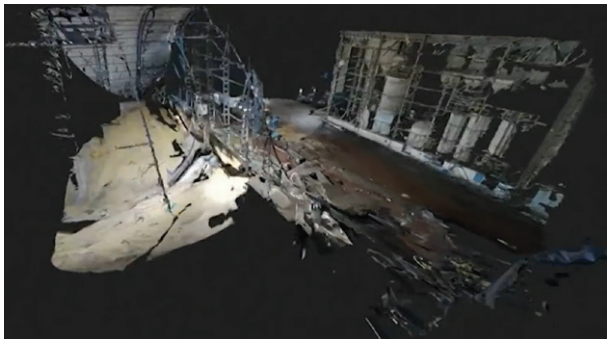


Figura 7. Mapeamento do local via lidar da região da explosão

3.2. Principais vestígios encontrados

De início, foram encontradas ferramentas metálicas utilizadas na remoção de grãos que se espalharam das correias transportadoras, incluindo pás e enxadas. Conforme Fig. 8, próximo ao local identificado como o epicentro mais provável da explosão, foi descoberta uma pá metálica. Esta ferramenta apresentava sinais distintos de uso recente, com o cabo de madeira desprendido. A parte inferior da pá mostrava marcas de desgaste, deformações indicativas de exposição a uma sobrepressão significativa, com rompimento próximo à borda por cisalhamento, e uma perda de cobertura de tinta que sugere exposição localizada a altas temperaturas. Além disso, nessa mesma área, foram encontrados fragmentos de um capacete e baldes plásticos, o que reforça a hipótese de que trabalhadores estavam presentes nesse local no momento da explosão.

Figura 8. Deformação de uma á por cisalhamento

Ademais, além da concentração mínima de poeira em suspensão, para uma explosão acontecer é necessária uma energia de ativação, ou seja, uma fonte de ignição. As fontes de ignição mais comuns em ambientes industriais incluem, mas não se limitam ao Pó Fumegante, Pó Ardente e chamas abertas. Neste contexto, conforme Fig. 9 foi encontrado um isqueiro no local, não sendo recomendado o porte deste tipo de objeto em ambientes com risco de explosividade.

Figura 9. Isqueiro encontrado dentro dos túneis

A condição da pá, juntamente aos demais vestígios encontrados, sugerem a hipótese de produção de faíscas por impacto contra o piso em concreto do túnel. Assim, coletou-se material para posterior simulação de ignição.

3.9. Simulações de ignição

Coletou-se os vestígios encontrados no local, bem como um bloco de concreto do piso do túnel, a fim de serem submetidos a um ensaio de impacto tangencial, para se verificar a hipótese de produção de faíscas. Durante o ensaio, aplicou-se força por ação humana, simulando-se a ação de coleta de grãos, foi constatada a produção de faíscas de metal superaquecido, conforme pode ser verificado nas Figuras 10 e 11.

Figura 10. Simulação verossímil da ignição por faíscas

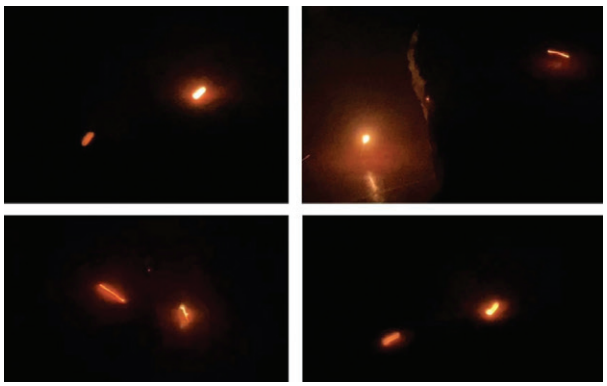


Figura 11. Captura de tela em vídeo durante reprodução de faíscas

Nesta perspectiva, a sequência de eventos se deu de acordo com a Fig. 12:

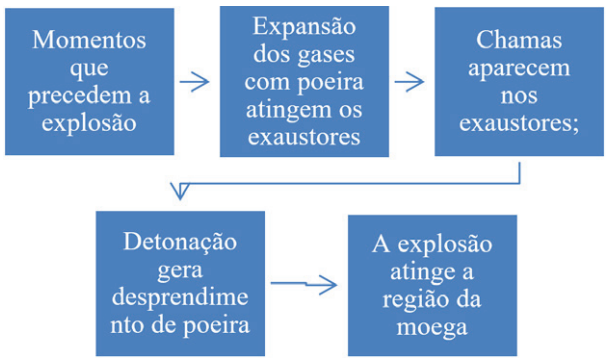


Figura 12. Fluxograma da dinâmica do evento de explosão

4. CONCLUSÕES

Com base na análise dos vestígios e danos observados na planta industrial dos Armazéns de Grãos, conclui-se que ocorreu uma explosão típica de nuvens de poeira orgânica. Esta foi iniciada por uma fonte de ignição localizada nos túneis de transporte de grãos, com impactos significativos principalmente nas áreas dos Armazéns 03 e 04, Casa de Máquinas 03, e Túneis Transversais Anterior e Posterior, além de danos menos extensos nos Armazéns 01 e 02 e na Fábrica de Farinha. É fundamental enfatizar a necessidade de restringir o acesso a áreas com risco de explosão, portando quaisquer itens capazes de gerar ignição, como isqueiros ou ferramentas que possam produzir faíscas. A instalação adequada de lâmpadas e outros equipamentos que assegurem a segurança é imperativa em todos os locais onde há risco de explosão. Por fim, é importante garantir sistemas de supressão de explosões eficazes, e o treinamento de funcionários em práticas de segurança e conscientização sobre os riscos associados à poeira combustível.

AGRADECIMENTOS

Faz-se também necessário o agradecimento ao policial científico Augusto Pasqualini e ao Major Luís Eduardo Zarpellon e doutor Adriano Divino Lima Afonso que participaram diretamente e indiretamente do levantamento do local, seja na aquisição de imagens no levantamento e de bibliografia específica, assim como aos policiais militares, bombeiros no local, os quais possibilitaram o acesso seguro para a realização do resgaste dos cadáveres e ao epicentro da explosão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] T. Kudra T. On-farm drying and storage systems. Drying Technol, 14: 477-478 (1996).

[2] R. Eckhoff. *Dust explosions in the process industries*, Elsevier Science, United States of America (2003) 1-140.

[3] E. Rabelo. *Curso de Criminalística – Sugestão de programa para as faculdades de Direito*, Editora Millennium, Brasil (2024).

[4] R. F. ARAGÃO, Incêndios e Explosivos. Uma Introdução à Engenharia Forense. Editora Millennium, Brasil (2020).

[5] P. R. Amyotte; R. K. Eckhoff. *Dust explosion causation, prevention and mitigation: An overview*. J. Chem. Health Saf **17**: 15–28 (2010).

[6] R. K. Eckhoff; G. Li. *Industrial Dust Explosions. A Brief Review*. Appl. Sci, **166**: 1-18 (2021).

[7] C. Cloney; J. Snoey. *Dust explosions: A serious concern. In: F. Khan (org.). Methods in Chemical Process Safety*. Elsevier 3: 33-69 (2019).

[8] U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board (CSB). *Investigation report, combustible dust hazard study (Report No. 2006-H-1)*. Retrieved from https://www.csb.gov/combustible-dust-hazard-investigation/(2006).

[9] U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board (CSB). *Factual investigative update*, Didion Milling. Retrieved from https://www.csb.gov/chemical-safety-boardreleases-factual-investigative-update-into-fatal-may-31-2017-incident-at-the-didion-milling-facility-in-cambria-isconsin/.(2018).

[10] M; Nifuku; T. Matsuda; H. Enomoto. *Recent development of standardization of testing methods for dust explosion in Japan*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, **13**, 243–251. (2000).

[11] X. Q. Yan; J. L. Yu. *Dust explosion incidents in China. Process Safety Progress*, **31**, 187–189 (2012).

[12] Brasil. Ministério do Trabalho. Portaria n.º 3.214, de 8 de junho de 1978 [aprova] as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-33-nr-33. Acesso em: 10 jul. 2024.

ANEXOS

O estudo de caso mencionado neste trabalho obteve ampla repercussão nacional. O programa "Fantástico", da emissora Rede Globo, divulgou uma reportagem com vídeos exclusivos do momento da explosão, acessíveis por meio do QR Code ao lado.

v. 14, n. 4, p. 706-710, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

Incêndios em Marabá: detecção, investigação e monitoramento com sensoriamento remoto passivo e ativo

E.S. Cordovil[a,*], L.K.S. de Jesus[a], W.S. Alencar[a], A.D.F. dos Santos[a], C.S. Fernandes[a], F.C.L. Ferreira[a], J.A.S. de Sá[a,b]

[a]*Programa de Pós-graduação em Ciências Forenses (PPGCF), Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), Belém (PA), Brasil*

[b]*Policia Científica do Pará, Belém (PA), Brasil*

**Endereço de e-mail para correspondência: estefany.cordovil98@gmail.com . Tel.: +55-91-985394553.*

Keywords: Geotecnologias; Sensoriamento remoto; Congresso Nacional de Criminalística; Marabá; Incêndios.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Ao longo dos anos, tem-se observado uma significativa redução na extensão de cobertura vegetal na região Amazônica, resultando em uma exploração desmedida de suas florestas. Conforme documentado por Rivero *et al.* (2009) [1], o desmatamento na Amazônia brasileira é predominantemente motivado por atividades como pecuária, agricultura baseadas em corte e queima. Dentre essas causas, as queimadas decorrentes da prática agrícola emergem como um dos principais contribuintes para o surgimento de incêndios florestais.

A utilização do fogo como instrumento na prática agrícola ocasiona uma série de impactos ambientais, notadamente, a perda de biodiversidade [2]. Diversos fatores contribuem para a degradação do meio ambiente com destaque para o desmatamento, incêndios e atividades agropastoris. O desmatamento e as queimadas emergem como duas das mais prementes questões ambientais enfrentadas pelo Brasil contemporâneo. A despeito de suas distinções, tais práticas encontram-se tradicionalmente interligadas, visto que, após o desmatamento da vegetação, frequentemente ocorre a queima do material vegetal em sequência [3].

Os incêndios florestais podem ocorrer tanto de forma natural quanto antropogênica, resultante de práticas comuns entre os agricultores, sejam estas intencionais ou resultantes de negligência. Desde pequenos descuidos, como o descarte inadequado de uma bituca de cigarro, até atividades como a limpeza de pastagens para a criação de gado, tais eventos podem desencadear sérias consequências para o meio ambiente, tais como a degradação do solo e/ou a perda de biodiversidade. Fatores como as condições climáticas, o tipo de material combustível e sua capacidade de inflamabilidade desempenham um papel crucial na extensão e na intensidade das queimadas e dos incêndios [4].

Nesse sentido, as geotecnologias emergem como ferramentas indispensáveis para a análise e suporte às políticas decisórias de fiscalização. A utilização de imagens de satélite, fotografias aéreas, imagens de radar, entre outras, constitui uma alternativa eficiente para o mapeamento do uso e ocupação do solo. Este método é caracterizado pela rapidez e eficácia proporcionadas pela variação de escalas e pelas diversas formas de exame dos alvos, além de apresentar um custo relativamente baixo para a realização das análises [5].

Atualmente, existe uma diversidade de satélites com distintos níveis de resolução temporal e espacial, os quais possibilitam o mapeamento e o monitoramento de áreas sujeitas a alterações. A eficácia desses dados é ainda mais ampliada pela integração de informações provenientes de diversas fontes através de Sistemas de Informações Geográficas [6].

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), ao utilizar dados provenientes de sensoriamento remoto, têm a capacidade de fornecer uma análise abrangente da distribuição temporal e espacial dos incêndios florestais

em diversas escalas. Além disso, possibilitam a identificação de padrões nesses eventos, assim como a correlação com fatores ambientais pertinentes [7]. O emprego do sensoriamento remoto representou um marco significativo no avanço do mapeamento da dinâmica do fogo, particularmente no que diz respeito à identificação precisa da ocorrência de incêndios ao longo do tempo e do espaço, bem como na quantificação da extensão total das áreas afetadas pelo fogo. De fato, esta tecnologia se revela uma ferramenta crucial para tal finalidade, permitindo a integração de dados georreferenciados e contribuindo substancialmente para a precisão na identificação e na localização dos focos de calor [8].

O Sensoriamento remoto pode ser definido como qualquer processo através do qual é coletada informação a respeito de um objeto, área ou fenômeno, sem entrar em contato com ele. Há uma distinção entre dois principais tipos de abordagens, categorizados com base na fonte de sinal utilizada para investigar o objeto: o sensoriamento remoto ativo e o passivo. Enquanto os dispositivos de sensoriamento remoto ativo empregam sua própria fonte de emissão ou luz para interagir com o objeto, os sistemas de sensoriamento remoto passivo dependem da radiação refletida pelo objeto. A radiação eletromagnética também se diferencia por sua distribuição em comprimentos de onda, classificados como curtos (visível, infravermelho próximo, MIR) e longos (microondas).

2. PROBLEMÁTICA

O estudo e o mapeamento das áreas queimadas na região Amazônica são de suma importância para obter estimativas precisas das alterações ambientais decorrentes dos incêndios florestais. Essa abordagem é essencial, pois possibilita o monitoramento das mudanças no uso e na cobertura da terra [9]. Dessa forma, este estudo objetiva os sistemas de sensoriamento remoto ativo e passivo com aplicação forense, na análise de áreas de incêndio da região de Marabá-PA para observar antes e depois dos incêndios, podendo assim estimar os impactos, possíveis causas e acompanhar as áreas afetadas por uma janela de tempo.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. Área de estudo

A pesquisa tem como área de estudo o município paraense de Marabá. De acordo com dados de 2021 do IBGE, a cidade de Marabá está situada entre dois grandes rios, Itacaiúnas e Tocantins, no sudeste do estado do Pará, Região Norte. Possui uma população de cerca 280 mil habitantes, estimada pelo IBGE 2020 (Figura 1).

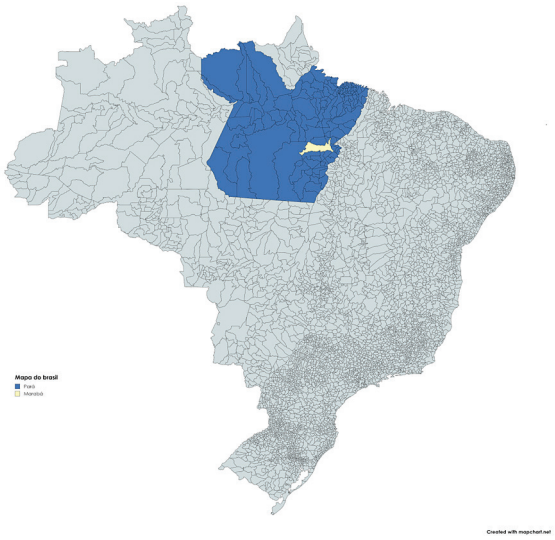


Figura 1. Mapa da localização do município de Marabá no Estado do Pará, Brasil. **Fonte:** Autores.

3.2 Coleta de dados

A pesquisa foi realizada com base nas imagens de solo retiradas do repositório da defesa civil de marabá e do radar Sentinel-2. O Sentinel-2 é uma missão de imagens de satélite de ampla faixa e resolução espacial fina da Agência Espacial Europeia (ESA) desenvolvida no âmbito do programa Copernicus da União Europeia [10, 11]. De acordo com os objetivos principais do programa, a missão Sentinel-2 é projetada para continuidade de dados e aprimoramento das missões Landsat e SPOT. O satélite Sentinel-2 cobre áreas de latitude −56° a 84°, e os dados destinam-se principalmente a apoiar serviços terrestres globais, incluindo a monitorização da vegetação, solo e cobertura de água, vias navegáveis interiores e zonas costeiras. Foram usados a região rural de marabá, com as coordenadas (-5.330361, -49.251139), com a janela de tempo 14/08/23 a 30/08/23, visto que foi a partir dessa análise em que visualizou as queimadas na região (Figura 2).

Figura 2. Imagem de solo de incêndio ocorrido em Marabá. **Fonte:** Google Earth Engine

Figura 3. Imagem do Santinel-2, área de interesse antes do incêndio. **Fonte:** Google Earth Engine

A Figura 2 apresenta a ação dos bombeiros durante um incêndio ocorrido em 21 de agosto de 2023, cujas coordenadas estão mencionadas na foto. A plataforma Google Earth Engine oferece uma vasta coleção de imagens de satélite, permitindo a coleta e o processamento de dados por meio de Python e JavaScript. Nesse sentido, este estudo destaca a aplicação dessas tecnologias na detecção e monitoramento de incêndios, fornecendo insights valiosos para a gestão e prevenção de desastres ambientais.

Nesse trabalho, ocorreu a utilização do sentinel-2 que possui 13 bandas espectrais com resolução espacial de 10 m, 20 m e 60 m, além de uma largura de faixa orbital de 290 Km. A imagem para análise foi selecionada usando como base as classes de qualidade QA60 (Quality Assessment 60) que permite a seleção da imagem usando critérios de filtros diversos como presença de nuvem, água, sombra e cobertura de neve, que podem interferir na análise da imagem. Para a observação via satélite do local antes do incêndio foi coletada a imagem abaixo, sendo uma imagem com uma janela de tempo de um dia a uma semana antes do ocorrido (Figura 3).

Figura 4. Imagem do Santinel-2, área de interesse depois do incêndio. **Fonte:** Google Earth Engine.

O marcador em azul na Figura 3 e Figura 4 denomina a localização central do incêndio, sendo uma área próxima à vegetação densa e de difícil acesso, pois a localização fica a cerca de 24 Km do centro da cidade de Marabá.

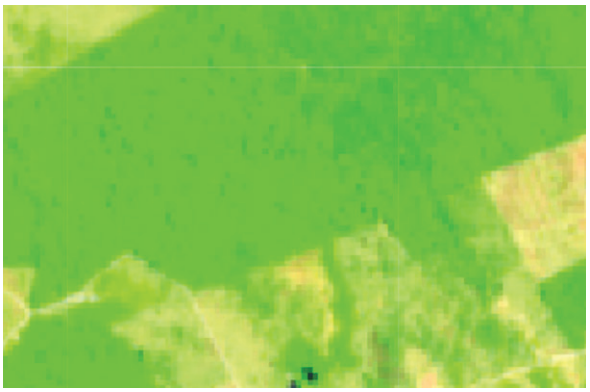


Figura 5. Área de interesse antes do incêndio com aplicações bandas. **Fonte:** Google Earth Engine

Para a análise das Figuras 5 e Figura 6, foram aplicadas 3 bandas, sendo elas [B12, B8A, B4], com o intuito de destacar o contraste de vegetação e área afetada pelo incêndio, tais bandas destacam em um tom marrom avermelhado as áreas afetadas pelo incêndio.

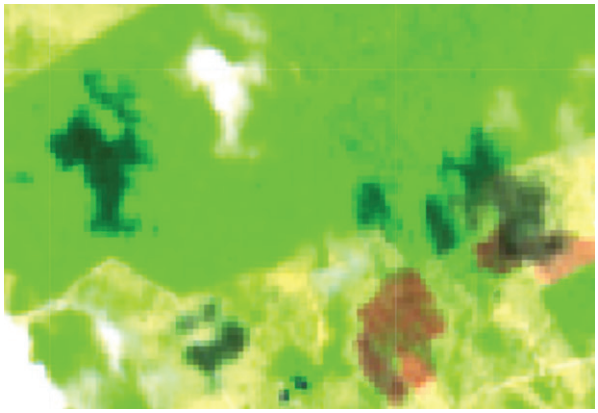


Figura 6. Área de interesse depois do incêndio com aplicações bandas. **Fonte:** Google Earth Engine.

Na figura 05 além da área afetada pelo incêndio, possui alguns contrastes com pixels próximos ao branco, assim como regiões em preto, que representam respectivamente nuvens e suas sombras que podem afetar no reconhecimento das regiões de interesse, no entanto, a coleta das imagens de satélite estão sujeitas a tais ocorrência, mesmo com o uso de filtro para selecionar imagem com menos porcentagem de nuvem.

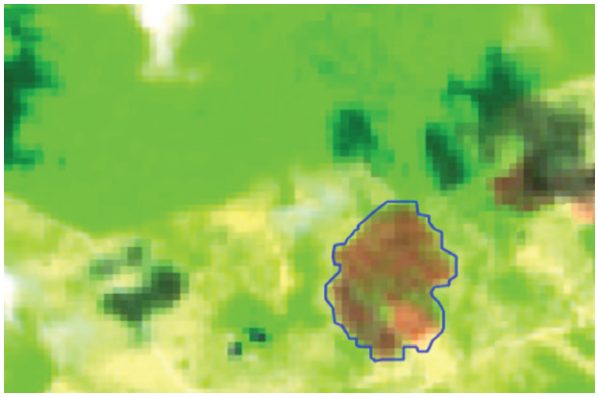


Figura 7. Área afetada destacada. **Fonte:** Google Earth Engine

Para o estudo atual, foi levado em consideração a área com centralização nas coordenadas (-5.330361, -49.251139), usando como verdade de campo os dados. Usando como base o google earth engine a figura 06 contornado em azul a área afetada pelo incêndio corresponde a aproximados 80.442,20 m². As imagens foram selecionadas usando como base o código descrito na Figura 8, onde a função maskS2clouds(), na linha 1 tem como objetivo identificar nuvens e cirros e normalizá-las. A seguir é necessário introduzir no código a coordenada desejada [linha 10] e após isso inserir uma janela de tempo, no qual as imagens possam ser selecionadas [linhas 12 e 13].

```
1  function maskS2clouds(image) {
2    var qa = image.select('QA60');
3    var cloudBitMask = 1 << 10;
4    var cirrusBitMask = 1 << 11;
5    var mask = qa.bitwiseAnd(cloudBitMask).eq(0)
6                 .and(qa.bitwiseAnd(cirrusBitMask).eq(0));
7    return image.updateMask(mask).divide(10000);
8  }
9  // Coordenada especificada para a cidade de Marabá, Brasil
10 var point = ee.Geometry.Point([-49.251139, -5.330361]);
11 // Data específica para a busca de imagens
12 var startDate = '2023-08-14';
13 var endDate = '2023-08-20';
14 // Coleção de imagens Sentinel-2 harmonizadas
15 var dataset = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED')
16                  .filterDate(startDate, endDate)
17                  .filterBounds(point)  // Filtrar pela localização especificada
18                  .filter(ee.Filter.lt('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', 50))
19                  .map(maskS2clouds);
20
21 // Selecionar a primeira imagem da coleção para a data específica
22 var image = dataset.first();
23 // Configuração de visualização para monitoramento de incêndios
24 var visualization = {
25   min: 0.0,
26   max: 0.3,
27   bands: ['B12', 'B8A', 'B4']
28 };
29 // Centralizar o mapa na cidade de Marabá, Brasil, e definir o zoom
30 Map.setCenter(-49.251139, -5.330361, 10);
31 // Adicionar a imagem processada ao mapa
32 Map.addLayer(image, visualization, 'RGB');
```

Figura 8. Código usado na obtenção das imagens. **Fonte:** Google Earth Engine

Na coleta de dados do sensoriamento remoto ativo, utilizamos o sentinel-1. O Sentinel-1, faz parte do programa Copernicus da Agência Espacial Europeia (ESA), é um satélite equipado com radar de abertura sintética (SAR) que oferece capacidades avançadas de sensoriamento remoto. Uma de suas principais vantagens é a capacidade de operar em todas as condições climáticas, inclusive à noite, graças à tecnologia SAR que penetra nuvens e neblina. No contexto do combate às queimadas, por exemplo, as figuras 9 e 10 representam como o Sentinel-1 identifica os focos de incêndio e mapeia as áreas afetadas, seguindo as mesmas coordenadas. Dessa forma, percebe-se que há uma dificuldade maior de identificação, mas a ferramenta oferece informações precisas e em tempo real que auxilia também na tomada de decisões estratégicas para a mitigação de impactos ambientais e proteção das populações afetadas.

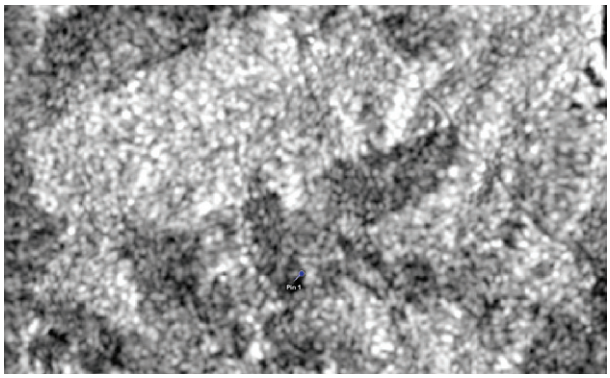


Figura 9. Área de interesse antes do incêndio. **Fonte:** sentinel-1

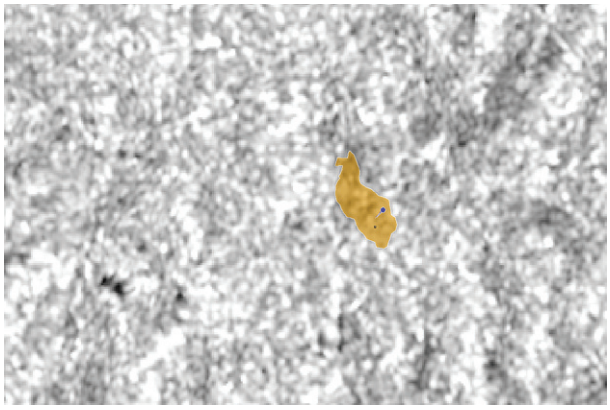


Figura 10. Área de interesse depois do incêndio. **Fonte:** sentinel-1.

4. CONCLUSÕES

Em suma, a problemática dos incêndios florestais na Amazônia exige medidas urgentes e eficazes do Estado. As geotecnologias, especialmente o sensoriamento remoto passivo e ativo e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), surgem como ferramentas indispensáveis para subsidiar ações de monitoramento, fiscalização e combate ao fogo. A aplicação dessas ferramentas tecnológicas, aliada à análise forense das áreas incendiadas, como na região de Marabá-PA, permite uma avaliação precisa dos danos causados, das causas subjacentes e da dinâmica dos eventos. Essa informação crucial é essencial para embasar políticas públicas direcionadas à prevenção e ao controle dos incêndios, à promoção de práticas mais sustentáveis e à proteção da rica biodiversidade da Amazônia.

Assim, tanto o sensoriamento remoto passivo quanto o ativo desempenham papéis importantes no monitoramento ambiental. O sensoriamento remoto passivo, que depende da luz solar refletida ou da emissão térmica natural, é ideal para a coleta de dados durante o dia e em condições atmosféricas claras, oferecendo alta resolução espectral. Em contrapartida, o sensoriamento remoto ativo, exemplificado pelo Sentinel-1 com sua

tecnologia de radar de abertura sintética (SAR), fornece uma vantagem crucial ao operar independentemente da iluminação e das condições meteorológicas. Essa capacidade de coleta de dados contínua e confiável, dia e noite, torna o sensoriamento remoto ativo uma ferramenta indispensável para situações que requerem monitoramento constante e em tempo real. Juntos, esses métodos formam um conjunto robusto de ferramentas para a observação e gestão ambiental.

Por fim, embora esse pesquisa tenha fornecido *insights* sobre os sistemas de sensoriamento remoto ativo e passivo com aplicação forense, na análise de áreas de incêndio da região de Marabá-PA, pretende-se como trabalho futuro, apresentar aos alunos de graduação os sistemas de sensoriamento remoto ativo e passivo com aplicação forense de forma lúdica por meio de GameArt forense.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESPA (Termo de outorga 046/2021 e Convênio 03/2021 Fapespa/Unifesspa), ao CNPq (Processo 307370/2022-4), CAPES (Processo 88881.927473/2023-01: Práxis extensionista, conhecimento pluriuniversitário e a Pós-graduação na Amazônia sul oriental. IES:Unifesspa) e à PROPIT/Unifesspa pelo aporte financeiro e pelo suporte às pesquisas. Ao XXVII Congresso Nacional de Criminalística pela oportunidade de participar do evento, bem como à Revista Brasileira de Criminalística e à Associação Brasileira de Criminalística – ABC pelo apoio concedido. Além disso, é necessário agradecer aos professores que puderam orientar na construção deste artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] S. Rivero et al. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. Nova economia, v. **19**, p. 41-66 (2009).

[2] S. K. C de, Oliveira; T. Y da S. Pereira. Análise de incêndios florestais na Amazônia Oriental brasileira e sua relação com a implantação do novo código florestal. *Trabalho de Conclusão de curso*. Curso de engenharia florestal, Capitão Poço (2024).

[3] K. dos S. Gonçalves; H. A. de Castro; S. de S. Hacon. As queimadas na região amazônica e o adoecimento respiratório. Ciência & Saúde Coletiva, v. **17**, p. 1523-1532 (2012).

[4] F. R. Pinheiro; M. Giongo. Qualificação e delimitação de áreas queimadas através do processamento digital de imagens tm/landsat. Revista Desafios – v. **5**, n. Especial, (2018).

[5] R. C. P. Nicolau. Implicações legais da configuração da sub-bacia do Rio São Tomé frente ao novo código florestal brasileiro. *Dissertação*. Universidade Federal de Alfenas, (2017).

[6] R. C. P. Nicolau; F. S. Kawakubo; M. Polo; R, L. Mincato. Implicações ambientais do novo código florestal brasileiro. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, n. **48**, p. 38-51 (2018).

[7] K. de S. Santos; D. D. da Silva; R. J. de P. S. e. Guimarães. Análise multitemporal de focos de queimadas e variáveis climáticas, no estado do Pará. Revista Geográfica Acadêmica, v. 14, n. 1, p. 118-133 (2020).

[8] G. A. Costa, C. T. Firmino, D. B. & Pirovani. Análise da aplicação do sensoriamento remoto na detecção de focos de calor. XXI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VII Encontro de Iniciação à Docência–Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, (2017).

[9] F DA S. Cardozo; G. Pereira; Y. E. Shimabukuro; E. C. Moraes. Análise das mudanças dos parâmetros físicos da superfície derivados das queimadas no Estado de Rondônia. Bol. Ciênc. Geod., sec. Artigos, Curitiba, v. 20, no **4**, p.830854, out-dez (2014).

[10] Q. Wang et al. Fusion of Sentinel-2 images. Remote sensing of environment, v. **187**, p. 241-252 (2016).

[11] M. Drusch et al. Sentinel-2: ESA's optical high-resolution mission for GMES operational services. Remote sensing of Environment, v. **120**, p. 25-36, (2012).

L.H.S. Almeida, I.F.T. Vilaça, Rev. Bras. Crim. 14(4), 711-716, 2025
Edição Especial dos Anais do XXVII Congresso Nacional de Criminalística

v. 14, n. 4, p. 711-716, 2025
ISSN 2237-9223

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA
Edição Especial dos Anais do XXVII CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA

A cadeia de custódia aplicada às perícias de explosão

L.H.S. Almeida[a,*], I.F.T. Vilaça[b]

[a, b] *Instituto de Criminalística Iran Bezerra, Polícia Científica do Pará, Belém (PA), Brasil*
**Endereço de e-mail para correspondência: lucilahelena@yahoo.com.br. Tel.: +55-91- 98148-8791*

Keywords: Cadeia de Custódia; Perícias de Explosão; Mínimas Práticas Periciais, Explosivos.

1. INTRODUÇÃO

O Perito Criminal e todos os agentes da Segurança Pública devem denotar atenção especial para a devida manutenção da cadeia de custódia da prova pericial, sobretudo após as mudanças ocorridas a partir do ano de 2019 na legislação brasileira, que passou a tratar sobre a temática para além do campo da doutrina da Criminalística, com a inclusão dos artigos 158-A ao 158-F no Código de Processo Penal (CPP), os quais introduziram novos conceitos e etapas da cadeia de custódia.

Destaca-se que o art. 158-A do CPP incluiu, no ordenamento jurídico nacional, a definição de cadeia de custódia, descrevendo-a como "o conjunto de todos os procedimentos utilizados para manter e documentar a história cronológica do vestígio coletado em locais ou em vítimas de crimes, para rastrear sua posse e manuseio a partir de seu reconhecimento até o descarte" [1].

Nessa esteira, o art. 158-B do CPP assevera que a cadeia de custódia compreende dez etapas de rastreabilidade, a saber: reconhecimento, isolamento, fixação, coleta, acondicionamento, transporte, recebimento, processamento, armazenamento e descarte.

Nos termos da lei, todos os procedimentos realizados no decorrer dessas etapas devem estar conectados, dada a interrelação e interdependência que possuem, de modo a permitir o encadeamento rigoroso e contínuo das ações, que devem seguir exigências mínimas com vistas à validação técnica e jurídica das provas periciais.

Quando se fala, especificamente, de cadeia de custódia de materiais explosivos, dada a sua alta potencialidade lesiva, é essencial que seja priorizada a segurança e a prevenção ao desvio e uso indevido desses materiais. No que tange aos vestígios dessa natureza, as ações quanto a sua preservação e coleta somente devem ser adotadas quando os riscos à vida e ao patrimônio forem nulos ou minimizados, isso porque deve-se preconizar os princípios de segurança baseados na hierarquia de prioridades a serem resguardadas: a vida, o patrimônio e vestígios [2].

A priorização da vida consiste na preservação da segurança, da integridade, da saúde dos servidores e da população em geral; a segurança do patrimônio (preservação de bens, instalações e infraestrutura, abrangendo a segurança das áreas de armazenamento, transporte e manuseio de explosivos, bem como a prevenção de danos a veículos e equipamentos) nunca deve superar a prioridade máxima, que é a segurança das vidas envolvidas; já as ações quanto à preservação e coleta de vestígios devem ser adotadas, somente, quando os riscos à vida e ao patrimônio estiverem nulos ou minimizados, de forma a se tornarem desprezíveis.

Ainda sobre os princípios de segurança no trato quanto à exposição e manuseio de produtos explosivos, destacam-se as variáveis: tempo, distância e proteção.

O tempo de exposição a esses materiais deve ser o mínimo possível, sendo esse apenas o estritamente necessário para a realização dos trabalhos; a distância deve ser maximizada em relação ao produto explosivo, até o limite da viabilidade do trabalho; e, é salutar a utilização de proteções, contenções e blindagens no trato de produtos explosivos.

Após as ressalvas acima descritas, retoma-se a discussão acerca de cada etapa da cadeia de custódia, que será apresentada na sequência.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1. Das etapas da cadeia de custódia

2.1.1. Reconhecimento

Durante a etapa do reconhecimento, o Perito Criminal, a partir de seus conhecimentos e recursos técnicos disponíveis, e todos os agentes de Segurança Pública envolvidos na guarnição do local, neutralização e/ou desativação do artefato explosivo, devem estar aptos a distinguir os elementos de potencial interesse para a produção da prova pericial (vestígios), sejam eles visíveis ou latentes, físicos ou virtuais, de modo a permitir que o perito realize uma triagem efetiva daqueles que deverão ser elencados para posterior apreciação.

Como exemplo de reconhecimento de vestígios em perícias de pós-explosão, cita-se a identificação de: veículos incendiados em rotas de fuga dos criminosos; elementos de munição deixados no local; fragmentos gerados pela explosão; instrumentos utilizados para adentrar no imóvel; fluídos biológicos, dentre outros.

Em perícias dessa natureza, atenção especial deve ser dada ao reconhecimento do epicentro, tido como o ponto de partida aos exames periciais que irão nortear a busca dos demais vestígios, tais como, os efeitos causados pela explosão e, ainda, os vestígios relacionados à dinâmica [1] e autoria do fato, seja por meio de vestígios papiloscópicos e/ou biológicos, além dos elementos balísticos encontrados e imagens que permitam reconhecimento facial.

Nesse sentido, é importante que esse profissional avalie as dimensões do local de crime e estabeleça possíveis áreas e/ou cômodos de interesse para o reconhecimento (identificação) de possíveis vestígios, tendo em vista os princípios de segurança baseados na hierarquia de prioridades a serem resguardadas.

2.1.2 Isolamento

Uma vez reconhecidos os potenciais vestígios, observado o raio de dispersão destes e os riscos iminentes, inicia-se o isolamento da cena de crime, que precisa ser compreendido como uma etapa fundamental, a partir da qual todos os demais elos da cadeia de custódia se interconectam.

Desta forma, em termos práticos, o agente público deverá isolar, por meio de fita de isolamento, o local onde houver fragmentos provenientes da explosão (local imediato), o local onde os criminosos efetuaram os disparos (local mediato) e o local onde os criminosos deixaram objetos relacionados à ação durante a fuga (local relacionado).

Importa sinalizar que o isolamento do local de explosão não é tarefa privativa do Perito Criminal, pois essa é uma atribuição que deve ser realizada pelo primeiro agente público a chegar no local de explosão, podendo o perito, quando de sua chegada, acatar ou não as dimensões de isolamento predefinidas, tendo, portanto, autonomia para eventuais rearranjos que julgar necessários à preservação da integridade dos vestígios presentes. Para isso, o Perito deve identificar o epicentro da explosão para estabelecer ou reestabelecer o perímetro de isolamento do local, a partir do reconhecimento dos fragmentos que estejam dispersos no raio mais distante, por quadrante, em relação ao epicentro, pois isso determinará a área a ser isolada.

No tocante ao isolamento e preservação do local, nos rigores da lei, lavrar essa informação em laudo pericial não é uma tarefa facultativa, devendo o Perito Criminal sempre registrar informações que permitam aos operadores de direito a correta interpretação sobre este ponto sensível aos locais de crime de toda natureza.

Outro ponto importante observado sobre essa questão diz respeito à consignação da presença ou ausência de pessoas no local, quando da chegada dos peritos, mencionando se havia ou não agentes públicos no local a ser periciado e relatando a presença de terceiros, tais como: moradores ou proprietários de imóveis residenciais/comerciais periciados, familiares das vítimas, vizinhos, funcionários de instituições bancárias periciadas, testemunhas, imprensa etc, uma vez que essas pessoas podem interferir na preservação do estado das coisas, seja pela livre circulação no local desde a ocorrência do evento criminoso deflagrado até a chegada dos peritos, seja pela manipulação de potenciais elementos de interesse criminalístico presentes.

Ainda nessa continuidade, também é importante citar no laudo medidas adotadas para revisão das condições de isolamento do local, caso necessário, incluindo a realização da demarcação das áreas a serem isoladas ou o rearranjo das limitações de acesso ao local pré-existentes.

2.1.3. Fixação

No que se refere à etapa de fixação, esta deverá reunir elementos descritivos suficientes à perenização da posição relativa dos vestígios encontrados na cena de crime, de modo a permitir que o perito retrate em detalhes – por meio de notas descritivas, fotogra-

1 O reconhecimento de instrumentos e insumos utilizados no preparo e acionamento de artefatos explosivos; de instrumentos/equipamentos usados para causar rompimento de obstáculo (arrombamento), dentre outros vestígios, auxiliam no esclarecimento da dinâmica do evento.

fias, filmagens, croquis, ou afins – o estado das coisas quando de sua chegada a um dado local de explosão.

A fase de fixação geralmente é de responsabilidade do Perito Criminal, que deverá fixar o local a ser periciado por coordenadas de GPS ou medir a sua distância a um ponto de coordenadas. Esse procedimento é fundamental para que o vestígio seja relacionado à toda dinâmica das ações e para que se possa garantir a realização de reproduções simuladas, quando se fizerem necessárias, a fim de que as condições geográficas sejam fidedignamente reproduzidas. Em alguns casos, o policial de local pode realizar esse procedimento quando houver a necessidade de remover ou alterar o vestígio, por exemplo, no caso de prestação de socorro a policiais feridos durante um confronto armado.

É importante destacar que toda tomada de imagens deve ser feita sob diferentes ângulos e distâncias (do macro para o micro), devendo demostrar medidas métricas dos vestígios, sendo recomendável o uso de indicadores, como setas ou marcadores de vestígios.

Da mesma forma, a descrição dos vestígios a ser exarada no laudo pericial deve consignar informações acerca da distância entre pontos de referência fixos adotados pelo perito ao descrever o local, permitindo situar cada vestígio em relação a esses pontos fixos de referência, ao epicentro e a outros vestígios presentes no local.

Em relação ao registro fotográfico, ressalta-se que os protocolos operacionais destinados aos locais de explosão preconizam que os vestígios devem ser fotografados, inicialmente, da maneira como foram encontrados no ato da perícia (imagem macro), podendo ser registrados individualmente ou agrupados, utilizando-se escala métrica e/ou marcadores (imagem micro).

2.1.4. Coleta

A etapa da coleta pressupõe o estabelecimento de metodologias e o rigor de procedimentos operacionais padronizados específicos que garantam a qualidade quanto à integridade do vestígio, de tal forma que assegure a não contaminação destes de forma cruzada. Dessa maneira, insumos e equipamentos de proteção individual (EPIs) mínimos são indispensáveis.

Essa fase se traduz no ato de recolher o vestígio que será submetido a exames complementares, sendo necessário observar suas características e natureza e, no caso de perícias de pós-explosão, compreende a coleta de projéteis e estojos de munição de arma de fogo, de manchas de sangue de criminosos feridos durante a ação, de impressões digito-papilares e DNA de toque deixados em objetos, de resíduos de explosivos ou de pós-explosão, dentre outros.

Desse modo, o perito precisará delimitar o local onde deverá concentrar os exames periciais de busca dos possíveis vestígios, análise esta que será viável a partir do levantamento de dados preliminares e observação visual global do local e de seus eventuais cômodos/compartimentos a uma distância segura à preservação vestigial. Feito isso, ele deverá adentrar ao local, de modo a realizar a preservação, busca e coleta dos vestígios presentes, a fim de que sejam realizados exames pericias *in loco* ou, posteriormente, mediante a solicitação de exames complementares.

É importante que o perito registre no laudo quem procedeu à coleta dos vestígios e descreva como cada coleta foi realizada, incluindo materiais e/ou métodos empregados nas etapas relacionadas aos exames periciais realizados.

Para proceder à coleta em locais de explosivo, é fundamental ter em mente os cuidados necessários no trato de materiais explosivos sensíveis, motivo pelo qual a amostragem destes, em quantidade controlada, deverá ser realizada pelas Unidades Especializadas no atendimento das ocorrências com bombas (Esquadrão de Bombas), com acompanhamento e/ou orientações dos Peritos Criminais e, caso o artefato não tenha sido desativado, solicitar ao Esquadrão uma coleta da superfície onde está o explosivo (coleta do branco) e após a desativação do artefato, coletar a mesma amostra de superfície para análises químicas do material.

2.1.5. Acondicionamento

Discorrida a etapa da coleta do vestígio, o perito deve garantir que as etapas subsequentes à manutenção da cadeia de custódia sejam devidamente realizadas, de modo a assegurar a preservação de suas características físicas, químicas e biológicas. Assim, cada vestígio deve ser acondicionado em embalagem apropriada às suas peculiaridades para posterior análise, sendo indispensável a consignação da data, hora e identificação do agente que realizou sua coleta e acondicionamento. A etapa de acondicionamento é o procedimento no qual o vestígio é embalado de forma individualizada e de acordo com as suas características físicas, químicas e biológicas, de modo a garantir as suas propriedades originais. Esse procedimento em local de crime é realizado preferencialmente pelo Perito Criminal e, no caso de explosivos, também pode ser realizado por técnicos explosivistas por serem detentores do conhecimento especializado em relação à estabilidade dos explosivos.

Atualmente, em complemento ao caput do art. 158-B, V, que passou a definir a etapa de acondicionamento, o art. 158-D do CPP ordenou que o “recipiente

para o acondicionamento do vestígio será determinado pela natureza do material".

O art. 158-D, § 1º, acresce que "todos os recipientes deverão ser selados com lacres, com numeração individualizada, de forma a garantir a inviolabilidade e a idoneidade do vestígio durante o transporte".

Em seu § 2º, trouxe a observância de que "o recipiente deverá individualizar o vestígio, preservar suas características, impedir contaminação e vazamento, ter grau de resistência adequado e espaço para registro de informações sobre seu conteúdo".

Sobre a especificidade das perícias com uso de explosivos, cabe destacar que a coleta e acondicionamento de amostras de componentes explosivos deve ser cautelosa, considerando-se os riscos do acionamento acidental de um material cuja sensibilidade seja elevada, sobretudo se não estiver devidamente individualizada, permitindo reações indesejáveis, devendo-se armazenar os iniciadores ou altos explosivos primários separados dos secundários.

Ademais, "o recipiente só poderá ser aberto pelo perito que vai proceder à análise e, motivadamente, pela pessoa autorizada" (art. 158-D, § 3º). Portanto, via de regra, o perito deverá proceder com essa abertura, permitindo, porém, exceções que justifiquem tal conduta. Sempre que houver o rompimento do lacre, essa informação deverá ser consignada na ficha de acompanhamento de vestígio com o nome e a matrícula do responsável, a data, o local e finalidade do rompimento. Devem constar, também, as informações relacionadas ao novo lacre utilizado (art. 158-D, § 4º). O lacre rompido deverá ser acondicionado no interior do novo recipiente (art. 158-D, § 5º).

Acerca do laudo pericial, sugere-se, como mínima prática, registrar o lacre inicial dos invólucros, sanando eventuais dúvidas quanto ao princípio da mesmidade, traduzido, nas palavras de [3], como "princípio pelo qual se determina que "o mesmo" que se encontrou na cena é o "mesmo" que se está utilizando para tomar a decisão judicial" .

2.1.6. Transporte

O art. 158-B, VI, do CPP define o transporte como "ato de transferir o vestígio de um local para o outro, utilizando as condições adequadas (embalagens, veículos, temperatura, entre outras), de modo a garantir a manutenção de suas características originais, bem como controle de sua posse". Nesse sentido, cabe destacar que: [...] o transporte de vestígios deve seguir uma rota predefinida, sendo questionável qualquer alteração não justificada em seu destino. [...] deve respeitar as características de cada vestígio, mantendo sua integridade e sempre minimizando perdas, degradação, contaminação ou alterações devido às condições ambientais, como temperatura, radiação ou umidade. Vestígios que necessitem de cuidados especiais devem ser devidamente identificados [...] [4].

Ressalta-se que cuidados especiais no transporte de componentes explosivos sensíveis devem ser adotados nessa etapa, tais como: evitar choques, fricção, exposição a fontes de calor e eletricidade, e proximidade a outros elementos reativos, principalmente quando estamos diante de iniciadores (ou altos explosivos primários), por serem altamente sensíveis a estímulos externos.

Para o transporte de altos explosivos primários oriundos de amostragem e contraprova, esses deverão seguir em caixas do tipo *day box* apropriadas (caixas para transporte e armazenamento de explosivos de uso operacional diário), separadas dos altos explosivos secundários, também acondicionados em caixas apropriadas.

Quando o local da explosão envolver um veículo automotor e o exame pericial não puder ser realizado no local devido a condições externas desfavoráveis, como chuva, falta de iluminação adequada ou necessidade de exames específicos, o veículo deve ser transportado por guincho para um local apropriado designado pelo perito. Se o transporte for feito com um motorista conduzindo o veículo, o banco do motorista deve ser protegido e o condutor deve, necessariamente, usar equipamentos de proteção individual (EPIs).

A respeito do laudo pericial, é recomendável registrar informações que evitem margem para questionamentos quanto à rota percorrida pelo vestígio, sobretudo se houver alguma situação atípica a ser relatada.

2.1.7. Recebimento

Refere-se à transferência de posse, a qual deve ser documentada oficialmente, de modo a retratar fielmente a história cronológica do vestígio e permitir seu rastreio, devendo conter, "[...] no mínimo, informações referentes ao número de procedimento e unidade de polícia judiciária relacionada, local de origem, nome de quem transportou o vestígio, código de rastreamento, natureza do exame, tipo do vestígio, protocolo, assinatura e identificação de quem o recebeu" [1].

Portanto, assim como na etapa de acondicionamento, o ordenamento jurídico faz menção explícita quanto à exigência de informações mínimas dos registros necessários à manutenção da identificação e rastreabilidade de cada vestígio a cada nova transferência de posse, a fim de afastar quaisquer possíveis questionamentos de ordem legal.

Ademais, todos os vestígios coletados devem ser encaminhados à Central de Custódia da Unidade Pericial, sendo vedado ao Perito Criminal deter a posse desses. Os encaminhamentos vestigiais para exames complementares ou arquivamento devem ser registrados através de um protocolo interno, seja ele físico e/ou eletrônico. Em alguns estados esse ato se dá por meio de sistemas informatizados em que há maior transparência e visualização da transferência do vestígio.

A respeito do vestígio de natureza explosiva, dada a potencialidade lesiva que apresenta, salienta-se a necessidade do perito de local orientar o servidor que procederá ao recebimento do vestígio transferido acerca dos cuidados que deverá adotar ao manusear tal vestígio.

Quanto ao laudo pericial, sugere-se seja(m) mencionada(s) a(s) unidade(s) para os quais o(s) vestígio(s) foi(ram) encaminhado(s), fazendo menção prévia à existência do(s) respectivo(s) lacre(s), sendo importante citar o nome do técnico explosivista responsável pela liberação do material.

2.1.8. Processamento

Trata-se do exame pericial em si, envolvendo, portanto, o emprego de metodologia adequada às características físicas, químicas e biológicas do vestígio, podendo ter início já no local de explosão, mediante a realização de exames preliminares para a detecção de substâncias químicas, por exemplo, mas, via de regra, acontece preferencialmente nos laboratórios dos Institutos de Criminalística das Unidades Periciais, pois dependem de exames periciais complementares, momento em que haverá a manipulação do vestígio de acordo com a metodologia adequada às suas características.

Exemplos dessa etapa são as análises químicas de resíduos de explosivos ou de pós-explosão; os exames de confronto balístico de peças coletadas no local com possíveis armas apreendidas; e os exames de busca de códigos de rastreio em invólucros de emulsões encartuchadas.

Em ambiente laboratorial, o perito desenvolve suas atividades de forma controlada, sob uma logística planejada, livre de fatores externos indesejáveis, adaptando as condições climáticas e de visibilidade a cada exame realizado, além de acessar mais facilmente os diversos equipamentos e insumos necessários à execução do processamento vestigial com segurança.

Com relação à consignação do processamento nos laudos periciais, o CPP determina que os resultados obtidos a partir dessa etapa da cadeia de custódia devem ser formalizados em laudo produzido por perito.

2.1.9. Armazenamento

Pode ser traduzido como o "procedimento referente à guarda, em condições adequadas, do material a ser processado, guardado para realização de contraperícia, descartado ou transportado, com vinculação ao número do laudo correspondente" (art. 158-B, IX, CPP).

A nível nacional, ainda não há regulamento que trate, especificamente, sobre o armazenamento de amostras para contraperícia de componentes de explosivos em Centrais de Custódia, entretanto, é importante que as Unidades Periciais sigam os regulamentos básicos de segurança estabelecidos pelo Exército Brasileiro, destinando atenção especial à quantidade de material a ser armazenado e ao local[2]de armazenamento desse material, a fim de evitar quaisquer riscos à vida, integridade patrimonial e vestigial causados por um eventual episódio de explosão acidental.

Ressalta-se que as amostras de explosivos somente poderão ser armazenadas em ambiente laboratorial/Central de Custódia se a quantidade ou método de amostragem (diluição) não oferecer risco de detonação.

Entretanto, no contexto de materiais explosivos, podem existir circunstâncias especiais. O art. 158-F, parágrafo único, prevê, por exemplo, que "caso a central de custódia não possua espaço ou condições de armazenar determinado material, deverá a autoridade policial ou judiciária determinar as condições de depósito do referido material em local diverso, mediante requerimento do diretor do órgão central de perícia oficial de natureza criminal".

A Polícia Científica é, portanto, a instituição responsável por emitir normas, padrões e procedimentos de embalagem e amostragem dos produtos perigosos para exames periciais e, na eventual falta destes, serão seguidas orientações com base em procedimentos recomendados por órgãos internacionais e associações de especialistas.

Referente ao laudo pericial, sugere-se que o perito consigne o local onde está(ão) armazenado(s) o(s) vestígio(s) que foi(ram) coletado(s). Outro aspecto importante a ser consignado, diz respeito à impossibilidade da guarda das amostras com segurança, devendo-se explicar os motivos técnicos para tal procedimento.

2 O local de armazenamento deve ser de acesso restrito; possuir controle térmico, não devendo ser exposto a elevadas temperaturas; estar livre de eventuais choques e atritos; e permanecer a uma distância segura em relação a outros elementos que, combinados, possam causar reação explosiva.

2.1.10. Descarte

É "o procedimento referente à liberação do vestígio, respeitando a legislação vigente e, quando pertinente, mediante autorização judicial" (art. 158-B, X, CPP).

No Brasil, a legislação que veda a destruição da contraprova pericial está prevista no Código de Processo Penal. O Artigo 159 do CPP estabelece que os materiais que serviram como prova pericial devem ser conservados enquanto interessarem à defesa, permitindo que as partes possam requerer exames de contraprova, para atestar ou refutar as conclusões da perícia inicial, assegurando que a defesa e a acusação tenham a oportunidade de contestar as provas periciais, garantindo, desta forma, um processo justo e equitativo. Portanto, a lei veda a destruição precipitada da contraprova pela perícia.

Todavia, em se tratando de materiais explosivos, podem existir situações em que o descarte, na modalidade destruição, é permitido, ou até mesmo necessário, desde que devidamente documentado. Tais exceções podem ocorrer em situações de instabilidade, periculosidade ou inadequabilidade de preservação, em especial, quando constituem uma ameaça à segurança pública. Assim, a possível destruição de contraprovas de material explosivo deverá ser baseada em diretrizes legais, bem como nos procedimentos estabelecidos em cada jurisdição.

CONCLUSÃO

As etapas da cadeia de custódia em locais de explosivo devem seguir ritos metodologicamente estabelecidos, resguardando a vida, o patrimônio e os vestígios, de modo a possibilitar que os procedimentos técnicos sejam realizados de forma sistemática, em conformidade com a legislação vigente, a fim de preservar a idoneidade, rastreabilidade, confiabilidade e transparência da produção da prova pericial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Brasil. Decreto-Lei nº 3.689. *Código de Processo Penal* (1941). Retirado em 01/01/201, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3689compilado.htm>

[2] D.J.A Leão. *Operações antibombas: uma introdução à doutrina e organização dos esquadrões de bombas e ao enfrentamento aos crimes envolvendo bombas e explosivos*, Brasil (2016) 168-173.

[3] G. Prado. *A cadeia de custódia de prova no processo penal*, Brasil (2019) 95- 99.

[4] SENASP**.** Secretaria Nacional de Segurança Pública. *Cadeia de Custódia***,** Ministério da Justiça, Brasil (2020) 01-61.