

O uso de cães de biodeteção na Perícia Criminal

J.H.O. Machado ^a, W.A. Costa ^{b*}, C.B.L. Campos ^c, D.S.P.O. Gonçalves ^a,
L.H.T. Yamasaki ^a, L.E.G. Silva ^a

^a *Superintendência de Polícia Técnico-Científica de São Paulo, São José dos Campos (SP), Brasil*

^b *Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal, Brasília (DF), Brasil*

^c *Universidade Federal de São Paulo, São José dos Campos (SP), Brasil*

*Endereço de e-mail para correspondência: doutorwal@gmail.com. Tel.: +55-61-98190-7172.

Resumo

A sensibilidade olfativa dos cães é uma potente ferramenta que vem sendo utilizada há muito tempo pelo homem nas mais diversas tarefas. No campo das ciências forenses, tem se mostrado um recurso igualmente relevante: diversos estudos e experiências de equipes de perícias pelo mundo vêm demonstrando o potencial do uso de cães farejadores, mesmo que muitos aspectos do funcionamento do faro canino ainda sejam desconhecidos. Este trabalho se destina a revisar o tema da biodeteção com cães na perícia criminal, trazendo bibliografia de referência para discutir as principais questões envolvidas nesta área, como os setores de maior aplicação da técnica, a necessidade de desenvolvimento de mais estudos criminalísticos locais e a importância da criação de diretrizes de treinamento que assegurem sua confiabilidade metodológica.

Palavras-Chave: Cães de detecção; Perícia criminal; Ciências forenses.

Abstract

Dogs olfactory sensitivity is a powerful tool that has been used for a long time by mankind in the most diverse tasks. In the field of forensic sciences, an equally relevant resource has been demonstrated: several studies and experiences from forensic teams around the world have demonstrated the potential of using sniffer dogs, even though many aspects of how canine scent works are still unknown. This work aims to review the topic of biodetection with dogs in criminal forensics, bringing reference bibliography to discuss the main issues involved in this area, such as the sectors of greatest application of the technique, the need to develop more local criminal studies and the importance the creation of training guidelines that ensure their methodological reliability.

Keywords: Scent-detection dogs; Criminal expertise; Forensic sciences.

1. INTRODUÇÃO

Grande parte das substâncias ou materiais liberam para o ambiente compostos orgânicos voláteis (COV), substâncias químicas orgânicas ou combinadas que possuem alta pressão de vapor sob condições normais, variando em quantidade e qualidade de acordo com a fonte emissora, o que permite a individualização do material ou substância na forma de odor. No mundo sensorial canino, o odor carrega informações importantes sobre o ambiente, como presença de predadores, presas ou alimentos vegetais, bem como na comunicação intraespecífica e interespecífica (semioquímica). Os feromônios, por exemplo, são moléculas liberadas por mamíferos e insetos que, na forma de COVs, atuam como comunicadores

químicos entre os indivíduos da mesma espécie e tem por principal finalidade o encontro sexual [1].

A grande habilidade de organismos biológicos em detectar, localizar, reconhecer e discriminar os COVs das substâncias é bem estudado e documentado em diversas espécies de animais, sendo inclusive utilizados como sensores biológicos na detecção de compostos químicos de interesse humano há muito tempo e nas mais diversas formas, sendo essa técnica denominada biodeteção [2]. Temos por exemplo o uso de canários em minas de carvão na Inglaterra do século XIX, onde os mesmos eram utilizados para monitorar os níveis de dióxido de carbono no interior das câmaras. Quando os níveis de dióxido de carbono se elevavam a concentrações perigosas durante o processo de mineração, os pássaros sinalizavam desfalecendo, e então os mineiros iniciavam o processo de

evacuação do local [3]. Os ratos são modelos de estudos em fisiologia do faro e em estudos de comportamento animal para mamíferos, porém o uso como sensores biológicos é mais recente. No final da década de 1970 uma organização não governamental belga, APOPO (*Anti-Persoonsmijnen Ontmijnene Product Ontwikkeling*), da sigla em português “Desenvolvimento de Produtos para Remoção de Minas Terrestres Antipessoas”, iniciou um projeto de treinamento de ratos da espécie *Cricetomys ansorgei* para detectar minas terrestres em países do continente africano. Os “*HeroRats*”, como são conhecidos esses ratos, possuem diversas vantagens como sensores biológicos sendo, extremamente sensíveis aos COVs emanados das minas, baratos de manter, levam poucos meses para serem treinados, fácil transporte, e devido ao seu baixo peso não acionam os explosivos, permitindo maior segurança na área de trabalho de localização e desarme desses artefatos [4].

Não só animais vertebrados que têm a capacidade olfatória bem desenvolvida são explorados como biodetectores por humanos. As abelhas, por exemplo, são dotadas de grande capacidade de memória olfativa, e isso tem especial valor uma vez que utilizam do odor das flores para localizar fontes de néctar e pólen. Uma vez que a fonte de alimento é identificada, a abelha retorna à colmeia e regurgita parte do néctar coletado, apresentando às outras abelhas os COVs alvos, oriundos da fonte de alimentação. A partir daí as abelhas da colmeia seguem rastreando o odor a uma distância de até cerca de 10 km e quando as distâncias da fonte de alimentação são superiores a 10 km da colmeia, a abelha que primeiro localizou a fonte realiza uma espécie de dança para indicar para as outras a posição exata. Estudos realizados por Shaw e colaboradores [5] demonstraram que abelhas alimentadas com xarope de açúcar contendo COV de explosivos aprenderam a detectar o material a campo em aproximadamente dois dias, e com alto nível de eficácia além do que, assim como a detecção de material explosivo por ratos, o baixo peso das abelhas não é suficiente para detonar o artefato.

Cães Farejadores

Os cães (*Canis familiaris* ou *Canis lupus var familiaris*) são de longe os animais mais utilizados como sensores biológicos pelos humanos, em partes pelo seu potente olfato, mas também pela relação intrínseca estabelecida com homem há aproximadamente 14 mil anos atrás. Levantamentos arqueológicos revelam que o homem primitivo, quando ainda caçador-coletor, utilizava das habilidades de faro dos cães para realizarem o rastreio de caças [6]. Com o desenvolvimento da agricultura e formação dos primeiros grandes assentamentos humanos, o cão teve sucesso em se adaptar à nova estrutura social e desempenhar novos trabalhos, como o pastoreio e participação em batalhas. Nas guerras mundiais mais

recentes os cães tiveram importante papel para os dois lados do combate, surgindo nesse cenário os primeiros grupamentos com cães de detecção de explosivos, vindo a ser uma técnica tão promissora que hoje é considerado padrão-ouro para inspeção de bombas em locais suspeitos [7]. Atualmente os cães desempenham a mais variada gama de serviços de apoio aos humanos, sendo a sua utilização como biodetector aplicada em medicina, agricultura, área policial, militar e conservação da vida selvagem, dentre vários outros [8]. Algumas das utilizações dos cães como biodetectores podem ser vistas na Tabela 1.

Tabela 1. Algumas das utilizações dos cães como biodetectores.

Detecção de plantas e sementes para defesa agropecuária
Detecção de produtos de origem animal para defesa agropecuária
Detecção de espécies de plantas e animais invasores
Detecção de insetos / pragas ou parasitas
Detecção de patógenos em plantas
Detecção de drogas ilícitas
Detecção de explosivos
Detecção de animais selvagens terrestres para levantamento populacional
Detecção de alguns tipos de cânceres em humanos
Detecção de contaminantes em comida
Detecção de gás
Detecção de estado de hipoglicemia em diabéticos
Detecção de trufas
Detecção de animais selvagens aquáticos para levantamento populacional
Detecção de pessoas
Detecção de restos mortais humanos
Detecção de armas de fogo e munições
Detecção de papel moeda
Detecção de acelerantes de incêndios
Detecção de doenças infecciosas em humanos
Detecção de componentes eletrônicos (celulares, HD, pendrive)
Detecção de armas químicas
Detecção de substâncias químicas industrial
Detecção de água subterrânea

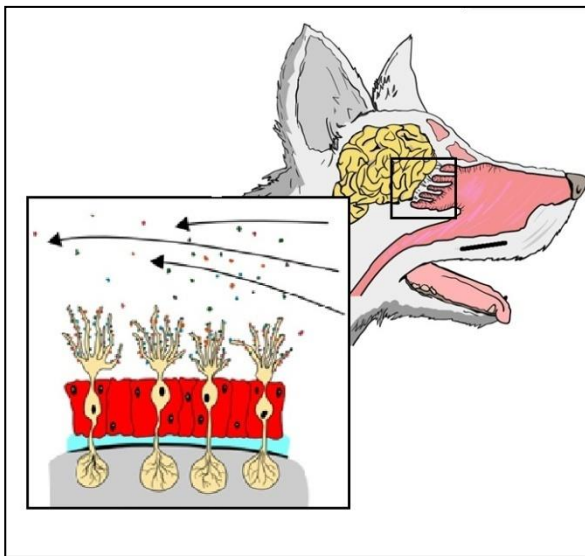
Fonte: Adaptado de Leitch et al., 2013 [8].

Sistema olfativo dos cães

Células olfativas são neurônios especializados nos quais o corpo celular fica logo abaixo do epitélio nasal, e possuem em seu corpo cílios modificados que se projetam para o interior da cavidade nasal. Cada célula projeta diversos cílios, e em cada cílio existem diversos tipos de receptores olfativos. Cada receptor pode se ligar a uma molécula em específico ou a um grupo delas, através do encaixe perfeito de suas estruturas químicas complementares. O corpo celular do neurônio olfativo possui uma cauda longa (axônio) que se liga ao bulbo olfativo no cérebro, essa cauda possui a capacidade de conduzir impulsos elétricos. Os receptores olfativos fazem parte de um tipo especial de receptores de membrana celular denominado de receptores acoplados à proteína G. Esses receptores, quando se ligam a uma molécula, são capazes de modular respostas finas a estímulos,

desencadeando uma cascata de reações que culminam com o aumento da molécula AMP cíclico dentro da célula. Essa molécula atua como um interruptor, ativando ou inativando reações dentro da célula. No caso dos receptores olfativos acoplados à proteína G, a ligação do receptor com o agonista eleva os níveis celulares de AMP cíclico, o que ocasiona a abertura dos canais de íons e permite a geração e condução de um impulso nervoso do axônio da célula até o bulbo olfativo e depois no córtex cerebral, onde a informação é processada [2,8,9], como indicado na **Figura 1**.

Figura 1. Representação do sistema olfatório canino.



Fonte: elaboração dos autores com base em Frederickx *et al.*, 2011 [2].

Os humanos possuem aproximadamente 5 milhões de células olfativas, enquanto os cães podem variar, de acordo com a raça ou tamanho da cavidade nasal, entre 200 a 300 milhões de células olfativas. Se abrimos todo epitélio nasal humano sobre uma superfície plana, ocuparia aproximadamente uma área correspondente a um selo postal enquanto, se fizermos isso com o epitélio nasal canino, ele ocuparia a área correspondente a sua superfície corporal. Além da questão de receptores, aproximadamente 5% do material genético do genoma canino é dedicado à produção de receptores olfativos, enquanto esse número é cerca de 1% nos humanos. Algumas raças ou linhagens possuem maior quantidade de genes que expressam receptores para determinados grupamentos químicos, conferindo maior sensibilidade a esses odores e facilidade em encontrar alguns tipos específicos de materiais. O bulbo olfativo, neste sentido, é quatro vezes maior que o dos humanos e aproximadamente um oitavo do seu cérebro é voltado para a interpretação dos sinais elétricos gerados pelos receptores olfativos [9].

Além da esfera biomolecular, existem fatores fisiológicos e comportamentais que potencializam a sensibilidade do faro canino. O nariz dos cães é

anatomicamente dividido em raiz, dorso e ápice, e na raiz se localizam as narinas, por onde o ar entra e sai. O epitélio externo do nariz possui pequenas ranhuras e frequentemente está humedecido, facilitando o aprisionamento de moléculas de COVs soltas no ambiente e direcionando para o interior das narinas. O ar entra pelas narinas e sai pela fissura lateral da narina, evitando o encontro de fluxos de ar em sentidos contrários dentro da cavidade nasal, durante a transição de um movimento de inspiração para expiração, ou o contrário. Essa característica evita o turbilhonamento do ar no interior da cavidade nasal, o que poderia dificultar a ligação entre o receptor e o agonista. As narinas também podem operar em sentidos opostos quando farejam, ou seja, enquanto o ar entra por uma das narinas, a outra pode realizar movimento contrário. Isso permite a aspiração contínua do ar no ambiente, diferentemente dos seres humanos, que não sentem o odor das coisas enquanto realizam movimentos de expiração. Somente esse fato elevaria ao dobro a sensibilidade da olfação dos cães em relação aos humanos por dobrar o tempo de aspiração dos COVs. Cães conseguem também identificar com facilidade a localização de uma fonte emissora de odor em um ambiente amplo, através de músculos nasais que conseguem realizar movimentos de acordo com a direção de chegada dos COVs, e assim determinar a origem exata das substâncias detectadas no ambiente. Quando humanos entram em um local com cheiro forte e característico, seja agradável ou não, depois de um certo tempo ocorre a dessensibilização e, assim, deixa-se de perceber esse odor, ou pelo menos esta percepção diminui muito. Esse efeito de dessensibilização não ocorre nos cães, sendo as informações olfativas constantemente renovadas, pois eles podem realizar espirros voluntários para limpar a cavidade nasal do excesso de moléculas, como se reiniciassem o sistema de detecção [8,9].

Como se todas essas características já não fossem suficientes, os cães possuem também um órgão olfativo acessório, chamado de vomeronasal. Esse órgão é uma pequena cavidade revestida de um epitélio especializado, localizado acima do palato duro, como observado na figura 1, e responsável pela detecção de moléculas grandes e de natureza hidrofóbica, como feromônios e aleloquímicos (substâncias químicas que servem de mensageiras entre indivíduos de diferentes espécies). Quando os cães percebem a presença desse tipo de odor eles lambem o local da fonte emissora e através da língua carregam essas moléculas para o órgão vomeronasal, que realizará a detecção desses semioquímicos. Ou seja, quando observamos um cão lamber um local com resíduo de urina de outro cão, por exemplo, ele está detectando por esse órgão acessório [1,9].

O uso de cães no trabalho policial

O uso de cães no auxílio específico ao trabalho policial não é recente, sendo instituído na França, no século XIV, um dos primeiros sistemas de patrulhamento com cães, mas sem explorar as capacidades olfativas como hoje [10]. Ensaio sobre a capacidade dos cães em identificar e individualizar odores humanos já ocorriam no ambiente policial ao mesmo tempo em que Henry Foulds publicou o seu periódico, em 1880, propondo o uso das impressões digitais como método de identificação humana [11]. Inclusive cães da raça Bloodhound foram utilizados pela Scotland Yard nas buscas por “Jack - O Estripador”, na Inglaterra de 1888, fato baseado no conhecimento acumulado até aquele momento [12]. Em 1893 a Suprema Corte do Alabama reconheceu a capacidade de cães bem treinados em rastrear humanos, abrindo precedentes na justiça criminal dos EUA, e desde então houve um aumento progressivo em sua utilização, culminando com as criações de programas como o Programa de Adestramento de Cães da Polícia de Berkley em 1931 [13]. No Brasil um dos primeiros canis de polícia criados foi o da Polícia Militar do Estado de São Paulo, que iniciou oficialmente em 1950, porém já realizavam atividades cinotécnicas desde o início da década de 1940 [14].

Durante o treinamento dos cães como biodetectores, suas características individuais comportamentais vão sendo observadas, sendo posteriormente separados para realizarem diferentes funções de acordo com o modo com que sinalizam quando encontram a amostra alvo. Existem duas formas de sinalização, sendo uma passiva, que é quando eles se sentam, deitam ou paralisam olhando fixamente para a amostra quando a encontram ou de forma ativa, na qual o cão late ou bate com a pata no local de encontro. Cada forma de indicação é adequada para um tipo de função realizada, por exemplo, cães de detecção de explosivos precisam sinalizar passivamente, uma vez que o latido ou bater com a pata no artefato poderia desencadear a detonação. Por outro lado, um cão de busca e resgate de pessoas em área de mata fechada precisa sinalizar latindo para indicar a sua localização para o condutor quando encontrar a pessoa procurada, já que o cão precisa trabalhar solto e pode desaparecer momentaneamente das vistas da equipe. Em muitas funções de biodeteção a forma de sinalização do cão não interfere na dinâmica do trabalho [8,15].

Os cães são facilmente treináveis e possuem, habitualmente, grande socialização com humanos, o que facilita a sua utilização no auxílio ao trabalho, porém quão sensível de fato é o seu olfato? Comparações desse tipo na realidade são muito difíceis, existindo uma série de mecanismos bioquímicos e fisiológicos que ainda não são bem conhecidos ou de difícil quantificação, não sendo

muito factível afirmações sobre quantas vezes o olfato dos cães seria superior ao do humano. Porém algumas comparações de critérios objetivos e parâmetros mensuráveis trazem algumas respostas ou ideia do potencial desses sensores biológicos [9].

A sensibilidade dos instrumentos analíticos para a identificação de substâncias químicas aumentou consideravelmente nas últimas décadas, porém os cães ainda são biosensores formidáveis, com algumas vantagens em relação a esses equipamentos como: portabilidade, maior sensibilidade para determinados tipos de substâncias, menor custo, menor treinamento do operador e possibilidade de utilização a campo, nos mais diversos tipos de terrenos e condições climáticas. Em diversos estudos de sensibilidade verificou-se que os cães conseguem detectar moléculas diluídas na ordem de parte por trilhão (PPT), tão ou mais sensível que muitos dos instrumentos analíticos atuais [8,15].

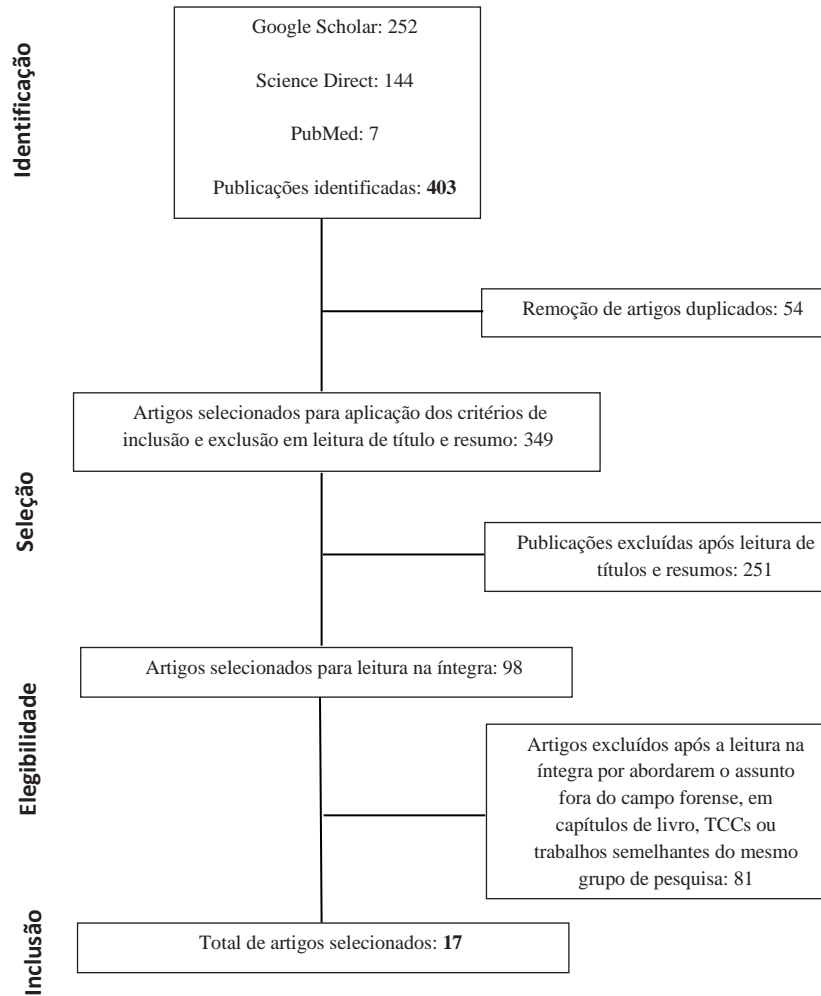
Dado o potencial de aplicação desta técnica em diversas áreas de interesse humano, este artigo se destina a revisar o tema da biodeteção com cães na perícia criminal com base nas principais referências da comunidade acadêmica forense.

2. METODOLOGIA

Este trabalho se desenvolveu por meio da revisão sistemática do tema em bases de dados correlatas tomando como referência sua literatura mais recente. Ele se orienta, ainda, através de uma abordagem qualitativa, visando aprofundar os estudos levantados sem generalizá-los, numa perspectiva exploratória. Desta forma, a pesquisa não busca explicar a biodeteção em cenários criminais a partir de uma representação quantitativa, e sim estudar o papel dos cães nestas iniciativas com base no que está difundido na literatura forense.

Para esta revisão, foi realizada pesquisa nas plataformas Google Scholar, PubMed e Science Direct obedecendo aos seguintes critérios de inclusão: artigos relacionados aos descritores “dogs”; “criminal expertise”; e “blood detection” publicados nos últimos 20 anos em língua portuguesa e/ou inglesa. Foram excluídos os artigos que não aplicavam a técnica em áreas forenses, seja diretamente ou em área correlata; capítulos de livro; trabalhos de conclusão de curso (TCC); e trabalhos semelhantes do mesmo grupo de pesquisa. Por fim, para a busca em inglês dos descritores foram utilizados os operadores booleanos AND/OR e AND NOT que facilitaram a identificação das publicações almeçadas. Os processos de seleção e exclusão estão descritos na **Figura 2**.

Figura 2. Fluxograma da seleção das publicações para revisão sobre uso de cães de biodeteção em perícias criminais.



A seleção final da pesquisa resultou em 17 publicações, dentre as quais três tratavam-se de artigos de revisão e os demais de relatos de caso. Com base em seu conteúdo, os trabalhos foram agrupados em cinco categorias temáticas que serão abordadas a seguir: cães de detecção de restos mortais humanos; cães especializados em detecção de sangue humano; cães de detecção de sêmen humano; cães de detecção pelas técnicas de “*line-up*” e “*mantrailing*”.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As publicações encontradas nesta revisão integram e sintetizam informações relevantes que de outra forma estariam dispersas, dada a escassez de estudos sobre o tema no Brasil e na América Latina. Neste sentido, cabe destaque à revisão sistemática de Luna e colaboradores [15], que analisaram diversos trabalhos sobre a biodeteção canina em cenários criminais, indicando diversas possibilidades técnicas e apontando para o seu valor, eficiência e confiabilidade na investigação forense. Contudo, são apontados desafios importantes na padronização das técnicas, que sofrem influência de

condições ambientais descontroladas durante as operações reais, e a carência de estudos criminalísticos locais com abordagem científica ou técnica sobre o tema. Os desafios na padronização das técnicas de biodeteção e a influência dos fatores ambientais são compartilhadas também nas revisões de Ferreira e Marques [14] e Valle [16].

O uso do faro dos cães para investigações periciais remonta há décadas, sendo utilizado para identificar os mais variados tipos de substâncias de interesse na perícia, como: restos mortais humanos, sangue humano, sêmen humano, armas de fogo e munições, acelerantes de incêndios e odores humanos específicos. Segundo Luna e colaboradores [15], existem basicamente duas grandes formas de aplicação dos cães para o uso na perícia criminal, sendo uma das formas a busca de um determinado vestígio em cenário de crime, e a outra como uma ferramenta de identificação de odor de um humano em específico, como uma espécie de sistema biométrico de reconhecimento, podendo correlacionar o odor de uma pessoa a uma cena de crime, a um objeto, determinar rotas de fuga ou entrada, reconhecer cenários ligados a um mesmo caso e a reconstrução de uma ação delituosa.

Quando a habilidade de biodeteção dos cães é explorada no âmbito da perícia criminal é denominada por muitos pesquisadores como “Odorologia Forense”, muito embora, haja uma parcela dos estudiosos da área que usam o termo quando querem se referir a uma técnica específica chamada “Line-Up”, utilizada pelas Polícias Técnico-Científica da França, Holanda e países nórdicos, onde se confronta os COVs de objetos encontrados em cenas de crime com os odores de suspeitos de terem manipulado tais objetos [15,17].

Cães de detecção de restos mortais humanos

O uso de cães na detecção de vestígios em cenas de crimes mais utilizado em investigações criminais, na maioria dos países, são os “*cadaver detection-dogs*” ou “*humans remains detection-dogs*”, traduzido aqui como cães de detecção de restos mortais humanos [15]. Essa categoria de cães de trabalho é utilizada na localização e identificação de restos mortais em cenas de crimes, no contexto da investigação criminal, geralmente quando há suspeita de ocultação de cadáver. Algumas forças públicas especializadas em busca e resgate também fazem uso desse tipo de cão, mas em outro contexto. Por restos mortais são entendidos os corpos inteiros, fragmentos, microfragmentos, tecidos específicos e/ou fluídos cadavéricos. A literatura científica possui amplos relatos das vantagens do uso dessa técnica, como a agilidade dos cães para examinar áreas de terrenos difíceis de transitar, sob variadas condições ambientais, capacidade de fazer varreduras rapidamente em áreas extensas, sensibilidade na detecção de restos mortais humanos e portabilidade [14-17]. O cadáver ou os tecidos são importantes provas materiais nos crimes contra a vida, e com o advento de tecnologias como o DNA, fragmentos ou porções mínimas de tecidos humanos são passíveis de identificação, e cada vez mais são decisivos nas conclusões de inúmeros casos. Porém, a localização e identificação desse tipo de vestígio ainda é uma grande dificuldade nos trabalhos a campo, principalmente quando a quantidade de material é escassa ou apresenta-se de forma não visível a olho nu. Nesses casos, até o presente momento, não há metodologias analíticas totalmente satisfatórias [14,15].

Existem uma série de estudos sendo realizados com o uso de tecnologias ópticas e geológicas para a localização de restos mortais a campo, como o LiDAR (*Light Detection and Ranging*) que é um sistema de varredura a laser [18]. Essa tecnologia mede as propriedades da luz refletida e gera informações como distância e formato de um objeto distante, realizando um sensoriamento remoto e permitindo a formação de mapas tridimensionais. Ajuda a verificar anomalias no solo e identificar a existência de covas clandestinas, mas a técnica não é suficientemente precisa para alterações em covas antigas ou na busca de restos mortais que não estejam enterrados e tenham causado

perturbações na superfície do solo. Há também a utilização de Georradars (GPR - *Ground Penetration Radar*) que permitem a identificação de alterações abaixo da superfície do solo através da geração de imagens em um monitor. Essa técnica é extremamente sensível e detecta todo tipo de alteração, porém possui baixa especificidade para cadáveres e não funciona para restos mortais que não estejam enterrados, além de ter sua aplicação limitada em superfícies concretadas e em superfícies verticais [18].

Diversos estudos apontam o cão como principal ferramenta para a busca de restos mortais em áreas extensas, e mesmo em áreas não extensas, porém com a ocultação dos restos mortais em piso concretado, parede ou outras situações semelhantes [15]. O levantamento feito pelo estudo “*Strategies for searching bricked up and concreted over objects*” realizado por Rufell e colaboradores [19] observou o seguinte padrão de ocultação de restos mortais humanos: 31,4% abandonados e cobertos por algum tipo de material, 22,3% transportados para outro local e abandonados sob o solo (“desovado”), 21% enterrados em covas rasas, 14% abandonados em locais ermos, 8,2% ocultados em caixas, estruturas urbanas ou cavernas, 7% desmembrados e espalhados e 2,9% são queimados. As exceções são: dissolução química, alimentação de animais e canibalismo. É claro que esses dados não refletem necessariamente o padrão de ocultação de cadáveres no Brasil, mas os estudos mais recentes apontam alto grau de eficiência na detecção de restos mortais humanos em grande parte desses cenários, inclusive restos mortais emparedados ou concretados, e muitos desses cenários são similares aos encontrados no Brasil [14,15]. Cães de detecção de cadáveres tiveram uma taxa de 94% a 98% de acerto em testes de detecção controlada realizados por Osterhelweg e colaboradores [20].

Cães de detecção de restos mortais humanos têm um grande desafio, pois precisam aprender a identificar uma grande quantidade e complexidade de COVs originados do processo de decomposição cadavérica [14-20]. Esse processo ocorre por reações físico-químicas, como oxidação e hidrólise, e por decomposição microbiana, onde os gases liberados vão se alterando ao longo do processo. Nas horas iniciais do cadáver não há grande liberação de COVs, na fase inicial da putrefação começa a aumentar drasticamente e persiste até as etapas coligativas, e volta a diminuir nos processos avançados de esqueletização. Devido a toda essa complexidade de COVs gerados no processo de decomposição do cadáver, o cão deve ser apresentado a toda essa variedade de odores durante o treinamento, para entender que o cadáver possui uma assinatura química dinâmica e variável. Na grande maioria dos países, os cães de detecção de restos mortais humanos são ferramentas empregadas numa metodologia de varredura ou um exame presuntivo, sendo necessários exames complementares para proceder à confirmação e

possivelmente a identificação através do exame de DNA. A simples sinalização de um local pelo cão, sem a confirmação analítica, dificilmente é aceita como prova na maioria dos países [14-17].

Cães especializados em detecção de sangue humano

Recentemente as forças policiais de alguns países, como a Austrália e a Noruega, criaram uma subcategoria de cães de trabalho que é originada da técnica de detecção de restos mortais, que são os cães especializados em detecção de sangue humano (*Blood detection-dog*), objetivando o uso para o auxílio nos levantamentos periciais de busca de sangue oculto em locais de crime, veículos e objetos [14,15]. Algumas instituições de perícias observaram diferenças no desempenho de cães de detecção de restos mortais humanos quando colocados para realizar exames de detecção de sangue, sendo a eficiência maior caso fossem treinados especificamente para sangue. O sangue é frequentemente um importante vestígio em diversos tipos de crimes e sua localização na cena permite, através do seu padrão de dispersão e morfologia, reconstruir a dinâmica de um evento criminoso, identificar vítimas ou suspeitos, estabelecer ligações entre indivíduos, lugares e objetos. A localização desse vestígio na cena de um crime é quase sempre um desafio na prática, pois normalmente se apresenta em quantidades ínfimas ou então sofre tentativas de remoção/limpeza por parte do autor, apresentando-se imperceptível visualmente em um exame inicial [14,15,21-23].

Para a análise do sangue oculto existe uma série de exames presuntivos que podem ser usados para varredura em áreas ou objetos suspeitos, e de modo geral, existem duas grandes formas de atuação, sendo a mais antiga a reação de Kastle-Meyer, baseada na oxidação da fenoltaleína pela peroxidase presente na hemoglobina, gerando uma reação colorimétrica. Esse teste é extremamente sensível, porém possui algumas limitações, como baixa especificidade (reage com sangue não humano e diversas outras substâncias), é uma metodologia destrutiva (a amostra é consumida na reação) e dificuldade de utilização em grandes áreas. A segunda forma de atuação é através das reações de quimioluminescência, onde essas substâncias químicas, que possuem peróxido de hidrogênio em sua formulação, reagem com o ferro presente na hemoglobina das células sanguíneas e emite uma luz azulada. Dentre os testes químicos presuntivos os reagentes quimioluminescentes são considerados os mais sensíveis e confiáveis, além de interferirem menos com a amostra, e por conta disso vem sendo utilizado como uma importante ferramenta forense há décadas. As maiores limitações da técnica são a necessidade de controlar a iluminação do ambiente (exame realizado em ambientes escuros), a ocorrência de reações falso-positivas com algumas substâncias, inclusive com alguns produtos de

limpeza domésticos, dificuldade de utilização em áreas extensas e alto custo para a realidade brasileira [21-23].

Os cães de detecção de sangue humano são empregados como teste presuntivo e utilizados antes de outras metodologias, como os reagentes quimioluminescentes, em exames que requeiram o levantamento de sangue oculto ou manchas hematóides suspeitas. A grande vantagem da utilização de biodetectores em varreduras de cenários como exames complementares é que são exames não destrutivos, realizam em menor tempo o exame em áreas extensas, podem ser utilizados em qualquer cenário, a técnica é relativamente fácil e muito sensível. Em relação a sensibilidade, os cães de detecção de sangue humano são capazes de encontrar facilmente amostras diluídas em 1:1.000.000, segundo testes realizados por Riezzo e colaboradores [21] do Departamento de Patologia Forense da Universidade de Foggia. Alguns estudos mostram uma sensibilidade de detecção de sangue humano entre 93% a 100%, e especificidade entre 88% a 99%, sendo capazes, inclusive, de detectar o sangue em peças de roupas que foram lavadas [22,23]. Em 2013 a Polícia da Noruega realizou um estudo, na época com cães de detecção de restos mortais humanos, comparando a sensibilidade do olfato canino com a do reagente quimioluminescente Luminol®, reagente Kastle-Meyer e Tetabase, com amostras de sangue diluídas em até 4000 vezes e distribuídas entre superfícies lisas e rugosas. A pesquisa apontou que os cães foram muito mais eficientes que as outras metodologias na detecção de sangue em superfícies rugosas [23].

Na Polícia Científica de São Paulo, desde 2020 e especificamente no Núcleo de Perícias Criminalísticas de São José dos Campos, ocorre uma iniciativa onde um cão sem raça definida foi adotado, treinado e habilitado para detecção de sangue humano, e vem sendo utilizado no apoio a exames periciais oficiais dessa natureza [24]. A experiência da utilização do cão pela equipe vem ao encontro de grande parte do relato contido na literatura científica [15,21-23], sendo observada uma considerável redução no tempo do exame, grande sensibilidade na detecção e potencial redução do uso de reagentes químicos. Para efeitos de comparação, o tempo médio do cão para examinar completamente um veículo é de cerca de 2 minutos apenas, enquanto que sem a utilização do cão a varredura completa levaria, pelo menos, 1 hora. A utilização da técnica em cenários com muitas superfícies de angulações variáveis, grande quantidade de objetos e mobiliários de decoração, situações muito comuns de busca de vestígios de sangue em imóveis residenciais e comerciais, permite uma redução perceptível no volume de reagentes quimioluminescentes utilizados, além de possibilitar uma investigação mais aprofundada na região ou objeto apontado pelo cão. A utilização em áreas amplas e abertas, onde não é possível o pleno controle da

iluminação é onde a técnica se mostra mais vantajosa em relação a ganho de tempo.

Cães especializados de detecção de sêmen humano

Algumas Polícias Técnico-Científicas do mundo vêm adotando mais recentemente uma forma inovadora de utilizar o faro dos cães para auxiliar nas perícias de campo, que são os cães de detecção de sêmen humano. Essa modalidade de biodetecção é aplicada em investigações de crimes sexuais, e a identificação desse vestígio permite ligar pessoas a objetos e cenários, possibilitando a reconstituição de uma dinâmica complexa, além de especial valor na obtenção de material genético do agressor [14,15].

Os atuais exames para identificação a campo de manchas de sêmen são uma combinação de métodos presuntivos associados a métodos confirmatórios. Como método presuntivo, temos as luzes forenses, onde a emissão de um comprimento de onda adequado, associado a filtros específicos, criam contrastes da mancha de sêmen em relação ao suporte ou material em que está, permitindo a sua localização [25]. As frequências de onda com melhor formação de contrastes para manchas de sêmen estão indicadas na tabela a seguir:

Tabela 2. Frequência de onda e filtro para detecção de manchas de sêmen.

Luz Forense/Comprimento de onda	Filtro
Verde (480-560nm)	Vermelho
UV (350-380nm)	Sem filtro
Azul (420-470)	Laranja

Fonte: Adaptado de Ruitter et al, 2017 [25].

Os problemas associados à técnica são a necessidade de controlar a luz e deixar o ambiente escuro, o que nem sempre é plenamente possível. Existe também a dificuldade de realizar varreduras em áreas extensas e com grande quantidade de materiais ou superfícies, o que criam regiões de sombras, sendo necessária a remoção dos objetos ou alteração do ângulo de incidência da luz, e isso acaba por consumir muito tempo do exame [25,26].

As principais metodologias confirmatórias de sêmen em uma mancha suspeita nos exames de campo são os ensaios enzimáticos, como Fosfatase Ácida e Phosphatesmo KM, e testes imunocromatográficos, que são aplicados uma vez que a mancha suspeita é localizada após a varredura inicial [24,25]. Uma vez que a varredura com as luzes não obtém êxito o exame dá-se por encerrado. A proposta deste tipo de trabalho é que o faro do cão seja uma metodologia de varredura inicial, não destrutiva, que poderia ser aplicado após o uso das luzes forenses ou de usa impossibilidade em um cenário, diminuindo o tempo de exame e elevando as chances de sucesso no levantamento do local.

Em uma iniciativa da Polícia Holandesa, que visava avaliar a viabilidade do uso de cães de detecção de sêmen humano em investigações forenses, realizou um estudo em 2015 tão promissor que culminou com a criação de protocolos de treinamento e protocolos para aplicação em situações reais [25]. Em 2019 a Polícia Holandesa, em parceria com a Universidade de Amsterdã, realizou um grande estudo onde se comparou a sensibilidade e especificidade de grande parte das metodologias presuntivas e confirmatórias contra as capacidades olfativas de cães especialmente treinados para detecção de sêmen humano. Os resultados de sensibilidade para o teste enzimático da Fosfatase Ácida foi 92,1%, imunocromatostestes 81,6% e luzes forenses com 76,3%. As especificidades dos testes foram de 100% para Fosfatase Ácida, 100% para os imunocromatostestes, e também 100% para luzes forenses [26]. Os cães do estudo obtiveram 100% de sensibilidade e especificidade, sendo fortes candidatos a se tornarem um teste padrão ouro.

Constantemente nas perícias de levantamento de local e de reprodução simulada é necessário vincular um suspeito a uma área, determinar uma dinâmica, uma rota de fuga/entrada ou a um objeto. Em muitos desses casos não é possível a obtenção de provas materiais como DNA ou impressões digitais, e nessa situação algumas forças policiais, como na Alemanha e EUA, utilizam cães de detecção de odor específico [15]. Cães de detecção de odor específico são uma categoria de faro em que o cão identifica o odor de uma pessoa ou objeto específico, desde que seja apresentado previamente (antes da busca) uma amostra do odor alvo. A habilidade do cão em individualizar pessoas através do odor é uma capacidade bem estudada e inclusive considerada por muitos pesquisadores como uma potencial ferramenta de biometria humana. Conforme alguns estudos relatados por Horowitz [9], o odor humano pode ser dividido em 3 camadas, sendo a primária uma camada de odor compartilhada por todos os membros dessa espécie. São os COVs utilizados pelo cão para detectar de maneira genérica, ou seja, quando precisa localizar qualquer exemplar de humano. A segunda camada de odor é ligada ao metabolismo do indivíduo, a sua alimentação e aos seus hábitos, gerando uma grande variedade de COVs dentro dos indivíduos da mesma espécie. A terceira e última camada de odor está relacionada aos produtos químicos ou biológicos utilizados pelo indivíduo, como perfumes, sabonetes, cremes e o próprio ambiente em que vive. A segunda e terceira camada de odor são utilizadas pela olfação canina para individualizar um humano através das variações dos COVs liberados, criando uma espécie de assinatura química para cada indivíduo. Estudos como os de Hepper e Wells [27] demonstraram que os cães conseguem distinguir facilmente entre irmãos gêmeos não idênticos, enquanto irmãos gêmeos monozigóticos já apresentam dificuldades. Apenas quando os irmãos

gêmeos monozigóticos vivem em ambientes diferentes o cão consegue individualizar facilmente.

Cães de detecção pelas técnicas de “line-up” e “mantrailing”

Existem duas principais formas de aplicação da técnica de faro por odor específico no universo pericial e que são de potencial aplicação em reproduções simuladas [28-30]. A primeira forma de aplicação conhecida como “line-up” é bem controversa, aceita em poucos países como exame definitivo e sempre precedida de protocolos rígidos e sistemas de certificação periódica dos cães. A técnica de “line-up” consiste em confrontar o odor de objetos encontrados em cenas de crime com o odor de suspeitos. Quando um objeto encontrado em uma cena de crime é relacionado ao autor, a peça é recolhida e pode ficar armazenada sob condições ideais por aproximadamente um ano, até que surjam suspeitos no curso da investigação. O odor de um eventual suspeito é recolhido através de material adsorvente, que precisa ser segurado com as mãos por alguns minutos. Uma linha com recipientes de vidro ou metal inox é montada (*line-up*), sendo que em um dos jarros haverá o odor do suspeito enquanto nos outros haverá odores distrativos e de outras pessoas. O cão é apresentado ao odor do objeto da cena de crime e depois é solicitado que ele realize a identificação dos recipientes da linha de teste, sendo o exame sempre realizado na forma duplo-cego. Caso haja o “*match*” do odor do objeto de interesse com o odor do suspeito o cão indicará positivamente a amostra sinalizando de maneira passiva ou ativa em frente ao recipiente. A técnica é tão sensível em detectar o odor de humanos que Curran e colaboradores [28], em um ensaio extremo, no qual um artefato explosivo foi manipulado por uma pessoa e depois detonado em um veículo, obteve informações interessantíssimas. Um equipamento especial que captura o ar do ambiente e aprisiona internamente em material adsorvente (*Scent Transfer Unit 100*) foi utilizado no entorno do veículo detonado para capturar os COVs suspensos no local. Posteriormente o material adsorvente do equipamento foi apresentado para cães devidamente treinados em “*line-up*”, e os animais conseguiram detectar os humanos que manipularam o artefato explosivo antes da detonação com 73,5% de acerto [28].

A segunda principal forma de uso do faro de odor específico humano em perícia criminal é originada de uma técnica chamada *mantrailing*, muito utilizada pelas equipes de busca e resgate dos corpos de bombeiros militares [29,30]. O *mantrailing* é a utilização do faro dos cães para detectar o rastro de odor deixado por uma pessoa em deslocamento, precedido da apresentação do odor dessa pessoa para o cão, através de objetos pessoais que contenham o cheiro da pessoa. Essa forma de biodeteção é muito eficaz na busca por trilheiros perdidos em matas

fechadas, locais ermos e em áreas extremamente amplas. Na perícia essa técnica pode ser adaptada e o odor apresentado para o cão como padrão pode ser um vestígio recolhido de um local de crime. Em estudo realizado por Woidtke e colaboradores [29], do Instituto de Medicina Legal da Universidade de Leipzig, cães especialmente treinados conseguiram seguir a trilha deixada por uma pessoa quando apresentado apenas às suas salivas, urina, suor ou DNA extraído de células sanguíneas. Um caso que chamou a atenção para o potencial de reconstrução de dinâmicas criminosas com essa técnica foi em 2007, nos Estados Unidos, envolvendo o homicídio de “*Mindy Schloss*”. A vítima era residente no Alaska e foi encontrada morta em sua residência, seu veículo havia desaparecido do local. Mais tarde, durante as investigações, o veículo foi encontrado abandonado em uma outra localidade. Foram colhidas evidências de odores no interior do veículo com o dispositivo de sucção de ar (*Scent Transfer Unit 100*), e apresentado para os cães como padrão a ser buscado. Os cães utilizados detectaram o odor alvo nos arredores do veículo abandonado e conseguiram seguir a trilha deixada pelo suspeito. A trilha seguida pelos cães foi até dois caixas eletrônicos e depois retornaram para a porta vizinha a da vítima, onde residia “*Joshua A. Wade*”. Durante as investigações surgiram outras provas contra Wade que culminaram em sua condenação. Em 2010, Wade assumiu a autoria e confirmou que os cães reproduziram cada passo seu e realizaram o mesmo percurso na ordem em que ele havia feito no dia do crime [30].

A habilidade de biodeteção dos cães em perícias criminais têm ganhado corpo em nível internacional e ampliado sua validade jurídica e penal em diversos países, como o Brasil. Apesar disso, ainda são poucos os estudos que apoiam sua eficácia em cenários onde existem elementos materiais de prova pericial, o que acaba tornando necessário o emprego de técnicas adicionais para o correto cumprimento da cadeia de custódia. Neste trabalho, identificamos 14 estudos de caso e três revisões (dentre as quais apenas uma revisão sistemática) sobre o tema, o que dificulta sua seriação em maiores níveis de evidência ou que sustentem sua utilização como técnica isolada nos cenários de crime.

Uma segunda discussão trazida é a da origem dos insumos biológicos para o treinamento dos cães, uma vez que os cadáveres humanos são a fonte ideal de odor para esta finalidade. Devido às implicações éticas e legais deste processo, os porcos (*Sus scrofa*) têm sido utilizados com maior frequência nos estudos forenses, ainda que existam limitações importantes na reprodução da técnica direcionada aos odores humanos – em especial nos casos de detecção de sangue.

Neste sentido, os estudos apontam para a necessidade de aprimoramento dos protocolos de extração e qualidade das amostras de restos mortais, apoiados por centros de ensino e comitês de ética e pesquisa, para a criação de

bancos de odores controlados que facilitem a padronização e treinamento dos cães, aumentando a sua eficácia e validação dos trabalhos de campo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sensibilidade olfativa dos cães é uma potente ferramenta que vem sendo utilizada há muito tempo pelo homem e nas mais diversas tarefas. O uso deste sensor biológico nas ciências forenses não é diferente e em diversos estudos e experiências de equipes de perícias pelo mundo vem demonstrando o potencial da técnica, mesmo que muitos aspectos do funcionamento do faro canino ainda sejam desconhecidos. Os maiores desafios da área são a necessidade de desenvolvimento de mais estudos de campo, com a replicação da técnica em regiões de maior carência de pesquisas, como a América Latina, e a criação de protocolos de treinamentos e sistemas de certificação dos animais que garantam a confiabilidade da metodologia para a sua replicação num maior número de instituições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Henneken J, Jones TM. Pheromones-based sexual selection in a rapidly changing world. *Curr Opin Insect Sci.* 2017. Dec;24:84-88. doi: 10.1016/j.cois.2017.09.010.
- [2] Frederickx C, Verheggen F, Haubruge E. Biosensors in forensic sciences. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2011. 15(4), 449-458.
- [3] Cairns Jr J, Pratt J. A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg D, Resh V (Org.). *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. p. 10-27. New York: Chapman & Hall, 1993.
- [4] Poling A, Weetjens B, Cox C, et al. Using trained pouched rats to detect land mines: another victory for operant conditioning. *J Appl Behav Anal.* 2011 Summer;44(2):351-5. doi: 10.1901/jaba.2011.44-351.
- [5] Shaw J, Seldomridge N, Dunkle D, et al. Polarization lidar measurements of honey bees in flight for locating land mines. *Opt Express.* 2005 Jul 25;13(15):5853-63. doi: 10.1364/opex.13.005853.
- [6] Larson G, Karlsson E, Perri A, et al. Rethinking dog domestication by integrating genetics, archeology, and biogeography. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2012 Jun 5;109(23):8878-83. doi: 10.1073/pnas.1203005109.
- [7] Furton K, Myers L. The scientific foundation and efficacy of the use of canines as chemical detectors for explosives. *Talanta.* 2001 May 10;54(3):487-500. doi: 10.1016/S0039-9140(00)00546-4.
- [8] Micheletti M, de Paula A, Sá M, et al. Cães de detecção: uma breve revisão sobre o uso do nariz canino. *Rev. Bras. Med. Vet.*, 38(4):387-392, out/dez 2016.
- [9] Horowitz A. *Inside of a Dog: what dogs see, smell, and know*. 1ª ed. New York: Scribner, 2010.
- [10] Allsopp N. *Cry Havoc: the history of war dogs*. Australia: New Holland Publishers Pty Ltd., 2011.
- [11] Fairfax N. The Story of Police Dogs. *The Police Journal*, 1964, 37(3), 113-117. doi: 10.1177/0032258X6403700304.
- [12] Pemberton N. Bloodhounds as Detectives: dogs, slum stench and late-victorian murder investigation. *Cultural and Social History.* 2013, 10(1), 69-91. doi: 10.2752/147800413X13515292098197
- [13] Chapman S. *Police Dogs in North America*. Springfield, IL: Charles C Thomas Publisher, 1990.
- [14] Ferreira G, Marques S. A utilização do cão especializado em segurança nas corporações policiais - revisão. *Rev. Agr. Acad.*, v. 5, n. 1, Jan/Fev (2022). doi: 10.32406/v5n1/2022/38-50/agrariacad
- [15] Luna M, Bohórquez G, Rojas-Guevara J, et al. Biodetección de cadáveres, secciones anatómicas y fluidos biológicos en escenarios criminales apoyada por caninos. 2022. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 14(1): 101-118.
- [16] Valle V. A capacidade e a precisão olfativa dos cães a serviço do homem. *RC-ESPM*; (4):47-64. out-2022. doi: <https://doi.org/10.5935/2178-4590.20220023>.
- [17] Rojas-Guevara J, Córdoba Parra J, Bohórquez G. et al. El papel de los equipos caninos detectores de restos humanos en la investigación criminal. *Revista Científica General José María Córdova.* 2021; 19(33), 91-111. doi:10.21830/19006586.638.
- [18] Korashy M, Hussain K, Ibrahim H. Teleoperation of dogs using controlled laser beam, Sixth International Conference on Digital Information and Communication Technology and its Applications (DICTAP), Konya, Turkey, 2016, pp. 45-49. doi: 10.1109/DICTAP.2016.7543999.
- [19] Ruffell A, Pringle JK, Forbes S. Search protocols for hidden forensic objects beneath floors and within walls. *Forensic Sci Int.* 2014 Apr;237:137-45. doi: 10.1016/j.forsciint.2013.12.036.
- [20] Oesterhelweg L, Kröber S, Rottmann K, et al. Cadaver dogs: a study on detection of contaminated carpet squares. *Forensic Sci Int.* 2008 Jan 15;174(1):35-9. doi: 10.1016/j.forsciint.2007.02.031.
- [21] Riezzo I, Neri M, Rendine M, et al. Cadaver dogs: unscientific myth or reliable biological devices? *Forensic Sci Int.* 2014 Nov;244:213-21. doi: 10.1016/j.forsciint.2014.08.026.
- [22] Rust L, Nizio K, Wand M, et al. Investigating the detection limits of scent-detection dogs to residual blood odour on clothing, *Forensic Chemistry.* 2018 9 62-75. doi: 10.1016/j.forc.2018.05.002.
- [23] Schoon A. A comparison between canine detection of blood residue and some blood presumptive tests. *J. Forensic Identif.* 63 (2013) 255–262.

- [24] Machado J, Yamasaki L, Pollito L, et al. Detection of human blood with dogs in support of expert examinations: case report. *International Journal of Biological and Natural Sciences*, 2023 3(1): 2023 73-4. doi: 10.22533/at.ed.81331023071110.
- [25] De Ruiter J, Schoon A, Van Dam A. Sexual assault detection dog: comparing the detection of semen by dogs, ALS and presumptive tests. *Symp. Für Odorologie Im Dienshundenewes*, (2017), pp. 91–107.
- [26] van Dam A, Schoon A, Wierda SF, et al. The use of crime scene detection dogs to locate semen stains on different types of fabric. *Forensic Sci Int.* 2019 Sep;302:109907. doi: 10.1016/j.forsciint.2019.109907.
- [27] Hepper P, Wells D. How many footsteps do dogs need to determine the direction of an odour trail? *Chem. Senses* 30, 291– 298. 2005 doi:10.1093/chemse/bji023.
- [28] Curran A, Prada P, Furton K. Canine human scent identifications with post-blast debris collected from improvised explosive devices. *Forensic Sci. Int.* 199, 103-108. 2010. doi:10.1016/j.forsciint.2010.03.021
- [29] Woidtke L, Dreßler J, Babian C. Individual human scent as a forensic identifier using mantrailing. *Forensic Sci Int.* 2018 Jan;282:111-121. doi: 10.1016/j.forsciint.2017.11.021
- [30] Woidtke, Crispino F, Hohlfeld N, et al. *Forensic Science International Proficiencies of Mantrailing Dogs in Law Enforcement and Legal Contexts, Prospects for the Future, Boundaries, and Possibilities -a review.* 2023. HAL-France; 1(31-10).