

Fotografia na região do ultravioleta e infravermelho: Uma alternativa viável e de baixo custo na busca e registro de vestígios latentes

G. R. Benesutti; A. G. Savino; B. H. Ugliara, C. P. Ferreira, R. N. Padovan*

*Endereço de e-mail para correspondência: email: * rodrigopadovan@yahoo.com.br Tel.: +55-11-941899012.

Recebido em 24/10/2020; revisado em 30/07/2024; Aceito em 08/08/2024

Resumo

O presente trabalho faz uma descrição de técnicas de busca e registro de vestígios latentes por fotografia em equipamento habilitado para captura de imagens na região do espectro eletromagnético do Infravermelho e Ultravioleta. O trabalho também apresenta uma alternativa de menor custo em relação aos equipamentos comerciais, a partir da modificação de uma câmera fotográfica DSLR, possibilitando localizar vestígios em regiões não visíveis. As imagens obtidas a partir da câmera modificada demonstraram resultados satisfatórios na localização de substâncias hematoides e resíduo de disparo de arma de fogo em tecidos escuros, identificação de adulterações em análise documentoscópicas e localização de impressões digito-papilares em superfícies planas sem pré-tratamento ou utilização de pó para revelação.

Palavras-Chave: Impressão Digito-Papilar; Fotografia Ultravioleta, Fotografia Infravermelho, Manchas de Sangue e Resíduo de Disparo de Arma de Fogo.

Abstract

The present work describes techniques used to locate and record latent traces by photography using an equipment capable of making this record in the region of the Infrared and Ultraviolet electromagnetic spectrum. The work also presents an alternative to commercial equipment with lower cost, based on the modification of a DSLR camera, making it possible to locate traces in non-visible regions. The images obtained from the modified camera demonstrated satisfactory results in the location of hematoid substances and gunshot residue in dark fabrics, identification of adulterations in documentscopy analysis and location of fingerprints on flat surfaces without pre-treatment or use of powder. *Keywords:* Fingerprint; UV Photography; Infrared Photography; Blood Stains and Gun Shot Residue.

1. INTRODUÇÃO

Na área forense, a busca por vestígios que levem ao estabelecimento da dinâmica dos fatos e a autoria delitiva possui papel fundamental na criminalística. Essa atividade demanda concentração, tempo e pessoal qualificado para que seja realizado um trabalho de qualidade, visto que, em geral, o processamento do local por buscas de vestígios é realizado por um número limitado de pessoas e em condições adversas (baixa luminosidade, intemperes, locais de difícil acesso, entre outros). A dificuldade se torna ainda maior frente ao fato de que nem todos os

vestígios podem ser encontrados à vista desarmada, chamados de vestígios latentes, sendo necessário meios que auxiliem sua visualização, revelação e registro.

Existem várias formas de revelação e exposição dos vestígios latentes, por exemplo: aplicação de pós para revelação de impressões digito-papilares [1], reagentes para quimiluminescência do sangue [2], luzes com diferentes comprimentos de onda associadas ao uso de filtros específicos [3] e reagentes químicos empregados em exames metalográficos.

O uso de técnicas de revelação pode gerar prejuízo às evidências e atrapalhar outras análises, por exemplo o

pincel utilizado para adicionar pó na busca de impressão digital pode ser uma fonte de contaminação de DNA, prejudicando assim tal coleta [4].

Uma ferramenta que auxilia na revelação de vestígios latentes é o uso de câmeras fotográficas capazes de captar diferentes espectros da luz que abrangem o visível, o ultravioleta (UV) até o infravermelho (IR), também conhecidas como Câmeras de Espectro Completo. Essa técnica auxilia na qualidade dos vestígios coletados e, também, pode diminuir o tempo gasto na busca por estes vestígios [5].

O uso desta tecnologia se baseia na incidência de energia nas faixas de comprimento de onda UV ou IR seguida da captação nos mesmos comprimentos de onda da incidência, observando a absorção ou refração da energia, tornando o vestígio visível em equipamentos fotográficos ou de vídeo adaptados para tais capturas.

Este trabalho faz uma discussão teórica com exemplos práticos da incidência e captação de luz não visível (Ultravioleta e Infravermelho) para a busca de vestígios latentes, ou de difícil visualização à vista desarmada, facilitando e melhorando a qualidade da busca por parte das equipes de perícia.

2. RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA (REM)

A Radiação Eletromagnética é um tipo de energia que, ao contrário de outros fenômenos ondulatórios (Ex. Som), não requer meio de suporte para sua transmissão, podendo se propagar pelo vácuo. O espectro eletromagnético abrange uma faixa ampla de comprimento de onda e frequência, sendo as divisões baseadas nos métodos empregados para gerar e detectar os diversos tipos de radiação [6].

A radiação eletromagnética pode ser classificada em relação ao comprimento de onda ou frequência em que se propaga, possuindo características intrínsecas em cada região, sendo dividida conforme a Figura 1 [7].

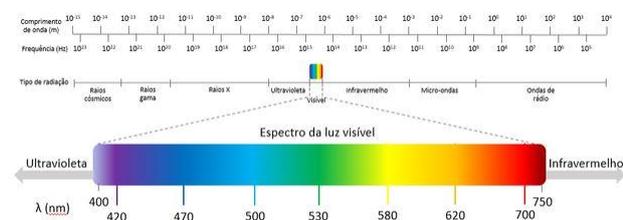


Figura 1. Regiões do espectro eletromagnético.

2.1. Radiação Ultravioleta (UV)

A radiação Ultravioleta compreende energia eletromagnética de comprimento de onda entre 10 a 400 nm e possui como propriedade, assim como a luz visível, a excitação eletrônica quando interage com a matéria [8]. A região do ultravioleta é ainda pode ser subdividida entre UVA, UVB e UVC, compreendendo comprimentos de onda (λ) de 400-320 nm, 315-280 nm e 280-100 nm,

respectivamente. A energia UVA também é conhecida por luz ultravioleta de ondas longas (*long waves*) e a UVC por ondas curtas (*short waves*) [9].

Uma das possíveis funcionalidades da energia ultravioleta é sua utilização em locais de crime auxiliando na busca e fixação fotográfica de impressões dígito-papilares latentes.

O Sistema denominado Imagem Ultravioleta Refletida (*Reflected Ultraviolet Imaging System - RUVIS*) teve seus primeiros estudos realizados na década de 70 e consiste na iluminação do fragmento de impressão dígito-papilar por luz ultravioleta seguida de sua visualização com equipamento sensível à captação de imagem na mesma região em que a impressão foi iluminada [10].

A visualização da impressão dígito-papilar por esse sistema é possível, basicamente, por dois fenômenos: o espalhamento da luz incidente e a absorção dos compostos químicos presentes na impressão, tais como esqualeno, ácido oleico, ácido palmítico entre outros. Com isso o comprimento de onda da luz incidente deve ser compatível com o máximo de absorção dos compostos químicos presentes na impressão e deve-se procurar o melhor ângulo (α) de incidência da luz [11].

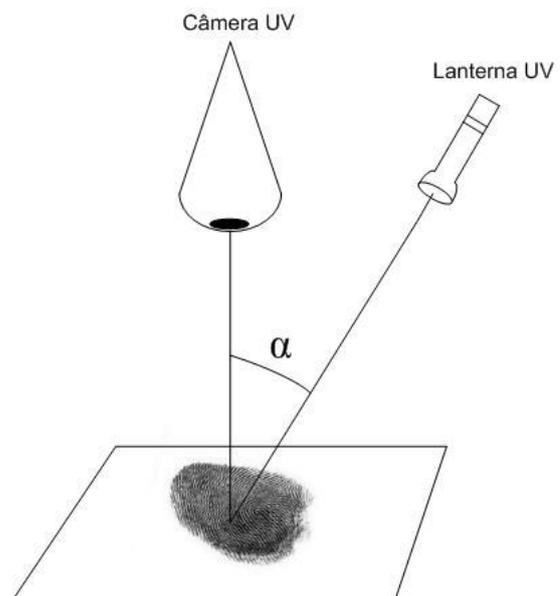


Figura 2. Esquema ilustrativo do funcionamento do sistema RUVIS.

O ângulo de incidência recomendado como ideal em superfícies lisas está entre 10° a 30° e a incidência de luz de ultravioleta de ondas curtas é mais efetiva na absorção da energia pelos compostos presentes na fragmento de impressão dígito-papilar [11].

Embora o comprimento de onda da luz incidente de 254 nm seja o mais utilizado de acordo com as referências bibliográficas disponíveis [11], um estudo publicado por integrantes da Polícia Japonesa [12] demonstrou que a utilização de luz com comprimento de onda de 306 nm é mais efetiva em comparação ao 254 nm. O mesmo

trabalho ainda avaliou os efeitos da incidência da luz em diferentes comprimentos de onda (306 e 254 nm), na degradação de DNA em amostras de sangue e saliva expostas durante 10 minutos com diferentes distâncias em relação à fonte iluminadora (5, 10 e 20 cm). De acordo com os resultados, a luz no comprimento de onda de 306 nm se mostrou menos prejudicial ao material genético, com redução de cerca de 50% da concentração inicial de DNA em saliva e 90% em sangue após 10 minutos de exposição a uma distância de 20 cm da fonte iluminadora, em comparação a uma redução de 90% para saliva e 98% para sangue após exposição com luz de λ 254 nm na mesma distância e intervalo de tempo. Com isso pode-se inferir que é necessária cautela com o uso desta metodologia quando se tem a intenção de analisar o material genético após sua coleta.

Alguns equipamentos comerciais que fazem esse registro já estão disponíveis no mercado, porém seus altos custos acabam por inviabilizar a sua ampla utilização em locais de crime [13-15]. Deste modo, urge o desenvolvimento de novas tecnologias que possam viabilizar esta técnica e aprimorar a detecção de vestígios latentes pelas equipes periciais.

2.2. Infravermelho (IR)

Diferentemente do Ultravioleta, a energia na região do infravermelho não promove a excitação eletrônica, e sim a movimentação atômica, causando vibrações nas moléculas [16].

A luz Infravermelha, compreendendo energia eletromagnética entre os comprimentos de onda 780 nm e 1 mm [9], também denominada de Infravermelho Proximal (NIR), tem larga utilização nas ciências forense, principalmente na busca por Resíduo de Disparo de Arma de Fogo (*Gunshot Residue* - GSR), observação de substâncias hematoides, marcas de pneumáticos e documentoscopia [17].

A utilização dessa tecnologia é possível graças a diferença entre a absorção de energia neste comprimento de onda dos elementos de interesse para o suporte onde está alocado, uma vez que sangue, resíduo de disparo de arma de fogo e marcas de pneus absorvem muito na região do Infravermelho, enquanto suportes, como por exemplo algodão, ainda que pigmentados, podem não absorver luz nesta faixa do infravermelho, aparecendo branco ou transparente no visor do equipamento.

O trabalho apresentado por Lin e colaboradores [18] apresenta resultado de avaliação de câmera infravermelho irradiada com luz de comprimento de onda de 840 nm para indicação de substâncias hematoides em diferentes tecidos de coloração preta (visível), obtendo bons resultados visíveis para o infravermelho em tecidos do tipo algodão/poliéster (composição de cada material de 35%/65%); algodão (100%); poliéster/algodão (35%/65%), veludo (100%); acrílico/lã (50%/50%),

elastano/poliéster (5%/95%), poliéster/raiom (30%/70%) e acrílico/lã (30%/70%), sendo a mancha de sangue visualizada quando diluídas em água em até 4 vezes. No entanto, o equipamento não foi efetivo na visualização de manchas de sangue diluídas em tecidos pretos constituído de raiom/poliéster e lycra/algodão, nos quais o sangue sem diluição foi pouco percebido.

O trabalho de Sterzik e Bohnert apresenta a reconstrução de crime em dois estudos de casos, onde são apresentadas manchas de sangue em roupas escuras utilizando a câmera fotográfica sensível a luz infravermelha com comprimento de onda de 830 nm e uma lanterna emitindo luz no mesmo comprimento de onda [19].

A Fotografia no Infravermelho também pode ser utilizada para o registros de lesões por motivos análogos aos expostos na Fotografia no Ultravioleta, mas também pode distinguir com clareza tatuagens em corpos que estão em avançado de putrefação [20] e pode ser utilizado para diferenciar tipos de canetas em exames documentoscópicos.

3. FOTOGRAFIA NIR E UV

Os equipamentos disponíveis no mercado capazes de captar e registrar no espectro do UV e IR são custosos e importados, dificultando a aquisição pelos órgãos públicos. Quando os gestores públicos se veem diante de escolhas no momento de decidir em qual equipamento investir, é necessário que o ganho real na qualidade e agilidade do serviço prestado esteja claro. Ter o equipamento é apenas o primeiro passo, porém a prática frequente é necessária para tornar o profissional apto para o uso dessas técnicas no momento oportuno [21].

Neste contexto, o presente trabalho foi realizado com recursos próprios dos autores para a modificação de uma câmera fotográfica particular, aquisição de filtros, adaptadores e lanternas de forma a tornar possível a implementação da fotografia NIR e UV, visando aprimorar a busca e fixação fotográfica de vestígios de crime. O desenvolvimento do trabalho e os resultados obtidos são expostos a seguir.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Equipamentos Fotográficos Utilizados

As câmeras fotográficas convencionais e profissionais possuem sensores que são capazes de captar e processar imagens em diversos comprimentos de onda, variando desde a faixa do Ultravioleta ao Infravermelho. A faixa exata compreendida por estes equipamentos não é facilmente exposta pelos fabricantes, uma vez que a captação fora da região visível não é o foco comercial destas câmeras.

Para a remoção da luz em regiões não desejadas do espectro eletromagnético os equipamentos são fabricados

com filtros físicos colocados na frente do sensor captador de imagem (CCD - Dispositivo de Carga Acoplada ou CMOS-Semicondutor de Óxido Metálico Complementar), como demonstrado na **Figura 3**.

A conversão da câmara oferece diferentes opções: pode-se realizar a remoção do filtro, adição do filtro que permita a passagem de todo espectro, ou adição de filtros específicos que permitam a passagem apenas do infravermelho ou ultravioleta. Apesar de não ser uma tarefa complexa, é importante que seja realizada por profissionais da área de manutenção de câmeras fotográficas, uma vez que é realizada a abertura de regiões internas da máquina para remoção/substituição dos filtros, podendo acarretar danos irreversíveis ao equipamento.

Após a remoção do filtro ou a substituição por filtros que permitam a passagem de infravermelho e ultravioleta, além do visível, alguns autores denominam a câmara como de espectro completo (*full spectrum*) [22].

Para o desenvolvimento dos testes realizados o equipamento utilizado foi uma câmara Canon modelo EOS (500D Canon, Tokio/Japão), com os filtros do sensor removidos, e com objetiva Canon 18-55 mm (EF-S 18-55mm f/3.5-5.6 IS II, Canon, Tokio/Japão).

Para as fotografias no espectro do visível, utilizada para fins de comparação, foi utilizada uma câmara Nikon D7200 (Canon, Tokio/Japão) com lente objetiva 18-140mm (DX VR 18-140mm f/3.5-5.6 G ED, NiKon, Tokio/Japão).

Todas as fotos realizadas foram tiradas mediante uso de tripe, permitindo que as fotos realizadas com a máquina modificada fossem repetidas com a máquina no espectro visível, facilitando a comparação.

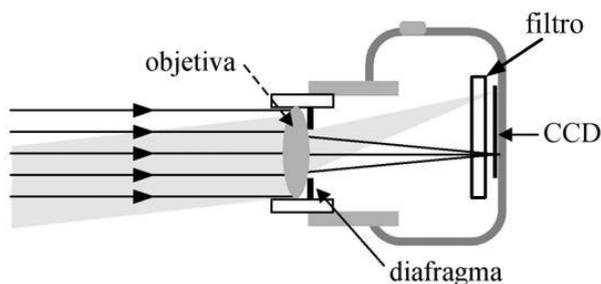


Figura 3. Esquema de uma câmera fotográfica com indicação do filtro presente na frente do CCD ou CMOS. [23]

4.2. FILTROS E LANTERNAS UTILIZADOS

Com o equipamento fotográfico modificado é possível captar e registrar simultaneamente a luz ultravioleta, visível e infravermelho. Deste modo, é necessário acoplar na lente objetiva o filtro específico para a região do espectro que se deseja trabalhar.

Foram realizados testes com filtros fotográficos dHD -850 (dHD Photographic Filter Accessorie, Pequim, China)

que permitem a passagem de luz acima de 850 nm para as fotografias no Infravermelho e um filtro UV ZWB3 UG5 U-330 (Shijiazhuang Tangsinuo Optoelectronic Technology Co., Ltd, Hebei, China). que permite a passagem de luz ultravioleta.

Para avaliar o espectro de transmitância de luz nos dois filtros foi utilizado o Espectrofotômetro (Cary 50 Bio, Varian-Agilent, Santa Clara, Estados Unidos da América).

O filtro UV, apesar de ter uma boa transparência a luz ultravioleta, também permite a passagem do infravermelho, sendo necessário trabalhar em ambientes escuros para que o infravermelho não se sobreponha a luz ultravioleta, ou utilizando um filtro adicional de infravermelho.

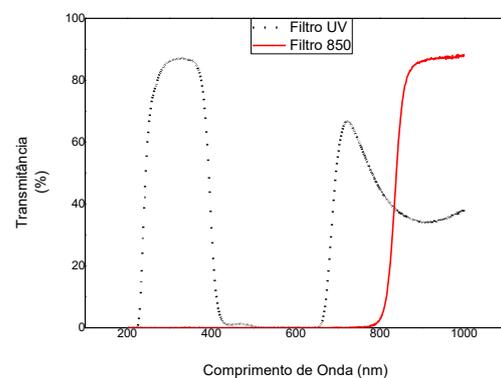


Figura 4. Espectro das transmitâncias dos filtros utilizados.

4.2. LANTERNAS

Para a iluminação no ultravioleta foi utilizado lanterna tática de comprimento de onda nominal 365 nm com 3 W e ajuste de foco. Para a incidência da luz infravermelho foi utilizado lanterna tática de comprimento de onda nominal 850 nm, ambas com ajuste de foco. Equipamentos não possuíam marca aparente, com isso foi realizado avaliação do espectro de emissão de luz no equipamento Espectrometro (USB2000+, Ocean Optics, Dunedin, Estados Unidos).

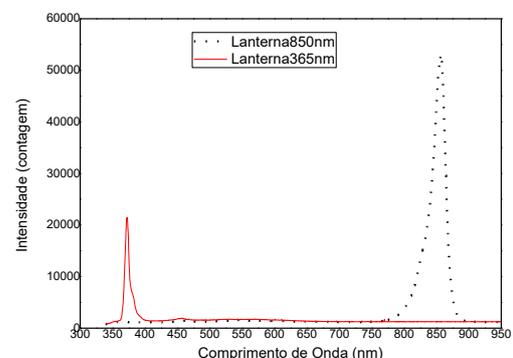


Figura 5. Espectro de emissão de luz das lanternas utilizadas.

Com os dados foi possível visualizar que o comprimento de onda de maior emissão de luz da lanterna infravermelho analisada foi de 856 nm, tendo uma banda de emissão que vai de 800 a 880 nm. Já a lanterna 365 possui o comprimento de onda de maior emissão de luz em 372 nm, tendo uma banda de emissão que vai de 364 a 390 nm.

4.2. TESTE DE RESÍDUO DE PÓLVORA E SANGUE EM TECIDO E DOCUMENTOS RASURADOS.

Foram realizados testes controlados em laboratório para a verificar a viabilidade de busca por substância hematoides e resíduos de pólvora em tecido escuro.

Para as fotografias de sangue em tecido, foi utilizado sangue humano tipo O+, camiseta preta 100% algodão (Hering, Blumenau, Brasil), sendo marcada a lápis e adicionada 4 gotas em cada divisão.

Para o teste de disparo, foi utilizado um revólver calibre nominal 38 special, modelo RM64 (Taurus Armas, Brasil), com cano de 4 polegadas e munição ponta ogival P+ e uma pistola, calibre nominal .40, modelo MD6 (IMBEL, Brasil). Os disparos foram realizados a uma distância de aproximadamente 15 cm.

Para recuperação de documentos rasurados com tinta, foi utilizado uma folha de papel branco, com a frase “Este laudo foi redigido pelo Perito Relator, a quem coube a realização dos exames. Jundiaí, 13 de agosto de 2023” impressa em impressora a toner (Laserjet MFP E52645, HP, Palo Alto, Estados Unidos), sendo os dizeres “Jundiaí, 13 de agosto de 2023” rasurado por caneta esferográfica azul (Bic cristal, Societé Bic S.A., Clichy, França).

Para estes testes foram utilizados a câmera sem modificação para as fotos de referência e a câmera modificada, utilizando o filtro e lanterna no infravermelho (850 nm).

4.2. TESTE DE VISUALIZAÇÃO DA IMPRESSÃO DIGITO PAPILAR.

Foram inseridas duas impressões digito-papilares em uma parede, sendo uma das impressões contendo apenas resíduo da pele e outra contendo filtro solar fator 50.

Para este teste foi utilizado a câmera sem modificação como referência e a câmera modificada com filtro e lanterna no ultravioleta (365 nm).

5. RESULTADOS

Os resultados obtidos na busca por manchas de sangue e resíduos de pólvora se mostraram promissores. A combinação entre o uso da lanterna de 850 nm associado ao filtro que permite a passagem de luz acima de 850 nm foi eficaz em auxiliar na identificação do local da mancha

de sangue e nos resquícios de pólvora em tecido de algodão de cor preta.

A Figura 6 e Figura 7 demonstram o tecido marcado à lápis com as gotas de sangue, sendo possível distingui-las na fotografia no infravermelho (Figura 7), o que não acontece na imagem de referência no visível (Figura 6).

O mesmo comportamento foi observado na presença de resíduo de disparo de arma de fogo, que à vista desarmada, não é observado (Figura 8 e 9) e na fotografia com lentes e lanternas no infravermelho são aparentes os efeitos secundário dos disparos (10 e 11).

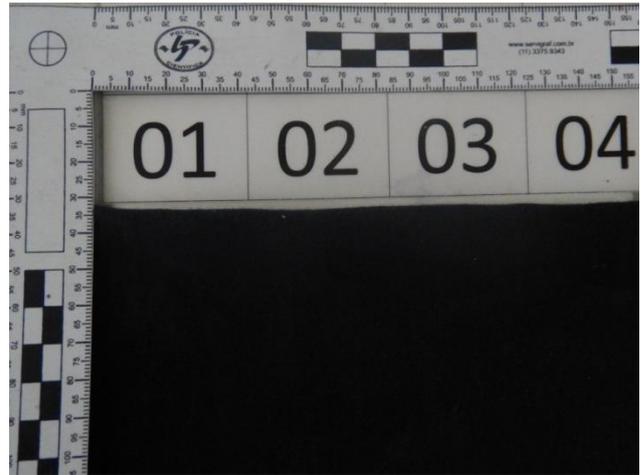


Figura 6. Tecido preto com manchas de sangue fotografada no espectro da luz visível (câmera de comparação).

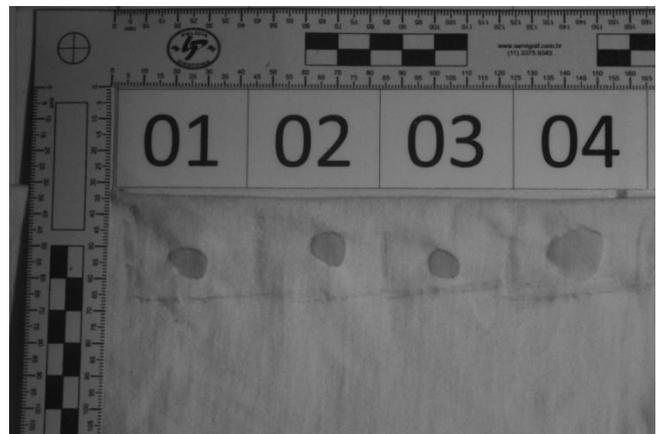


Figura 7. Tecido preto com manchas de sangue fotografada com luz de 850 nm e associada a filtro de 850 nm.

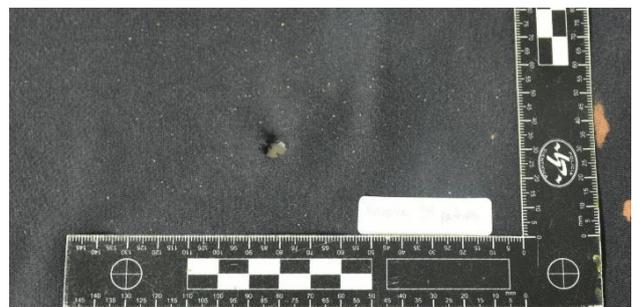


Figura 8. Tecido preto com disparo de arma de fogo (revólver) fotografada na luz visível, câmera de comparação.

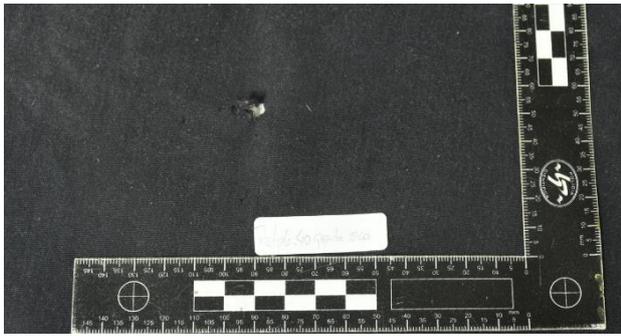


Figura 9. Tecido preto com disparo de arma de fogo (pistola) fotografada na luz visível, câmera de comparação.

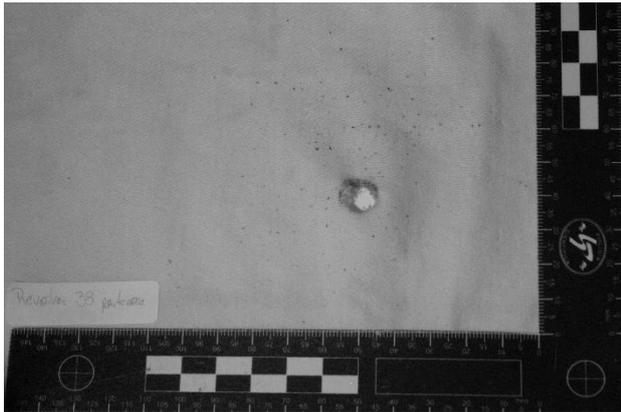


Figura 10. Camiseta com disparo de arma de fogo (revolver) fotografada com sistema IR – 850 nm.

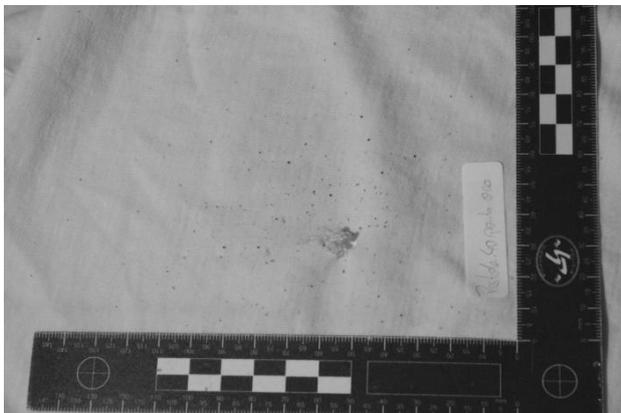


Figura 11. Camiseta com disparo de arma de fogo (pistola) fotografada com sistema IR – 850 nm.

Para o teste da rasura, ao incidir luz na região do infravermelho sobre esse conteúdo é possível observar a informação ocultada, visto que a tinta utilizada não absorve luz nesse comprimento de onda, ficando transparente, enquanto é possível observar a região impressa (Figura 13).

Importante ressaltar que foi utilizado uma impressora com toner, e aparentemente existe diferença no comportamento no infravermelho da impressão a toner e da impressora jato de tinta, também os diferentes tipos de caneta e corantes podem absorver ou não no infravermelho, estudos mais detalhados serão realizados posteriormente para determinar essas diferenças e aplicabilidade na área forense.

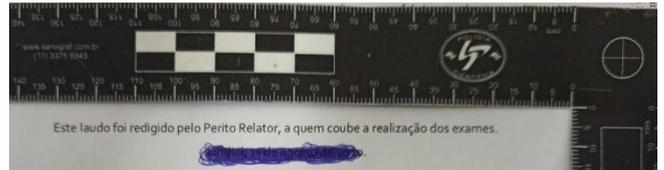


Figura 12. Informação rasurada com tinta azul fotografada no espectro de luz visível.

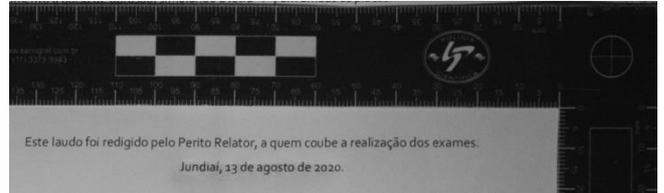


Figura 13. Informação rasurada recuperada através da fotografia em infravermelho.

Para a revelação de impressão digito-papilar através do RUVIS, houve dificuldades com relação à lente objetiva utilizada e ao filtro. As lentes objetivas padrão possuem tratamento para bloquear a radiação UV e elementos ópticos compostos majoritariamente por vidro. Por sua vez, o filtro utilizado também permite a passagem do infravermelho, inviabilizando o uso desta técnica em locais abertos com presença de luz solar ou expostos a grandes quantidades de radiação infravermelha, uma vez que não encontramos um filtro que bloqueasse apenas o infravermelho, para utilizar junto com o filtro que permite a passagem apenas do ultravioleta.

Todavia, os testes realizados com a luz de 365 nm em ambiente de baixa luminosidade, revelaram resultados promissores, embora não tenham sido executados nas condições ideais.

A Figura 14 demonstra a parede onde foram implantadas duas impressões digito-papilar, na região do visível, sobre a iluminação da sala e a Figura 15 a fotografia na região do ultravioleta, sendo possível identificar a presença das impressões digito-papilares.

Na Figura 16 é possível visualizar traços da impressão digito papilar, porém, a absorção da luz utilizada pelos compostos químicos da impressão é pequena a impressão é visualizada com baixo contraste, diferente do observado na Figura 17, que expõe a impressão digito-papilar contendo filtro solar.

A baixa absorção da luz no comprimento de onda utilizado dificulta a utilização da técnica de forma exploratória em local, porém permite a fixação fotográfica deste importante vestígio.

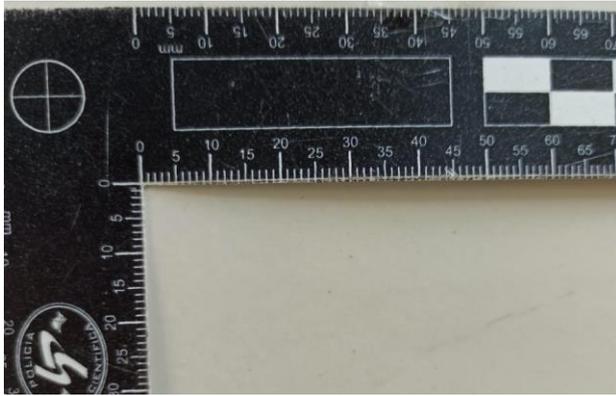


Figura 14. Impressão digital captada com luz visível e câmera fotográfica sem modificação.

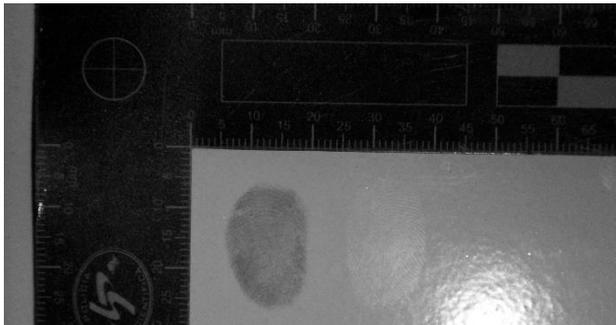


Figura 15. Impressão digital captada com luz visível e câmera fotográfica sem modificação.

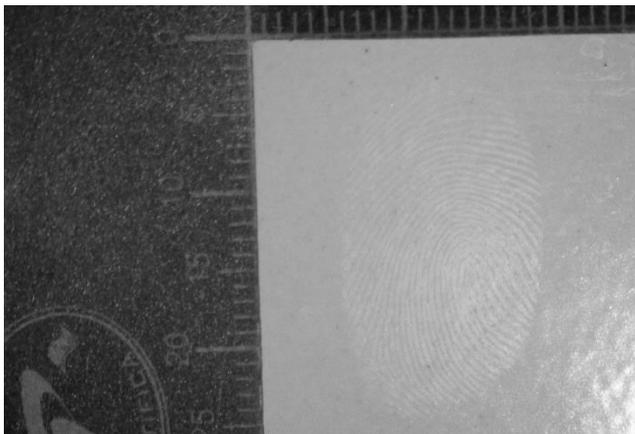


Figura 16. Impressão digito-papilar apenas com oleosidade da pele captada com luz UV (365nm) e filtro que permite passagem do UV.



Figura 17. Impressão digito-papilar com filtro solar com luz UV (365nm) e filtro que permite passagem do UV.

5. CONCLUSÕES

Apesar do equipamento utilizado não ser comercialmente vendido para a captação da luz ultravioleta e infravermelha, foi possível demonstrar a viabilidade dos sistemas adaptados na busca por vestígios latentes ou pouco visíveis, se tornando assim, uma importante ferramenta para a possível indicação de substância hematóides, resíduos de disparo de arma de fogo, adulteração de documento e busca por impressões digito-papilares, dentre outras aplicações não exploradas neste trabalho.

Para a fotografia em ultravioleta de ondas curtas, que possivelmente oferece resultados de melhores qualidade é necessário a utilização de lente específica para essa finalidade em associação a filtros que permitam a passagem somente da luz ultravioleta. Neste estudo não foi avaliada a sensibilidade do sensor neste comprimento de onda e nem a durabilidade da câmera após a modificação. A realização destas análises encontra-se em fase de desenvolvimento e espera-se que, em conjunto, esses dados suportem a aplicação prática da técnica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] G. S. Sodhi, J. Kaur, Powder method for detecting latent fingerprints: a review, *Forensic Sci. Int.* 172-176 (2001)
- [2] F. Barni, S. W. Lewis, A. Berti, G. M. Miskelly, G. Lago, Forensic application of the luminol reaction as a presumptive test for latent blood detection. *TALANTA*, 896-913 (2007).
- [3] C. Carter-Snell; K. Soltys Forensic ultraviolet lights in clinical practice: evidence for the evidence. *The Canadian Journal of Police & Security Services*. 79-85 (2005).
- [4] K. Nontapirom, W. Bunakharasawat, P. Sojikul, N. Panvisavas, Assessment and prevention of forensic DNA contamination in DNA profiling from latent fingerprint, *Forensic Sci. Int. : Genetics Supplement Series*. 546-548 (2019)
- [5] A. Bécue, H. Eldridge, C. Champod, Interpol review of fingermarks and other body impressions, *Forensic Sci. Int. Synerg.* 2016-2019 (2020).
- [6] S.R.C. F. James Holler, Douglas A. Skoog, Princípios de análise instrumental, 6ª, Bookman, Porto Alegre (2008).
- [7] D. De Oliveira Leite, R.J. Prado, Espectroscopia No Infravermelho: uma apresentação para o ensino médio, *Rev. Bras. Ensino Fis.* 34: 1-9 (2012).
- [8] E. D. Lombardini, M. A. Melanson Safety Assessment including Current and Emerging Issues in Toxicologic Pathology, in Haschek and Rousseaux's *Handbook of Toxicologic Pathology* (2013)
- [9] CIE (Commission Internationale de l'Éclairage). *Lighting of Indoor Work Places*. 2021. Retirado em: 13/06/2024, de <https://cie.co.at/eilvterm/17-21-008>
- [10] A. A. Cantu, Advances in the physical, optical, and

- chemical visualization of latent prints, opt. Photonics Counterterrorism Crime Fight. III. **674110D**: 1-8 (2007).
- [11] A. A. Cantú, The physical principles of the reflected ultraviolet imaging systems, *J. Forensic Identif.* **64**: 123–141 (2014).
- [12] F. Koji, H. Kazuhito, I. Motosada; K. Tetsushi, N. Hiroaki, M. Natsuko, S. Kazumasa. The Effect of Ultraviolet Light Mainly Used for Detecting Latent Fingerprints on STR Typing. *Forensic Science Technology*, **13**: 143-149 (2008).
- [13] M. Cem Çubuk, Utilisation of ultraviolet light for detection and enhancement of latent prints, *Problems of Forensic Sciences*, **51**: 150-154 (2002).
- [14] ForenScope mobile multispectral imaging systems | home, (n.d.). Retirado em: 13/06/2024, de <https://www.forenscope.com>
- [15] Ruvis - Reflective Ultra Violet Imaging Systems - Product Category - SPEX Forensics, (n.d.) Retirado em: 13/06/2024, de <https://spexforensics.com/products/ruvis>
- [16] Skoog, D. A., Holler, F. J., Crouch, S. R. *Princípios de Análise Instrumental*. Editora Bookman (2009).
- [17] Kottner, S., Schulz, M.M., Berger, F. et al. Beyond the visible spectrum – applying 3D multispectral full-body imaging to the VirtoScan system. *Forensic Sci Med Pathol* **17**: 565–576 (2021).
- [18] J, Horswell (Ed.). *The Practice of Crime Scene Investigation*. 1. ed. Boca Raton: CRC Press (2004).
- [19] V. Sterzik, M. Bohnert, Reconstruction of crimes by infrared photography, *Int. J. Legal Med.* **130**: 1379–1385 (2016).
- [20] T. Rost, N. Kalberer, E. Scheurer, A user-friendly technical set-up for infrared photography of forensic findings, *Forensic Sci. Int.* **278**: 148–155 (2017).
- [21] A.H. Borchers, Ultraviolet and Infrared Photography, *Evid. Technol. Mag.* **18**: 1-20 (2020).
- [22] G. Verhoeven, Imaging the invisible using modified digital still cameras for straightforward and low-cost archaeological near-infrared photography, *J. Archaeol. Sci.* **35**: 3087–3100 (2008).
- [23] P. A. Ourique, O. Giovannini, F. Catelli, Fotografando estrelas com uma câmera digital (Photographing stars with a digital camera), *Rev. Bras. Ensino Fis.* **32**: 1302–1308 (2010).