

FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA DE MOSSORÓ
CURSO DE BACHAREL EM BIOMEDICINA

CLAUDIA ESTEFFANY PESSOA FERREIRA
LARISSA VITÓRIA ALVES CRUZ DE LIMA

USO DE MATERIAIS ORGÂNICOS FLUORESCENTES NA REVELAÇÃO DE
IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES: UMA ABORDAGEM FORENSE E
AMBIENTAL

MOSSORÓ
2026

CLAUDIA ESTEFFANY PESSOA FERREIRA
LARISSA VITÓRIA ALVES CRUZ DE LIMA

**USO DE MATERIAIS ORGÂNICOS FLUORESCENTES NA REVELAÇÃO DE
IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES: UMA ABORDAGEM FORENSE E
AMBIENTAL**

Artigo Científico apresentado a Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró (FACENE/RN), como requisito obrigatório, para obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador: Prof. Me. Antônio Alex de Lima Silva

MOSSORÓ
2026

Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró/RN – FACENE/RN.
Catalogação da Publicação na Fonte. FACENE/RN – Biblioteca Sant’Ana.

F383u Ferreira, Claudia Esteffany Pessoa.

Uso de materiais orgânicos fluorescentes na revelação de impressões digitais latentes: uma abordagem forense e ambiental
Claudia Esteffany Pessoa Ferreira; Larissa Vitória Alves Cruz de Lima. – Mossoró, 2026.

22 f. : il.

Orientador: Prof. Me. Antônio Alex de Lima Silva.
Artigo científico (Graduação em Biomedicina) – Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró.

1. Papiloscopia. 2. Materiais orgânicos fluorescentes. 3. Impressões digitais. 4. Perícia criminal. I. Lima, Larissa Vitória Alves Cruz de. II. Silva, Antônio Alex de Lima. III. Título.

CDU 343.9

CLAUDIA ESTEFFANY PESSOA FERREIRA
LARISSA VITÓRIA ALVES CRUZ DE LIMA

**MATERIAIS ORGÂNICOS FLUORESCENTES UTILIZADOS NA
REVELAÇÃO DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES: UMA ABORDAGEM
FORENSE E AMBIENTAL**

Artigo Científico apresentado a
Faculdade de Enfermagem Nova
Esperança de Mossoró (FACENE/RN),
como requisito obrigatório, para obtenção
do título de Bacharel em Biomedicina.

Aprovado em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Antônio Alex de Lima Silva – Orientador
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró

Prof. Esp. Jader Viana de Souza Júnior – Avaliador
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró

Profa. Me. Cândida Maria Soares de Mendonça – Avaliadora
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró

USO DE MATERIAIS ORGÂNICOS FLUORESCENTES NA REVELAÇÃO DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES: UMA ABORDAGEM FORENSE E AMBIENTAL

USE OF FLUORESCENT ORGANIC MATERIALS IN THE REVELATION OF LATENT FINGERPRINTS: A FORENSIC AND ENVIRONMENTAL APPROACH

CLAUDIA ESTEFFANY PESSOA FERREIRA
LARISSA VITÓRIA ALVES CRUZ DE LIMA

RESUMO

A papiloscopia desempenha papel fundamental na identificação humana dentro da ciência forense, utilizando impressões digitais como método seguro e individualizado. Contudo, os métodos convencionais empregados na revelação de impressões digitais latentes utilizam compostos químicos tóxicos e metais pesados, capazes de causar riscos à saúde dos profissionais e impactos ambientais. Nesse contexto, o presente estudo tratou-se de uma revisão integrativa da literatura, realizada nas bases de dados PubMed e Medline, utilizando os descritores “Fluorescent organic materials”, “Latent fingerprints” e “Fingerprint powders”, conectados pelo operador booleano AND. Foram incluídos artigos publicados entre 2016 e 2026, redigidos em língua inglesa, relacionados ao uso de materiais orgânicos fluorescentes aplicados à revelação de impressões digitais latentes. Após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 15 estudos compuseram a amostra final da revisão. Os estudos demonstraram que os materiais fluorescentes orgânicos apresentam elevada eficiência na visualização das impressões digitais, proporcionando melhor contraste, alta sensibilidade, rápida resposta fluorescente e menor toxicidade quando comparados aos métodos tradicionais. Além disso, nanomateriais, pontos quânticos e compostos híbridos mostraram-se promissores devido à sua estabilidade química e aplicabilidade em diferentes superfícies. Porém, apesar dos avanços encontrados, verificou-se a existência de limitações relacionadas à ausência de padronização metodológica e à escassez de validações práticas que garantam a aplicação rotineira dessas técnicas nos laboratórios forenses. Sendo assim, os materiais orgânicos fluorescentes representam alternativas sustentáveis e eficientes para a revelação de impressões digitais latentes, contribuindo para o avanço da ciência forense e incentivando o desenvolvimento de métodos mais seguros e ambientalmente adequados.

PALAVRAS-CHAVE: Papiloscopia; Materiais orgânicos fluorescentes; Impressões digitais; Perícia criminal.

ABSTRACT

Papiloscopia plays a fundamental role in human identification within forensic science, employing fingerprints as a secure and individualized method of identification. However, conventional techniques used for the development of latent fingerprints commonly involve toxic chemical compounds and heavy metals, which may pose risks to professionals' health and generate significant environmental impacts. In this context, the present study consisted of an integrative literature review conducted through the PubMed

and Medline databases, using the descriptors “Fluorescent Organic Materials,” “Latent Fingerprints,” and “Fingerprint Powders,” combined through the Boolean operator AND. Articles published between 2016 and 2026, written in English, and related to the application of fluorescent organic materials for latent fingerprint visualization were included. After applying the inclusion and exclusion criteria, 15 studies composed the final review sample. The analyzed studies demonstrated that fluorescent organic materials exhibit high efficiency in latent fingerprint visualization, providing enhanced contrast, high sensitivity, rapid fluorescent response, and lower toxicity when compared to conventional methods. Furthermore, nanomaterials, quantum dots, and hybrid compounds proved to be particularly promising due to their chemical stability and applicability across different surfaces. Nevertheless, despite the advances identified, limitations remain regarding the lack of methodological standardization and the scarcity of practical validation studies capable of ensuring the routine implementation of these techniques in forensic laboratories. Therefore, fluorescent organic materials represent sustainable and efficient alternatives for latent fingerprint development, contributing to the advancement of forensic science while encouraging the development of safer and more environmentally responsible methodologies.

KEYWORDS: Papiloscopia; Fluorescent Organic Materials; Fingerprints; Forensic Investigation.

1 INTRODUÇÃO

A ciência que estuda a identificação de impressões digitais entende-se por papiloscopia, sendo uma das principais áreas da ciência forense. As papilas dérmicas, cujas estão localizadas nas extremidades palmares e plantares, possui função única e intransferível em cada ser humano, sendo formadas por cristas ou linhas de fricção que se alternam com sulcos¹, sendo então utilizadas para identificação dos indivíduos e é tão importante quanto o DNA (ácido desoxirribonucleico) no âmbito das cenas de crime.²

Múltiplas técnicas datiloscópicas são utilizadas pela perícia criminal, dentre elas está o emprego dos pós reveladores de impressões digitais latentes que se dividem em: comuns, magnéticos, fluorescentes, dissulfeto de molibdênio em suspensão e métodos químicos com sais metálicos³, os quais, em sua grande maioria, possuem composição tóxica e apresentam risco aos profissionais durante a execução das tarefas. Neles estão contidos materiais derivados de metais e/ou compostos pesados, como: óxido de ferro (Fe_3O_4), dióxido de manganês (MnO_2) e negro-de-fumo (Carbon black).⁴ Ainda, tais materiais podem possuir custo elevado, bem como limitações no que tange às superfícies coloridas ou com texturas complexas e, nesse sentido, tem crescido progressivamente o uso de materiais orgânicos fluorescentes para contornar essa problemática.⁵

Os produtos naturais possuem utilidade para a civilização desde a antiguidade, a datar do desenvolvimento das primeiras sociedades e esses recursos receberam atenção devido ao conhecimento de alguns produtos com funcionabilidade medicinal e a natureza incessantemente originou nos seres humanos um deslumbramento cativante, não só pelos recursos oferecidos para alimentação e manutenção, mas pela fundamental fonte de incentivo e aprendizado.⁶

Dessa maneira, os materiais orgânicos fluorescentes se destacam dentro do âmbito da química verde como alternativas sustentáveis, além de possuírem baixo custo e serem atóxicos, onde os principais pigmentos naturais são os carotenóides, purinas, flavinas, betalaínas, antocianinas, melaninas, clorofilas e flavonoides.⁷

A utilização de pós reveladores na papiloscopia forense põe em risco os profissionais que executam suas tarefas cotidianamente, bem como o meio ambiente pode ser contaminado com os resíduos que são gerados advindos de metais e compostos tóxicos que são dissipados pelo ar.⁸ Ainda, esses materiais que são utilizados na atualidade possuem máculas que afetam o desempenho na investigação forense, como por exemplo, em superfícies porosas, cujas não aderem completamente as impressões digitais, tornando difícil a visualização.⁹ Poucos são os estudos que enfocam os tipos de materiais orgânicos utilizados, desde suas propriedades, eficiência e aplicabilidade.

Diante disso, questionou-se: quais materiais orgânicos fluorescentes têm sido utilizados na revelação de impressões digitais latentes e quais evidências científicas existem quanto à sua eficácia, vantagens e limitações em comparação aos métodos convencionais?

A papiloscopia é um dos métodos mais seguros e eficazes dentro da criminalística, uma vez que se trata da individualidade do ser humano. A utilização de materiais naturais incentiva o desenvolvimento de métodos mais eficientes e menos tóxicos ao profissional da área de perícia criminal e ao meio ambiente, sendo uma alternativa sustentável e de baixo custo, já a fluorescência irá permitir que as impressões sejam melhor visualizadas mesmo em superfícies de complexos contrastes, pois possui alta seletividade, uma variedade de estruturas químicas e pode ser aplicada sob diferentes condições e substratos. Assim sendo, é visto que este trabalho atende aos princípios da química verde, aborda um panorama atualizado da literatura científica e irá auxiliar pesquisadores e profissionais forenses na escolha de materiais mais eficazes, assim como indicará lacunas para futuras pesquisas.

Baseado nisso, o presente artigo objetivou a realização de uma revisão integrativa da literatura científica sobre o uso de materiais orgânicos fluorescentes na revelação de impressões digitais latentes, identificando os principais compostos aplicados, vantagens, limitações e tendências de aplicação.

2 METODOLOGIA

Tratou-se de uma revisão integrativa de cunho exploratório, que teve o fito de averiguar predisposições e sintetizar resultados a partir de estudos já efetivados que tem como objetivo facilitar e melhorar a coleta, extração, análise e síntese de dados¹⁰. Esse método cooperou para a discussão sobre processos e resultados de pesquisas e realizações de estudos futuros sobre a presente temática abordada.

Tal metodologia viabilizou a integração meticulosa e ampla de informações alcançadas por meio de uma busca integrativa de literatura, visando criar um estudo que permita uma compreensão aprofundada sobre um tema específico e facilite a aplicação dos resultados na prática. O processo, portanto, não se limitou à coleta de dados, mas abrangeu sua análise e síntese para gerar conhecimento que transcendeu a teoria.

Para a execução desta revisão integrativa, foram empreendidas pesquisas nas seguintes bases de dados: PubMed e Medline. Foi efetuada uma busca nos Descritores em Ciências da Saúde (DECS) na língua inglesa, para maior abrangência, as seguintes palavras combinadas entre si utilizando o conectivo Booleano AND: “Fluorescent organic materials”, “Latent fingerprints”, “Fingerprint powders. Apontou-se como critérios de inclusão: estudos disponíveis nas bases de dados selecionadas, redigidos em português ou inglês, publicados no período de 2016 a 2026, que abordaram os descritores específicos deste estudo e tópicos relacionados à pesquisa. Já os critérios de exclusão: estudos sem pertinência para o tema da pesquisa, resumos, trabalhos incompletos e duplicatas encontradas em diferentes bases de dados e revisões.

Para o procedimento de coleta de dados, foi empregue a pesquisa através da internet, nas seguintes bases de dados: PubMed e Medline. Aplicou-se, as seguintes estratégias de busca na duas bases: Fluorescent organic materials AND Latent fingerprints (PubMed), Latent fingerprints AND Fingerprint powders (PubMed), Fluorescent organic materials AND Latent fingerprints (Medline) e Latent fingerprints AND Fingerprint powders (Medline). Após a pesquisa desses termos, foi realizada a primeira seleção, que tratava da leitura dos títulos e excluiu todos os trabalhos que

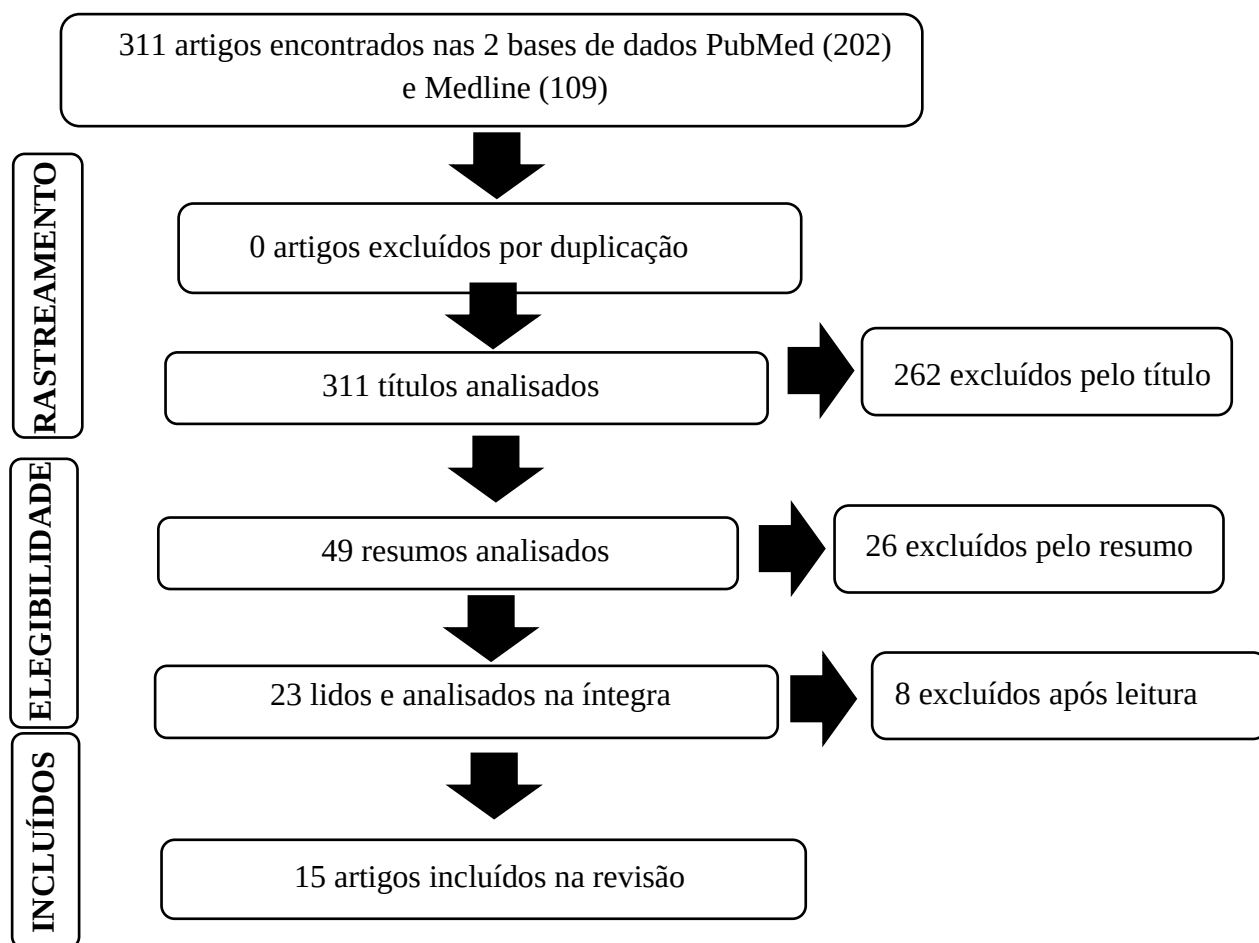
estavam incompletos. Por conseguinte, foi feita a leitura dos resumos de cada artigo elegido e realizada uma análise crítica sobre as pesquisas com o intuito de escolher somente os trabalhos que fossem específicos e que acometessem a temática pesquisada. Para isso, a seleção efetuou-se conforme os critérios de inclusão e exclusão. Por fim, houve a extração dos dados dos artigos escolhidos que foram utilizados na revisão integrativa.

Os instrumentos usados para facilitar a coleta de dados foram dois quadros contendo os trabalhos científicos pesquisados e que estivessem filtrados pelos critérios de inclusão e exclusão. No primeiro quadro continha o título de cada pesquisa, autores, ano da publicação e o periódico onde o trabalho foi publicado. Em seguida, determinou-se as informações a serem coletadas dos artigos selecionados. No segundo quadro foram mostradas informações como título, objetivos de cada pesquisa, metodologia empregue e resultados.

A argumentação e apresentação dos resultados da pesquisa foi alcançada através da leitura e percepção dos textos selecionados para esta revisão integrativa. A análise deu-se a partir da apresentação dos trabalhos apurados, permitindo uma visão abrangente da literatura existente sobre a papiloscopia e a utilização de materiais orgânicos fluorescentes em pós reveladores de impressões digitais. Nesse âmbito, foi possível considerar as principais abordagens sobre o tema, bem como as lacunas presentes na literatura sobre esta temática. Nos trabalhos pesquisados foram analisados e discutidos os principais conceitos apresentados nas pesquisas, relacionando os autores e combinando dados da literatura teórica e empírica dos artigos científicos selecionados.

O fluxograma apresentado na Figura 1 descreve o processo de busca e seleção dos artigos para a revisão integrativa. Inicialmente, foram encontrados 311 artigos em duas bases de dados: PubMed (202). Medline (109). Durante a triagem, 262 artigos foram excluídos pelo título, 26 pelo resumo e 8 após a leitura, restando assim 15 títulos, os quais foram incluídos na pesquisa.

Quadro 1: Fluxograma da coleta de dados



Fonte: autoria própria, 2026.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme exposto no quadro 2, os artigos selecionados foram entre os anos de 2016 a 2026, majoritariamente do ano de 2020 (4 artigos). Em concordância, as obras demonstram um aumento exponencial nas tendências de uso de materiais naturais fluorescentes na papiloscopia forense, destacando técnicas inovadoras e específicas, que contribuem para o avanço dessa ciência, uma vez que o levantamento dessas impressões papilares com maior clareza e definição, a partir de novas técnicas, abre um novo panorama para o combate à criminalidade, imprimindo maior velocidade às investigações

Quadro 2: Estudos utilizados na construção dos resultados e discussões, quanto aos títulos, autorias, bases de dados, periódicos e ano de publicação.

Nº	IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDO	AUTORES	BASES DE DADOS	PERIÓDICOS	ANO
1	Polímeros orgânicos covalentes para imageamento rápido por fluorescência de impressões digitais latentes	Meng Wang, Lin Guo, Dapeng Cao	PubMed	ACS Applied Materials & Interfaces	2018
2	Nanohíbridos de octassilsesquioxano marcados com fluorescência como materiais potenciais para detecção de impressões digitais latentes	Enock O. Dare, Victoria Vendrell Criado, M. Consuelo Jiménez, Raúl Pérez-Ruiz, David Díaz Díaz	PubMed	Chemistry	2020
3	Deteção e visualização sensível de impressões digitais latentes em diversas superfícies utilizando um derivado de cumarina versátil baseado em emissão induzida por agregação fluorescente	Naveen Kumar Udayabhanu, Abdulaziz Ali Alghamdi, R. B. Basavaraj, K. M. Mahadevan, G. Nagaraju	PubMed	Luminescence	2021
4	Nanopartículas de sílica fluorescentes ultrabrilhantes incorporadas com oligômeros conjugados e sua aplicação na detecção de impressões digitais latentes	Shijie Zhang, Ronghua Liu, Qianling Cui, Yu Yang, Qian Cao, Wenqiang Xu, Lidong Li	PubMed	ACS Applied Materials & Interfaces	2017
5	Imageamento rápido de impressões digitais latentes utilizando nanopartículas de sílica fluorescentes biocompatíveis	Young-Jae Kim, Hak-Sung Jung, Joohyun Lim, Seung-Jin Ryu, Jin-Kyu Lee	PubMed	ACS Applied Materials & Interfaces	2016
6	Comportamentos mecanofluorocromicos e detecção de impressões digitais latentes de compostos à base de trifetilamina com fluoróforos mono/bis-BF ₂	Yajun Zhang, Xiaohui Wang, Qiang Zhao, Lijun Wang, Zhiyong Zhang	PubMed	Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy	2024
7	Síntese de pontos quânticos de carbono baseados em folhas de cânhamo e cisteamina para detecção de impressões digitais latentes e sua potencial aplicação terapêutica anticancerígena	Saiful Islam, Rabiul Islam, Nusrat Jahan, Imran Hossain, Mizanur Rahman	PubMed	Nanoscale Advances	2025
8	Preparação simples em uma única etapa de pontos de carbono com alto rendimento quântico de fluorescência e aplicação na detecção rápida de impressões digitais latentes.	Xiang-Yang Dong, Xiao-Qing Niu, Zheng-Yong Zhang, Ji-Shi Wei, Huan-Ming Xiong	PubMed	ACS Applied Materials & Interfaces	2020
9	Ciência forense verde: caracterização e aplicação de um reagente de pequenas partículas derivado da casca do ovo, ecologicamente correto, para revelação de impressões digitais latentes submersas em água.	Shashi Kant Shukla, Rakesh Kumar Sharma, Anchal Shukla, Neha Saxena	PubMed	Forensic Science International	2021

Fonte: autoria própria (2026)

10	Pó para impressões digitais à base de carbono como revelação em uma única etapa e aplicação em matriz para imagens de espectrometria de massa de alta resolução de impressões digitais latentes.	Ling Li, Rui Wang, Zhe Wang, Yanan Li, Qiang Wang, Xin Deng	PubMed	Analytical Chemistry	2019
11	CDs/PVP de estado sólido com emissão vermelha e hidrofobicidade para detecção de impressões digitais latentes	Mahamudul Hasan, Md. Moniruzzaman, Shahin Alam, Nazmul Islam, Ashraful Islam	PubMed	Materials	2024
12	Plataforma de emissão em duplo estado sintetizada de forma simples para a detecção de ácido pícrico e visualização de impressões digitais latentes	Xi Duo, Xu Yanzi, Xu Ruohan, Wang Zhi, Liu Daomeng, Shen Qifei, Yue Ling, Dang Dongfeng, Meng Lingjie	MedLine	Chemistry – A European Journal	2020
13	Técnica de imagem por fluorescência verde ativa por AIEE para aplicação em impressões digitais latentes	Purushothaman Palani, Nishanthi S., Induja B., Umabharathi P. S., Sethupathi M., Karpagam Subramanian	MedLine	Luminescence	2024
14	Desenvolvimento de pó luminescente natural para a detecção de impressões digitais latentes	Tharapoompipata Narawit, Testhanom Tanatorn, Poonsawat Choosak, Siriwong Supatcharee, Benchawattananon Rachadaporn	MedLine	Pakistan Journal of Biological Sciences	2021
15	Pó natural rico em fluoróforos de plantas medicinais selecionadas para detecção de impressões digitais latentes e cianeto	David Nugroho, Saksit Chanthai, WonChun Oh, Rachadaporn Benchawatananon	MedLine	Science Progress	2023

Entre os autores, destacam-se profissionais da área forense, sendo estes peritos criminais e químicos. Tais estão associados a instituições de pesquisa dentro da área da saúde, bem como da temática geral do presente artigo, com ênfase na papiloscopia. Todas as obras são de origem internacional, o que demonstra uma facilidade ao acesso científico global, estando todos em busca de novas técnicas para revelações de impressões digitais latentes.

Os periódicos das obras elegidas são de proveniência igualmente internacional e, predominantemente, possuem acesso liberado, o que beneficia o aumento do entendimento científico e possibilita a aproximação de resultados relevantes quanto as técnicas modernas. O índice de impacto das revistas varia entre 0,7 a 9,5, com uma quantidade considerável de citações, validando uma ampla aceitação na comunidade acadêmica e científica.

Em seguida a triagem dos artigos que foram acrescentados para base da pesquisa, foi efetuada a leitura de cada um, destacando seus objetivos, metodologias e resultados, conforme explicitado no quadro 03.

Quadro 3: Estudos utilizados na construção dos resultados e discussões, quanto ao título, objetivo, metodologia e resultados.

Nº	TÍTULO	OBJETIVO	METODOLOGIA	RESULTADOS
1	Polímeros orgânicos covalentes para imageamento rápido por fluorescência de impressões digitais latentes	Desenvolver e avaliar novos materiais poliméricos orgânicos covalentes com propriedades fluorescentes capazes de revelar impressões digitais latentes de forma rápida, sensível e com alto contraste em diversas superfícies forenses	Estudo experimental	Os polímeros orgânicos covalentes permitem a revelação rápida de impressões digitais latentes, com alta fluorescência, bom contraste e imagens nítidas, mostrando estabilidade e eficiência.
2	Nanohíbridos de octassilsesquioxano marcados com fluorescência como materiais potenciais para detecção de impressões digitais latentes	Sintetizar e avaliar materiais nanohíbridos orgânicos baseados em octassilsesquioxano com fluoróforos e investigar seu potencial para visualizar impressões digitais em contexto forense.	Estudo experimental	Os nanohíbridos de octassilsesquioxano fluorescentes permitem a detecção eficiente de impressões digitais latentes, com imagens nítidas em diferentes superfícies, indicando sua qualificação forense.
3	Detecção e visualização sensível de impressões digitais latentes em diversas superfícies utilizando um derivado de cumarina versátil baseado em emissão induzida por agregação fluorescente	Testar um novo composto fluorescente à base de cumarina e avaliar sua eficácia como agente para revelar impressões digitais latentes em diferentes superfícies forenses	Estudo experimental	O derivado de cumarina com emissão fluorescente induzida por agregação permite a detecção sensível e a visualização nítida de impressões digitais latentes.
4	Nanopartículas de sílica fluorescentes ultrabrilhantes incorporadas com oligômeros conjugados e sua aplicação na detecção de impressões digitais latentes	Caracterizar um novo material baseado em nanopartículas de sílica altamente fluorescentes e avaliar o desempenho desse material como agente para revelar impressões digitais latentes em aplicações forenses	Estudo experimental	As nanopartículas de sílica fluorescentes ultrabrilhantes permitem a revelação e detecção eficiente de impressões digitais latentes, com alta intensidade de fluorescência, bom contraste e estabilidade.

5	Imageamento rápido de impressões digitais latentes utilizando nanopartículas de sílica fluorescentes biocompatíveis	Avaliar uma metodologia rápida e eficiente para a revelação de impressões digitais latentes por meio do uso de nanopartículas de sílica fluorescentes biocompatíveis.	Estudo experimental	As nanopartículas de sílica fluorescentes biocompatíveis possibilitam a revelação rápida e eficaz de impressões digitais latentes, com maior segurança ocupacional.
6	Comportamentos mecanofluorocromicos e detecção de impressões digitais latentes de compostos à base de trifetilamina com fluoróforos mono/bis- BF ₂	Produzir e caracterizar compostos à base de trifetilamina contendo fluoróforos mono e bis-BF ₂ , avaliando a capacidade de alterar a emissão de fluorescência sob estímulos mecânicos e investigar o potencial desses materiais na revelação de impressões digitais latentes, visando obter alta sensibilidade, bom contraste e aplicação eficiente em diferentes superfícies.	Estudo experimental	Os materiais revelaram impressões digitais com alta definição das cristas papilares, bom contraste e capacidade de evidenciar minúcias, mostrando-se eficazes em diferentes superfícies e promissores para uso na detecção de impressões digitais latentes.
7	Síntese de pontos quânticos de carbono baseados em folhas de cânhamo e cisteamina para detecção de impressões digitais latentes e uma potencial aplicação terapêutica anticancerígena	Sintetizar pontos quânticos de carbono a partir de folhas de cânhamo e cisteamina, avaliando suas propriedades fluorescentes para aplicação na detecção de impressões digitais latentes.	Estudo experimental	Os pontos quânticos obtidos apresentaram forte fluorescência, boa estabilidade e alta eficiência na revelação de impressões digitais, com excelente contraste e definição das cristas papilares.
8	Preparação simples em uma única etapa de pontos de carbono com alto rendimento quântico de fluorescência e aplicação na detecção rápida de impressões digitais latentes.	Desenvolver um método simples, rápido e de etapa única para a síntese de pontos de carbono com alto rendimento quântico de fluorescência, além de avaliar sua aplicação na detecção rápida de impressões digitais latentes, buscando eficiência, praticidade e bom desempenho em análises forenses.	Estudo experimental	Os pontos de carbono obtidos apresentaram alta fluorescência e boa estabilidade, permitindo a revelação de impressões digitais com excelente contraste e definição das cristas papilares.
9	Ciência forense verde: caracterização e aplicação de um reagente de pequenas partículas derivado	Desenvolver um reagente de pequenas partículas ecologicamente correto, obtido a partir da casca de ovo, para aplicação na revelação de impressões digitais latentes subm	Estudo experimental	O reagente produzido demonstrou boa eficiência na revelação de impressões digitais em superfícies p

	da casca do ovo, e cologenicamente correto, para revelação de impressões digitais latentes submersas em água.	ersas em água. A proposta buscou aliar sustentabilidade, baixo custo e eficiência na área da ciência forense.		reviamente submersas, apresentando bom contraste e definição das cristas papilares. potencial para aplicação prática na perícia forense.
10	Pó para impressões digitais à base de carbono como revelação em uma única etapa e aplicação em matriz para imagens de espectrometria de massa de alta resolução de impressões digitais latentes.	Desenvolver um pó para revelação de impressões digitais à base de carbono capaz de atuar em uma única etapa, não apenas evidenciando as impressões digitais latentes, mas também funcionando como matriz para obtenção de imagens por espectrometria de massa de alta resolução, permitindo análises químicas simultâneas.	Estudo experimental	O material desenvolvido demonstrou alta eficiência na revelação de impressões digitais, proporcionando bom contraste e definição das cristas papilares e atuou como matriz na espectrometria de massa, possibilitando a obtenção de imagens químicas detalhadas das impressões e detecção de substâncias.
11	CDs/PVP de estado sólido com emissão vermelha e hidrofobicidade para detecção de impressões digitais latentes	O estudo teve como objetivo desenvolver pontos de carbono (CDs) incorporados em PVP no estado sólido, com emissão fluorescente na região vermelha e caráter hidrofóbico, visando sua aplicação na detecção de impressões digitais latentes com melhor desempenho em diferentes superfícies.	Estudo experimental	Os materiais apresentaram forte emissão vermelha, alta estabilidade e boa hidrofobicidade, favorecendo a interação com resíduos das impressões digitais.
12	Plataforma de emissão em duplo estado sintetizada de forma simples para detecção de ácido pícrico e visualização de impressões digitais latentes	Desenvolver um material fluorescente capaz de emitir luz tanto em solução quanto no estado sólido, permitindo sua aplicação na detecção de ácido pícrico e na revelação de impressões digitais latentes	Estudo experimental	O material apresentou alta sensibilidade e seletividade para o ácido pícrico, além de boa estabilidade e de fluorescência nos dois estados e eficiência na visualização de impressões digitais em diferentes superfícies
13	Técnica de imagem por fluorescência verde ativa por AIEE para aplicação em impressões digitais latentes	Criar um material baseado no efeito de emissão intensificada por agregação (AIEE) para melhorar a visualização de impressões digitais latentes.	Estudo experimental	O material apresentou forte fluorescência verde quando em estado agregado, proporcionando imagens com alta nitidez e detalhamento das i

				mpressões digitais e se destacou pelo baixo custo e eficiência.
14	Desenvolvimento de pó luminescente natural para a detecção de impressões digitais latentes	Produzir um pó luminescente natural, obtido a partir de materiais de origem vegetal, para aplicação na detecção de impressões digitais latentes.	Estudo experimental	O pó desenvolvido apresentou boa capacidade de adesão aos resíduos das impressões digitais, permitindo a revelação de padrões com nitidez em diferentes superfícies.
15	Pó natural rico em fluoróforos de plantas medicinais selecionadas para detecção de impressões digitais latentes e cianeto	Desenvolver um pó fluorescente natural a partir de plantas medicinais para a detecção de impressões digitais latentes e de cianeto	Estudo experimental	O material apresentou boa fluorescência, permitindo a visualização clara das impressões com alto contraste e mostrou capacidade de detectar cianeto, sendo uma alternativa multifuncional.

Fonte: autoria própria (2026).

Os artigos, em sua grande maioria, tiveram como objetivo desenvolver e validar novos materiais orgânicos fluorescentes para a revelação de impressões digitais latentes buscando maior sensibilidade, seletividade e qualidade de visualização em diferentes tipos de superfícies. Alguns estudos enfatizaram o baixo custo, a rapidez e a simplicidade de aplicação, enquanto outros focaram na intensificação da fluorescência para uma maior nitidez. Acima de tudo, demonstraram a eficácia desses materiais na rotina da perícia papiloscópica, contribuindo para o aprimoramento das técnicas forenses de identificação humana.

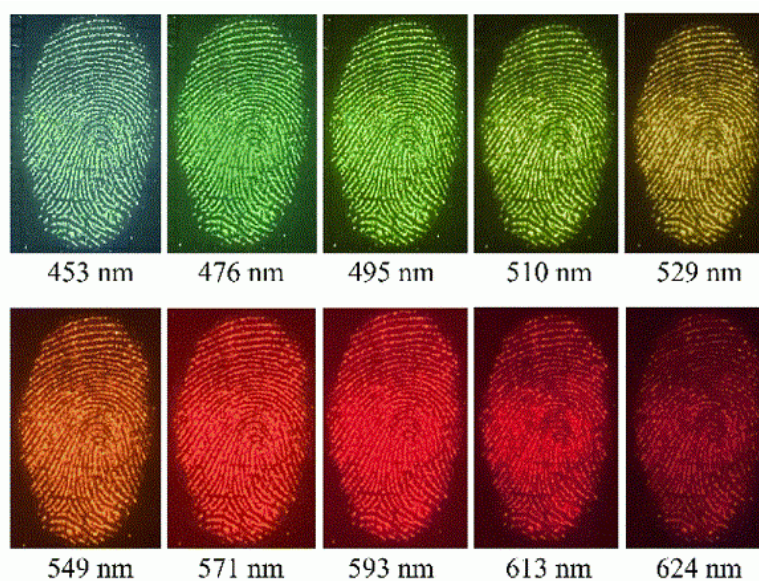
Com base nos objetivos de estudo, foi possível identificar 3 eixos temáticos: desenvolver novos materiais fluorescentes orgânicos, otimizar as técnicas priorizando o baixo custo e a aplicação em diferentes superfícies.

Os trabalhos incluídos nesta revisão apresentaram predominantemente metodologia experimental. Os estudos realizaram síntese, caracterização e aplicação prática desses materiais, onde foram avaliados parâmetros de intensidade, sensibilidade,

contraste, seletividade e capacidade de revelação das impressões digitais. Além disso, alguns utilizaram abordagem comparativa em relação a técnicas já existentes.

Os estudos analisados demonstram que diferentes materiais orgânicos fluorescentes vêm sendo utilizados na revelação de impressões digitais latentes, destacando-se polímeros orgânicos covalentes fluorescentes, nanohíbridos de octassilsesquioxano, derivados de cumarina com emissão induzida por agregação (AIE), nanopartículas de sílica fluorescentes, compostos mecanofluorocrômicos, pontos quânticos de carbono e pós luminescentes naturais, demonstrando em seus resultados diferentes cores e intensidades de fluorescência diferentes (figura 4). Em conjunto, essas pesquisas evidenciam uma tendência crescente de substituição dos métodos convencionais por materiais mais sensíveis, menos tóxicos e ambientalmente sustentáveis.

Figura 4: Imagem representativa de diferentes tons de impressões digitais fluorescentes



Fonte: Lightsources.org

No desenvolvimento de polímeros fluorescentes, Wang *et al.*¹² demonstraram que os polímeros orgânicos covalentes apresentam rápida resposta fluorescente e elevada estabilidade química, favorecendo o imageamento eficiente em diferentes superfícies. Esses resultados convergem com os achados de Dare *et al.*¹³, que observaram aumento da intensidade luminosa e melhor contraste por meio de nanohíbridos de octassilsesquioxano

marcados com fluoróforos. Ambos os estudos reforçam o potencial dos materiais híbridos e poliméricos na ampliação da sensibilidade da detecção papiloscópica.

De forma semelhante, Udayabhanu *et al.*¹⁴ verificaram alta sensibilidade e capacidade de detecção em diferentes substratos utilizando derivados de cumarina baseados em emissão induzida por agregação fluorescente. Esses achados relacionam-se diretamente com o estudo de Palani *et al.*²⁴, que também exploraram mecanismos fluorescentes associados ao fenômeno AIEE, demonstrando elevada eficiência na formação de imagens com alto contraste e definição. Em ambos os casos, a emissão induzida por agregação mostrou-se importante para intensificar a fluorescência e melhorar a visualização das impressões digitais latentes.

No campo dos nanomateriais fluorescentes, Zhang *et al.*¹⁵ demonstraram que nanopartículas de sílica ultrabrilhantes incorporadas com oligômeros conjugados proporcionam elevada intensidade de emissão e melhor interação com os resíduos das impressões digitais. Resultados semelhantes foram descritos por Kim *et al.*¹⁶, que observaram imageamento rápido e eficiente utilizando nanopartículas fluorescentes biocompatíveis. Embora ambos os estudos evidenciem alta eficiência óptica, Kim *et al.*¹⁶ acrescentam a vantagem da baixa toxicidade, ampliando a aplicabilidade forense desses materiais quando comparados aos pós-metálicos convencionais.

Ainda no contexto dos materiais fluorescentes avançados, Zhang *et al.*¹⁷ investigaram compostos mecanofluorocrômicos à base de trifetilamina, observando mudanças de cor induzidas por estímulos mecânicos, o que favoreceu a ampliação do contraste e a visualização das impressões digitais. Esses resultados complementam os achados de Hasan *et al.*²², que desenvolveram sistemas CDs/PVP com emissão vermelha em estado sólido e elevada hidrofobicidade, favorecendo a adesão do material aos resíduos papilares em diferentes superfícies. Ambos os estudos demonstram como propriedades ópticas específicas podem otimizar a qualidade das imagens obtidas.

Em relação aos pontos quânticos de carbono, Islam *et al.*¹⁸ desenvolveram pontos quânticos derivados de folhas de cânhamo e cisteamina, observando elevada fluorescência e potencial multifuncional associado à atividade anticancerígena. De maneira complementar, Dong *et al.*¹⁹ relataram alto rendimento quântico e rapidez na revelação das impressões digitais por meio de pontos de carbono sintetizados em etapa única. Enquanto Islam *et al.*¹⁸ enfatizam a multifuncionalidade biotecnológica do material, Dong *et al.*¹⁹ destacam a simplicidade metodológica e a eficiência operacional da técnica.

No âmbito da sustentabilidade, Shukla *et al.*²⁰ demonstraram que reagentes derivados de casca de ovo são capazes de revelar impressões digitais submersas com baixo custo e reduzido impacto ambiental. Essa perspectiva sustentável também foi observada por Narawit *et al.*²⁵ e Nugroho *et al.*²⁶, que desenvolveram pós luminescentes naturais ricos em fluoróforos vegetais para revelação de impressões digitais latentes. Além da boa sensibilidade e definição das imagens, Nugroho *et al.*²⁶ ainda evidenciaram potencial adicional para detecção de cianeto, ampliando as possibilidades de aplicação desses materiais. Em conjunto, esses estudos reforçam o avanço da chamada ciência forense verde, baseada na redução da toxicidade e no uso de materiais biodegradáveis ou naturais.

Além da revelação convencional, Li *et al.*²¹ propuseram um pó à base de carbono capaz de atuar simultaneamente na revelação das impressões digitais e na espectrometria de massa de alta resolução. Esse estudo diferencia-se dos demais por integrar visualização e caracterização química em uma única etapa analítica. De forma semelhante, Duo *et al.*²³ também exploraram a multifuncionalidade dos materiais fluorescentes ao desenvolverem uma plataforma de emissão em duplo estado voltada tanto para detecção química quanto para visualização papiloscópica.

Quando comparados aos métodos convencionais, como pós-metálicos, ninidrina e vapores de cianoacrilato, os materiais orgânicos fluorescentes apresentam vantagens importantes, incluindo maior sensibilidade, melhor contraste em superfícies coloridas, menor toxicidade e menor impacto ambiental. Estudos como os de Kim *et al.*¹⁶, Shukla *et al.*²⁰, Narawit *et al.*²⁵ e Nugroho *et al.*²⁶ reforçam especialmente os benefícios relacionados à biocompatibilidade e sustentabilidade. Entretanto, alguns autores, como Zhang *et al.*¹⁷, Hasan *et al.*²² e Dong *et al.*¹⁹, apontam que determinados materiais ainda dependem de fontes específicas de excitação luminosa, equipamentos fluorescentes adequados e processos de síntese relativamente complexos, o que pode limitar sua aplicação rotineira.

De maneira geral, os materiais fluorescentes desenvolvidos para revelação de impressões digitais latentes apresentam um grande potencial para redução de custos quando comparados aos métodos convencionais utilizados na papiloscopia forense. Muitos desses materiais são produzidos a partir de biomassa, resíduos naturais ou compostos orgânicos de baixo custo, diminuindo gastos com matéria-prima e descarte químico. Em contrapartida, as técnicas convencionais podem demandar reagentes tóxicos, equipamentos específicos de segurança, descarte especializado e maior consumo

de materiais químicos e, apesar de alguns nanomateriais apresentarem custo inicial de síntese mais elevado, os estudos indicam que, a longo prazo, os métodos fluorescentes podem oferecer melhor relação custo-benefício devido à elevada eficiência de revelação, rapidez de aplicação e menor impacto ambiental.

Assim sendo, os estudos analisados convergem para o desenvolvimento de materiais fluorescentes cada vez mais eficientes, rápidos, multifuncionais e ambientalmente sustentáveis. Observa-se uma tendência clara na integração entre propriedades ópticas avançadas, biocompatibilidade e baixo impacto ambiental, evidenciando avanços significativos da química de materiais e da nanotecnologia aplicadas à ciência forense.

4 CONCLUSÃO

A partir das análises dos estudos supracitados, foi destacado que tais materiais orgânicos apresentam uma elevada capacidade de fluorescência, melhor contraste das cristas papilares, maior sensibilidade de detecção e eficiência em diferentes tipos de superfícies, sendo assim alternativas promissoras para aplicação na perícia papiloscópica.

Os resultados apresentaram uma ampla variedade de compostos fluorescentes empregados nas pesquisas, abrangendo polímeros orgânicos covalentes, nanopartículas fluorescentes, derivados de cumarina, pontos quânticos de carbono, materiais mecanofluorocrômicos e pós luminescentes naturais. Além disso, observou-se uma tendência crescente no desenvolvimento de materiais multifuncionais, capazes não apenas de revelar impressões digitais, mas também de atuar em análises químicas complementares, ampliando as possibilidades de aplicação da ciência forense moderna.

Outro aspecto importante identificado foi a busca por métodos mais sustentáveis, rápidos e de baixo custo. Muitos estudos enfatizaram materiais biodegradáveis, biocompatíveis e menos tóxicos, reforçando a preocupação com a segurança ocupacional e a redução dos impactos ambientais causados pelos reagentes utilizados hoje em dia. Dessa forma, os avanços na química de materiais e na nanotecnologia têm contribuído significativamente para o fortalecimento da chamada ciência forense verde.

Apesar dos resultados promissores, alguns desafios ainda existem, como a necessidade de equipamentos específicos para excitação fluorescente, a dificuldade de determinadas rotas de síntese e a falta de padronização metodológica entre os estudos analisados. Essas limitações confirmam que, embora muitos materiais apresentem um

potencial experimental superior, ainda são necessários estudos adicionais que possam validar sua aplicabilidade prática em grande escala nos laboratórios forenses.

Portanto, a presente revisão mostrou que os materiais orgânicos fluorescentes representam uma importante evolução tecnológica na revelação de impressões digitais latentes, oferecendo maior eficiência, sensibilidade e sustentabilidade. Assim, acredita-se que futuras pesquisas favoreçam a otimização dessas tecnologias, contribuindo com sua inserção definitiva na rotina pericial e proporcionando avanços cada vez mais significativos na identificação humana e na investigação criminal.

REFERÊNCIAS

1. Gerahrdt DA, et al. Pós reveladores nas impressões papilares latentes e suas variações . 2022.
2. Leitzke AF, et al. A química de produtos naturais aplicados a reveladores de impressões digitais latentes. Quim Nova. 2022;45:424-34.
3. Alegria PL. Os riscos químicos aos quais os papiloscopistas estão expostos e seus respectivos equipamentos de proteção individuais e coletivos. Rev Bras Crimin. 2022; 11:38-47.
4. Rajan R, Zakaria Y, Shamsuddin S, et al. Nanocarbon powder for latent fingerprint development: a green chemistry approach. Egypt J Forensic Sci. 2018; 8:60.
5. Parkale KJ, Bagul MS. A review of latent fingerprint developed powder from using natural materials. Int J Sci Res Sci Technol. 2024:715-7.
6. Junior CV, Bolzani VS, Barreiro EJ. Os produtos naturais e a química medicinal moderna. Quim Nova. 2006;29:326-37.
7. Delgado-Vargas F, Jiménez AR, Paredes-López O. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains – characteristics, biosynthesis, processing, and stability. Crit Rev Food Sci Nutr. 2000;173-289.
8. Van Netten C, Teschke KE, Souter F. Occupational exposure to elemental constituents in fingerprint powders. Arch Environ Health. 1990;123-7.
9. Jones BJ, Downham R, Sears VG. Effect of substrate surface topography on forensic development of latent fingerprints with iron oxide powder suspension. Surf Interface Anal. 2010; 42:438-42.

10. Hassunuma RM, Garcia PC, Ventura TMO, Seneda AL, Messias SHN. Revisão integrativa e redação de artigo científico: uma proposta metodológica em 10 passos. *Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente*. 2024;5(3):1-16.
11. Silva BDS. Importância da perícia papiloscópica em laboratório para a investigação policial em casos do Estado de Goiás, no Brasil. *Braz J Forensic Sci Med Law Bioeth*. 2021;10(2):130-146.
12. Wang M, Guo L, Cao D. Covalent organic polymers for rapid fluorescence imaging of latent fingerprints. *ACS Appl Mater Interfaces*. 2018;10(15):13083-90.
13. Dare EO, Vendrell-Criado V, Jiménez MC, Perez-Ruiz R, Díaz Díaz D. Fluorescent-labeled octasilsesquioxane nanohybrids as potential materials for latent fingerprint detection. *Chemistry*. 2020;26(22):5025-33.
14. Udayabhanu NK, Alghamdi AA, Basavaraj RB, Mahadevan KM, Nagaraju G. Sensing and sensitive visualization of latent fingerprints on various surfaces using a coumarin derivative. *Luminescence*. 2021;36(5):1234-41.
15. Zhang S, Liu R, Cui Q, Yang Y, Cao Q, Xu W, et al. Ultrabright fluorescent silica nanoparticles embedded with conjugated oligomers for latent fingerprint detection. *ACS Appl Mater Interfaces*. 2017;9(5):4536-44.
16. Kim YJ, Jung HS, Lim J, Ryu SJ, Lee JK. Rapid imaging of latent fingerprints using biocompatible fluorescent silica nanoparticles. *ACS Appl Mater Interfaces*. 2016;8(12):7850-56.
17. Zhang Y, Wang X, Zhao Q, Wang L, Zhang Z. Mechanofluorochromic behaviors and latent fingerprint detection of triphenylamine-based compounds. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*. 2024;307:123456.
18. Islam S, Islam R, Jahan N, Hossain I, Rahman M. Synthesis of carbon quantum dots from hemp leaves and cysteamine for latent fingerprint detection. *Nanoscale Adv*. 2020;2:4500-08.
19. Dong XY, Niu XQ, Zhang ZY, Wei JS, Xiong HM. One-step preparation of carbon dots with high quantum yield and application in latent fingerprint detection. *ACS Appl Mater Interfaces*. 2020;12(12):15040-49.
20. Shukla SK, Sharma RK, Shukla A, Saxena N. Green forensic science: eggshell-derived small particle reagent for latent fingerprint detection. *Forensic Sci Int*. 2021;327:110990.

21. Li L, Wang R, Wang Z, Li Y, Wang Q, Deng X. Carbon-based fingerprint powder for one-step development and mass spectrometry imaging of latent fingerprints. *Anal Chem.* 2019;91(9):5715-22.
22. Hasan M, Moniruzzaman M, Alam S, Islam N, Islam A. Solid-state red-emissive CDs/PVP for latent fingerprint detection. *Materials.* 2024;17(3):789.
23. Duo X, Yanzi X, Ruohan X, Zhi W, Daomeng L, Qifei S, et al. Dual-state emission platform for picric acid detection and latent fingerprint visualization. *Chemistry.* 2020;26(40):8895-903.
24. Palani P, Nishanthi S, Induja B, Umabharathi PS, Sethupathi M, Subramanian K. AIEE-active green fluorescence imaging technique for latent fingerprints. *Luminescence.* 2024;39(2):456-63.
25. Narawit T, Tanatorn T, Choosak P, Supatcharee S, Rachadaporn B. Development of natural luminescent powder for latent fingerprint detection. *Pak J Biol Sci.* 2021;24(6):789-96.
26. Nugroho D, Chanthai S, Oh WC, Benchawattananon R. Fluorophore-rich natural powder from medicinal plants for latent fingerprint and cyanide detection. *Sci Prog.* 2023;106(2):368504231234567.