

APLICAÇÃO FORENSE DE NANOPARTICULAS DE ZINCO COMO REVELADORES DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES

IGOR FRANZ SANTA BARBARA¹; JOAO VICTOR MACEDO DE ALMEIDA²;
BRUNO VASCONCELLOS LOPES²; LUCAS MORAES BERNEIRA²;
DANIELLE TAPIA BUENO²; CLAUDIO MARTIN PEREIRA DE PEREIRA³

¹UFPEl – igorfranzsb@gmail.com

²UFPEl – lahbbiufpel@gmail.com

³UFPEl – claudiochemistry@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As impressões digitais latentes (IDL), ou seja, aquelas que são invisíveis a olho nu, são ferramentas indispensáveis em investigações criminais. Dessa forma, a todo momento se busca desenvolver novos materiais capazes de revelar as IDLs com uma melhor qualidade e, assim, preservar esses vestígios que podem provar a participação de um suposto indivíduo, sendo suspeito ou vítima, em um determinado crime (NICOLLODI et al., 2019).

As nanopartículas vêm atraindo muito o enfoque da indústria e de pesquisadores, pois sua estrutura nanoscópica confere ao material características únicas que antes não poderiam ser aproveitadas. Sabe-se que as nanopartículas de óxido de zinco (NPs ZnO) são um material de interesse comum para diversas áreas, desde eletrônica à medicinal, dada suas propriedades mecânicas, magnéticas, químicas e antimicrobianas (NASCIMENTO et al., 2016). Sendo assim, a síntese verde de NPs ZnO busca diminuir os gastos econômicos, os elevados riscos e a utilização de agentes tóxicos. A reação está baseada em uma biossíntese a partir de algas sub-Antárticas (*Lessonia Flavicans*), as quais são utilizadas para redução do metal (BERNEIRA et al., 2022).

Ainda quando tratamos de IDL sabe-se que as nanopartículas têm grande interação física com a matriz desses vestígios, uma vez que estas apresentam maior superfície de contato devido seu tamanho, logo proporciona melhor qualidade de revelação (MADHAVAN; SHARMA, 2019). Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficácia de um pó formulado com as NPs ZnO como reveladores de IDL.

2. METODOLOGIA

Para síntese das NPs ZnO foi utilizada a metodologia de (BERNEIRA et al., 2022). No preparo do pó revelador de IDL foi utilizada uma formulação contendo NPs ZnO e pó opala em uma proporção de 1:9. Para esta formulação foi utilizado um Moinho dispersor modelo PE-075 durante 3 h. Em seguida, a solução foi centrifugada e o pó foi seco em estufa a 80 °C por 48h.

Para deposição das impressões digitais foi seguida a metodologia de PACHECO et al., 2021 e POLETTI et al., 2022. Para melhor avaliação do pó formulado, foram utilizados 3 testes: o primeiro foi o desenvolvimento de IDL em superfície de vidro e de plástico, onde foram utilizados três voluntários escolhidos ao acaso (idade e sexo distintos) e duas superfícies (plástico e vidro). O segundo foi o teste de depleção onde foi utilizado um doador e superfície de vidro. Já o terceiro teste foi realizado com um doador e com as superfícies de vidro e de plástico.

No primeiro teste foram utilizadas IDL naturais e sebáceas, de modo que simulassem as IDL naturais os voluntários lavaram as mãos com água e detergente neutro e aguardaram 30 minutos, sem contato com áreas de oleosidade, antes da deposição. Contudo para que simulassem IDL sebáceas os voluntários friccionaram os dedos sobre áreas de maior acúmulo de oleosidade da face e aplicaram sobre as superfícies.

Já no teste de depleção o voluntário friccionou uma vez o dedo em partes oleosas da face e então realizou 10 deposições sucessivas do mesmo dedo na superfície determinada.

Para comparar o desenvolvimento do pó formulado, o pó comercial branco da sirchie® foi escolhido como pó padrão de marcas de dedos latentes. Neste teste foi utilizado um doador e superfícies de vidro e plástico. Onde metade da esquerda da IDL foi revelada com pó formulado e da direita com o pó padrão.

Para todos os testes as revelações só ocorreram após 24h com o auxílio de pinceis modelo 123LBW Sirchie® e CFB100 Sirchie®. Para o registro fotográfico foi utilizada uma câmera Canon (EOS Rebel T6 18MP) semiprofissional. As IDL também foram analisadas sob microscopia eletrônica de varredura (MEV) com um equipamento modelo SSX-550 Superscan Shimadzu.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados da análise realizada por MEV (**Figura 1**) é possível indicar que o pó formulado apresenta um resultado promissor. Através das imagens é possível observar que ocorreu adesão do pó nas papilas dérmicas das impressões digitais com mínima adesão em toda a superfície de deposição. Além disso é possível notar a boa qualidade de visualização das cristas papilares e suas minúcias na IDL sebácea depositada no vidro (POLETTI et al., 2022).

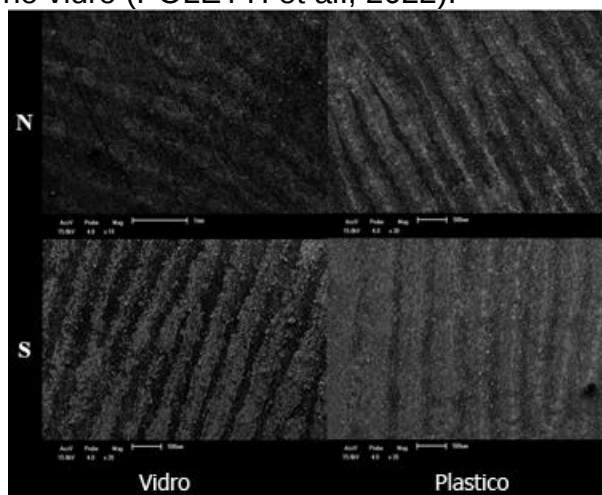


Figura 1. Análise de MEV da interação do pó formulado com a IDL e a superfície.

Para avaliação dos testes de revelação, foram utilizados os critérios essenciais de um bom revelador citados por LEITZKE et al., (2021), onde um bom revelador deve apresentar boas propriedades de aderência e contraste. Algumas características influenciam diretamente nisso como, por exemplo, o tamanho de partícula, a forma, a área de superfície relativa e carga das partículas, a adesão a componentes oleosos ou líquidos e a menor adesão ao substrato.

No teste com três doadores (**Figura 2**) utilizando duas superfícies distintas, foi possível observar que o pó formulado apresentou bom contraste e adesão aos resíduos das IDL para a superfície de vidro. Nesta superfície a maioria das IDL naturais e

sebáceas apresentaram nitidez fazendo com que fosse possível identificar as cristas papilares e suas minúcias. Nas revelações das impressões digitais sebáceas em superfície plástica, não foi possível identificar as cristas papilares de forma clara quando comparado com as IDL sebáceas reveladas no vidro.

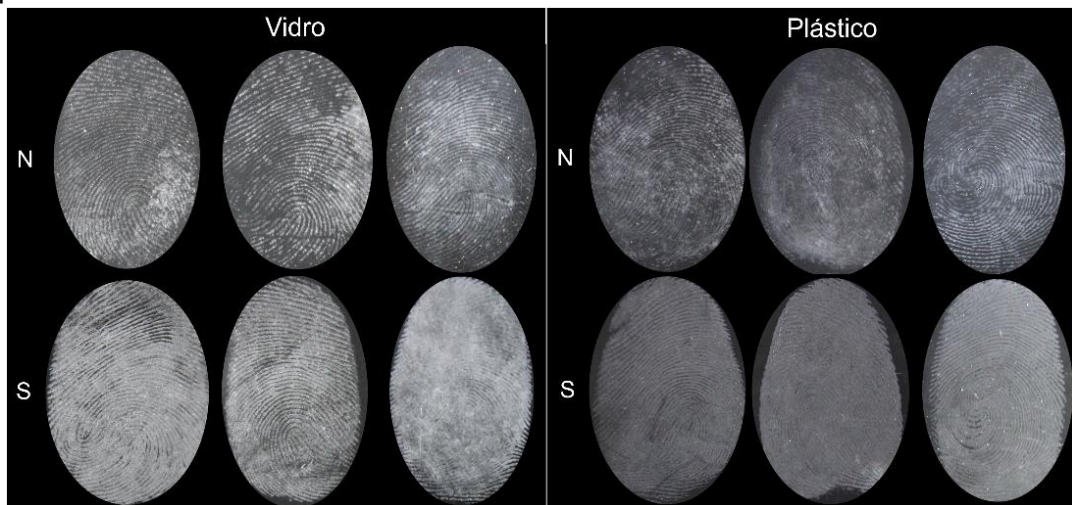


Figura 2. Revelação de IDL naturais e sebáceas de três doadores.

O teste de depleção (**Figura 3**), foi realizado a fim de verificar se o pó perderia a sensibilidade de revelação conforme ocorre a perda de resíduo do dedo, como demonstrou BRADSHAW et al. (2014). Na figura, a imagem 1 indica a primeira deposição e a imagem 10 a última. Conforme visto as revelações foram constantes ao longo das 10 deposições, entretanto foi possível verificar que as digitais com excesso de conteúdo sebáceo dificultam a visualização das cristas papilares e suas minúcias.

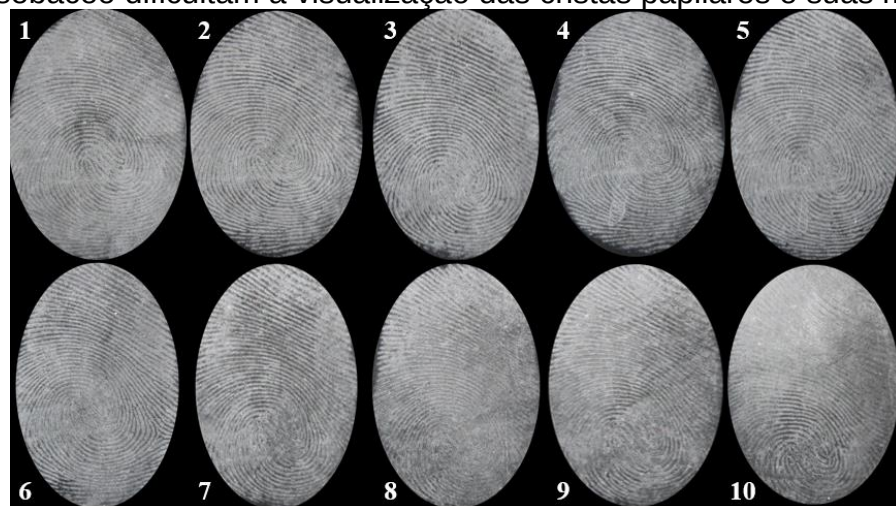


Figura 3. Teste de Depleção

De modo a avaliar a eficiência de revelação e qualidade do pó formulado, foi feita uma análise onde revelou-se metade de uma IDL com o pó formulado e a outra metade com um pó já utilizado no mercado (**Figura 4**).

É possível notar que o pó formulado teve maior aderência a IDL ao revelar a deposição natural na superfície plástica, em comparação ao pó branco padrão, permitindo a identificação das cristas papilares e suas minúcias. Para as deposições sebáceas o pó formulado demonstrou maior contraste, possibilitando salientar as cristas papilares com maior clareza.

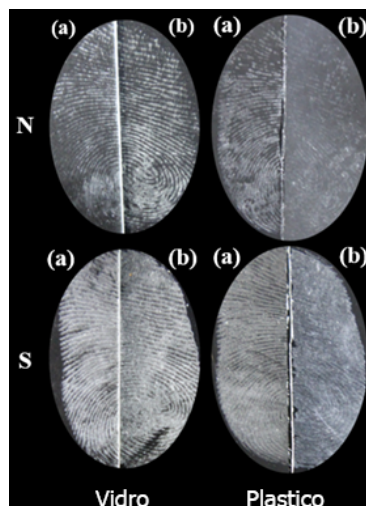


Figura 4. Teste de comparação: (a) pó formulado; (b) pó padrão branco.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que a formulação da NPs ZnO com pó opala apresentou ter capacidade de aplicação na área de Química Forense, mais especificamente na área de Papioscopia. O revelador apresentou boas propriedades de aderência, contraste e nitidez podendo identificar na maioria das vezes as cristas papilares e suas minúcias. Ainda quando comparado ao revelador que já vem sendo utilizado pela Polícia Federal o pó formulado demonstrou maior qualidade em relação ao contraste e a nitidez das IDL reveladas e podendo apresentar baixo custo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNEIRA, L. M. et al. Novel application of sub-Antarctic macroalgae as zinc oxide nanoparticles biosynthesizers. **Materials Letters**, v. 320, n. February, p. 132341, 2022.
- BRADSHAW, R. et al. Direct detection of blood in fingerprints by MALDI MS profiling and Imaging. **Science and justice**, v.54, n.2, p110–117, (2014).
- LEITZKE, A. et al. a Química De Produtos Naturais Aplicados a Reveladores De Impressões Digitais Latentes. **Química Nova**, v. 45, n. 4, p. 424–434, 2021.
- MADHAVAN, A. A., SHARMA, K.B. Latent fingerprint development with biosynthesized Nano rust. **Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)**, 1, Dubai, 2019, Anais... Nova Jersey, EUA, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2019. v.1 p.522
- NASCIMENTO, M. C. **Biossíntese e atividade antimicrobiana de Nanopartículas de óxido de zinco**. 2016. 42f monografia (Bacharelado em Química) Curso Superior de Bacharelado em Química da Universidade Tecnológica federal do Paraná
- NICOLODI, C. et al. Aplicação de Condimentos na Revelação de Impressões Digitais Latentes: Um Experimento no Ensino De Química. **Química Nova**, São Paulo, v. 42, n. 8, p. 962-970, 2019.
- PACHECO, B. S. et al. Monofunctional curcumin analogues: evaluation of green and safe developers of latent fingerprints. **Chemical Papers**, v. 75, n. 7, p. 3119–3129, 2021.
- POLETTI, T. et al. Talanta Open Chemical evaluation and application of cinnamaldehyde-derived curcumins as potential fingerprint development agents. **Talanta Open**, v. 6, n. July, p. 100133, 2022.