

## MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA COMO FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES

**BRUNO NUNES DA ROSA<sup>1</sup>; LUCAS DA SILVA RODRIGUES<sup>2</sup>; TAÍS POLETTI<sup>2</sup>;**  
**LUAN FERREIRA PASSOS<sup>2</sup>; NEFTALÍ LENIN VILARREAL CARREÑO<sup>2</sup>;**  
**CLAUDIO MARTIN PEREIRA DE PEREIRA<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – brunondrosa@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – lucasdasilva@icloud.com; taispoletti@hotmail.com;*  
*luan.passos@hotmail.com; nlv.carreno@gmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas – claudiochemistry@gmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

A microscopia eletrônica de varredura (MEV), assim como demais microscópios, tem como função ampliar pequenos materiais e ou características que não são visíveis pela visão humana. Diferente dos microscópios ópticos que utilizam um feixe luminoso para obter uma imagem da amostra, a microscopia eletrônica utiliza um feixe de elétrons que interagem com a superfície do material. As imagens são obtidas através da varredura de um feixe de elétrons de alta energia na superfície da amostra (UL-HAMID, 2018). Em virtude de seu menor comprimento de onda, os elétrons são capazes de fornecer detalhes mais refinados dos materiais em uma extensão muito maior em comparação com a luz óptica. Um MEV moderno pode ampliar objetos até um milhão de vezes o tamanho original e apresentando detalhes menores que 1 nm de dimensão. Dessa maneira, o MEV é um equipamento versátil que pode fornecer informações sobre a morfologia e identificação de elementos químicos de uma amostra, podendo ser aplicado em diferentes áreas, como: biologia, odontologia, farmácia, engenharia, química (DEDAVID; GOMES; MACHADO, 2007).

Nessa perspectiva, o MEV também é relatado como meio de avaliação de impressões digitais latentes (JONES; DOWNHAM; SEARS, 2009), as quais quando detectadas em locais de crime são consideradas como evidências circunstanciais em investigações forenses e para a justiça criminal. Tal importância se dá devido a singularidade no padrão da crista papilar de cada indivíduo e, portanto, são únicos e vitais para a identificação forense. Além disso, também servem para outros propósitos do dia-a-dia, tais como inspeção de segurança, controle de acesso, prova biométrica (MALIK; KALITA; IYER, 2017). Porém, essas impressões digitais dificilmente serão depositadas de forma intencional, mas sim, como decorrência do contato do indivíduo com as superfícies dos objetos, formando uma impressão digital latente que irá variar de acordo com as características do doador, as condições de deposição, o substrato de deposição, bem como as condições a que essa estará submetida até sua revelação (CADD, et al., 2015). Então para que seja possível a visualização deste vestígio, faz-se necessário que alguma substância seja capaz de reagir quimicamente ou fisicamente com os compostos presentes nas impressões digitais (MARTINIS; OLIVEIRA, 2015). No Brasil, a tecnologia dos reveladores de impressões digitais são uma ferramenta importante no combate ao crime, contribuindo em casos de alta repercussão nacional. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho é a aplicação da microscopia eletrônica de varredura como meio de avaliação de pós reveladores de impressões digitais latentes, utilizados pela polícia científica em comparação ao sintético desenvolvido no laboratório.

## 2. METODOLOGIA

A caracterização por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) foi realizada por um equipamento da marca Shimadzu, modelo SSX-550 Superscan. Para o preparo das amostras, primeiramente, os substratos de vidro com 10 mm de largura e 10 mm de comprimento foram previamente limpos para a remoção de qualquer impureza superficial e posteriormente fixados com fita de carbono no porta-amostra do microscópio. Foram preparados 6 porta-amostras: um utilizado como controle, para avaliar a impressão digital sem a presença de pó revelador na superfície; um com pó desenvolvido no laboratório; e os demais utilizando os pós reveladores padrão com coloração preta, branca, verde e dourado. Após preparadas, as amostras foram secas em estufa a 50°C para a remoção de umidade residual, metalizadas com ouro e analisadas usando a aceleração do feixe entre 5kV e 15kV. A análise do tamanho de partícula foi realizada utilizando um difratômetro a laser - isopoCILAS 1064.

Neste trabalho foram utilizadas impressões digitais naturais, seguindo a metodologia de deposição proposta por SEARS et al., 2012. Cada doador, escolhidos de forma aleatória, deve lavar as mãos com sabão neutro e após 30 min, seguindo suas atividades diárias, as impressões digitais são depositadas nas superfícies de vidro. A revelação foi feita após passado 24 horas de deposição e utilizando pinças específicas para papiloscopia e pós reveladores adquiridos em Sirchie® e Tritechforensiscs®.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A técnica de aplicação de pó para detecção de impressões digitais é a mais comumente utilizada para amostras encontradas em superfícies não porosas (vidro e alguns polímeros). Uma vez que a técnica é eficiente e tem baixos custos quando comparadas a outras técnicas. É importante ressaltar que para a revelação são necessárias somente 5 mg da quantidade de material revelador. Em particular, a técnica baseia-se na aderência do pó aos componentes umidos e oleosos, presentes nas cristas papilares, que são deixados ao entrar em contato com os objetos. Nesse sentido, a eficiência de aderência do pó com as impressões digitais depende do tamanho e forma das partículas, no qual partículas pequenas e finas, geralmente, possuem maior aderência com a amostra do que as partículas grandes e espessas (CHOI, et al., 2008).

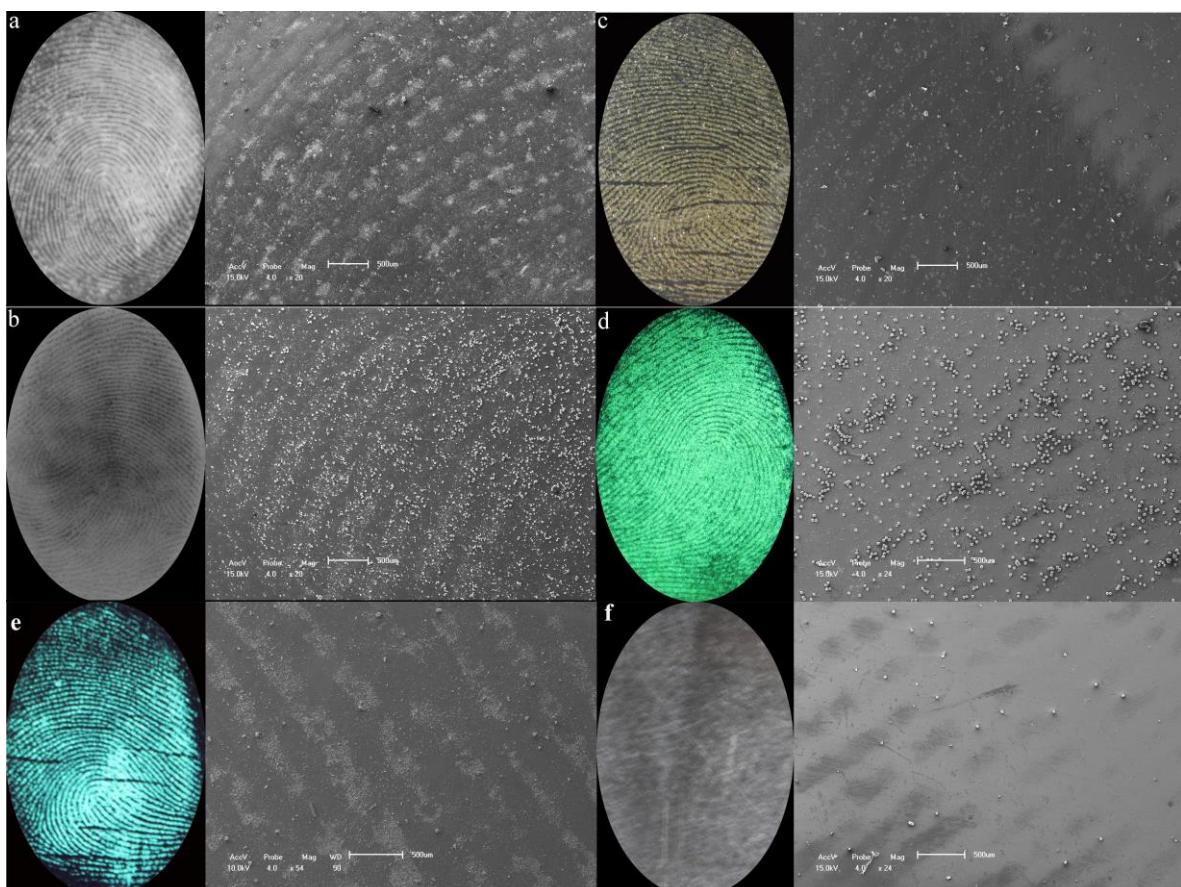
A partir dos diferentes pós reveladores comerciais utilizados pela polícia científica e o sintético desenvolvido, cada um com suas especificidades, como a coloração, branco, preto, dourado, verde, e ainda, apresentar fluorescência, foram reveladas impressões digitais de doadores aleatórios após 24 horas de deposição. Para todos os pós foram feitas a análise granulométrica a fim de avaliar o tamanho das partículas como demonstrado na **Tabela 1**. Além disso, as impressões digitais reveladas foram avaliadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV), onde na **Figura 1** está ilustrado a revelação com cada pó revelador utilizado, bem como a respectiva imagem de MEV.

**Tabela 1** – Tamanho médio de partícula dos pós reveladores de impressão digital.

Pó padrão	Tamanho médio (μm)
Branco	4,23
Preto	38,94
Dourado	116,66

Verde	26,49
Sintético	115,79

De acordo com os resultados de granulometria, é possível observar que o tamanho médio de partículas dos padrões utilizados foram de 4,23; 26,49; 38,94; 115,79 e 116,66  $\mu\text{m}$  para o pó branco, verde, preto, sintético e dourado respectivamente. O tamanho do pó branco é ligeiramente menor que os demais, da mesma forma que o tamanho do pó dourado prontamente maior que os restantes e próximo ao sintético. Isso pode estar relacionado as variadas formulações que estes produtos apresentam, bem com as diferentes morfologias.



**Figura 1** – Imagens das impressões reveladas com os pós padrão nas colorações (a) branco; (b) preto; (c) dourado; (d) verde fluorescente; (e) sintético (f) impressão digital não revelada; e as respectivas imagens de microscopia eletrônica de varredura.

As imagens de MEV apresentam as impressões digitais reveladas com os cinco pós reveladores, bem como a impressão digital não revelada a título de comparação. Nessas imagens, é possível observar que as partículas dos pós estão majoritariamente concentradas nas áreas das cristas papilares deixadas pelos doadores e em pequenas quantidades nos cumes em alguns casos, como em (b) e (d). Além disso é possível observar que os pós branco, preto e verde fluorescente apresentam morfologia em grânulos, enquanto que o dourado é apresentado na forma de folhas, e o sintético com morfologia de cristais. Isso pode estar relacionado ao tamanho de partícula, uma vez que o formato em folha e o de cristais são representado por uma área maior. Outrossim, o MEV também pode ser utilizado na identificação das impressões digitais, visto que, geralmente, a visualização das impressões digitais pode ser avaliada em três níveis. No nível

1, a classificação geral é exibida, incluindo a presença de delta e o núcleo. O nível 2 pode exibir minúcias comumente encontradas, como bifurcação, final de linha, ilhota, entre outras. O Nível 3 fornece dados quantitativos para o reconhecimento preciso de impressões digitais e inclui desvios do caminho da crista, poros suados e contornos das bordas. Sendo algumas dessas características, muitas vezes, podendo ser observadas apenas por MEV (ZHANG, D. et al., 2011).

#### 4. CONCLUSÕES

Em suma, avaliando a microscopia eletrônica de varredura (MEV) e a análise granulométrica dos quatro pós reveladores de impressões digitais verificados juntamente do sintético desenvolvido no laboratório, é possível afirmar que o MEV fornece informações valiosas para investigação quanto a morfologia dos pós reveladores e como eles se apresentam aderidos nas impressões digitais. Tais estudos podem ser utilizados no desenvolvimento de novos reveladores de impressões digitais, contribuindo para as pesquisas na área de materiais forenses.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CADD, S.; ISLAM, M.; MANSON, P.; BLEAY, S. Fingerprint composition and aging: A literature review. **Science & Justice**, v. 55, n. 4, p. 219–238, jul. 2015.
- CHOI, M. J.; MCDONAGH, A. M.; MAYNARD, P.; ROUX, C. Metal-containing nanoparticles and nano-structured particles in fingermark detection. **Forensic Science International**, v. 179, p. 87–97, 2008.
- DEDAVID, B. A.; GOMES, I. C.; MACHADO, G. **Microscopia Eletrônica de Varredura: Aplicações e preparação de amostras**. EDIPUCRS, Pg. 9-13, 2007.
- JONES, B. J.; DOWNHAM, R.; SEARS, V. G. Effect of substrate surface topography on forensic development of latent fingerprints with iron oxide powder suspension. **Surface and Interface Analysis**, v. 42, n. 5, p. 438–4742, 2010.
- MALIK, A. H.; KALITA, A.; IYER, P. K. Development of Well-Preserved, Substrate-Versatile Latent Fingerprints by Aggregation-Induced Enhanced Emission-Active Conjugated Polyelectrolyte. **ACS Applied Materials and Interfaces**, v. 9, n. 42, p. 37501–37508, 2017.
- MARTINIS, B.S.; OLIVEIRA, M.F. **Química Forense Experimental**. CENGAGE Learning, Pg. 39-49, 2015.
- SEARS, V. G.; BLEAY, S. M.; BANDEY, H. L.; BOWMAN, V. J. A methodology for finger mark research. **Science and Justice**, v. 52, n. 3, p. 145–160, 2012.
- UL-HAMID, A. **A Beginners' Guide to Scanning Electron Microscopy**. SPRINGER, Pg. 1-11, 2018.
- ZHANG, D; LIU, Feng; ZHAO, Q.; LU, G.; LUO, N. Selecting a reference high resolution for fingerprint recognition using minutiae and pores. **IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement**, v. 60, n. 3, p. 863–871, 2011.