



CHALCONAS DOPADAS COM SiO₂ E ZnO: COMPÓSITOS REVELADORES DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES

BRUNO NUNES DA ROSA¹; GUILHERME KURZ MARON²; NATHALIA PEREIRA KOLTZ DE LIMA²; JOSÉ MARIO BARICHELLO²; NEFTALÍ LENIN VILARREAL CARREÑO²; CLAUDIO MARTIN PEREIRA DE PEREIRA³

¹*Universidade Federal de Pelotas – brunondrosa@gmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – g_maron@hotmail.com; nathalialima2102@gmail.com
josemariobarichello@gmail.com; nlv.carreno@gmail.com*

³*Universidade Federal de Pelotas – claudiochemistry@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia forense é uma ferramenta desenvolvida para o avanço na pesquisa, avaliação e identificação de evidências nas cenas de crime que fornecem conexão direta com criminosos. Nesse sentido, as impressões digitais são estabelecidas como principal método para identificação humana em ciências forenses (PRABAKARAN; PILLAY, 2021). Isso ocorre devido a singularidade e a imutabilidade de cada impressão digital presentes em cada indivíduo. O processo de identificação envolve a correspondência das cristas papilares de um sujeito, com as localizadas em um local de crime. Porém, essas impressões digitais, quando encontradas na forma latente, ou seja, não visíveis a olho nu, faz-se necessário que seja utilizada uma metodologia de identificação (JACKSON et al., 2017). Dentre as técnicas encontradas, a mais comumente utilizada é a do empoamento, onde partículas finas de um pó são aplicadas por pincéis de papiloscopia, de modo que, as impressões digitais, até então latentes, se tornem visíveis para posterior avaliação.

Ao longo dos anos, a tecnologia na revelação e avaliação de impressões digitais latentes vêm se aprimorando (HUYNH; HALÁMEK, 2016). A partir disso, cada vez mais são estudados materiais e compostos que tenham essa aplicabilidade. Como por exemplo, a utilização de compósitos, que são materiais compostos por duas ou mais fases de diferentes propriedades químicas e físicas (DING et al. 2021). Em vista disso, as chalconas são compostos α, β -insaturados que podem ser obtidos por condensação aldólica de Claisen-Schmidt (BALSAN et al., 2020). Dependendo dos reagentes utilizados, é possível que as chalconas sejam compostos fluorescentes devido a emissão de fôtons, propriedade essa que é de grande importância na identificação de impressões digitais por proporcionar melhor contraste e em diferentes superfícies (ROSA et al., 2021). Além disso, óxidos metálicos apresentam diferentes aplicações em nanosensores, remediação ambiental, materiais eletrônicos, agentes fluorescentes, corantes e como pó para revelação de impressões digitais. O óxido de zinco (ZnO) é utilizado como revelador devido às suas propriedades adesivas e interação com lipídios e proteínas. Enquanto o dióxido de silício (SiO₂) também tem grande atração devido suas aplicações na farmácia, biomoléculas, catálise, bem como pigmentação (ARSHAD et al., 2015).

Nessa perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo a síntese de compósitos de chalconas dopadas com ZnO e SiO₂ com aplicação para revelação de impressões digitais latentes.



2. METODOLOGIA

Para síntese das chalconas (BALSAN et al., 2019), em um balão foi diluído 4-dimetilaminobenzaldeído em etanol, catalisado por NaOH. Foi adicionado a essa mistura o acetiltiofeno e 30% de SiO₂. O frasco foi inserido em micro-ondas modelo *Discover System* (CEM), com potência 100 W, 250 psi a 50 °C por 15 minutos. O sólido obtido foi filtrado e lavado com etanol.

Para síntese do ZnO foi solubilizado 0,3 mol de acetato de zinco em 10 ml de água destilada e 0,15 mol de KOH em 40 ml de água. As duas soluções foram misturadas e a reação ocorreu em micro-ondas a 150 °C durante 15 minutos.

A chalcona contendo SiO₂ foi adicionada juntamente do ZnO na proporção 1:1 em um moinho dispersor, essa moagem permaneceu por 3 horas em temperatura ambiente. Após esse período, a solução foi centrifugada à 3000 RPM e o sólido separado foi seco em estufa à 50 °C.

Foram utilizadas impressões digitais na forma natural, ou seja, as mãos de doadores aleatórios foram lavadas previamente com sabão neutro e 30 min após de seguir suas atividades diárias, foram depositadas. Também foi avaliado o conteúdo sebáceo, quando as pontas dos dedos são friccionadas em áreas oleosas do rosto como testa e nariz antes de realizar a deposição. As deposições foram feitas em superfícies de vidro e plástico (SEARS, et al., 2012). Após 24 horas, foi feita a revelação utilizando pinças específicas para papiloscopia aplicando o compósito de chalcona/ZnO/SiO₂. A fluorescência dos compostos aplicados nas impressões digitais foi observada com luz ultravioleta e filtro de cor amarelo. Após isto, foram fotografadas.

A caracterização do material preparado se deu por meio de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM), difração de raios – X (DRX), espectroscopia de fluorescência.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a metodologia utilizada foi sintetizado um compósito de chalcona/SiO₂/ZnO via micro-ondas e moagem dispersora. Os resultados de caracterização do material por CG-EM, DRX e fluorescência podem ser observados na **Figura 1**. O espectro de massas em **(A)** apresenta o íon m/z 257, referente ao peso molecular da chalcona, bem como, seus fragmentos m/z 240, 213, 121 e 77 confirmando a formação do produto. Além disso, o espectro de fluorescência em **(B)** demonstra alta emissão máxima no comprimento de onda de 566 nm.

A análise de difração de raios – X do compósito de chalcona/SiO₂/ZnO pode ser vista em **(C)**. Para fins de comparação, as mesmas análises foram realizadas para as amostras de SiO₂ e a chalcona pura. Picos referentes a fase zincita da estrutura hexagonal de ZnO foram observados, de acordo com a ficha cristalográfica JCPDS nº 36 – 1451. O difratograma apresenta os principais picos característicos em 31° correspondente ao plano (1,0,0), 33° relacionado ao plano (0,0,2) e em 35° referente ao plano (1,0,1). Além disso, picos intensos podem ser observados em 47°, 56° e 62°, que são relacionados aos planos (0,0,2), (1,1,0) e (1,0,3), respectivamente. Estes resultados confirmam que o processo de síntese hidrotermal assistida por micro-ondas proposto é uma técnica efetiva para síntese de ZnO. Além disso, a presença de uma banda amorfa entre 15° e 30° confirma a presença de SiO₂ amorfado nas amostras. Com base nesses resultados, pode-se confirmar que o procedimento utilizado para formação do compósito chalcona/SiO₂/ZnO se mostrou eficiente.

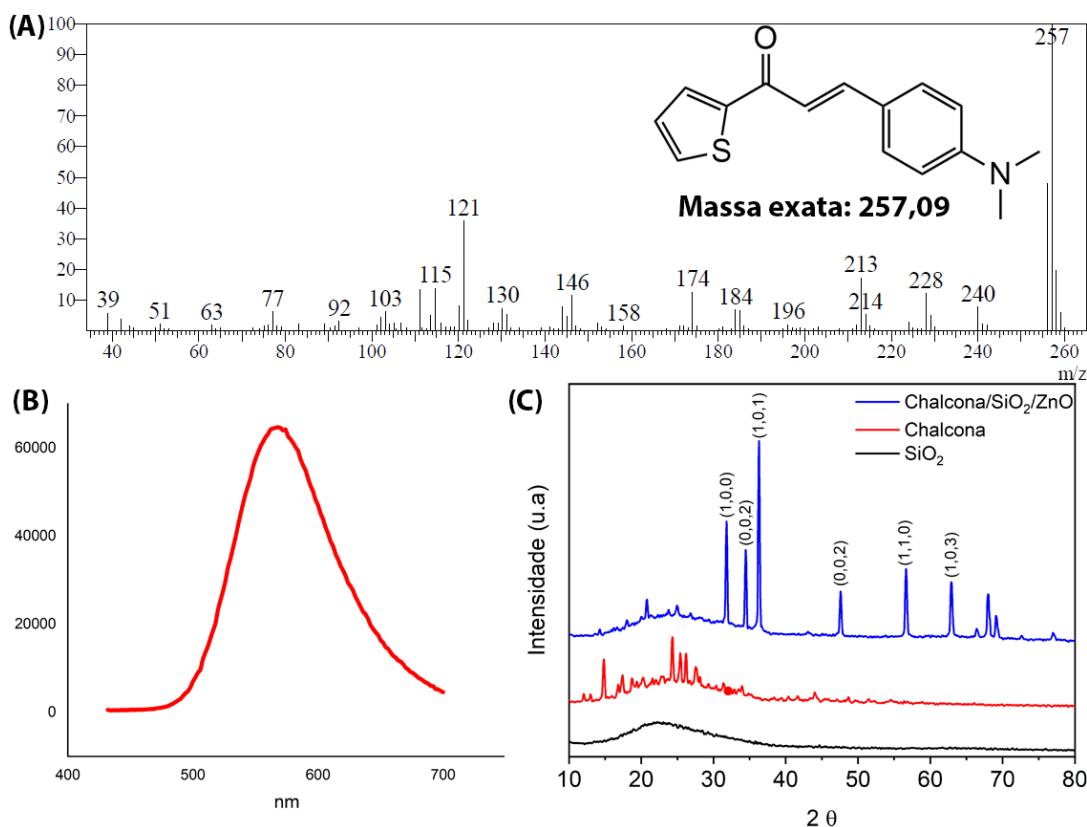


Figura 1 – Espectro de **(A)** massas; **(B)** emissão de fluorescência e difratograma **(C)** de raios - X do compósito chalcona/SiO₂/ZnO.

A partir dos ensaios utilizando o material preparado como revelador de impressões digitais apresentados na **Figura 2**, é possível observar com clareza os desenhos das papilas dérmicas dos doadores nas superfícies de vidro e plástico após 24 horas de deposição. O pó desenvolvido aderiu preferencialmente ao resíduo das impressões digitais, promovendo alta qualidade de imagem em ambos os conteúdos avaliados. Além disso, devido a alta emissão de fluorescência apresentada pelo compósito, o material pode ser utilizado na visualização de marcas latentes de digitais deixadas em diferentes superfícies, apresentando contraste com diferentes colorações.

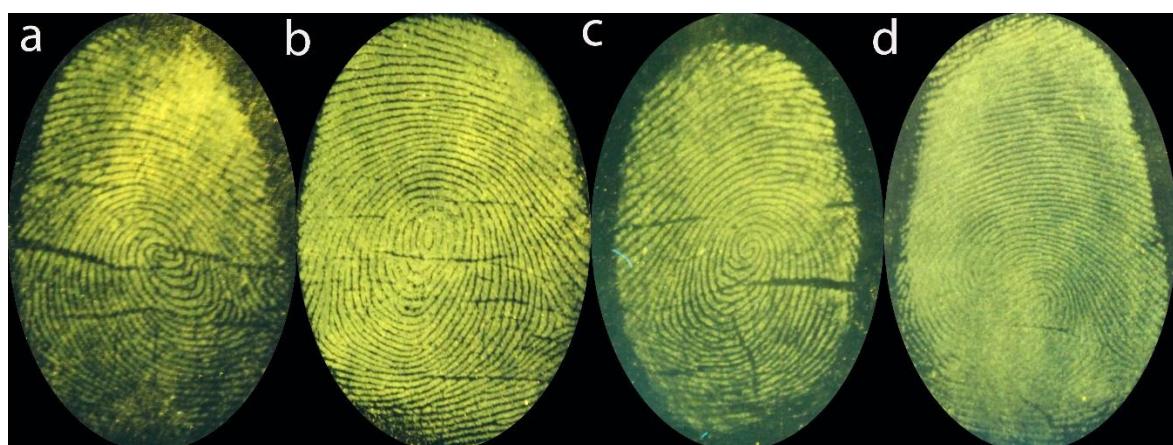


Figura 2 – Impressões digitais naturais e sebáceas respectivamente reveladas com compósito de chalcona/SiO₂/ZnO nas superfícies de **(a)** **(b)** plástico e **(c)** **(d)** vidro.



Cabe salientar que, a presença de SiO_2 e ZnO contribui para melhor interação com as marcas das impressões digitais. Aliado a coloração e a fluorescência da molécula, o compósito é um produto promissor para revelação de impressões digitais.

4. CONCLUSÕES

Por meio dos resultados apresentados pode-se observar que a metodologia de síntese do compósito de chalcona/ SiO_2/ZnO foi eficiente com aplicabilidade promissora para as ciências forenses. Em suma, a combinação das propriedades dos materiais utilizados no trabalho compõe uma formulação de um produto revelador de impressões digitais latentes eficiente tanto para o conteúdo natural como sebáceo. A partir disso, estão em desenvolvimento, estudos para que o produto seja produzido em larga escala. Além disso, o material preparado é uma inovação na área de materiais forenses e futuramente pode ser empregado pelos órgãos de segurança pública.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARSHAD, A., FARRUKH, M.A., ALI, S., KHALEEQ-UR-RAHMAN, M., TAHIR, M.A. Development of Latent Fingermarks on Various Surfaces Using ZnO-SiO_2 **Nanopowder**, *J. Forensic Sci.* 60, 1182–1187, 2015.
- BALSAN, J. D.; ROSA, B. N.; PEREIRA, C. M. P.; SANTOS, C. M. M. Desenvolvimento de metodologia de revelação de impressão digital latente com chalconas. *Química Nova*, v. 42, n. 8, p. 845-850, 2019.
- BALSAN, J.D.; PACHECO, B.S.; ROSA, B.N.; MARIOTTI, K.C.; SILVA, C.C.; PEREIRA, C.M.P.; SANTOS, C.M.M.; PASSOS, L.F.; COLLARES, T.V.; SEIXAS, F.K.; SEGATTO, N.V. Aplicação de 1,3-diarilpropen-1,2-ona e 1,5-diarilpenta-2,4-dien-1-ona como reveladores de impressões digitais latentes. Patente depositada, **BR1020190023813**, Brasil, 2019.
- DING, L., PENG, D., WANG, R. LI, Q. A user-secure and highly selective enhancement of latent fingerprints by magnetic composite powder based on carbon dot fluorescence, *J. Alloys Compd.* 856, 2021.
- HUYNH, C., HALÁMEK, J. Trends in Fingerprint Analysis, *Trends Anal. Chem.* 82, 328-336, 2016.
- JACKSON, A., JACKSON J.M., MOUNTAIN, H., BREARLEY, D. **Forensic science 4th ed.** Reino Unido. Pearson Education Limited, 2017.
- PRABAKARAN, E., PILLAY, K. Nanomaterials for latent fingerprint detection: A review, *J. Mater. Res. Technol.* 12, 1856–1885, 2021.
- ROSA, B.N., MARIOTTI K.C., PACHECO, B.S., SILVA, C.C., CARREÑO, N.L.V., NICOLODI, C., POLETTI, T., SILVA, A.C.A., SILVA, A.F., GONGO, J.L., VAUCHER, R.A., OLIVEIRA, T.F., PEREIRA, C.M.P. Fluorescent phenylthiazoles: Application as latent fingermark and their cytotoxicity against NOK-SI cell line, *Chem. Data Collect.* 33, 2021.
- 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.