

## SÍNTESE EM LARGA ESCALA: ANÁLOGO DE CURCUMINA COMO REVELADOR DE IMPRESSÕES DIGITAIS

SAMUEL ALVES PEREIRA<sup>1</sup>; TAÍS POLETTI<sup>2</sup>, JÚLIA JACQUES BITENCOURT<sup>2</sup>,  
CLAUDIO MARTIN PEREIRA DE PEREIRA<sup>2</sup>, CAROLINE IEQUE SILVEIRA<sup>2</sup>,  
BRUNO NUNES DA ROSA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – samuel\_alvespereira@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – lahbbioufpel@gmail.com

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

### 1. INTRODUÇÃO

A impressão digital é representada por um desenho papilar que é formado por um conjunto de cristas epidérmicas e sulcos intercapilares presentes nos dedos. Elas possuem características fundamentais que as tornam importantes para a identificação humana, tais como, a perenidade, variabilidade, classificabilidade e imutabilidade (FIGINI, 2012). Nesse sentido, as impressões digitais são amplamente utilizadas como vestígio na segurança pública para a elucidação de crimes, conforme estabelecido na lei 13.964/2019 (BRASIL, 2019). As marcas de dedos que são invisíveis a olho nu são denominadas latentes, onde necessitam de um agente revelador para que possam ser visualizadas, o método mais comum e mais utilizado é a técnica do pó (FIGINI, 2012; PACHECO, 2021). Contudo, os pós reveladores convencionais podem apresentar problemas relacionados à toxicidade e custos elevados (AZMAN, 2019).

Nesse sentido, a curcumina que é a substância majoritária presente no rizoma da cúrcuma (*Curcuma Longa Linn*), pode ser sintetizada com o mesmo modelo estrutural e com diferentes substituintes em seus anéis aromáticos (PACHECO, 2021). Alguns autores demonstram o uso de análogos de curcumina como agentes reveladores eficazes de impressões digitais, considerando os princípios da química verde (TUNDO, 2000), a baixa toxicidade e menor custo quando comparados com pós convencionais (PACHECO, 2021).

A Revemark Brasil LTDA foi fundada com o propósito de solucionar os desafios relacionados a materiais reveladores e outros produtos forenses. Nesse contexto, a fase de transição para a escalabilidade do produto é de extrema importância. Durante esta etapa, são implementadas otimizações nos processos de síntese. Isso não se restringe apenas ao crescimento em números, mas também envolve a construção de uma rede de contatos que facilite o desenvolvimento e acelere o crescimento da startup. Esse estágio visa atrair os clientes e dessa forma gerar receita consistente (GERALDI, 2014).

O objetivo deste trabalho, realizado pela startup Revemark, especializada no desenvolvimento de produtos forenses, é estudar a viabilidade da escalabilidade do análogo de curcumina monocarbonílica, para que possa concorrer de maneira eficaz com os pós comerciais utilizados como reveladores de impressão digital. A meta é obter um preço competitivo no mercado e explorar a possibilidade de escalabilidade do produto, realizando uma pesquisa sobre a síntese de larga escala deste análogo, visando a maximização da eficiência produtiva.

## 2. METODOLOGIA

A síntese do análogo monocarbonílico da curcumina (2,6-Dibenzilidenociclohexanona; Figura 1) foi obtido seguindo a metodologia adaptada de PACHECO et al. (2021). Nesse processo, foram utilizados 1 mol de ciclohexanona e 2 mol de benzaldeído em agitação magnética constante, logo após foi adicionado uma solução aquosa de hidróxido de sódio, onde foi mantido sob agitação durante um período de 4h. Após o tempo reacional, o produto foi neutralizado com ácido sulfúrico. Em seguida, para a remoção do sal formado durante o processo de neutralização o precipitado foi lavado com água abundante, filtrado a vácuo e seco em temperatura ambiente por 96h, após a secagem o material foi macerado, pesado e caracterizado por um cromatógrafo a gás acoplado há um espectrômetro de massas (CG-EM).

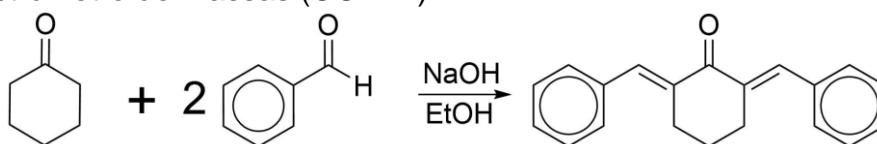


Figura 1: Esquema de síntese do análogo monocarbonílico

O desenvolvimento das impressões digitais foram seguindo o procedimento de POLETTI et al. (2021). Inicialmente, foram depositadas as impressões digitais de um voluntário sobre as superfícies de plástico, metal e vidro. Para simular as impressões digitais latentes naturais, o doador lavou as mãos com água e detergente neutro e aguardou 30 minutos antes da deposição nos substratos. Logo, para a aplicação das impressões digitais latentes sebáceas o doador friccionou os dedos sobre áreas de acúmulo de oleosidade da face e depositou sobre as superfícies. Para ambas impressões digitais, as revelações ocorreram após 24 horas utilizando o pó do análogo de curcumina com o auxílio de um pincel 132 LBW (Sirchie, Youngsville, EUA). Em seguida, as impressões digitais reveladas foram fotografadas com uma câmera Canon semiprofissional (Canon EOS Rebel T6 18MP).

Para simular um cálculo do custo de produção de 1 mol do análogo de curcumina, foram realizadas cotações dos reagentes junto ao fornecedor G GOTUZZO E CIA LTDA. Vale ressaltar que, nesse cálculo, não foram considerados os gastos relacionados à energia, ao espaço físico e ao salário do técnico.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise feita por CG-EM resultou no cromatograma que pode ser visualizado na Figura 2 e no espectro de massas na Figura 3. Foi possível confirmar a pureza do produto devido a presença de somente um pico em seu cromatograma. A molécula apresentou o íon molecular de 274 m/z, o que foi condizente com a massa molecular exata da curcumina em questão.

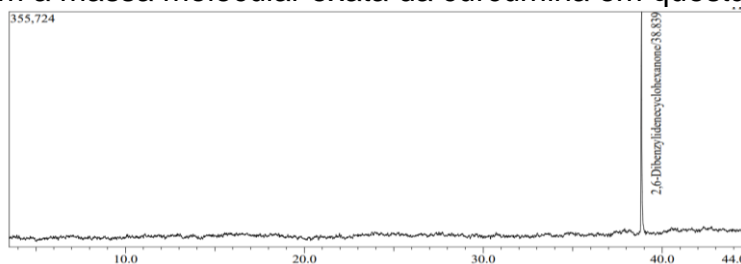
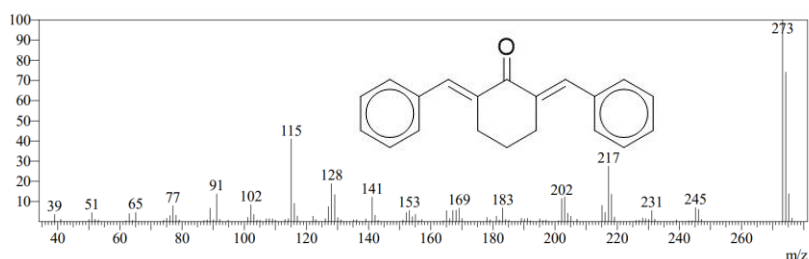


Figura 2. Cromatograma do análogo de curcumina

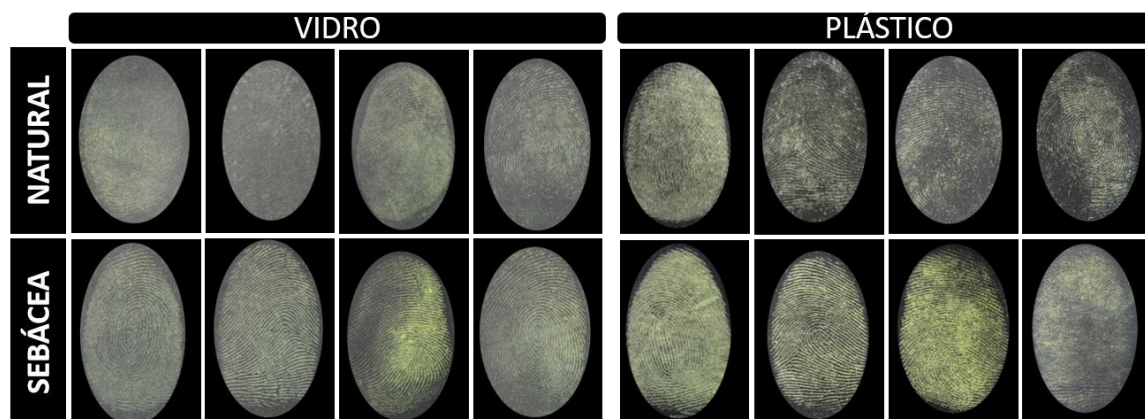


**Figura 3.** Espectro de massas do análogo de curcumina

O rendimento nesta síntese foi satisfatório, com 235,64 g (86%). O análogo de curcumina apresenta boas características que favorecem sua escalabilidade. Mesmo com um bom rendimento, ainda há margem para otimização adicional. Além disso, é fundamental destacar que o volume deste material revelador tem potencial para aumentar em até 500% com a inclusão de excipientes adicionais.

Assim, o custo simulado para a produção de 235,64 g do análogo de curcumina foi em média de R\$75,12 (o valor pode sofrer variações, de acordo com a quantidade adquirida, mês, marca e pureza), apresentando uma redução no valor de aproximadamente 88,69% quando comparado com pós reveladores semelhantes utilizados pelos órgãos de perícia (PÁRA, 2022).

Por fim, foi realizada uma avaliação das impressões digitais latentes naturais e sebáceas utilizando o análogo de curcumina. As impressões digitais reveladas (**Figura 4**) apresentaram um resultado satisfatório, sendo possível observar entre 1/3 e 2/3 dos detalhes das cristas, sendo uma marca digital identificável (SEARS, 2012).



**Figura 4.** Impressões digitais latentes (naturais e sebáceas) reveladas com pó de curcumina nas superfícies de vidro e plástico.

Deste modo, pode-se afirmar que o pó revelador interagiu, através do fenômeno de adsorção, com os constituintes naturais e sebáceos das impressões digitais. Logo, o análogo de curcumina provou ser um pó revelador de impressões digitais promissor e de baixo custo. No entanto, esse produto pode ser melhorado e testado para avaliar sua interação, tanto em outras superfícies, como em um maior número de doadores. Além disso, também pode ser adicionado excipientes para alterar o volume, contraste, cor, aderência e custo.

#### 4. CONCLUSÕES

Conclui-se que o pó de análogo de curcumina é promissor na área da Papiloscopia por apresentar uma síntese com baixo impacto ambiental, baixo custo e baixa toxicidade. Deve-se destacar a inovação na síntese em larga escala do análogo de curcumina, tendo em vista as perspectivas de diminuir o custo e, conseqüentemente, aumentar a margem de lucro do pó revelador de impressões digitais.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZMAN, A. R.; MAHAT, N. A.; WAHAB, R. A.; AHMAD, W. A.; AFIQ, M.; HURI, M.; HAMZAH, H. H. Relevant visualization technologies for latent fingerprints on wet objects and its challenges: a review. **Egyptian Journal of Forensic Sciences**, Malásia, p.2-13, 2019.

FIGINI, A. R. DA L. **Datiloscopia e Revelação de Impressões Digitais**. 1. ed, 2012.

GERALDI, V.; STETTINER, C.F.; ROQUE FILHO, M.P.; MOIA, R.P. ANÁLISE DA ESCALABILIDADE EM NOVOS NEGÓCIOS. **FATEC Sebrae**, Brasil, v.1, n.1, p.129-148, 2014.

BRASIL. Lei Nº 13.964, de 24 de dezembro de 2019. Aperfeiçoa a legislação penal e processual penal. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2019.

PACHECO, B. S.; SILVA, C. C.; ROSA, B. N.; MARIOTTI, K. C.; NICOLODI, C.; POLETTI, T.; SEGATTO, N. V.; COLLARES, T.; SEIXAS, F. K.; PANIZ, O.; CARREÑO, N. L. V.; PEREIRA, C. M. P. Monofunctional curcumin analogues: evaluation of green and safe developers of latent fingerprints. **Chemical Papers**, Brasil, v.75, p.3119-3129, 2021.

POLETTI, T; BERNEIRA, L.M.; PASSOU, L.F.; ROSA, B.N.; PEREIRA, C. M. P.; MARIOTTI; K.C. Preliminary efficiency evaluation of development methods applied to aged sebaceous latent fingermarks. **Science and justice**, v. 61, n. 4, p. 378–383, 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.

TUNDO, P.; ANASTAS, P.; BLACK, D.S.; BREEN, J.; COLLINS, T.J.; MEMOLI, S.; MIYAMOTO, J.; POLYAKOFF, M.; TUMAS, W. Synthetic pathways and processes in green chemistry. Introductory overview. **Pure Appl. Chem**, v. 72, n. 7, p. 1207-1228,2000.

PÁRA (PA). Edital de licitação nº 001/2022. Pregão Online nº 05/2022. [registro de preços para eventual aquisição de insumos para perícia papiloscópica]. Pára: Diário oficial do Estado do Pára, 9 setembro 2021.