

## INCORPORAÇÃO DE COBRE EM CURCUMINA NATURAL: UM MATERIAL HÍBRIDO COM POTENCIAL NA QUÍMICA FORENSE

DANIELLE TAPIA BUENO<sup>1</sup>; TAÍS POLETTI<sup>2</sup>; AMANDA FONSECA LEITZKE<sup>2</sup>;  
SAMUEL ALVES PEREIRA<sup>2</sup>; KRISTIANE DE CÁSSIA MARIOTTI<sup>3</sup>; CLAUDIO  
MARTIN PEREIRA DE PEREIRA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [danibueno693@gmail.com](mailto:danibueno693@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas - [taispoletti@hotmail.com](mailto:taispoletti@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [amandafonsecaleitzke@gmail.com](mailto:amandafonsecaleitzke@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas - [samuelalvespereira1@gmail.com](mailto:samuelalvespereira1@gmail.com)

<sup>3</sup>Polícia Federal de Porto Alegre - [krismariotti@gmail.com](mailto:krismariotti@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [claudiochemistry@gmail.com](mailto:claudiochemistry@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

Os corantes de curcumina têm chamado atenção pois apresentam sensibilidade ao meio ambiente. Porém a molécula de curcumina sozinha apresenta baixa foto atividade. De modo a melhorar essa característica, podem ser feitas alterações em sua estrutura (DE FRANÇA et al., 2022).

Diante disto, uma forma de melhorar essa limitação é a utilização de metais para complexação. Na atualidade os complexos de íons metálicos com curcumina vêm apresentando melhoria nas propriedades antimicrobianas e fotofísicas, assim como nos efeitos antitumorais e anticancerígenos. Logo a complexação da curcumina com diferentes íons metálicos como o  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  ou  $\text{Fe}^{3+}$  alteram a cor desses compostos e apresentam melhoria nessas propriedades e na fotodegradação (DE FRANÇA et al., 2022; LI et al., 2021).

A carragenana é um polissacarídeo sulfatado de alto peso molecular, obtida a partir da extração de algas vermelhas como por exemplo à Macroalga *Gigartina Skottsbergii* (LEE et al., 2021). Ademais vale destacar que a carragenana é conhecida por não ser tóxica, comestível, biodegradável, biocompatível e biologicamente segura. Devido as suas diferentes características, é usada em diversas aplicações biomédicas e tratamentos terapêuticos (TAN; NG; LOO, 2021).

A Papioscopia é a ciência que estuda a identificação humana através das impressões digitais, estas podem fornecer evidências valiosas nas cenas de crimes, pois são únicas e variam entre os dedos e de pessoa para pessoa (BARROS; STEFANI, 2021; LI et al., 2022). Normalmente as impressões digitais são latentes, ou seja, invisíveis a olho nu, sendo assim são necessários métodos específicos para a visualização destas (LI et al., 2022).

Um composto ideal para realizar a revelação das marcas de digitais deve apresentar alto contraste e boas propriedades de aderência. Existem diferentes tipos de métodos para a revelação de digitais latentes e um dos mais utilizados é o método físico onde ocorre a pulverização ou deposição de pós na superfície (BARROS; STEFANI, 2021).

Em relação a curcumina é bem comprovada a sua atividade antimicrobiana para diferentes microrganismos (QUERIDO et al., 2021). Neste contexto os corantes a base de curcumina poderão ser aplicados em diversas frentes como na área biológica atuando contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas (PRASAD et al., 2021). Como corantes para tintas anti-incrustantes de cascos de navio, já que revestir esse tipo de superfície com compostos que tenham atividade antimicrobiana faz com que não ocorra a aglomeração de macromoléculas e microrganismos na mesma (BARUA et al., 2014; IELO et al., 2022). E como aditivos para tintas em

ambientes hospitalares e de laboratórios farmacêuticos que exigem autocontrole microbiológico (QUERIDO et al., 2021).

Deste modo, nesse estudo é proposto uma via alternativa para obtenção de novos materiais híbridos corantes, que possuam um alto potencial para exploração como corantes em diversas frentes.

## 2. METODOLOGIA

Para a síntese do material híbrido corante (Cu-Cur/Carrag) foi utilizada a metodologia adaptada de (LI et al., 2021). Onde foi adicionado 0,5 g de curcumina dissolvida em 2 mL de etanol absoluto e 4 mL de água destilada. Em seguida foi adicionado 0,1359 g de acetato de cobre mono hidratado. Logo após, foi adicionado 1 g de carragenana à mistura, a qual reagiu por 30 min a temperatura ambiente. Após o tempo reacional foi adicionado 100 mL de água e 100 mL de etanol absoluto para remoção do excesso de curcumina e íons metálicos. Por fim o material foi centrifugado à 4.000 rpm por 10 min para obtenção da separação das fases sólido-líquido e com o sólido foi feita uma secagem em estufa a 60°C por 2 h.

Para avaliar a eficiência do material híbrido corante como revelador de impressões digitais, foram utilizadas superfícies distintas (vidro e plástico), um doador e deposições distintas (naturais e sebáceas).

O método que será seguido é o de Pacheco e colaboradores (2021), onde um voluntário escolhido ao acaso, pressionará as pontas dos dedos nas superfícies determinadas. Para a deposição natural da impressão digital, o voluntário irá lavar as mãos com água e sabão neutro e continuará realizando suas atividades habituais por um período de 30 min. Para uma deposição sebácea, o doador friccionará o polegar em áreas oleosas do rosto, como testa e nariz. Após a deposição, as impressões digitais ficarão mantidas por 24 h à temperatura ambiente. A revelação da marca digital latente será realizada pelo método de pó usando um pincel específico (123LBW Sirchie®). Após a revelação, as fotografias serão tiradas com uma câmera semiprofissional Canon modelo EOS Rebel T6 (PACHECO et al., 2021).

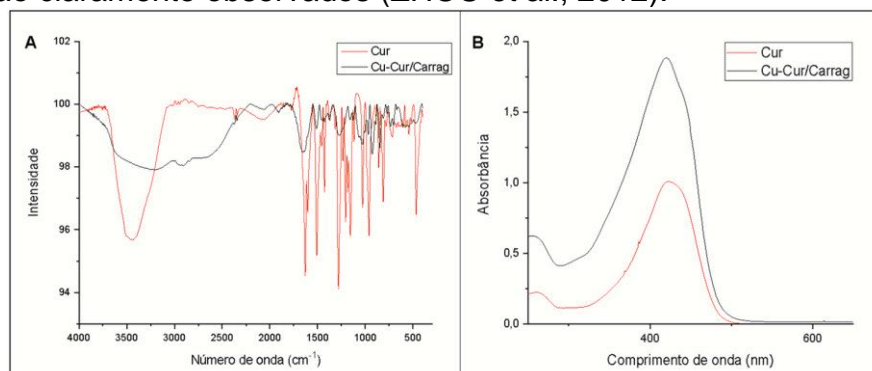
## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O material foi obtido com sucesso apresentando coloração marrom, utilizando uma síntese rápida e eficiente com dois compostos naturais. Para caracterização deste material foi utilizada espectroscopia de infravermelho com transformada de fourier (FTIR) e espectroscopia no ultravioleta visível (UV-Vis).

No espectro de FTIR (**Figura 1A**) pode-se observar os principais bandas referente a estrutura da curcumina como por exemplo em 3461  $\text{cm}^{-1}$  o alongamento fenólico (O-H), em 1629  $\text{cm}^{-1}$  o alongamento da fração aromática (C=C) e vibrações de alongamento (C=C) em 1509  $\text{cm}^{-1}$ . Em 1599  $\text{cm}^{-1}$  observa-se as vibrações do alongamento (C=O) (CHEN et al., 2015). Já no espectro de FTIR do material híbrido corante (Cu-Cur/Carrag) as frequências das vibrações observadas foram deslocadas para valores mais baixos em comparação com as vibrações correspondentes da curcumina, indicando assim mudanças no estado vibracional da curcumina após a ligação ao íon de Cobre (HALEVAS et al., 2019, 2020).

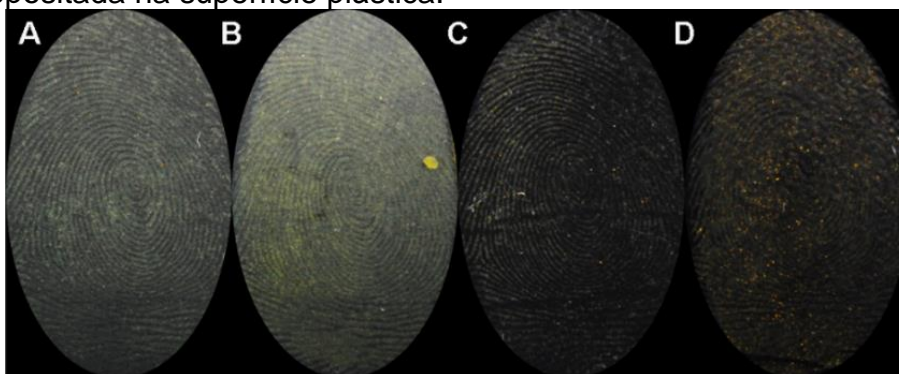
Os espectros de UV-Vis (**Figura 1B**) da curcumina e do material híbrido foram realizados utilizando solvente metanol. No espectro da curcumina pode-se observar uma ampla absorção na faixa de 300-500 nm, apresentando absorção máxima no comprimento de onda de 425 nm e ombro perto de 350-400 nm. Ainda uma absorção fraca pode ser observada em 262 nm (SUBHAN et al., 2013). Em comparação

ao espectro de absorção do material híbrido, é possível observar que este exibiu características semelhantes ao espectro da curcumina. Porém apresentou uma absorbância relativamente mais forte do que da curcumina pura. Os picos em 419 e 255 nm são claramente observados (ZHOU et al., 2012).



**Figura 1.** (A) Espectro de FTIR, (B) espectro de UV-Vis da curcumina e do material híbrido corante de cobre.

A avaliação da revelação das impressões digitais latentes (IDL) utilizando o material híbrido corante sintetizado (**Figura 2**). Pode-se observar que o composto revelou de forma mais eficiente as IDL naturais, tanto em superfície de vidro como na plástica, uma vez que nestas é possível identificar as cristas papilares e suas minúcias de forma mais clara. Entre as revelações sebáceas a depositada no vidro apresentou uma melhor qualidade para identificar as cristas papilares comparado com a depositada na superfície plástica.



**Figura 2.** Impressões digitais latentes reveladas com (Cu-Cur/Carrag). Superfície de vidro IDL natural (A), superfície de vidro IDL sebácea (B), superfície de plástico IDL natural (C) e superfície de plástico IDL sebácea (D).

#### 4. CONCLUSÕES

Contudo, pode-se concluir que a síntese foi eficiente obtendo o material híbrido corante e este apresenta potencial para ser utilizado como um novo revelador de IDL. Análises complementares devem ser realizadas como difração de raios X (DRX), espectrofluorometria e microscopia eletrônica de varredura (MEV) afim de comprovar as interações que o pó tem com a superfície. Para análise papiloscópica deverão ser realizadas mais revelações, utilizando mais doadores e até mesmo superfícies. Com objetivo de melhorar o contraste, deverão ser realizadas formulações para que a cor do pó fique depositada na digital de forma mais intensa, logo melhorando o contraste na revelação das IDL. Por fim é possível testar outros redutores mais baratos além da carragenana, a produção em larga escala bem como outros metais para gerar novas cores dos corantes.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, H. L.; STEFANI, V. Synthesis and photophysical behavior of fluorescent benzazole dyes and fluorescent microparticles: Their use as fingerprint developer. **Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry**, v. 420, n. January 2019, 2021.
- BARUA, S. et al. Biocompatible hyperbranched epoxy/silver-reduced graphene oxide-curcumin nanocomposite as an advanced antimicrobial material. **RSC Advances**, v. 4, n. 88, p. 47797–47805, 2014.
- CHEN, X. et al. The stability, sustained release and cellular antioxidant activity of curcumin nanoliposomes. **Molecules**, v. 20, n. 8, p. 14293–14311, 2015.
- DE FRANÇA, B. M. et al. Synthesis and photophysical properties of metal complexes of curcumin dyes: Solvatochromism, acidochromism, and photoactivity. **Dyes and Pigments**, v. 198, n. December 2021, 2022.
- HALEVAS, E. et al. In-depth synthetic, physicochemical and in vitro biological investigation of a new ternary V(IV) antioxidant material based on curcumin. **Journal of Inorganic Biochemistry**, v. 191, n. Iv, p. 94–111, 2019.
- HALEVAS, E. et al. Synthesis, physicochemical characterization and biological properties of two novel Cu(II) complexes based on natural products curcumin and quercetin. **Journal of Inorganic Biochemistry**, v. 208, n. December 2019, p. 111083, 2020.
- IELO, I. et al. Development of Antibacterial and Antifouling Innovative and Eco-Sustainable Sol–Gel Based Materials: From Marine Areas Protection to Healthcare Applications. **Gels**, v. 8, n. 1, 2022.
- LEE, J. Y. et al.  $\gamma$ -Carrageenan nanocomposites for enhanced stability and oral bioavailability of curcumin. **Biomaterials Research**, v. 25, n. 1, p. 1–12, 2021.
- LI, L. et al. Dual-mode luminescent multilayer core-shell UCNPs@SiO<sub>2</sub>@TEuTbB nanospheres for high-level anti-counterfeiting and recognition of latent fingerprints. **Applied Surface Science**, v. 581, n. January, 2022.
- LI, S. et al. Incorporation of Different Metal Ion for Tuning Color and Enhancing Antioxidant Activity of Curcumin/Palygorskite Hybrid Materials. **Frontiers in Chemistry**, v. 9, n. December, p. 1–13, 2021.
- 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.
- PRASAD, S. et al. Metal–curcumin complexes in therapeutics: An approach to enhance pharmacological effects of curcumin. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, n. 13, 2021.
- QUERIDO, M. M. et al. Self-disinfecting paints with the natural antimicrobial substances: Colophony and curcumin. **Antibiotics**, v. 10, n. 11, 2021.
- SUBHAN, M. A. et al. Synthesis and Characterization of Metal Complexes Containing Curcumin (C<sub>21</sub>H<sub>20</sub>O<sub>6</sub>) and Study of their Anti-microbial Activities and DNA-binding Properties. **Journal of Scientific Research**, v. 6, n. 1, p. 97–109, 2013.
- TAN, K. X.; NG, L. L. E.; LOO, S. C. J. Formulation development of a food-graded curcumin-loaded medium chain triglycerides-encapsulated kappa carrageenan (Cur-mct-kc) gel bead based oral delivery formulation. **Materials**, v. 14, n. 11, 2021.
- ZHOU, S. S. et al. Synthesis, optical properties and biological imaging of the rare earth complexes with curcumin and pyridine. **Journal of Materials Chemistry**, v. 22, n. 42, p. 22774–22780, 2012.