

## PRODUÇÃO DE FIBRAS POR ELETROFIAÇÃO DE MATERIAIS NÃO POLIMÉRICOS

SAMUEL LOPES OLIVEIRA <sup>1,2\*</sup>, LAURA MARIANA LEAL SOARES <sup>2</sup>, VANIA ZANELLA PINTO <sup>2</sup>, GUSTAVO HENRIQUE FIDELIS DOS SANTOS <sup>2</sup>, VIVIAN MACHADO DE MENEZES <sup>2,3</sup>

### 1 Introdução

Corantes são substâncias usadas pela sociedade há milhares de anos para modificar a cor de algo. Eles são facilmente detectáveis por essa característica, sendo que concentrações de 1 ppm já podem ser percebidas a olho nú, além da análise espectrofotométrica. Entretanto, concentrações em faixas que não podem ser detectadas vem se tornando um problema pela bioacumulação e dificuldade de remoção dos corantes como resíduos industriais (GUARATINI; VALNICE; ZANONI, 2000)

Como forma de minimizar os impactos causados por essa contaminação em níveis fluviais, a eletrofiação vem sendo estudada para produzir fibras com capacidade de adsorver corantes contribuindo para a limpeza de água (MARIA; SANTOS; PINTO, 2021). O processo consiste no uso de um campo elétrico formado entre um coletor aterrado e uma agulha/capilar imobilizada em uma bomba injetora e acoplada a uma fonte de alta tensão (5-30kV) (DOSHI; RENEKER, 1995; LIM, 2021).

Os materiais usados para produção das fibras variam muito, sendo principalmente polímeros. Entretanto, quando se considera remoção de corantes que são solúveis em água, os materiais hidrofílicos não se tornam uma boa alternativa uma vez que se dissolvem em contato com a água e os materiais hidrofóbicos não possuem capacidade de interação com o contaminante (MCKEE *et al.*, 2006). Por isso a importância da combinação de materiais que podem oferecer características anfífilas como os fosfolípidos, sendo um dos mais conhecidos a lecitina. Este material não-polimérico não possui capacidade de formação de fibras em baixas concentrações e o uso combinado com polímeros (blends) faz com que se possibilite a produção de fibras eletrofiadas de forma fácil e aprimorada (MEZZASALMA; KOPER; SHCHIPUNOV, 2000).

<sup>1</sup>Graduando(a) no curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Laranjeiras do Sul - PR, contato\*: samuel.lopesoliveira99@gmail.com

<sup>2</sup>Grupo de Pesquisa: Produção, transformação e armazenamento de alimentos.

<sup>3</sup>Doutorado em Física, Universidade Federal da Fronteira Sul, Orientadora.

## 2 Objetivos

Avaliar a capacidade de adsorção do corante azul de metileno por meio da eletrofiação de fibras obtidas a partir de diferentes proporções de blends de poli(ácido lático) e lecitina.

## 3 Metodologia

### 3.1 Materiais

Para o experimento foi utilizado uma mistura de clorofórmio e dimetilformamida (DMF) na proporção 4:1, usados para dissolver as diferentes proporções de poli (ácido lático) (PLA) e lecitina (LEC). A resina de PLA (6201 D) e a lecitina de girassol (Marca Now) com aproximadamente 76,3% foram utilizadas para a produção das fibras. A solução de azul de metileno ( $10 \text{ mg L}^{-1}$ ) foi preparada pela dissolução em água.

### 3.2 Preparo das soluções formadoras de fibras

A solução formadora de fibras foi produzida utilizando concentração fixa de 25% (m/v) de sólidos e diferentes proporções entre PLA e LEC, sendo 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 e 100:0 (m/m), respectivamente.

### 3.4 Formação de fibras por eletrofiação

Todas as fibras foram produzidas com parâmetros previamente otimizados com distância entre a ponta da agulha/capilar e o coletor de 10cm, tensão de 10kV e vazão da solução de  $1 \text{ mL.h}^{-1}$ . A umidade relativa e a temperatura do ambiente foram mantidas entre 63 - 65% e 23 - 25°C, respectivamente.

### 3.5 Análise das fibras

A formação das fibras foi avaliada em microscópio ótico com câmera acoplada modelo USB DI-5.0HD Digilab Laboratório.

### 3.6 Análise da adsorção

O experimento da adsorção do corante azul de metileno foi realizado em sistema fechado, utilizando frascos Erlenmeyer de 50mL contendo aproximadamente 0,2 g das fibras e 30mL da solução de corante. O experimento foi conduzido em um agitador orbital por 24 horas, com agitação de 100 rpm e temperatura de 25 °C.

A análise da concentração de corante (inicial e final) foi realizada por espectroscopia no ultravioleta visível (UV/Vis), em comprimento de onda de 660nm. O cálculo da quantidade

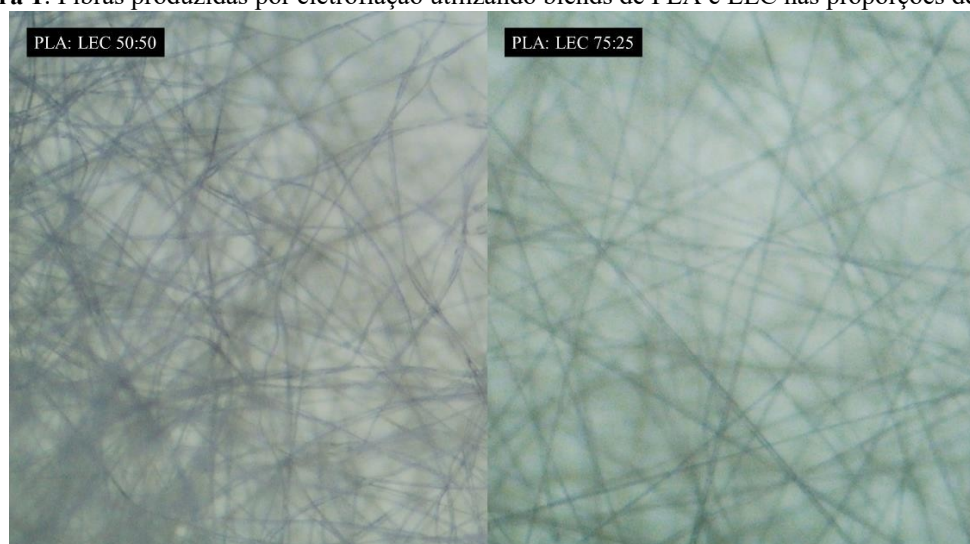
adsorvida de corante,  $Q_e$  ( $\text{mg g}^{-1}$ ), foi realizado pela Equação 1.

$$Q_e = \left( \frac{C_0 - C_e}{m} \right) * V \quad (1)$$

Sendo:  $C_0$ : concentração inicial de corante na solução ( $\text{mg L}^{-1}$ ),  $C_e$ : Concentração final da solução após a adsorção ( $\text{mg L}^{-1}$ ),  $V$ : volume da solução de corante (L),  $m$ : massa das fibras (g).

#### 4 Resultados e Discussão

**Figura 1:** Fibras produzidas por eletrofição utilizando blends de PLA e LEC nas proporções de 50:50 e



75:25, respectivamente

Dado estudo da substituição de PLA por lecitina que nas soluções formadoras de fibras eletrofiadas, foi possível perceber que as soluções contendo 25% e 50% de LEC foram capazes de substituir parcialmente o PLA e ainda gerar fibras estáveis (Figura 1). Portanto, foram usadas para a análise de adsorção de corante.

Fibras PLA/Lecitina	$Q_e$ ( $\text{mg/g}$ )	Porcentagem removida (%)
75:25	$0,231 \pm 0,012$	$40,43 \pm 1,3$
50:50	$0,227 \pm 0,015$	$39,66 \pm 1,5$

**Tabela 1:** Adsorção do azul de metileno em diferentes concentrações de PLA e Lecitina.

No estudo de adsorção, ambas as fibras produzidas com 75:25 e 50:50 de PLA/LEC, apresentam excelente capacidade de adsorção. A proporção 75:25 alcançaram uma capacidade de adsorção de 0,231 mg g<sup>-1</sup> e removeu 40,43% do corante presente na solução. Enquanto isso, a proporção 50:50 alcançaram uma capacidade de adsorção de 0,227 mg/g e removeu 39,66% do corante azul de metileno. Esses resultados são notáveis e indicam que ambas as formulações têm potencial para aplicação eficaz na remoção de corantes de efluentes.

Comparando esses resultados com estudos anteriores, a capacidade de adsorção obtida nas fibras PLA/LEC se mostra competitiva. De acordo com Robinson *et al.* (2001), muitos materiais adsorventes têm capacidades de adsorção na faixa de 10-100 mg g<sup>-1</sup>. Esses resultados podem levantar questões quanto à sua aplicabilidade direta na remoção de corantes em larga escala.

Contudo, diversos estudos destacam a eficácia das nanofibras produzidas por eletrofiação em processos de adsorção. Por exemplo, Guo *et al.* (2021) investigaram nanofibras de polipirrol obtidas por eletrofiação e observaram uma alta afinidade na adsorção de íons metálicos (368 mg g<sup>-1</sup>), demonstrando a versatilidade dessa técnica em diferentes aplicações de remoção de poluentes. De maneira semelhante, Qin *et al.* (2023) relataram o uso de nanofibras de poliuretano produzidas por eletrofiação na remoção eficaz de poluentes orgânicos persistentes, destacando a capacidade das nanofibras em tratar efluentes contaminados. Outros estudos também investigaram a adsorção de corantes em materiais de nanofibras, Chen *et al.* (2022) exploraram nanofibras de quitosana eletrofiadas e relataram sua eficácia na remoção de corantes têxteis da água, enfatizando a aplicação potencial desses materiais na indústria têxtil.

## 5 Conclusão

Os blends de PLA e LEC 50:50 e 75:25 foram capazes de formar fibras uniformes além de remover os corantes, a combinação dessas propriedades de superfície com a versatilidade do PLA na eletrofiação permite que as fibras sejam altamente eficazes na remoção de corantes. No entanto, é importante reconhecer que esses resultados são específicos para o corante azul de metileno e podem variar para outros corantes, dependendo das características moleculares individuais. Portanto, futuras investigações podem ser direcionadas para explorar a eficiência de adsorção dessas fibras em relação a uma variedade de corantes industriais.

## Referências Bibliográficas

- CHEN, Yue-Sheng; OOI, Chien Wei; SHOW, Pau Loke; HOE, Boon Chin; CHAI, Wai Siong; CHIU, Chen-Yaw; WANG, Steven S.-S.; CHANG, Yu-Kaung. Removal of Ionic Dyes by Nanofiber Membrane Functionalized with Chitosan and Egg White Proteins: membrane preparation and adsorption efficiency. **Membranes**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 63, 1 jan. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/membranes12010063>.
- DOSHI, Jayesh; RENEKER, Darrell H. Electrospinning process and applications of electrospun fibers. **Journal of Electrostatics**, [s. l.], v. 35, n. 2–3, p. 151–160, 1995. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0304388695000418>.
- GUARATINI, Cláudia C I; VALNICE, Maria; ZANONI, B. **CORANTES TÊXTEIS**. [S. l.: s. n.], 2000.
- GUO, Ruibin; GUO, Wei; PEI, Hebing; WANG, Bingjie; GUO, Xudong; LIU, Nijuan; MO, Zunli. Polypyrrole deposited electrospun PAN/PEI nanofiber membrane designed for high efficient adsorption of chromium ions (VI) in aqueous solution. **Colloids And Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, [S.L.], v. 627, p. 127183, out. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.colsurfa.2021.127183>
- LIM, Loong-Tak. **Electrospinning and electro spraying technologies for food and packaging applications**. [S. l.]: Elsevier Ltd., 2021. *E-book*. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-819611-3.00007-8>.
- MARIA, Caroline Planski; SANTOS, David Fernando dos; PINTO, Vania Zanella. **ADSORÇÃO DE CORANTES COM FIBRAS PRODUZIDAS POR ELETROFIAÇÃO**. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/354126697>.
- MCKEE, Matthew G. *et al.* Phospholipid nonwoven electrospun membranes. **Science**, [s. l.], v. 311, n. 5759, p. 353–355, 2006.
- MEZZASALMA, S. A.; KOPER, G. J.M.; SHCHIPUNOV, Yu A. Lecithin organogel as a binary blend of monodisperse polymer-like micelles. **Langmuir**, [s. l.], v. 16, n. 26, p. 10564–10565, 2000.
- QIN, Yan; SUN, Jiaoxia; ZHOU, Yao; FAN, Jianxin; HU, Ying. Adsorption and Removal of Composite Contaminants in Water Using Thermoplastic Polyurethane Nanofiber Membranes with Polydopamine–Polyethyleneimine Coatings. **Water**, [S.L.], v. 15, n. 14, p. 2546, 11 jul. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w15142546>.
- Robinson, T., McMullan, G., Marchant, R., & Nigam, P. (2001). Remediation of dyes in textile effluent: A critical review on current treatment technologies with a proposed alternative. **Bioresource Technology**, 77(3), 247-255.

**Palavras-chave:** adsorção, lecitina, corante

**Nº de Registro no sistema Prisma:** PES-2022-0293.

**Financiamento:** Somente para bolsistas: Fundação Araucária (EDITAL Nº 89/GR/UFGS/2022)