

PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO A PARTIR DA BIOMASSA DE MORINGA OLEIFERA PARA ADSORÇÃO DE AMOXICILINA

VINÍCIUS SPIERING DA CRUZ¹; CRISTIANE FERRAZ DE AZEVEDO²;
FERNANDO MACHADO MACHADO³

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

²*Universidade Federal de Pelotas – cazevedo.iqg@ufpel.edu.br*

³*Universidade Federal de Pelotas – fernando.machado@ufpel.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

Problemas ambientais decorrentes da ação humana, especialmente em relação à água, têm sido alvo de crescente preocupação global. A água é um recurso essencial para a vida, e garantir o acesso à água potável tornou-se um dos maiores desafios deste século (RATHI; KUMAR, 2021). A degradação ambiental, o crescimento populacional e os padrões de consumo insustentáveis pressionam a disponibilidade desse recurso, impactando particularmente as populações vulneráveis. Segundo estimativas da ONU, em 2018, 3,6 bilhões de pessoas viviam em áreas com escassez de água, número que pode chegar a 5,7 bilhões até 2050 (CRS, 2022).

Além da escassez, a qualidade da água é ameaçada pela presença de contaminantes de preocupação emergente (CPE) (KUMAR et al., 2022), como, por exemplo, fármacos que não são adequadamente removidos pelos sistemas convencionais de tratamento. Entre eles, antibióticos como a amoxicilina, amplamente consumidos devido à sua alta eficiência e baixo custo de produção (THUROW, 2015), são detectados em corpos hídricos, representando riscos à saúde humana e ao meio ambiente, inclusive pela propagação de genes resistentes (AHMED et al., 2014). Estudos indicam que sistemas como a adsorção, especialmente utilizando materiais adsorventes à base de biomassa, são alternativas promissoras para a remoção desses poluentes (DE AZEVEDO et al., 2023), uma vez que essa técnica é de fácil aplicação, não gera subprodutos tóxicos e possui rápido tempo de retenção (SOPHIA; LIMA, 2018).

Dentre as técnicas disponíveis, a adsorção se destaca por ser eficiente e de baixo custo, já que temos elevada disponibilidade de matéria-prima para produção de materiais adsorventes. Materiais como o carvão ativado, produzido a partir de diversos tipos de biomassa, oferecem uma solução sustentável para o tratamento de águas contaminadas (PALLARÉS et al., 2018). A biomassa de moringa oleifera, por exemplo, tem mostrado potencial como matéria-prima para a produção de adsorventes, possibilitando a valorização de resíduos (TEGEGNE et al., 2023).

Este trabalho, portanto, propõe a produção de um adsorvente a partir da biomassa de semente de moringa oleífera para a remoção de CPE de águas residuais, contribuindo para a melhoria da qualidade da água e a redução dos impactos ambientais.

2. METODOLOGIA

A metodologia proposta para este trabalho foi realizada através de uma pesquisa bibliográfica. O fluxograma abaixo demonstra, de forma resumida, a metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho.

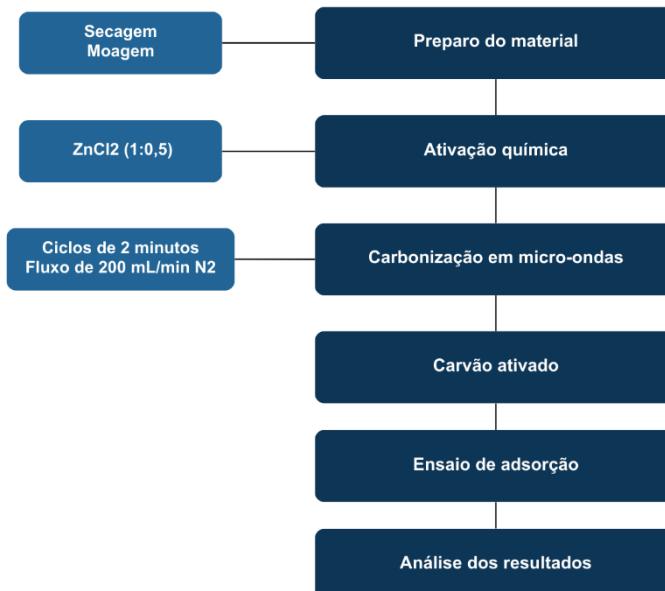


Figura 1: Fluxograma das etapas do projeto

A massa da biomassa da moringa (semente) foi primeiramente lavada com água deionizada para a retirada de sujeiras e, então, seca em estufa durante 48 h a 50°C. Posteriormente, foi realizada a moagem utilizando um almofariz com pistilo. Em seguida, 30 g do material moído foi adicionado em um bêquer junto com 15 g de cloreto de zinco (ZnCl₂, agente ativador) na proporção 1:0,5 (massa:massa) e 30 mL de água destilada. A mistura foi agitada por 30 min a 80°C, para formar uma pasta homogênea. Após esse processo, a pasta foi seca durante 24 h em estufa a 100°C.

O adsorvente será preparado a partir de uma rota assistida por micro-ondas. Apesar dos melhores esforços, não foram encontrados documentos científicos que explorem essa rota de pirólise para produção de adsorvente à base de biomassa de moringa. Para tanto, serão utilizados três ciclos de 2 min com uma potência de 1200 W, sob fluxo de 200 mL·min⁻¹ de N₂ para essa etapa. Após o processo de pirólise, o adsorvente será colocado em um refluxo em meio ácido de uma solução de HCl 0,1 mol·L⁻¹ sob agitação constante a 80°C durante 1 h. Posteriormente, o adsorvente será seco em estufa durante 24 h a 100 °C. Após a secagem, o carvão ativado será moído e peneirado em peneira mesh 270, garantindo a uniformidade das partículas.

Para a determinação do pH no ponto de carga zero (pH_{PZC}) do adsorvente, serão utilizados 20 mL de solução NaCl 0,05 mol·L⁻¹ com pH inicial (pH_i) previamente ajustado de 2 a 10 pela adição de 0,1 mol·L⁻¹ de HCl e NaOH em tubos Falcon com 50 mL de volume. Em cada um dos frascos, serão utilizados 50 mg dos adsorventes, que serão tampados e, então, agitados em uma mesa agitadora a 150 rpm a 25 °C por 24 h. As suspensões serão centrifugadas a 5000 rpm por 5 min, e os valores de pH final (pH_f) das soluções serão medidos. O valor

de pH_{PZC} é o ponto em que a curva do ΔpH em função do pH_i cruza a linha zero (CALVETE et al., 2009).

O estudo de adsorção será realizado em triplicata, utilizando o processo de adsorção em batelada. Para este experimento, utilizaremos 30 mg do adsorvente preparado, que será adicionado em tubos Falcon de 50 mL, junto com uma solução de 20 mL de amoxicilina com concentrações entre 100 e 350 mg.L⁻¹, em pH a ser definido com base no ensaio de pH_{PZC}. Os frascos serão agitados por um tempo apropriado a 25 °C. Após este processo, os frascos serão centrifugados durante 5 min a 5000 rpm, a fim de separar o carvão ativado da solução aquosa. Em seguida, será feito o recolhimento de 1 mL do sistema para posterior leitura de concentração, no qual a concentração final da amoxicilina que permaneceu na solução será determinada por espectrofotometria visível, usando um espectrofotômetro na região do ultravioleta (UV-VIS), equipado com células de quartzo. As medidas de absorbância serão realizadas no comprimento de onda máximo da amoxicilina, que se encontra em 272 nm, onde a quantidade de amoxicilina adsorvida e sua porcentagem de remoção poderão ser calculadas pelas equações (1) e (2), respectivamente.

$$q = \frac{(C_0 - C_f)}{m} * V$$
$$\% \text{Remoção} = 100 * \frac{(C_0 - C_f)}{C_0}$$

onde, q representa a quantidade de amoxicilina adsorvida pelo adsorvente (mg.g⁻¹); C_0 a concentração inicial da solução contendo a amoxicilina em contato com o adsorvente (mg.g⁻¹); C_f a concentração da amoxicilina após o processo de adsorção (mg.g⁻¹); V o volume de solução de amoxicilina (L) em contato com o carvão ativado e m a massa do adsorvente (g).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no referencial teórico estudado para este trabalho, acreditamos que será produzido um adsorvente com uma boa área superficial por conta do uso do cloreto de zinco ($ZnCl_2$) com agente ativador, juntamente com o ácido clorídrico (HCl), que irá terminar de desenvolver a porosidade do adsorvente. Os ensaios no pH_{PZC} definirão qual o pH ideal para ser realizado os estudos de adsorção.

4. CONCLUSÕES

Com base no levantamento bibliográfico realizado, acredita-se que a moringa tem potencial para ser utilizado como material adsorvente, e com a metodologia proposta, acreditamos que iremos conseguir otimizar sua capacidade como adsorvente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRS, 2022, C. **Water Security Strategy for 2030**. Catholic Relief Services, p. 11, 2020.

TEGEGNE, B. et al. Moringa oleifera (seed husk, seed cake and water-soluble protein) as a natural adsorbent for the removal of multi-class pharmaceuticals from water. **Desalination and Water Treatment**, London, v.307, p.92-104, 2023.

AHMED, M. J.; THEYDAN, S. K. Optimization of microwave preparation conditions for activated carbon from Albizia lebbeck seed pods for methylene blue dye adsorption. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 105, p. 199–208, 2014.

KUMAR, M. et al. Critical review on negative emerging contaminant removal efficiency of wastewater treatment systems: Concept, consistency and consequences. **Bioresource Technology**, v. 352, n. February, 2022a.

RATHI, B. S.; KUMAR, P. S. Application of adsorption process for effective removal of emerging contaminants from water and wastewater. **Environmental Pollution**, v. 280, p.116995, 2021.

DE AZEVEDO, C. F. et al. Comprehensive adsorption and spectroscopic studies on the interaction of carbon nanotubes with diclofenac anti-inflammatory. **Chemical Engineering Journal**, v. 454, n. P2, p. 140102, 2023.

SOPHIA A., C.; LIMA, E. C. Removal of emerging contaminants from the environment by adsorption. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 150, n. December 2017, p. 1–17, 2018.

PALLARÉS, J. et al. Production and characterization of activated carbon from barley straw by physical activation with carbon dioxide and steam. **Biomass and Bioenergy**, v. 115, p. 64–73, 2018.

CALVETE, T. et al. Application of carbon adsorbents prepared from the Brazilian pine-fruit-shell for the removal of Procion Red MX 3B from aqueous solution-Kinetic, equilibrium, and thermodynamic studies. **Chemical Engineering Journal**, v. 155, n. 3, p. 627–636, 2009.

RODRIGUES, D. L. C. **Produção de carvão ativado a partir da biomassa de oliva para adsorção de amoxicilina**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Curso de Pós-Graduação em Ciência e engenharia de Materiais, Universidade federal de Pelotas.

AZEVEDO, C. F. **Estruturas da base de carbono como adsorvente para remoção de contaminantes de preocupação emergente**. 2022. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Curso de Pós-Graduação em Ciência e engenharia de Materiais, Universidade federal de Pelotas.