



DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE UM BIOADSORVENTE À BASE DO ENDOCARPO DO LICURI (*Syagrus coronata*) PARA A ADSORÇÃO DE CAFEÍNA

Pedro I. S. Lopes¹; Angélica A. Leandro¹; Mayra K. S. Monteiro²; João M. M. Henrique¹; Igor J. G. Silva¹.

1. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE), Campus Ouricuri.

2. Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Palavras-Chave: Biomassa, Alicuri, Fármaco.

Introdução

Incontáveis métodos de tratamentos como a troca iônica, a degradação fotolítica e a precipitação vêm sendo desenvolvidos para auxiliar na remoção de fármacos descartados incorretamente em efluentes hídricos. Com o aumento do uso diário e a constante eliminação por resíduos domésticos e industriais, observa-se o acúmulo de fármacos em corpos d'água, como, por exemplo, a cafeína (Korekar et al., 2020).

A cafeína (1,3,7-trimetilxantina) é uma substância estimulante encontrada em mais de 60 espécies de plantas que dão origem a alimentos e bebidas, sendo consumida especialmente em medicamentos estimulantes e suplementos alimentares. É a substância mais consumida no mundo e está entre os compostos químicos mais preocupantes, podendo provocar, em excesso, problemas cardiovasculares, alterações do sistema nervoso, desequilíbrio no sistema aquático, entre outros efeitos adversos (Carvalho et al. 2022). Diante disso, torna-se necessário o uso de métodos alternativos para remoção desses fármacos, como a adsorção. Esse método se destaca por ser acessível, de baixo custo, e permitir o uso de biomassa como adsorvente (Lima et al. 2018).

Neste contexto, o licuri ou alicuri (*Syagrus coronata*), uma palmeira predominante no nordeste brasileiro, pode ser utilizado como bioadsorvente. Seu fruto é composto por três camadas: epicarpo, endocarpo e mesocarpo (Santos-Moura. 2013). Alguns estudos que utilizam o licuri como adsorvente recomendam essa escolha por ser uma alternativa eficiente e sustentável (Amorim, 2017; Lima, 2017; Silva et al, 2015; Sá, 2019).

Portanto, este estudo tem como objetivo produzir e caracterizar um adsorvente a partir do endocarpo do licuri e avaliar sua eficiência na remoção da cafeína em solução aquosa.

Material e Métodos

Os frutos do licuri foram obtidos por doação de moradores da *zona rural* da cidade de Ouricuri/PE. Após a coleta, o endocarpo foi separado dos frutos. Para a preparação do adsorvente, o endocarpo foi fragmentado com o uso de um batedor de inox. As cascas foram separadas e o material foi lavado em solução de ácido fosfórico (H_3PO_4) e solução de hidróxido de sódio (NaOH) com concentração molar de 1 mol L^{-1} , além de água destilada, durante 2 h, e, em seguida, o material foi seco em estufa a 60°C por 24 h, conforme os estudos de Bridgwater (2012) e Dos Santos et al., (2020).

O rendimento do adsorvente obtido da pirólise do endocarpo foi calculado conforme a equação Eq. 1 (Borges et al., 2016).

$$R(\%) = m/m_0 \times 100 \quad \text{Eq.1}$$

sendo m e m_0 a massa final e inicial da amostra. As amostras foram caracterizadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV) para avaliar a morfologia superficial do adsorvente, com finalidade de observar a característica da estrutura.

Para a construção da curva analítica, foi necessário preparar uma solução padrão de cafeína com concentração de 50 ppm. Por diluição foram obtidos 8 padrões de calibração de 5 a 50 ppm. Logo após, foram medidas as absorvâncias através do espectrofotômetro UV/VIS em 261 nm.

Para o teste preliminar de adsorção, foi utilizada a proporção de 1 mg/mL. Pesou-se 20 mg de cada adsorvente, que foram então adicionados a béqueres contendo 20 mL de solução de cafeína a 60 ppm. As amostras foram deixadas em repouso por 10 minutos. Em seguida, foram submetidas a centrifugação, com agitação a 4.000 rpm por 10 minutos. Após esse processo, as medidas de adsorção foram realizadas utilizando um espectrofotômetro UV-Vis.

Resultados e Discussões

A varredura espectral da solução de cafeína com concentração de 50 ppm, ilustrada na Figura 1, foi realizada entre os comprimentos de onda de 250 a 310 nm, revelando um pico de absorção máxima em 261 nm. Esse pico foi escolhido para as medidas espectrofotométricas, pois representa o ponto em que a variação de absorvância por unidade de concentração é máxima, garantindo maior sensibilidade e precisão nas análises. Além disso, a escolha desse comprimento de onda minimiza variações na absorvância, reduzindo possíveis erros associados aos desvios da lei de Beer.

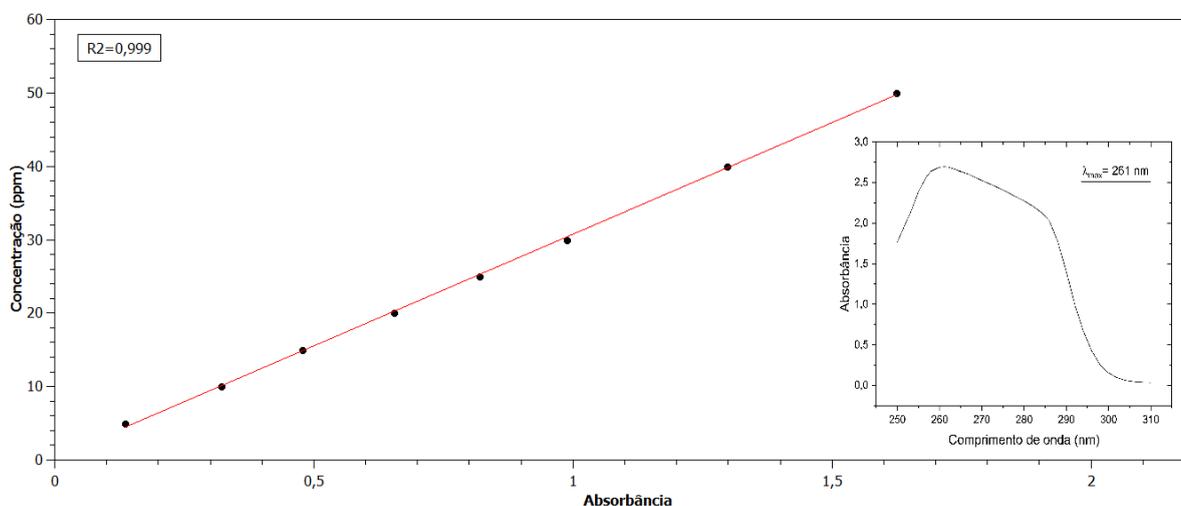


Figura 1. Curva analítica da solução de cafeína 50 ppm e varredura espectral ($\lambda_{\text{máx}}$ de 261 nm).

Após a determinação do $\lambda_{\text{máx}}$ mediu-se as absorvâncias dos padrões e construiu-se a curva analítica. O ajuste linear dessa curva revelou uma excelente correlação entre as absorvâncias e a concentração de cafeína dentro do intervalo de concentrações estudadas, evidenciada por um coeficiente de determinação (R^2) de 0,999. Esse alto valor de R^2 indica que a relação entre concentração e absorvância é linear e precisa, validando a metodologia empregada.

As micrografias eletrônicas de varredura do adsorvente obtido do endocarpo do licuri, revelaram uma estrutura predominantemente porosa, com variações na porosidade entre as diferentes amostras analisadas. A uniformidade dos poros foi observada, juntamente com regiões irregulares na superfície, que resultaram em diversas cavidades microporosas. Essas

características estruturais são fundamentais para a eficiência do bioadsorvente como adsorvente.

Observa-se pela tabela 1 que o melhor rendimento na produção do material foi o lavado com NaOH, alcançando 25%. No entanto, notou-se que o adsorvente tratado com solução de ácido fosfórico (H_3PO_4) apresentou uma performance aproximadamente 16% superior na remoção de cafeína em comparação com o adsorvente tratado com solução de hidróxido de sódio (NaOH) e com água destilada. Essa superioridade pode ser atribuída ao aumento na quantidade e uniformidade de microporos gerados pelo tratamento ácido, o que potencializou a capacidade de adsorção do material.

Tabela 1. Rendimento alcançado após a queima do endocarpo.

Tratamento	Rendimento alcançado (%)
Básico (NaOH)	25,00
Ácido (H_3PO_4)	3,98
Água destilada	17,28

Em um teste preliminar de adsorção utilizando uma concentração padrão de cafeína 20 ppm a maior porcentagem de remoção observada foi de 50,23% após 150 min. Esses resultados, apresentados na Tabela 2, indicam que o adsorvente derivado do endocarpo do licuri tem um potencial significativo como bioadsorvente, embora haja espaço para otimizações adicionais no processo de tratamento e ativação do material. Observou-se um comportamento de adsorção e dessorção em relação ao tempo de contato durante o processo. No entanto, novos testes serão conduzidos para aprofundar o entendimento sobre o desempenho do bioadsorvente e otimizar suas condições de uso.

Tabela 2. Teste de cinética com concentração de 20 ppm.

Tratamento	Remoção %
Base	12,74
Ácida	50,23
H_2O	7,49

Conclusões

Com base nos resultados iniciais deste trabalho, as imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV) confirmaram que os materiais possuem características estruturais favoráveis à remoção de contaminantes. Embora o teste inicial tenha demonstrado o potencial dos materiais, a metodologia empregada precisa ser aprimorada para minimizar os erros experimentais observados. Futuras etapas incluirão estudos mais detalhados de dosagem, avaliação do tempo de contato, determinação do ponto de carga zero (PCZ) e testes adicionais



de cinética de adsorção, visando à otimização dos parâmetros e à maximização da eficiência do processo de remoção.

Referências

DOS SANTOS, B.S.; FILHO, C.M.B.; JUNIOR, J.A.A.D.N.; BRUST, F.R.; BEZERRA-SILVA, P.C.; DA ROCHA, S.K.L.; KROGFELT, K.A.; NAVARRO, D.M.D.A.F.; CORREIA, M.T.D.S.; NAPOLEÃO, T.H.; et al. **Anti-Staphylococcal Activity of *Syagrus coronata* Essential Oil: Biofilm Eradication and in Vivo Action on *Galleria mellonella* Infection Model.** *Microb. Pathog.* 2019, 131, 150–157.

KOREKAR, G.; KUMAR, A.; UGALE, C. **Occurrence, fate, persistence and remediation of caffeine: a review.** *Environmental Science and Pollution Research*, v. 27, n. 3, p. 34715-34733, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06998-8>

CARVALHO, A.C.C.; SILVA, B.F.; MACHADO, A.A.; SANTAROSSA, M.A.S.; PAGANINI, W.S. **A ocorrência de cafeína em águas superficiais para abastecimento público.** <https://doi.org/10.1590/S1413-415220210201>

LIMA, E.C. et al. **Removal of emerging contaminants from the environment by adsorption.** *Ecotoxicology and environmental safety*, v. 150, p. 1-17, 2018.

LIMA, R.S et al. **Adsorção de azul de metileno em biocarvão do endocarpo do fruto do ouricuri (*Syagrus coronata* (Mart) Becc.) reativado por reação de fento.** 2017.

AMORIM, F.A.C. **Estudo de remoção de Cu (II) em meio aquoso utilizando carvão preparado a partir da casca do licuri (*Syagrus coronata*).** *Revista Virtual de Química*, v. 9, n. 5, 2017.

SÁ, Í.M.G.L.D et al. **Síntese do compósito MgAl/HDL-biocarvão ativado de ouricuri na remoção de diclofenaco de sódio em solução.** 2019.

SILVA, T.S. et al. **Utilização da fibra do Ouricuri (*Syagrus coronata*) na remoção do corante azul de metileno: variáveis de processo e isoterma de adsorção.** In: ENEMP: Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados. 2015.

BRIDGWATER, A. V. **Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading.** *Biomass and Bioenergy*, Oxford, v.38, p. 68-94, 2012.

BORGES, W.M.D.S et al. **Produção, caracterização e avaliação da capacidade adsortiva de carvões ativado em forma de briquete.** *Matéria* (Rio de Janeiro), v. 21, p. 930-942, 2016.