

ESTUDO DE ADSORÇÃO DE AZUL DE METILENO UTILIZANDO A CARNAÚBA (*Copernicia prunifera*) COMO BIOSSORVENTE

Anna A. N. Braga¹; Bruno F. Rodrigues²; Rodrigo N. de S. Borba³; Ana L. E. Romão⁴; Carlúcio R. Alves⁵

*anna.albie.nasc@gmail.com*¹; *brunorodriguesfreitas35@gmail.com*²; *rodrigo.borba@aluno.uece.br*³; *anaeufrazio@yahoo.com.br*⁴; *carlucio.alves@uece.br*⁵;

Palavras-Chave: *biomassa; nanocompósito; efluentes*

Introdução

O rápido desenvolvimento da indústria de corantes, trouxe consigo novos desafios referentes produção de efluentes contaminados com corantes gerados, principalmente, a partir da indústria têxtil. Anualmente são produzidas mais de 700 mil toneladas de corantes e pigmentos com mais de 10 mil tipos diferentes, o Brasil é responsável por 2,6% dessa demanda. (BARROSO, *et al.* 2017). O descarte indevido desses efluentes coloridos em corpos hídricos, acarretam inúmeros problemas tais quais como aumento da demanda química de oxigênio (DQO), aumento da toxicidade, além de problemas referente à penetração da luz comprometendo o processo de fotossíntese, acarretando uma perturbação em todo o ecossistema (VEIT, *et al.* 2014)

O azul de metileno (AM) é um corante orgânico com fórmula molecular $C_{16}H_{18}N_3S$ e massa molar equivalente a 319,85 g/mol, possui um caráter aromático heterocíclico, hidrossolúvel, é inodoro, sólido e possui coloração verde escuro. Em virtude de ser um corante catiônico derivado das fenotiazinas, o AM possui inúmeras aplicações em diversas áreas da química. Quando em contato com corpos hídricos acaba resultando prejuízos a biota aquática e provocando poluição visual, além de pertencer as classes das substâncias que podem ser mutagênicos e/ou carcinogênicos (COSTA & MELO, 2018)

A carnaúba (*Copernicia prunifera*), é uma palmeira endêmica do nordeste brasileiro, com predomínio de ocorrências nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí. Seu desenvolvimento lhe permite atingir entre 9 e 12 m de altura em seu auge e pode chegar até 50 anos de vida. Seu nome (carnaúba) é derivado do tupi que possui o significado “árvore-que-arranha”, ademais é amplamente conhecida como “árvore da vida” (SOUSA, *et al.* 2015) Sua utilização destaca-se principalmente devido a extração do seu pó, a partir de suas folhas. A espécie é de extrema importância social pois a partir da produção de sua cera utilizada como matéria-prima, gera empregos, renda complementar no campo e possui diversas aplicabilidades no ramo industrial (CARVALHO, *et al.* 2009)

A presente pesquisa tem como objetivo avaliar o potencial adsorvente das folhas da carnaúba *in natura*, frente ao corante azul de metileno em solução, visto que é um dos corantes mais utilizados na indústria têxtil.

Material e Métodos

O material para obtenção da biomassa, foi coletado na comunidade de Canafístula, distrito de Caio Prado, Município de Itapiúna – CE. Após a coleta as folhas da carnaúba foram postas para secagem ao sol por duas semanas e posteriormente batidas para a retirada do pó. Após a remoção do pó, o material foi picado e lavado para a remoção de contaminantes. Em seguida

foi realizada a moagem por 3 vezes em moinho de facas e o peneiramento em peneira granulométrica. O material obtido foi lavado e seco em estufa sob temperatura de 80° C por 24h.

Para a determinação do potencial de carga zero (pH_{PZC}), utilizou-se a metodologia proposta por Carvalho *et al.* (2021). Foram utilizados, 50 mg de biomassa adsorvente em 25 mL de solução de cloreto de sódio à 1mol/L, na faixa de pH 2-12.

Para análise do efeito da dosagem, foram usadas entre 5 a 30 mg de biomassa *in natura* imersas em 10 mL de solução de azul de metileno (concentração inicial de 300mg/L em pH 8).

Para a elaboração das isotermas de adsorção, utilizou-se 0,005mg de biossorvente suspenso em 10 mL de solução de azul de metileno nas concentrações 50 a 300 mg/L, na faixa de pH 8. As análises dos dados foram realizadas de acordo com o modelo de isotermas de Langmuir e Freundlich.

Para a realização do estudo cinético, utilizou-se 125 mg de biossorvente suspenso em 250 mL de solução de azul de metileno na concentração de 30 mg/L, na faixa de pH 8. O sistema foi mantido em constante agitação por 180 min. Nesse intervalo, alíquotas de 1 mL foram recolhidas em intervalos de 5, 10, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 150 e 180 minutos.

Em todos os testes os sistemas foram mantidos em constante agitação a 50 rpm, à temperatura de 26.00 ± 2.00 °C. Após as análises os sobrenadantes foram recolhidos e analisados em espectrofotômetro de UV-Vis para determinação da concentração residual do corante em solução.

Resultados e Discussão

DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DE CARGA ZERO (pH_{PZC})

Os dados obtidos no presente trabalho (Fig. 1) revelam que o pH no qual a superfície do adsorvente, encontra-se nula foi determinado em 6,6. Consequentemente, para o biossorvente atinja sua maior capacidade de adsorção, a faixa de pH de estudo de corantes catiônicos deve ser superior a 6,6 e para corante aniônicos, deve estar abaixo deste valor. (GIACOMNI, et al. 2017)

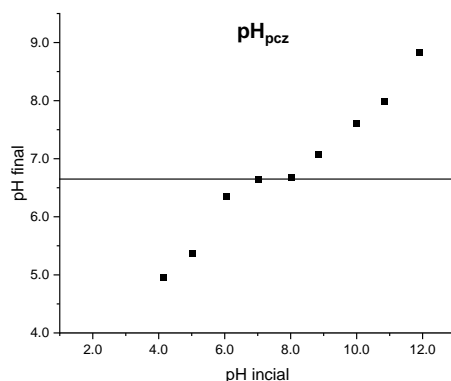


Figura 1. O pH no ponto de carga zero (pH_{PZC}) para a biomassa da carnúba *in natura*

O estudo do efeito da dose, revelou que houve uma melhora na adsorção do azul de metileno com aumento da dose de adsorvente, apresentando uma faixa de remoção do corante suspenso em solução entre 91,4 e 93,8%. De acordo com a (Figura 2) é possível observar que a capacidade máxima de adsorção é na dose de 25 mg com remoção de 93,8%. Contudo, o incremento na dose promove a redução da capacidade de sorção do adsorvente.

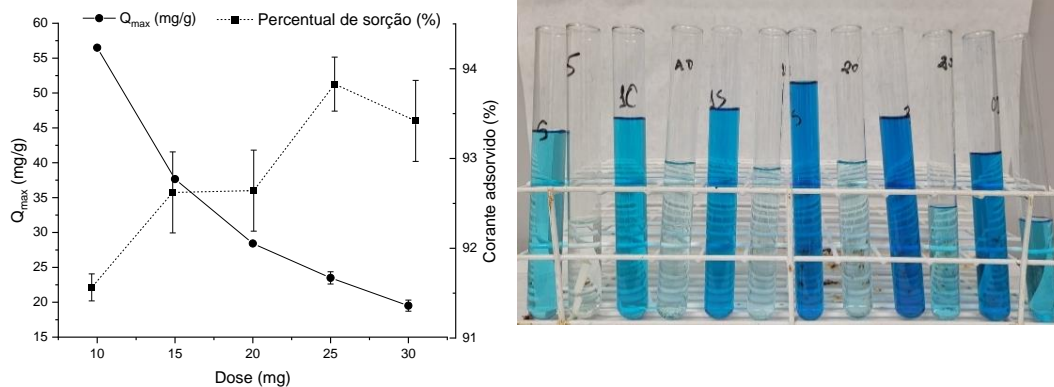


Figura 2. Efeito da dosagem de biomassa in natura utilizada para adsorção de azul de metileno; IB: concentração inicial de 300 mg/L e pH 8.

ESTUDO DA ISOTERMAS DE SORÇÃO

Os dados obtidos no presente estudo permitem inferir que perfil da isoterma é do tipo linear. Contudo, de acordo com o perfil da curva, a capacidade de sorção do estudo ainda não entrou em equilíbrio, sendo necessário estender o tempo de estudo até que o processo de sorção atinja o equilíbrio. Os resultados indicam que o modelo que forneceu o melhor ajuste aos dados experimentais, de acordo menor r^2 e menor χ^2 , foi a isoterma de Freundlich (Figura 3). O modelo de Freundlich considera o processo de adsorção heterogêneo (adsorção sobre a superfície não é uniforme), que ocorre em multicamadas e os sítios ativos de adsorção têm diferentes valores de energia. Os centros de adsorção ativos associados com energia máxima adsorvem as moléculas primeiro e posteriormente ocorre a distribuição com cada vez menos energia (ROZANOV, 2021).

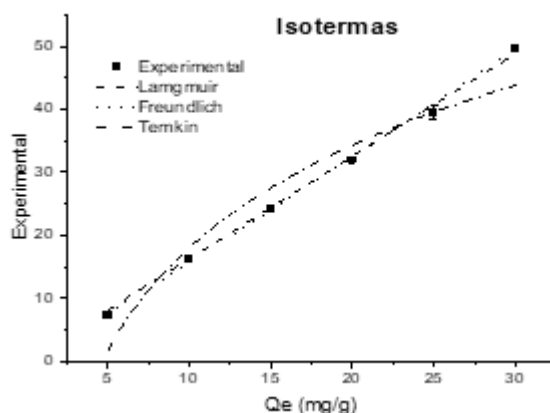


Figura 3. Estudo das isotermas de adsorção do corante pelo biossorvente; concentração inicial de 30 mg/L, dose de 5mg, pH 9 e $n = 3$.

ESTUDO CINÉTICO

De acordo com os valores obtidos por r^2 e χ^2 o modelo cinético que forneceu melhor ajuste aos dados experimentais foi a cinética de pseudo-primeira ordem (Tabela 1 e Figura 4). Contudo, o equilíbrio de sorção não foi atingido, será necessário estender o período de estudo até que a capacidade de sorção seja constante. O modelo pseudo-primeira ordem descreve um modelo ideal, supondo que a taxa de ocupação dos sítios de adsorção é proporcional ao número de sítios desocupado e o ajuste de todo o processo de adsorção ocorre nunca única etapa (MANNA *et al.*, 2022).

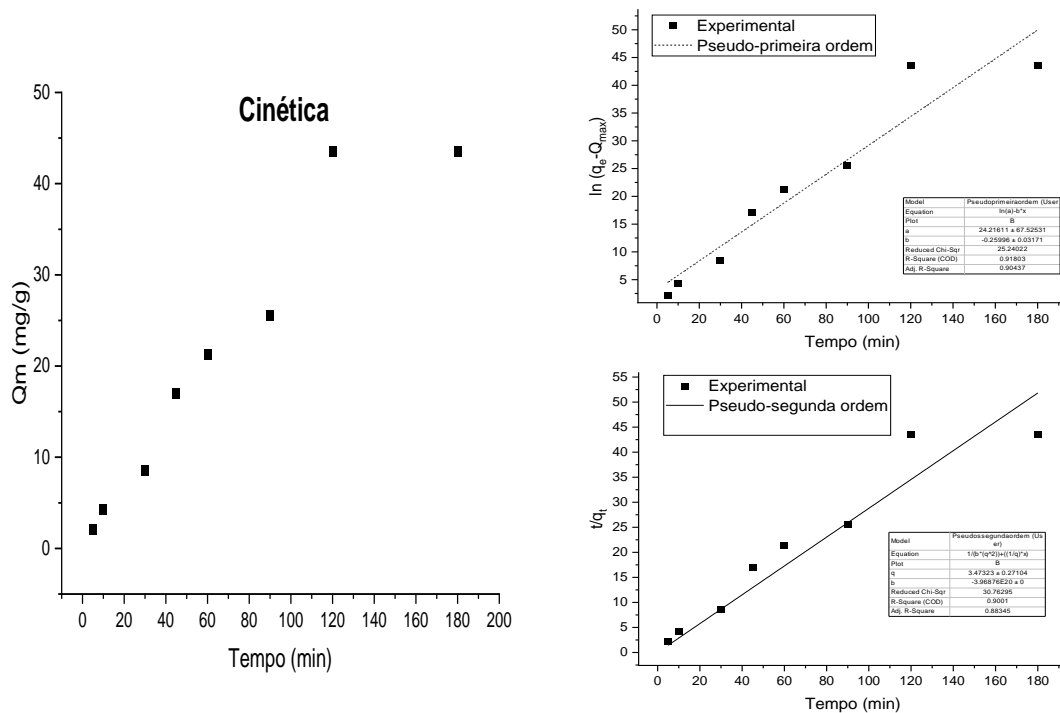


Figura 4 O modelo cinético ajustado à equação de pseudo-primeira ordem. Concentração inicial de 300 mg/L, pH 8 e $n = 2$.

Conclusões

A biossorção mediante uso da biomassa *in natura* das folhas da carnaúba (*Copernicia prunifera*), apresentou resultados promissores. O estudo que revelou que os modelos teóricos que melhor se ajustam aos dados experimentais do presente estudo foram a equação de pseudo-primeira ordem e a isoterma de Freundlich. A capacidade máxima de sorção do azul de metileno foi determinada em 56.49 mg/g e dose de 10 mg. Portanto, o biossorvente é eficiente para o tratamento de águas residuais contaminadas com azul de metileno.

Agradecimentos

A Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP
Ao Sistema de Laboratórios de Nanopartículas e Biomateriais – SisNaBio
A Universidade Estadual do Ceará – UECE

Referências

- BARROSO, J. A. D.; LOPES, L. R.; CUNHA, R. N.** Estudo da adsorção do corante azul de metileno utilizando a casca de tamarindo como bioissorvente. *Revista Perquirere*, Patos de Minas, v. 14, n. 2, p. 194-206, 2017.
- CARVALHO, J. N. F.; GOMES, J. M. A.** Pobreza, emprego e renda na economia da carnaúba. *Revista Econômica do Nordeste 40 anos*, v. 40, p. 362, 2009.
- COSTA, D. M. A.; MELO, J. J. S.** Estudo da capacidade de remoção de azul de metileno pela biomassa da casca do limão taiti (*Citrus latifolia*). *Holos Environment*, v. 18, n. 2, p. 271-282, 2018.
- GIACOMNI, F.; MENEGAZZO, M. A. B.; SILVA, M. G.; SILVA, A. B.; BARROS, M. A. S. D.** Importância da determinação do ponto de carga zero como característica de tingimento de fibras proteicas. *Revista Matéria*, v. 22, n. 2, 2017.
- MANNA, A. et al.** A review on adsorption mediated phosphate removal and recovery by biomatrices. *Journal of the Indian Chemical Society*, v. 99, p. 100682, 2022.
- ROZANOV, L. N.** Kinetic equations of non-localized physical adsorption in vacuum for Freundlich adsorption isotherm. *Vacuum*, v. 189, p. 110267, 2021.
- SILVA, E. L.; PIPI, A. R. F.; MAGDALENA, A. G.; SILVA, M. P.** Aplicação dos modelos de Langmuir e Freundlich no estudo da casca de banana como bioadsorvente de cobre (II) em meio aquoso. *Revista Matéria*, v. 25, n. 2, 2020.
- SOUSA, R. F.; SILVA, R. A. R.; ROCHA, T. G. F.; SANTANA, J. A. S.; VIEIRA, F. A.** Etnoecologia e etnobotânica da palmeira carnaúba no semiárido brasileiro. *CERNE*, v. 21, n. 4, p. 587-594, 2015.
- SOUZA, D. M.; MATOS, M. P. S.; OLIVEIRA-NETO, N. M.; ALBUQUERQUE, R. V. T.** Uma análise do comportamento pseudo-primeira ordem em reações químicas bimoleculares via simulação computacional estocástica. *Revista Virtual Química*, v. 12, n. 3, p. 598-607, 2020.
- VEIT, M. T.; BEDIN, S.; GONÇALVES, G. C.; PALÁCIO, S. M.; FAGUNDES-KLEN, M. R.** Utilização do resíduo de erva-mate como material adsorvente do corante azul de metileno. *Eclética Química*, v. 39, p. 227-243, 2014.