



Aplicação da semente do Açai (*Euterpe oleracea*) in natura como bioadsorvente de baixo custo para remoção do azul de metileno de efluentes sintéticos

Wyvirlany Valente Lobo¹ (PG)*, Flávio Augusto de Freitas² (PQ)

*wyvir27@gmail.com

¹Programa de Pós-Graduação em Química - PPGQ, Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus – Amazonas – 69077-000, Brasil.

²Centro de Biotecnologia da Amazônia - CBA, Distrito Industrial, Manaus – Amazonas – 69075-351, Brasil.

Palavras Chave: Efluentes, Adsorção, Corantes.

Introdução

Um dos principais problemas causado pela indústria de corantes é o consumo de grandes quantidades de águas, o que acarreta na geração de diferentes resíduos que entram no meio ambiente através dos efluentes¹. A presença dos corantes nas águas mananciais oriundas do descarte inapropriado dos efluentes contaminados prejudica a absorção da luz por vegetais e animais afetando o processo de fotossíntese², além de causar diversos danos à saúde humana¹. Diante desse cenário, os processos biotecnológicos surgem como alternativas para diminuir o alto custo e aumentar a eficácia de procedimentos para a remoção desses contaminantes³. Dentre eles, destaca-se o uso dos resíduos agroindustriais.

Os resíduos agroindustriais são resultantes do processamento de materiais como alimentos, fibras e couro. O descarte desses resíduos, na maioria das vezes, é feito inapropriadamente, não são tratados e nem reaproveitados, sendo estes um potencial poluidor dos solos e das águas⁴.

Assim, os objetivos deste trabalho são investigar o potencial de remoção do corante sintético azul de metileno utilizando sementes de açai como bioadsorvente, caracterizar o bioadsorvente através da análise dos grupos superficiais e ponto de carga zero, analisar a influência do pH na remoção do corante. E por fim obter um efluente tratado com a ausência do corante.

Material e Métodos

Preparação da semente

As sementes de Açai foram coletadas na área urbana de Manaus (Amazonas, Brasil). As sementes foram lavadas, secas em estufa com circulação de ar a 60 °C por 24h e moída em moinho de facas. Posteriormente, o material foi peneirado em uma peneira com granulometria de 100 mesh.

Caracterização do material

Grupos Superficiais

A análise para quantificar os grupos funcionais orgânicos presentes na superfície da semente foi realizada por

titulação de Boehm⁵, onde 250 mg da semente foram dispersos em 25 mL de diferentes soluções aquosas: NaHCO₃ (0,05 mol L⁻¹), Na₂CO₃ (0,05 mol L⁻¹), NaOH (0,02 mol L⁻¹; 0,1 mol L⁻¹) e HCl (0,02 mol L⁻¹). As amostras foram agitadas durante 24h e as sementes foram separadas através de decantação e filtração. As quantidades em excesso de ácido ou base foram determinadas por titulação em duplicata usando as soluções de NaOH 0,1 mol L⁻¹ e HCl 0,1 mol L⁻¹, respectivamente.

Ponto de carga zero (PCZ)

O PCZ da semente processada foi determinado colocando o material em contato por 24h com solução aquosa KCl 0,01 mol L⁻¹ com pHs entre 2,0 e 12,0, onde foram usadas as soluções de NaOH 0,1 mol L⁻¹ ou HCl 0,1 mol L⁻¹ para ajustá-los. O sobrenadante foi filtrado e o pH final foi medido.

Teste de adsorção

O efeito do pH sobre a adsorção do azul de metileno na semente do açai foi estudado variando-se o pH (2, 4, 6, 8 e 10). Inicialmente, os valores de pH das soluções com o corante foram ajustados usando soluções de NaOH e HCl. Em seguida, foram adicionadas 100 mg da semente em 20 mL de solução de corante com concentração de 200 ppm. As amostras foram agitadas por um período de 24h. O adsorvente foi então filtrado e a concentração de equilíbrio foi calculada por espectrofotometria UV/VIS a 665 nm, sendo possível obter o percentual de remoção.

Resultados e Discussão

Grupos superficiais

Os resultados apresentados na tabela 1 mostram que a superfície das sementes é caracterizada principalmente por grupos lactônicos, fenólicos e carboxílicos. Os grupos básicos foram observados em menor quantidade e não foi observada a presença dos grupos carbonílicos.

O maior número de sítios ácidos mostra que a superfície pode ter grupos OH, importantes grupos de ancoragem e, conseqüentemente, resulta em uma maior capacidade de adsorção de corantes catiônicos⁶

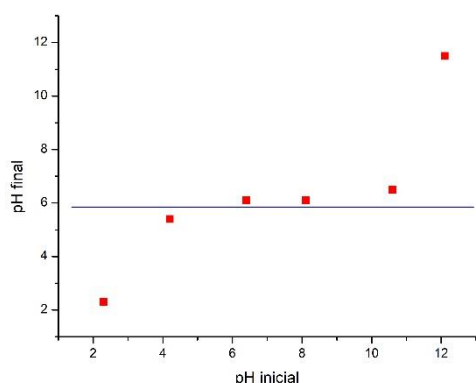
Tabela 1. Grupos funcionais superficiais da semente do Açaí in natura.

Grupos Superficiais	In natura (mmol g ⁻¹)
Carboxílicos	0,143
Lactônicos	0,266
Fenólicos	0,227
Carbonílicos	0
Básicos	0,040

Ponto de carga zero (PCZ)

O PZC medido para a semente in natura foi de aproximadamente 5,8 (Figura 1). Esse resultado indica que os grupos com caráter ácido predominam na superfície do adsorvente, corroborando o resultado observado na Tabela 1. Em pH superior ao PCZ, a superfície do adsorvente é carregada negativamente e, portanto, mais adequada para a adsorção do corante catiônico azul de metileno⁷.

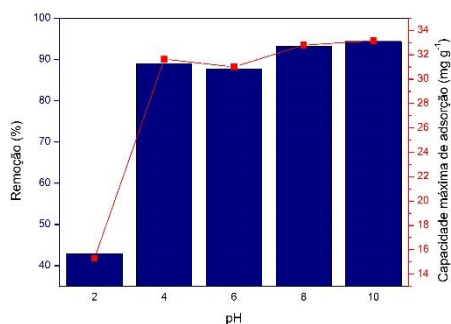
Figura 1. Análise do ponto de carga zero (PCZ) da semente in natura de açaí.



Teste de adsorção

A influência do pH na remoção do azul de metileno pelas sementes de açaí foi estudada (Figura 2).

Figura 2. Percentual de remoção do azul de metileno



Como comprovado pela análise do PCZ (Figura 1), os pHs acima de 6 são mais adequados para a remoção do corante catiônico devido ao aumento das cargas negativas na superfície do adsorvente, onde obteve-se um percentual de remoção de 93,21 e 94,41% para os pHs 8 e 10, respectivamente. Por outro lado, o pH 2 apresentou um percentual de remoção de apenas 42,91% em razão do aumento das cargas positivas na superfície do adsorvente e, conseqüentemente, resultou no aumento das forças repulsivas entre a superfície positiva e as moléculas catiônicas⁷. Os pHs 4 e 6 - próximos do PCZ (5,8) - apresentaram um percentual de remoção de 89,02 e 87,72% respectivamente. Esse comportamento indica que as interações hidrofóbicas, interação cátion- π e interações π stacking são mais significativas do que a atração eletrostática no processo de adsorção do azul de metileno na superfície da semente⁶.

Conclusões

Os resultados obtidos mostram que o bioadsorvente produzido a partir da semente do açaí possui superfície predominantemente ácida e ponto de carga zero de 5,8. O mesmo pode ser aplicado com baixo custo para remoção de azul de metileno de efluentes, visto que apresentou um alto percentual de remoção (94,41%) sem nenhuma modificação química. Vale ressaltar que esse percentual pode aumentar com a otimização de outros parâmetros do processo de adsorção.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPEAM e INMETRO pelas respectivas bolsas.

¹Rosa, J. M. et al. Toxicity and environmental impacts approached in the dyeing of polyamide, polyester and cotton knits. *J. Environ. Chem. Eng.* 7, (2019).

²Arami, M., Limaee, N. Y., Mahmoodi, N. M. & Tabrizi, N. S. Removal of dyes from colored textile wastewater by orange peel adsorbent: Equilibrium and kinetic studies. *J. Colloid Interface Sci.* 288, 371–376 (2005).

³Shen, K. & Gondal, M. A. Removal of hazardous Rhodamine dye from water by adsorption onto exhausted coffee ground. *J. Saudi Chem. Soc.* 21, S120–S127 (2017).

⁴de Oliveira, A. V. B. et al. Physicochemical modifications of sugarcane and cassava agro-industrial wastes for applications as biosorbents. *Bioresour. Technol. Reports* 7, (2019).

⁵Oliveira, L. S., Franca, A. S., Alves, T. M. & Rocha, S. D. F. Evaluation of untreated coffee husks as potential biosorbents for treatment of dye contaminated waters. *J. Hazard. Mater.* 155, 507–512 (2008).

⁶da Silva, A. M. B. et al. Removal of rhodamine 6G from synthetic effluents using *Clitoria fairchildiana* pods as low-cost biosorbent. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 27, 2868–2880 (2020).

⁷Postai, D. L., Demarchi, C. A., Zanatta, F., Melo, D. C. C. & Rodrigues, C. A. Adsorption of rhodamine B and methylene blue dyes using waste of seeds of *Aleurites Moluccana*, a low cost adsorbent. *Alexandria Eng. J.* 55, 1713–1723 (2016).