



ESTUDO ADSORTIVO DO CORANTE SAFRANINA-O UTILIZANDO CASCA DE BAMBU FUNCIONALIZADA COM COBRE

Jumara Silva de Sousa¹, Marina dos Reis Oliveira², Milena Verissimo de Oliveira³, Jayana Freitas Resende⁴, Rosângela Bergamasco⁵, Angélica Marquetotti Salcedo Vieira⁶

¹Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil (pg403139@uem.br)

²Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil

³Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil

⁴Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil

⁵Doutora, Departamento de Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil

⁶Orientadora, Doutora, Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil

Resumo: Os corantes sintéticos são frequentemente utilizados no meio industrial. Esta realidade, no entanto, implica muitas vezes no descarte inadequado desses produtos, contaminando o meio ambiente e a água, o que pode causar danos a saúdes dos animais e da população devido a sua toxicidade, uma vez que os corantes sintéticos não são biodegradáveis. Por esse motivo, a busca por novas alternativas capazes de remover esse poluentes vem sendo estudadas. A adsorção é um método de tratamento que atualmente muito aplicado e que tem grande destaque em relação as metodologias tradicionais por ser um método eficiente, de baixo custo e que permite a utilização de resíduos como adsorventes. Neste estudo, utilizou-se o corante Safranina-O como poluente e a casca de bambu funcionalizadas com cobre como adsorvente. Os resultados obtidos demonstraram que o material avaliado foi capaz de remover 79,73 % do contaminante, resultando na capacidade adsortiva de 39,86 mg/g, os quais demonstram que o adsorvente pode ser uma alternativa viável e de baixo custo a ser empregado. Mas, outros parâmetros precisam ser estudados para aprofundar o entendimento do processo adsortivo do corante Safranina-O por meio das cascas de bambu funcionalizadas com cobre.

Palavras-chave: Adsorção; Safranina-O; casca de bambu; cobre.

INTRODUÇÃO

O rápido desenvolvimento nas indústrias têxteis, couro, papel, impressão, plásticos e alimentícias, o que concomitantemente resultou no uso elevado de corantes na produção, os quais muitas vezes são descarregadas em fontes de água (Quin et al., 2017)

Além disso, os corantes são tóxicos e não biodegradáveis e, conseqüentemente, medidas que visam eliminar essas substâncias são necessárias (Li et al., 2019), não somente como método de prevenção, mas também a fim de evitar o descarte inadequado e o agravamento da poluição ambiental.

Os corantes sintéticos, a maior categoria química do mundo, são difíceis de ser removidos utilizando métodos naturais (El-Aziz et al., 2021). Eles são

compostos aromáticos, orgânicos e que tem em sua estrutura molecular o benzeno (Januário et al., 2021).

O corante Safranina-O ou vermelho básico 2 (Figura 1) é um sal catiônico, cuja nomenclatura química IUPAC e massa molecular é, respectivamente, 3,7-dimetil-10-fenilfenazina-10-íon-2,8-diamina e 350,84 g/mol (Fayazi et al., 2015).

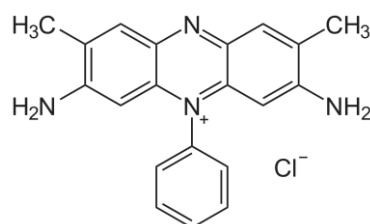


Figura 1. Estrutura química do corante Safranina-O.



Este corante além de ser capaz de danificar o ácido nucleico de microrganismo, pode causar várias reações, tais como irritação nos olhos, lábios, língua, estômago, coceira e vermelhidão na pele (Ghosh et al., 2021).

Diante desta realidade, vários métodos físicos, que tem seu mecanismo fundamentados na transferência de massa, são empregados na remoção de corantes, como a coagulação, floculação, filtração por membrana, troca iônica e adsorção (Najafi et al., 2022).

Dos métodos citados, a adsorção é um método que tem se destacado devido a sua eficácia, baixo custo e que vem sendo empregado na remoção de poluentes (Ahmed et al., 2017).

A adsorção de corantes é processo fundamentado em dois mecanismos, a adsorção e a troca iônica, os quais podem ser influenciados por vários fatores como o tempo de contato, tamanho de partícula, área superficial, pH, temperatura e interação entre o adsorvente e o adsorvato (Osagie et al., 2021).

Ademais, na adsorção podem ser empregados materiais residuais como adsorventes. Nesse contexto, o uso de resíduos agrícolas e florestais, os quais são ricos em celulose, hemicelulose e lignina como serragem e cascas tem sido abrangentemente estudados como possíveis adsorventes (Zhou et al., 2019).

O bambu é uma planta lenhosa de crescimento rápido e que ganhou atenção global devido ao seu potencial nutritivo, desempenhando um papel importante na indústria alimentícia (Nirmala et al., 2018). No entanto, por outro lado, a quantidade de resíduo gerado pela produção tende a crescer. Neste sentido, uma alternativa para essa problemática é utilizar esses resíduos como adsorventes.

Entretanto, como a adsorção é um método de superfície, consequentemente, sua eficiência depende da química da superfície do material natural ou modificado, por isso, a utilização de óxidos metálicos devido ao seu comportamento magnético que facilitam a separação e a reutilização dos adsorventes, vem sendo utilizadas na funcionalização desses materiais (Iqbal et al., 2022).

O óxido de cobre II (CuO) é um composto semicondutor que possui uma banda estreita (Moon et al., 2018), e que na forma de nanopartículas é capaz de apresentar propriedades e utilidades semelhantes às de outras partículas de metais nobres, além de possuir baixo custo e disponibilidade (Kumar e Upadhyay, 2016).

Nesse sentido, o objetivo deste estudo é avaliar a capacidade das cascas de bambu funcionalizadas com cobre como adsorventes na remoção do corante Safranina-O.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Departamento de Engenharia Química (DEQ), no Laboratório de Gestão, Controle e Preservação Ambiental (LGCPA), localizado na Universidade Estadual de Maringá (UEM), campus Maringá.

As cascas de bambu foram obtidas em feira local de Maringá-PR, lavadas com água deionizada, secadas, trituradas e padronizadas com auxílio de peneiras de 850 µm.

O corante Safranina-O foi adquirido através da empresa INLAB confiança (Diadema-SP). A solução foi preparada por meio da dissolução do corante em água deionizada.

O Nitrato de Cobre II Tihidratado, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, foi adquirido pelo fabricante NEON (São Paulo-SP, Brasil). A solução de cobre à 5% foi preparada dissolvendo o $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ em água deionizada.

Preparo do adsorvente

A funcionalização das cascas de bambu com cobre foi realizada de acordo com a metodologia empregada por Vidovix et al (2021), utilizando extrato das folhas de *Moringa oleifera* e $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

O extrato foi As folhas de *Moringa oleifera* foi realizado utilizando 5g dessa planta em 100 mL de água deionizada na temperatura de 80 °C por 1h sob agitação constante.

Em seguida, foi preparada a solução contendo 5% de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ e adicionadas ao extrato de *Moringa oleifera* a uma proporção de 1:2 (v/v).

Depois, a mistura foi adicionadas em reatores contendo 5g de casca de bambu e submetidos a agitação de 120 rpm por um período de tempo de 24h a 25 °C em incubadora Tencal, modelo TE-4200.

Ensaio de Adsorção

Os ensaios de adsorção foram realizados em duplicata. Os parâmetros estabelecidos neste estudo estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros adsorptivos.

Parâmetros de Adsorção	
Concentração inicial (mg/L)	20
Massa (g)	0,01
Velocidades de agitação (rpm)	120
Tempo de equilíbrio (h)	24h
Volume (mL)	25 mL
pH	7



Após o tempo de contato, as amostras foram filtradas com o auxílio de membrana de 22 µm e as concentrações finais e inicial foram aferidas utilizando Espectrometro UV-vis (HACH DR 500) no comprimento de onda de 518 nm.

Posteriormente, calculou-se a capacidade adsorptiva e a porcentagem de remoção por meio das equações 1 e 2, sucessivamente.

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e) \times V}{m} \quad (1)$$

$$R_e = \frac{(C_0 - C_e) \times 100}{C_0} \quad (2)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio dos resultados dos ensaios de adsorção verificou-se que a capacidade adsorptiva e a porcentagem de remoção foi, consecutivamente, de 39,86 mg/g e 79,73%, como demonstrado na Figura 2. Isto significa que o material em estudo apresenta uma alternativa promissora para a remoção do corante Safranina-O.

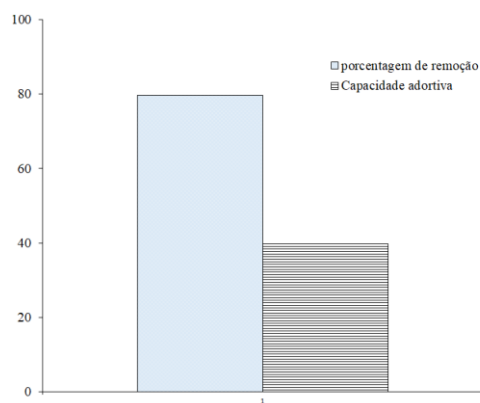


Figura 2. Porcentagem e capacidade adsorptiva do corante Safranina-O.

Vidovix et al., 2021 avaliaram a capacidade de adsorção do Safranin-O utilizando nanopartículas de óxido de cobre sintetizadas a partir do extrato das folhas de *Punica granatum*. Os autores relataram que a adsorção foi eficiente para este corante e que os principais fatores que favoreceram esse mecanismo foram as ligações de hidrogênio e as interações π-π.

Segundo Lamaming et al. (2022), pesquisas e estudos envolvendo o uso do bambu modificado como adsorvente podem ser mais eficientes e serem um alternativa para o tratamento de efluentes. Os autores também enfatizam que modificar o material podem melhorar as propriedades da superfície do material e aumentar a eficácia de remediação.

Desse modo, é possível observar que a utilização das cascas de bambu apresenta-se com uma alternativa promissora como adsorvente e que sua

funcionalização pode ser capaz de melhorar as características do material.

Entretanto, testes futuros precisam ser realizados para avaliar a influência de outros parâmetros no mecanismo de adsorção e também para compreender melhor as interações químicas presentes.

CONCLUSÃO

O estudo proposto indicou que as cascas de bambu funcionalizadas com cobre foi capaz de remover o corante Safranina-O da solução sintética preparada, apresentando uma capacidade adsorptiva de 39,86 mg/g e porcentagem de adsorção de 79,73%.

Os resultados apresentados sugerem que a casca de bambu pode ser uma alternativa promissora para utilização de adsorventes combinados com metais de cobre.

Entretanto, para melhor entendimento do mecanismo de adsorção do corante em estudo utilizando os adsorvente empregado faz-se necessários mais testes futuros a fim de avaliar outros parâmetros que podem influenciar na adsorção.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Ciências Científicas e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- AHMED, M.A. et al. An efficient adsorption of indigo carmine dye from aqueous solution on mesoporous Mg/Fe layered double hydroxide nanoparticles prepared by controlled sol-gel route. **Chemosphere**, v. 174, p. 280-288, 2017.
- EL-AZIZ, Abeer R.M. Abd et al. Silver nanoparticles biosynthesis using *Saussurea costus* root aqueous extract and catalytic degradation efficacy of safranin dye. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 28, n. 1, p. 1093-1099, 2021.
- FAYAZI, M. et al. Removal of Safranin dye from aqueous solution using magnetic mesoporous clay: optimization study. **Journal of Molecular Liquids**, v. 212, p. 675-685, 2015.
- GHOSH, Indrajit et al. Adsorptive removal of Safranin-O dye from aqueous medium using coconut coir and its acid-treated forms: adsorption study, scale-up design, mpr and ga-ann modeling. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v. 19, p. 100374, 2021.
- IQBAL, Zafar et al. Recent advances in adsorptive removal of wastewater pollutants by chemically modified metal oxides: a review. **Journal of Water Process Engineering**, v. 46, p. 102641, 2022.



JANUÁRIO, Eduarda Freitas Diogo et al. Advanced graphene oxide-based membranes as a potential alternative for dyes removal: a review. **Science of the Total Environment**, v. 789, p. 147957, 2021.

KUMAR, Nikhil; UPADHYAY, Lata Sheo Bachan. Facile and green synthesis of highly stable l-cysteine functionalized copper nanoparticles. **Applied Surface Science**, v. 385, p. 225-233, 2016.

LAMAMING, Junidah et al. A Review on Bamboo as an Adsorbent for Removal of Pollutants for Wastewater Treatment. **International Journal of Chemical Engineering**, v. 2022, p. 1-14, 2022.

LI, Caifeng et al. Enhanced visible-light-induced photocatalytic performance of Bi₂O₃/ZnAl-LDH-C for dyes removal in water. **Materials Letters**, v. 244, p. 215-218, 2019.

MOON, Sun A. et al. Comparison of dye degradation potential of biosynthesized copper oxide, manganese dioxide, and silver nanoparticles using *Kalopanax pictus* plant extract. **Korean Journal of Chemical Engineering**, v. 35, n. 3, p. 702-708, 2018.

NAJAFI, Mahnaz et al. Metal-organic and covalent organic frameworks for the remediation of aqueous dye solutions: adsorptive, catalytic and extractive processes. **Coordination Chemistry Reviews**, v. 454, p. 214332, 2022.

NIRMALA, Chongtham et al. Bamboo: a rich source of natural antioxidants and its applications in the food and pharmaceutical industry. **Trends in Food Science & Technology**, v. 77, p. 91-99, 2018.

OSAGIE, Christian et al. Dyes adsorption from aqueous media through the nanotechnology: a review. **Journal of Materials Research and Technology**, v. 14, p. 2195-2218, 2021.

QIN, Ling et al. One neutral metal-organic framework with an unusual dmp topology for adsorption of dyes. **Polyhedron**, v. 121, p. 231-235, 2017.

VIDOVIX, Taynara Basso et al. Adsorption of Safranin-O dye by copper oxide nanoparticles synthesized from *Punica granatum* leaf extract. **Environmental Technology**, p. 1-17, 2021.

ZHOU, Yanbo et al. Recent advances for dyes removal using novel adsorbents: a review. **Environmental Pollution**, v. 252, p. 352-365, 2019.