

NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE COBRE PARA REMOÇÃO DE CORANTES EM SOLUÇÃO AQUOSA

Micael Furioso Araújo (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Taynara Basso Vidovix (Coorientadora), Angélica Marquetotti Salcedo Vieira (Orientadora), e-mail: amsvieira@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia e Departamento de Engenharia Química/Maringá, PR.

3.00.00.00-9 Engenharias – 3.06.00.00-6 Engenharia Química

Palavras-chave: Nanopartículas, Síntese Verde, Vermelho Neutro.

Resumo:

Decorrente ao aparecimento de alguns novos contaminantes nos recursos hídricos, gerou-se a necessidade de novas formas de tratamento de água, uma vez que, métodos tradicionais não são eficazes na remoção desses micropoluentes despejados. A adsorção, nesse caso, apresenta-se como uma interessante alternativa em função de seu baixo custo, fácil operação e elevada eficiência na remoção destes compostos. Diversos materiais podem ser empregados como adsorventes, entretanto as nanopartículas metálicas têm se destacado devido às suas propriedades e seus ótimos resultados na remoção de corantes. Logo, o presente trabalho objetivou avaliar a cinética de adsorção do corante vermelho neutro a partir do emprego de nanopartículas de óxido de cobre, obtidas por meio do método de síntese verde, utilizando extrato das folhas de romã (*Punica granatum*). Esta metodologia possui diversas vantagens em relação aos métodos convencionais, visto que reduz os impactos ambientais. O método de síntese de verde mostrou-se eficaz na obtenção das nanopartículas, comprovada pela caracterização do Potencial Zeta, além disto, os ensaios de adsorção demonstraram o elevado potencial de utilização das nanopartículas visto que, a menor concentração verificada apresentou a maior capacidade de adsorção ($q_e = 123,58 \text{ mg g}^{-1}$) e a maior porcentagem de remoção (96,54%), além do tempo reduzido para o equilíbrio cinético (240 minutos).

Introdução

Decorrente do avanço industrial iniciou-se a ocorrência de poluentes emergentes como fármacos, hormônios e corantes nos recursos hídricos (VIDOVIX *et al.*, 2019), propiciando a necessidade de inovação nos procedimentos de tratamento de efluentes para a remoção destes novos

contaminantes.

O processo de adsorção apresentou-se como um dos mais eficientes na redução dos compostos tóxicos descartados pelas indústrias (NASCIMENTO *et al.*, 2014).

Dentre os diversos materiais que podem ser utilizados como adsorventes, as nanopartículas (NPs) metálicas têm se destacado em razão de seus bons resultados de adsorção de microcontaminantes (REDDY, 2017). Contudo, a obtenção destas NPs por meio da utilização de reagentes químicos pode desenvolver problemas ao meio ambiente e a saúde dos animais devido a sua alta toxicidade (ASGHAR *et al.*, 2018). Por isso, a preocupação por novos métodos na tentativa de obter as NPs sem o emprego de reagentes químicos cresceu, e dentre as propostas, a que tem apresentado maior aceitação é o método de síntese verde, em que se utiliza reagentes redutores fitoquímicos presentes em diversas substâncias naturais, como no extrato das folhas de algumas plantas, por exemplo (VARGHESE *et al.*, 2020).

Dentre as diversas opções disponibilizadas pelo meio ambiente, a folha de romã (*Punica granatum*), por conter altos índices de agentes oxidantes que promovem a redução e a estabilização natural (VIDOVIX *et al.*, 2019), torna-se uma opção interessante para a formação de nanopartículas de óxido de cobre (NPs-CuO). Além disso, vale salientar que o cobre é o metal mais simples de seu grupo e apresenta baixo custo, o que também o torna um material atrativo para ser utilizado na síntese das NPs (REDDY, 2017). Logo, o objetivo do presente trabalho foi a obtenção de NPs-CuO por meio do método de síntese verde, utilizando extrato de folhas de romã, empregadas na remoção do corante Vermelho Neutro (VN) em solução aquosa.

Materiais e métodos

Para a síntese das NPs-CuO preparou-se uma solução de Nitrato de Cobre ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$) na concentração de 0,1M e uma solução de extrato de romã 60 g L^{-1} , em que as folhas de romã foram imersas em água deionizada à 80°C por 1h. Na sequência, adicionou-se a solução de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ao extrato de romã (proporção 1:2 (v/v)) e a mistura foi acondicionada em estufa, na temperatura de 105°C , até completa evaporação do extrato. As NPs foram, então, trituradas e peneiradas ($250 \mu\text{m}$) (VIDOVIX *et al.*, 2019).

Após a obtenção das NPs realizou-se a caracterização destas, por meio da análise de Potencial Zeta, no qual utilizou-se o analisador de partículas Delsa™NanoC (Beckman Coulter) e os pHs avaliados (2-12) foram ajustados com soluções de HCl e NaOH, ambas 0,1M. Para os ensaios de adsorção em batelada, preparou-se uma solução estoque padrão com concentração de 1000 mg L^{-1} do corante VN e efetuaram-se as diluições necessárias no decorrer dos testes. A concentração do corante foi determinada através do espectrofotômetro UV-VIS HACH DR 2800. Os parâmetros avaliados nos ensaios de adsorção foram a capacidade de

adsorção e a porcentagem de remoção do corante VN, para isso dispôs-se de uma mesa agitadora (Tecnal TE-4200) com controle de temperatura, fixada em 25°C, sob agitação de 150 rpm.

O primeiro estudo realizado foi a influência da concentração das NPs-CuO, em que variaram-se as concentrações do adsorvente (0,4-12,0 g L⁻¹). Determinada a concentração ideal de NPs-CuO, avaliou-se a influência do pH. Desta maneira, ajustou-se o pH das soluções de VN (3, 5, 7, 9 e 11) com soluções de HCl e NaOH, ambas a 0,1 M. Por fim, realizou-se o estudo cinético durante um período total de 24h, nas condições ideais de concentração e pH.

Resultados e Discussão

A formação das NPs-CuO pode ser comprovada por sua caracterização. Os valores de potencial zeta em diferentes valores de pH estão dispostos na Figura 1– (A), no qual observa-se que todos os dados experimentais não ultrapassaram o potencial de carga zero, indicando que a carga superficial é majoritariamente negativa, o que possivelmente implica em uma melhor adsorção de contaminantes de caráter catiônico, devido a oposição de cargas eletrostáticas superficiais.

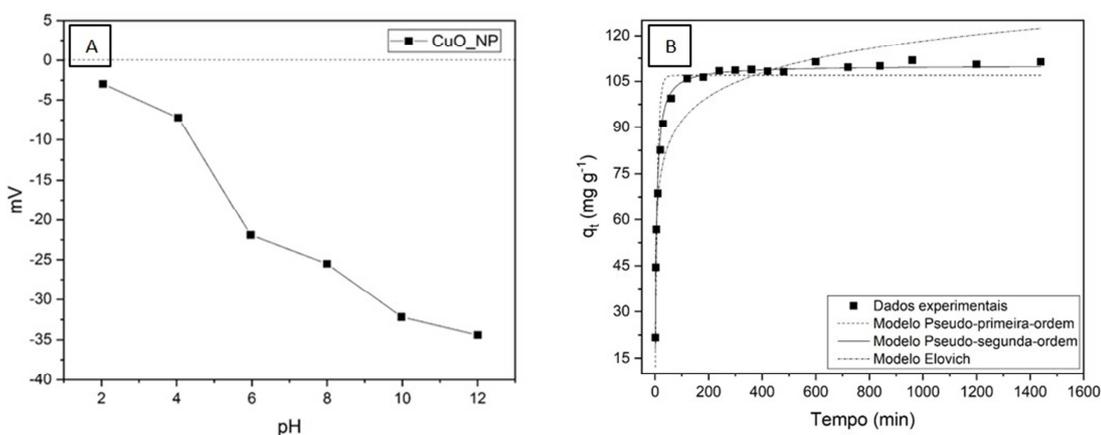


Figura 1 – (A) Potencial Zeta da NPs-CuO e (B) dados cinéticos de adsorção de VN em NPs-CuO.

A influência da concentração das NPs-CuO em função da capacidade de adsorção (q_e) e porcentagem de remoção de VN apresentaram um comportamento decrescente, para ambos. Logo a concentração ideal foi a menor concentração avaliada, visto que apresentou o maior q_e (123,58 mg g⁻¹) e a maior porcentagem de remoção (96,54%). O efeito do pH, por sua vez, permitiu verificar que o q_e não apresentou grandes variações de acordo com a mudança de pH (103,44 – 116,26 mg g⁻¹), sendo que para o pH natural a capacidade de adsorção foi de 112,03 mg g⁻¹, justificando, o emprego do pH natural nos testes de adsorção posteriores. Por fim, o estudo cinético, indicou que o equilíbrio do processo foi atingido após 240 minutos ($q_t =$

108,44 mg g⁻¹), como é ilustrado na Figura 1 – (B). Os dados cinéticos ainda foram aplicados a três modelos matemáticos, Pseudo-primeira-ordem (PFO), Pseudo-segunda-ordem (PSO) e Elovich. O modelo que apresentou melhor ajuste dos dados experimentais foi o modelo de PSO, devido ao maior fator de correlação e menor valor de qui-quadrado ($R^2=0,99$ e $X^2=5,79$) obtidos, se comparados aos outros modelos. Logo, de acordo com seu pressuposto, pode dizer que a capacidade de adsorção de VN é proporcional ao números de sítios ativos ocupados nas NPs-CuO (VIDOVIX *et al.*, 2019).

Conclusões

O presente trabalho propôs uma alternativa de tratamento para a remoção do VN em águas contaminadas a partir do emprego de NPs-CuO. A caracterização das nanopartículas, por meio do potencial zeta, permitiu verificar a eficiência do processo de síntese verde utilizando extrato da folha de romã. Os ensaios de adsorção (influência da concentração, pH e tempo de contato), por sua vez, permitiram verificar que as NPs-CuO apresentam elevado potencial de aplicação para remoção de corantes catiônicos dos recursos hídricos, como o VN, em função de seus elevados valores de q_e (123,58 mg g⁻¹) e porcentagem de remoção (96,54%) obtidos.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES e CNPq pelo apoio financeiro e pela bolsa de estudos.

Referências

- ASGHAR, Muhammad Asif *et al.* Iron, copper and silver nanoparticles: Green synthesis using green and black tea leaves extracts and evaluation of antibacterial, antifungal and aflatoxin B1 adsorption activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 90, p. 98–107, 2018.
- NASCIMENTO, Ronaldo Ferreira Do *et al.* **ADSORÇÃO ASPECTOS TEÓRICOS E APLICAÇÕES AMBIENTAIS**.2014.
- REDDY, K. Rayapa. Green synthesis, morphological and optical studies of CuO nanoparticles. **Journal of Molecular Structure**, v. 1150, p. 553–557, 2017.
- VARGHESE, R. Jose *et al.* Green synthesis protocol on metal oxide nanoparticles using plant extracts. **Elsevier Inc.**, 2020.
- VIDOVIX, Taynara Basso *et al.* Green synthesis of copper oxide nanoparticles using Punica granatum leaf extract applied to the removal of methylene blue. **Materials Letters**, v. 257, p. 126685, 2019.