

ESTUDO DAS CONDIÇÕES INICIAIS DE ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO EM BIOCÁRVÃO DE ENDOCARPO DE CANSANÇÃO

Amanda Vargas dos Passos¹, Nathália Tavares Vieira¹, Ana Clara Ribeiro Aranha¹, Lucas Destefani Paquini¹, Joyce de Almeida Carminati¹, Demetrius Profeti¹, Luciene Paula Roberto Profeti¹

Universidade Federal do Espírito Santo. Alto Universitário s/n – Guararema, 29500-000, Alegre, Espírito Santo, Brasil, amandavargas516@gmail.com, ntavaresv@gmail.com, anaclaraaranha@gmail.com, lucasdestefanip@hotmail.com, joyceacarminate@gmail.com, demetrius.profeti@ufes.br, luciene.profeti@ufes.br.

Resumo

A poluição dos recursos hídricos é um desafio global que resulta na contaminação dos cursos d'água. Diante da vantagem econômica e ambiental da utilização de biocárvoes para o tratamento de efluentes residuais, a adsorção se destaca como uma alternativa viável e com elevadas taxas de remoção de poluentes. Assim, este trabalho teve como objetivo a investigação da aplicação de um biocárvo sintetizado a partir da pirólise de endocarpo de cansanção como adsorvente para a remoção de azul de metileno em meio aquoso. Demais, a partir do estudo da concentração inicial obteve-se uma remoção de 75% do corante sob uma concentração de 60 mg L⁻¹; ao passo que em 200 mg L⁻¹ obteve-se 12% de remoção. Em relação à influência do pH, a capacidade de remoção alcançou 3,9 mg g⁻¹ em pH 6,0, removendo aproximadamente 40% do corante em concentração de 100 mg L⁻¹. Em relação ao tempo de contato houve adsorção do corante entre 5 e 1440 minutos. Os resultados mostraram que o material apresentou afinidade com a molécula estudada e pode ser considerado promissor para uso como adsorvente em estudos de remoção de corantes.

Palavras-chave: Efluentes. Azul de Metileno. Biocárvo. Adsorção. Estudos Iniciais.

Área do Conhecimento: Ciências Exatas e da Terra - Química.

Introdução

A indústria têxtil é considerada uma das principais responsáveis pela poluição ambiental, em função do aumento da demanda por produtos e do alto volume de água necessário para seu funcionamento, gerando efluentes líquidos em grandes quantidades (IQBAL et al., 2022). Na maioria dos casos, os resíduos gerados ao final do processo produtivo são descartados em rios e outros corpos hídricos, contaminando os solos irrigados (RIMA et al., 2022).

Ao avaliar a eficiência da aplicação de tratamentos de águas residuais, a adsorção tem se tornado a principal técnica alternativa responsável pela remoção de poluentes (CHOI et al. 2022). A adsorção ocorre por transferência de massa, considerando a habilidade de certos sólidos em concentrar em sua superfície determinadas substâncias presente em fluidos, promovendo a separação dos componentes (NASCIMENTO et al, 2014). Dentre essas abordagens de tratamento para a remoção de corantes, a técnica de adsorção tem sido aplicada com sucesso devido ao ótimo custo-benefício de implantação, simplicidade de operação, alta eficiência para a remoção destas substâncias de efluentes aquosos (BABAKIR; ALI; ISMAIL, 2022; LI et al., 2022).

Há uma procura por materiais alternativos de baixo custo que sejam eficientes na remoção de corantes têxteis. Um exemplo é o uso da biomassa para produzir biocárvoes, os quais possuem características como grupos funcionais e alta área superficial, que podem ser adequadas para processos de adsorção. Neste contexto, o endocarpo de Cansanção (*Cnidoscopus pubescens*), um resíduo agroflorestal local com alto teor de lignina, pode ser utilizado para a produção de biocárvo (YAHYA et al., 2020). O Cansanção (*Cnidoscopus pubescens*) é uma planta pioneira que ocorre com frequência elevada, mas de forma bastante descontínua. Suas características são exclusivas da caatinga arbórea e da mata pluvial atlântica de tabuleiro. A planta é urticante e apresenta látex. Sua copa é ampla e rala, podendo atingir alturas de 6 a 10 metros. A ocorrência do Cansanção é relatada

em diversos estados, incluindo Bahia, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Pernambuco e Piauí (LORENZI, 1998). O endocarpo de cansanção (*Cnidoscylus pubescens*), coletado em uma propriedade privada com coordenadas 20°02'42.8"S 41°32'18.4"W, localizada no distrito de Ocidente, município de Mutum, Minas Gerais, Brasil.

No caso de estudos envolvendo os biocarvões ativados, a utilização de técnicas como determinação o efeito da concentração inicial, Influência do pH e Tempo de contato, são essenciais para investigação das propriedades do material. Diante dessas considerações, com o intuito de contribuir com as pesquisas desenvolvidas na área de adsorção, o presente trabalho propõe a utilização do biocarvão de endocarpo de Cansanção (*Cnidoscylus pubescens*) como material adsorvente na remoção do corante azul de metileno.

Metodologia

O endocarpo de cansanção (*Cnidoscylus pubescens*), foi coletado em uma propriedade privada com coordenadas 20°02'42.8"S 41°32'18.4"W, localizada no distrito de Ocidente, município de Mutum, Minas Gerais, Brasil. Após a coleta da matéria prima, os frutos de cansanção foram lavados com água corrente e água de osmose reversa para a remoção de impurezas presentes na camada superficial. O material foi seco em estufa por 24 horas a 105°C e após inseridos em forno mufla sob atmosfera controlada de N₂, com rampa de aquecimento de 10 °C min⁻¹ e ao atingir 600°C, a temperatura foi mantida por 180 minutos. Após a retirada da biomassa já pirolisada da mufla, o material foi pesado e progressivamente macerado até a classificação granulométrica de 80 a 100 mesh. O biocarvão foi submetido a tratamento térmico na estufa por 60 minutos em dessecador para o esfriamento do mesmo antes do procedimento do estudo.

Para a avaliação do processo de adsorção, os experimentos de adsorção do corante Azul de Metileno (AM) em solução aquosa foram realizados em batelada. Foi determinado um volume adequado de solução contendo a espécie de interesse em contato com determinada massa de adsorvente. As suspensões foram mantidas sob agitação controlada (100 rpm) e em temperatura controlada. Nos ensaios que avaliaram a influência do pH na adsorção foram utilizadas soluções de AM na concentração de 100 mg L⁻¹ com o pH ajustado com soluções de 0,1 mol L⁻¹ de HCl ou NaOH. As amostras foram coletadas, separadas por filtração com filtro de seringa e a concentração remanescente da espécie de interesse na solução foi determinada por espectrofotometria na região do UV-vis, através do método de curva de calibração. A capacidade de adsorção foi calculada pela equação 1.

$$q = \frac{(C_i - C_f) \cdot V}{m} \quad (\text{eq. 1})$$

Onde q (mg g⁻¹) corresponde a quantidade de corante adsorvida por unidade de massa; C_i e C_f (mg L⁻¹) são as concentrações iniciais e finais em solução, respectivamente; V (L) é o volume de solução e m (g) é a massa de adsorvente.

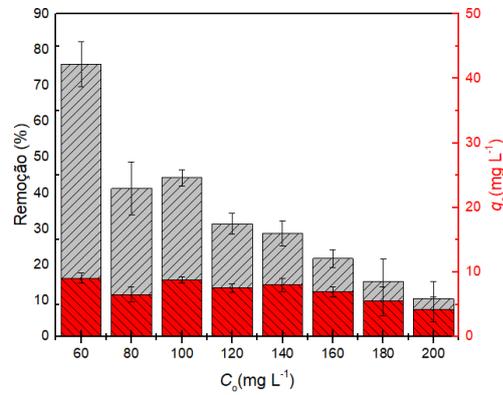
Resultados

Os resultados obtidos com os experimentos iniciais de adsorção do AM em biocarvão de endocarpo de cansanção estão mostrados nas Figuras 1, 2 e 3. O efeito da concentração inicial de corante está mostrado na Figura 1, onde se tem a porcentagem de remoção em função e a quantidade de corante removida em função da concentração inicial de AM. As concentrações iniciais de AM variaram de 60 a 200 mg L⁻¹.

A influência do pH da solução de AM na adsorção do mesmo em biocarvão de cansanção está mostrado na Figura 2, onde estão apresentadas a porcentagem de remoção em função e a quantidade de corante removida em função do pH da solução de AM. Os valores de pH das soluções variaram de 2 a 12 e concentração inicial de AM foi de 100 mg L⁻¹.

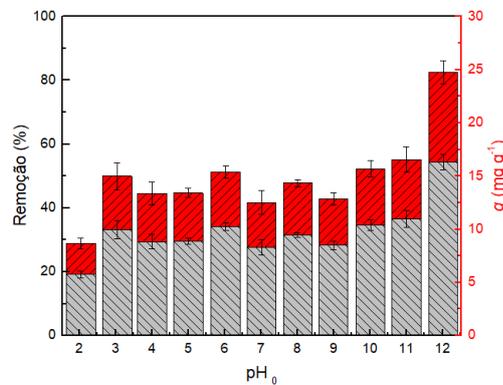
Na Figura 3 está mostrada a variação da quantidade de AM adsorvida em função do tempo de contato da adsorção, o qual variou entre 5 e 1440 minutos em soluções com concentração inicial de 100 mg L⁻¹.

Figura 1 – Efeito da concentração inicial na adsorção de azul de metileno em biocarvão de cansanção.



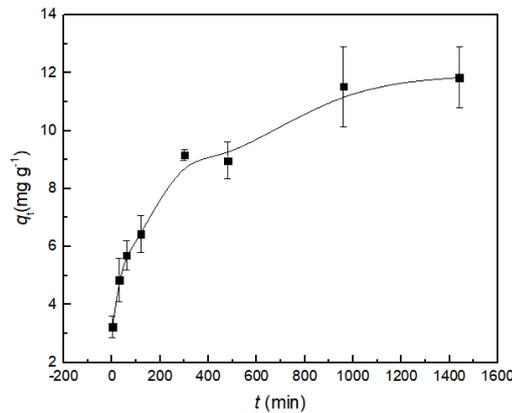
Fonte: Produção da própria autora.

Figura 2 – Influência do pH na adsorção de azul de metileno em biocarvão de cansanção.



Fonte: Produção da própria autora.

Figura 3 – Tempo de contato na adsorção de azul de metileno em biocarvão de cansanção.



Fonte: Produção da própria autora.

Discussão

Por meio do efeito da concentração inicial (Figura 1), observou-se que a quantidade de corante adsorvida aumentou levemente à medida que a concentração inicial foi elevada, dentro de uma faixa de 60 a 200 mg L⁻¹. Foi possível observar uma remoção de 75% do corante sob uma concentração de 60 mg L⁻¹; ao passo que em 200 mg L⁻¹ atingiu 12% de remoção. A partir deste resultado, a concentração da solução de AM utilizada nos próximos ensaios foi de 100 mg L⁻¹, na qual obteve-se cerca de 50% de remoção, uma vez que quando se realizam os ensaios para o estudo de equilíbrio de adsorção e obtenção de parâmetros termodinâmicos, varia-se a temperatura dentro de uma faixa de 25 a 55 °C. No caso de processos endotérmicos, o aumento da temperatura favorece o processo de remoção, e, portanto, estipula-se uma remoção de 50% a 25°C para que em uma eventual elevação de temperatura não ocorra a adsorção completa do micropoluentes de forma a permitir mensurar a concentração remanescente da solução. Em vista do exposto, com o resultado do *Efeito da concentração inicial*, determinou-se a concentração da solução de AM para os experimentos futuros, como sendo a concentração de 100 mg L⁻¹.

No estudo da influência do pH da solução na adsorção (Figura 2), o comportamento indica que em todos os valores de pH da solução preparada para realização dos experimentos, ocorreu a remoção do AM, variando-se entre 20 (pH 2) e 50% (pH 12). O pH do meio pode influenciar o processo de adsorção de forma a poder afetar a carga superficial do material e ter impacto no grau de ionização do corante (JI et al., 2019), ou seja, determina o grau de distribuição das espécies químicas em solução. Por meio deste estudo, definiu-se como valores de pH para os estudos posteriores como sendo dentro da faixa de pH entre 5,0 e 8,0, visto que em efluentes reais o ajuste do pH para faixas mais extremas é oneroso e constitui como uma etapa extra no processo de remoção (MALL et al., 2006; ROCHA, 2012).

O tempo de contato é categorizado como um estudo cinético preliminar aplicado com objetivo de validar o tempo necessário para o sistema entrar em equilíbrio, bem como estabelecer as regiões rápida, intermediária e de estado de equilíbrio (estabilização) da curva inicial. Nesse experimento, se fixa a concentração e temperatura, o que varia é o tempo de agitação do sistema. Na Figura 3 está mostrado o comportamento da quantidade de AM adsorvida em função do tempo. O tempo de contato é um parâmetro importante porque este fator dá indícios sobre o comportamento cinético da adsorção para um determinado adsorvente numa determinada concentração inicial do adsorvato (NASCIMENTO et al., 2014). A curva para o tempo de contato (Figura 3) evidencia três comportamentos: (i) o primeiro é um aumento rápido no carregamento em função do tempo que pode ser observado entre 5 minutos e 180 minutos, (ii) o segundo corresponde ao aumento do carregamento entre os tempos de 180 minutos e 420 minutos, com velocidade inferior comparada à observada entre 5 e 180 minutos, (iii) e o terceiro comportamento é a região de estabilização após 420 minutos, ou seja, quando o sistema entra em equilíbrio termodinâmico (FU, WANG, 2011; BULUT, AYDIN, 2006). Os resultados deste estudo permitiram definir o tempo em que os estudos futuros envolvendo a caracterização de equilíbrio, cinética e termodinâmica de adsorção.

Conclusão

Nesse trabalho, foi avaliado a eficiência do biocarvão obtido a partir da pirólise de endocarpo de cansanção como material adsorvente do contaminante azul de metileno em soluções aquosas. Foram observados os dados experimentais das condições iniciais, indicando que a concentração da solução de AM mantida em 100 mg L⁻¹ é a adequada para os estudos posteriores. Nesta concentração inicial uma remoção de cerca de 50% do adsorvato foi obtida. A partir dos dados do efeito do pH na adsorção do contaminante, foi possível observar que a capacidade adsorptiva permaneceu próxima na maioria dos valores de pH, indicando que a faixa de trabalho entre os valores de 5 e 8 é adequada para a condução dos estudos. Os dados do ensaio preliminar relacionado ao tempo de contato possibilitaram identificar três regiões com diferentes comportamentos no gráfico, indicando um carregamento rápido do adsorvente que posteriormente aumenta com velocidade inferior até atingir a estabilização próximo ao tempo de 420 minutos, alcançando o equilíbrio. Os resultados iniciais mostraram que o biocarvão proveniente de endocarpo de cansanção já se mostrou um adsorvente e promissor para remover substâncias corantes de águas residuais.

Referências

BABAKIR, B. A. M.; ALI, L. I. A.; ISMAIL, H. K. Rapid removal of anionic organic dye from contaminated water using a poly (3-aminobenzoic acid/graphene oxide/cobalt ferrite) nanocomposite low-cost adsorbent via adsorption techniques. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 15, n. 12, p. 104318, 2022.

BULUT, Y.; AYDIN, H. A kinetics and thermodynamics study of methylene blue adsorption on wheat shells. **Desalination**, v. 194, n. 1-3, p. 259-267, 2006.

CHOI, S. et al. Abatement efficiencies of organic matter and micropollutants during combined coagulation and powdered activated carbon processes as an alternative primary wastewater treatment option. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 10, n. 3, p. 107619, 2022.

FU, F.; WANG, Q. Removal of heavy metal ions from wastewaters: a review. **Journal of Environmental Management**, v. 92, n. 3, p. 407-418, 2011.

IQBAL, A. et al. Decolorization and toxicity evaluation of simulated textile effluent via natural microbial consortia in attached growth reactors. **Environmental Technology & Innovation**, v. 26, p. 102284, 2022.

JI, B. et al. Removal of methylene blue from aqueous solutions using biochar derived from a fallen leaf by slow pyrolysis: Behavior and mechanism. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 7, n. 3, p. 103036, 2019.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. **Plantarum**, v. 2, 1998.

MALL, I. D. et al. Removal of Orange-G and Methyl Violet dyes by adsorption onto bagasse fly ash—kinetic study and equilibrium isotherm analyses. **Dyes and Pigments**, v. 69, n. 3, p. 210-223, 2006.

NASCIMENTO, R. F. DO et al. **Adsorção: Aspectos teóricos e aplicações ambientais**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014.

RIMA, S. A. J. et al. Efficacy of *Pseudomonas* sp. and *Bacillus* sp. in textile dye degradation: A combined study on molecular identification, growth optimization, and comparative degradation. **JHM Letters**, v. 3, p. 100068, 2022.

ROCHA, O. R. S. et al. Avaliação do processo adsorptivo utilizando mesocarpo de coco verde para remoção do corante cinza reativo BF-2R. **Química Nova**, v. 35, p. 1369-1374, 2012.

YAHYA, M. D. et al. Remediation of Pb (II) ions from Kagara gold mining effluent using cotton hull adsorbent. **Scientific African**, v. 8, p. e00399, 2020.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), à CAPES, ao CNPq e à FAPES.