

ADSORÇÃO DE CORANTES EM BIOCARVÃO DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Mellyely Carolina Basílio Soares¹ (mellyelybasilio@gmail.com); Pablo Igor Gomes Ferreira¹ (pabloigor27@gmail.com); Pedro Henrique Neubaner de Araújo Silva¹ (pedroneubaner1@gmail.com); Alan Rodrigues Teixeira Machado (Dr.)¹(alan.machado@prof.unibh.br)

¹Centro Universitário Una, Belo Horizonte, Brasil

RESUMO

O estudo avaliou o potencial adsortivo do biocarvão produzido a partir do bagaço de cana-de-açúcar para a remoção de corantes industriais (azul de metileno, violeta de cristal, verde malaquita, azul de toluidina e eosina). Foram realizados ensaios variando tempo de contato, pH inicial e concentração de corante. Os resultados mostraram que a eficiência adsorptiva depende de variáveis como o pH, com maior remoção do violeta de cristal e eosina em meio ácido (pH 2) e do verde malaquita em meio alcalino (pH 10 e 12). A cinética de adsorção apresentou equilíbrio em 15 minutos para a maioria dos corantes. A quantidade adsorvida (q_e) aumentou com a concentração inicial do corante, sendo o azul de toluidina o que apresentou maior q_e (24,8 mg/g). Esses resultados reforçam a versatilidade do biocarvão para o tratamento de efluentes industriais, alinhando-se às metas de sustentabilidade e economia circular.

PALAVRAS- CHAVE: adsorção, biocarvão, corantes.

INTRODUÇÃO

Em 2015, durante a Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, foi lançada a Agenda 2030, que estabeleceu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como diretrizes globais (ONU, 2017). Nesse cenário, a busca por métodos mais sustentáveis ganhou destaque, intensificando o interesse por tecnologias que utilizem biomassa residual, como o processo de adsorção. Essa abordagem se alinha especialmente aos ODS 6 (Água potável e saneamento), 9 (Indústria, inovação e infraestrutura) e 14 (Vida na água), ao propor alternativas eficazes para o tratamento de efluentes e o aproveitamento de resíduos industriais. A adsorção é um método amplamente estudado, que consiste na transferência de compostos em fases líquida ou gasosa para a superfície de um sólido adsorvente (DA SILVA et al., 2017).

Um dos principais desafios ambientais está relacionado ao descarte inadequado de corantes industriais em efluentes, muitas vezes realizado sem tratamento prévio. Esses compostos apresentam alta toxicidade e resistência à degradação, o que resulta em alterações significativas nos ecossistemas aquáticos (ALLGAYER et al., 2015). A poluição por corantes industriais exige estratégias de mitigação eficientes, sendo o uso de materiais adsorventes uma das alternativas mais promissoras. Entre esses materiais, o biocarvão, produzido a partir de resíduos de biomassa, destaca-se por sua versatilidade e eficiência na remoção de poluentes (BRIDGWATER, 2012).

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo avaliar a capacidade adsorptiva do biocarvão obtido do bagaço de cana-de-açúcar na remoção de corantes industriais. A proposta busca contribuir para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis voltadas para o tratamento de efluentes, alinhadas aos princípios da economia circular e da proteção ambiental.

METODOLOGIA

O biocarvão investigado foi preparado a partir do bagaço de cana-de-açúcar, conforme descrito em estudo anterior (Pinto et al., 2023). Para avaliar sua capacidade adsorptiva, foram inicialmente construídas curvas de calibração utilizando soluções padrão dos corantes azul de metileno, violeta de cristal, verde malaquita, azul de toluidina e eosina, com concentrações variando entre 0 e 10 mg/L.

Posteriormente, foram realizados ensaios de adsorção em frascos de Erlenmeyer contendo 25 mL de solução de cada corante, com concentração inicial de 100 mg/L. Os experimentos incluíram a avaliação do tempo de contato (variando de 1 a 60 min), do pH inicial das soluções (entre 2 e 12) e das concentrações dos corantes (de 10 a 100 mg/L).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A **Figura 1** apresenta os resultados do ensaio de cinética de adsorção (variação do tempo de contato) para os cinco corantes investigados. O biocarvão apresentou maior eficiência na remoção do verde malaquita, alcançando uma capacidade adsorptiva de aproximadamente 18,3 mg/g aos 15 minutos, permanecendo estável até o final do experimento. Para o violeta de cristal, o equilíbrio foi atingido em 15 minutos, com uma capacidade adsorptiva (q_t) de cerca de 9,6 mg/g. Já os corantes azul de metíleno, azul de toluidina e eosina apresentaram capacidades adsorptivas variando entre 5,0 e 8,5 mg/g.

Deve-se ainda destacar que a capacidade adsorptiva em função do tempo (q_t), expressa como a taxa de remoção do adsorvato na fase fluida ao longo do tempo, apresenta um comportamento característico. Conforme observado na Figura 1, o processo de adsorção aumenta rapidamente nos estágios iniciais até atingir o equilíbrio (VIDAL et al., 2020).

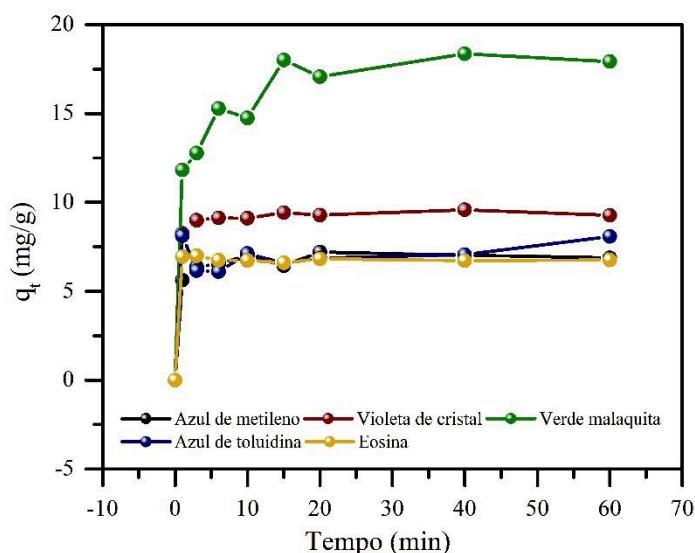


Figura 1 – Capacidade adsorptiva (q_t) do biocarvão de bagaço de cana-de-açúcar para diferentes corantes em função do tempo. Fonte: Autores, 2024.

A variação do pH inicial da solução demonstrou que o potencial adsorptivo do biocarvão depende diretamente do pH, influenciando de forma distinta a remoção de cada corante. Em pH ácido (pH 2), o biocarvão apresentou maior

eficiência na adsorção do violeta de cristal e da eosina, enquanto a remoção do azul de metileno e do verde malaquita foi consideravelmente menor. Por outro lado, em pH alcalino, como 10 e 12, o potencial adsortivo aumentou para o verde malaquita. Essa relação entre o pH e a capacidade de adsorção evidencia a necessidade de ajuste do pH para otimizar a remoção de corantes específicos, destacando o papel das interações eletrostáticas e dos grupos funcionais presentes tanto no biocarvão quanto nas moléculas dos corantes.

O ensaio com variação da concentração inicial dos corantes indicou que a quantidade adsorvida (q_e) aumenta proporcionalmente à concentração inicial, refletindo a dependência do processo de adsorção com a disponibilidade de corante no sistema. Dentre os corantes avaliados, o azul de toluidina apresentou o maior valor de q_e na maior concentração (24,8 mg/g), sugerindo uma maior afinidade entre esse corante e o biocarvão. Por outro lado, o violeta de cristal mostrou os menores valores de q_e em concentrações mais baixas, mas atingiu um valor máximo de 23,7 mg/g em concentrações elevadas. Comparativamente, os valores máximos de q_e para os demais corantes, como azul de metileno, verde malaquita e eosina, variaram entre 23,0 e 23,9 mg/g, mostrando comportamento similar.

Esses resultados reforçam o potencial do biocarvão de bagaço de cana-de-açúcar como adsorvente versátil e eficiente para diferentes corantes. No entanto, as interações moleculares entre o biocarvão e os corantes demonstram sensibilidade a variáveis como pH, concentração inicial e características estruturais dos corantes, como tamanho molecular e carga elétrica. Assim, a otimização do desempenho adsortivo exige maior atenção à influência dessas variáveis, além de estudos detalhados sobre a cinética de adsorção, isotermas e possíveis modificações químicas ou térmicas no biocarvão, visando ampliar sua aplicabilidade no tratamento de efluentes complexos.

CONCLUSÕES

O biocarvão derivado do bagaço de cana-de-açúcar demonstrou ser uma alternativa sustentável para a remoção de corantes industriais. O comportamento adsorptivo foi influenciado por variáveis como pH, tempo de contato e concentração inicial dos corantes. Embora o azul de toluidina tenha apresentado maior afinidade, outros corantes também puderam ser adsorvidos na superfície do biocarvão, destacando o potencial desse material como adsorvente versátil. Apesar dos resultados promissores, é recomendada a realização de estudos adicionais, incluindo modelagem isotérmica e análises termodinâmicas, para otimizar o desempenho do biocarvão em sistemas mais complexos e potencializar sua aplicação em tratamentos de efluentes industriais.

REFERÊNCIAS

ALLGAYER, N., Raupp, W. V., e Cantarelli, V. V. Descarte de corantes e meios de cultivo utilizados na microbiologia, 2015.

BRIDGWATER, A. V. Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading. *Biomass Bioenergy*, v.38, p. 68-94, 2012.

DA SILVA, R. R. M. et al. Estudo de equilíbrio e modelagem cinética da adsorção do corante cristal violeta sobre carvão de capim-elefante. XII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, 2017.

NASCIMENTO, R. F. do et al. Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais. 2. ed. - Fortaleza: Imprensa Universitária, 2020.

ONU. Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável: Transformar nosso mundo para as Pessoas e o Planeta, 2017. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/cupula/>>.

PINTO, Bruna Cristina et al. Biochar influences the cane fields' microbiota and the development of pre-sprouted sugarcane seedlings. *Waste Disposal & Sustainable Energy*, v. 5, n. 1, p. 75-88, 2023.



VIDAL, Carla. CINÉTICA DE ADSORÇÃO. In: NASCIMENTO, Ronaldo (Ed.). ADSORÇÃO Aspectos teóricos e aplicações ambientais.2. ed. Fortaleza : Imprensa Universitária,2020. p.64-87.

FOMENTO

O trabalho teve a aprovação do Pró- Ciência 2024/1, contando com os recursos fornecidos pelo Centro Universitário Una, campus Cristiano Machado - Belo Horizonte.