

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE ADSORÇÃO DE CRISTAL VIOLETA EM EFLUENTES ORIUNDOS DA INDÚSTRIA TEXTIL PELO BAGAÇO DE MALTE IN NATURA

Caíque Santos Dos Santos¹; Larissa Santos Conceição¹; Rafael De Jesus Nunes Gomes¹; Dra. Leila Maria Aguilera Campos² (Orientadora)

RESUMO:

A indústria têxtil brasileira, em ascensão, é um dos maiores produtores mundiais de têxteis. O uso crescente de corantes na indústria têxtil resulta em um desafio ambiental, pois 20-30% desses corantes são descartados, afetando a qualidade da água. Alguns corantes, como o Cristal Violeta (CV), são tóxicos e de difícil remoção. O Bagaço de Malte (BM), um resíduo da produção de cerveja, se destaca como um biossorvente eficaz para a remoção de CV. Este estudo avaliou a aplicabilidade do BM na adsorção de CV, apresentando percentual de remoção do CV de 99,94% na solução de 100 mg.L⁻¹ pH 5 apontando para uma solução sustentável para o problema do descarte de corantes na indústria têxtil.

INTRODUÇÃO:

A indústria têxtil vem gradualmente ganhando destaque nacional e demonstrando um grande potencial de crescimento como produtora, importadora e exportadora têxtil. De acordo com Mendes Junior (2022), em uma análise dos dados da UNIDO (Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial) de 2020, o Brasil ocupou a décima posição no ranking dos maiores produtores mundiais de têxteis, com uma produção superior a US\$ 9 bilhões (ou US\$ 14 bilhões em 2017).

Conforme a demanda da indústria têxtil aumenta, o uso proporcional de corantes para atender as necessidades do setor também cresce. O descarte desses corantes se torna um problema, já que cerca de 20-30% deles são descartados durante o processo de tingimento em corpos d'água, impactando negativamente a qualidade da água (Almeida, 2018).

Dentre os vários tipos de corantes usados na indústria têxtil, estão os trifenilmetanos, um grupo de corantes considerados tóxicos para seres humanos, animais e plantas em concentrações relativamente baixas. Esses corantes são classificados como substâncias clastogênicas, teratogênicas, mutagênicas e precursoras de compostos cancerígenos, sendo de difícil remoção em águas. Alguns corantes conhecidos, como a fucsina, verde

¹ Acadêmico(a) de Engenharia Química, Núcleo de Química Verde (NQV/CATAM), Universidade Salvador; caiquesantos.social@hotmail.com

² Doutora em Engenharia Química; Núcleo de Química Verde (NQV/CATAM) Universidade Salvador, aguilera.leila@gmail.com.

malaquita e o Cristal Violeta (CV), que é um típico corante catiônico, são amplamente utilizados na coloração de tecidos de algodão e seda, nylon, plásticos e diversos outros materiais, com aplicações práticas em várias áreas da ciência. Estes corantes estão associados às aminas alifáticas, que são perigosas devido ao seu potencial de irritabilidade em regiões de grande sensibilidade, como a pele, mucosas, olhos e vias respiratórias (Mani; Bharagava, 2016).

Diversas soluções têm sido estudadas para alcançar um grau satisfatório de remoção de corantes em sistemas de águas residuais. Isso inclui a aplicação de processos químicos, biológicos e físicos, como coagulação, ultrafiltração, nanofiltração, adsorção eletroquímica e fotooxidação. No entanto, esses processos são frequentemente caros e geralmente necessitam da combinação de dois ou mais deles, tornando-os economicamente inviáveis. Assim, há a necessidade de buscar alternativas de baixo custo e sustentáveis, como a adsorção por adsorventes de matrizes naturais ou residuais, capazes de solucionar os problemas de descarte de corantes na indústria têxtil.

Nesse sentido, destaca-se o Bagaço de Malte (BM) como parte da solução. Ele é o principal resíduo da produção de cerveja, representando aproximadamente 85% do total dos resíduos gerados. Segundo Massardi (2020), a cada litro de cerveja produzido, são gerados de 140 a 200g de BM, um valor significativo devido à grande quantidade de cerveja produzida. Atualmente, esse resíduo tem sido aplicado na alimentação animal em forma de ração, um produto de baixo valor agregado, ou simplesmente descartado (Correia et al., 2020). O Brasil está aumentando a procura pelo malte devido à expansão da indústria cervejeira. Segundo o SINDCERV (2023), em 2022, a indústria registrou uma produção 8% maior em relação ao ano anterior, consolidando-se como o terceiro maior produtor de cerveja do mundo (MAPA, 2023). Assim, o BM se destaca como uma alternativa de biossorvente na remoção de CV.

PALAVRAS-CHAVE:

Bioadsorção, Violeta Cristal, Bagaço de Malte

MÉTODO:

1) Preparação da amostra de BM



A primeira etapa consistiu na lavagem do BM, em ciclos, até que a água ficasse límpida, sem resíduos e impurezas. Em seguida, foi seca em estufa à 60 °C até atingir teor de umidade inferior a 10%, triturado e peneirado na faixa > 100 mesh.

2) Determinação do Ponto de Carga Zero (pH_{pcz})

Neste estudo, utilizamos o método "Experimento dos 11 Pontos" descrito por Zanella (2012) para determinar o Ponto de Carga Zero (pH_{pcz}), ou Ponto Isoelétrico. Este é o pH onde a superfície do solvente possui carga neutra. A metodologia incluiu a mistura de 50mg de solvente em 50mL de solução aquosa, ajustando o pH inicial em 11 condições (pH 2 a 12). O PpH_{pcz} foi determinado a partir do pH onde houve estabilidade após 24 horas, indicando a faixa de pH ideal para adsorção.

3) Processo de adsorção de CV

Foram preparadas cinco soluções de Violeta Cristal: soluções 1 e 2 com 100 mg.L⁻¹ e pH 5 e 9, respectivamente; solução 3 com 200 mg.L⁻¹ e pH 7; soluções 4 e 5 com 300 mg.L⁻¹ e pH 5 e 9, respectivamente. O ajuste de pH foi feito com HCl ou NaOH 0,1 mol.L⁻¹. Separadamente em erlenmeyers, 5g de folha de bananeira foram combinados com 50 mL das soluções e agitados a 250 rpm, temperatura ambiente, por 160 minutos. Após centrifugação, a fração líquida foi analisada por UV-Vis (590 nm) para construir a curva de calibração. Para os cálculos das porcentagens e capacidade de adsorção foram utilizadas, respectivamente, as Equações (1) e (2).

$$\text{Remoção da coloração (\%)} = \frac{C_i * C_e}{C_i} * 100 \quad (1)$$

$$\text{Capacidade de adsorção} = \frac{C_i - C_e}{X} * V \quad (2)$$

Em que:

C_i - Concentração inicial de corante em solução em mg/L;

C_e - Concentração final do corante em solução, em mg/L;

V - Volume da solução, em litros;

X - Massa seca do adsorvente em solução, em g.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

1) Determinação do Ponto de Carga Zero (pH_{pcz})



Na Figura 01 está descrito os resultados dos ensaios do pH_{pzc} que foram obtidos através da média aritmética dos pontos constantes do pH final o calculado como 5,25, revelando sua natureza tampão. A adsorção eficaz do corante catiônico ocorre em pH superior ao ponto isoelétrico do resíduo de malte.

2) Processo de adsorção de CV

A curva padrão de calibração para o corante Violeta Cristal, na faixa de 2 a 12 mg/L, foi obtida via Espectrômetro UV-Vis (590 nm) após a adsorção. Demonstrou um comportamento linear ($R^2 = 0,998$), permitindo monitorar a variação da concentração do corante em contato com o resíduo de malte, conforme ilustrado na Figura 02.

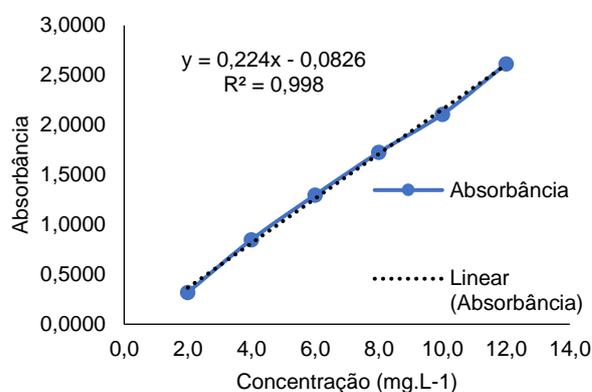
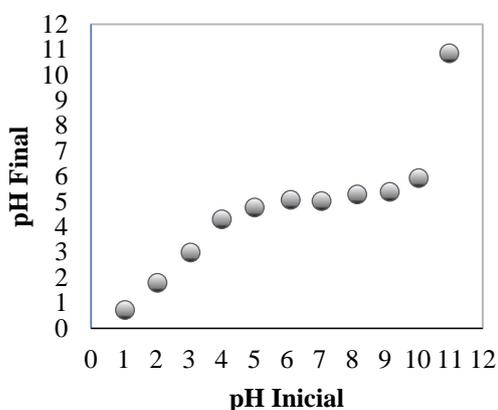


Figura 01 – Curva para determinação do pH_{pzc} para o BM

Figura 02 – Curva padrão de calibração do corante CV.

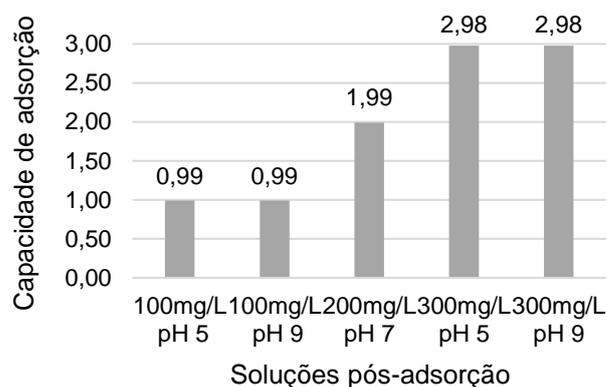
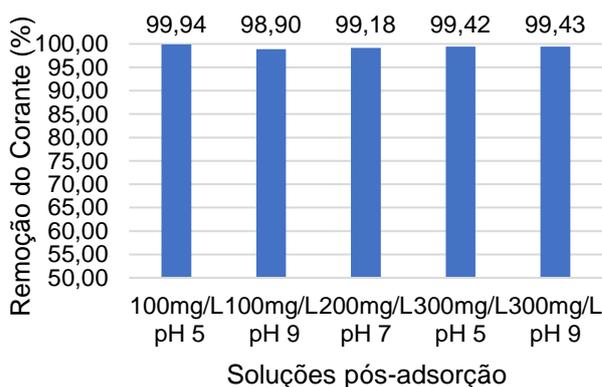


Figura 03 – Percentual de remoção do CV utilizando BM

Figura 04 – Capacidade de adsorção do BM

As Figura 3 e 4 mostram, respectivamente, a porcentagem de remoção do corante CV e a capacidade de adsorção do BM, em função da concentração e do pH, após 160 minutos.

Os resultados indicam que a adsorção do corante CV pelo BM não é significativamente afetada pelo pH. Entretanto, ao aumentar a concentração da solução de 100 mg.L⁻¹ para 300 mg.L⁻¹ no pH 5, observou-se uma diminuição de 0,52% na remoção, mas um aumento de 1,99 mg/g na capacidade de adsorção. Cossolin *et al.* (2018) obtiveram resultados semelhantes ao trabalhar com BM na faixa de concentração de 50 a 300 mg.L⁻¹ e pH de 2 a 10. A redução na remoção ocorre devido à quantidade limitada de sítios de adsorção disponíveis para o BM, que ficam saturados a uma concentração específica de corante. O aumento da concentração inicial do corante impulsiona a capacidade de adsorção, criando gradientes de potencial e mais locais ativos para adsorção, tornando o processo mais eficaz.

CONCLUSÕES:

A análise dos dados mostrou que a mudança no pH não afetou significativamente a capacidade de absorção do corante Violeta Cristal pela folha de bananeira. Por outro lado, a concentração do corante teve um impacto considerável, com uma diferença de remoção de 0,52% entre as soluções menos e mais concentradas. A solução mais eficaz foi aquela com concentração de 100 mg/L e pH 5, alcançando uma remoção de 99,94%. Esses resultados preliminares indicam o potencial de usar o BM como um bioadsorvente de corantes, mas é necessário investigar outros fatores como temperatura e a proporção entre biomassa e corante para confirmar essa eficácia.

REFERÊNCIAS:

ALMEIDA, Erica Janaina Rodrigues de. Avaliação da remoção de cor e toxicidade de azo corantes pelo emprego de tratamentos microbiológicos, adsorptivos e processos oxidativos avançados. Rio Claro, 2018. Tese (Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

COSSOLIN, Aline et al. Malt Bagasse Waste as Biosorbent for Malachite Green: An Ecofriendly Approach for Dye Removal from Aqueous Solution. World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Biotechnology and Bioengineering, [s. l.], ano 118, v. 12, ed. 4, p. 126, 4 jul. 2018.

MANI, S.; BHARAGAVA, R.N. Exposure to Crystal Violet, Its Toxic, Genotoxic and Carcinogenic Effects on Environment and Its Degradation and Detoxification for





Environmental Safety: Reviews of Environmental Contamination and Toxicology.
Springer, v. 237, p. 71-104, 2016.

MENDES JUNIOR, Biagio de Oliveira. Indústria: Indústria Têxtil. Caderno Setorial
Etene, Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ed. 253, ano 2022, nov. 2022.

