

ESTUDO DO PROCESSO DE ADSORÇÃO EMPREGANDO RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA REMOÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO

CAROLINE PLANSKI MARIA^{1,2*}, GUSTAVO HENRIQUE FIDELIS DOS SANTOS^{2,3}

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento das atividades industriais se tem consequentemente problemas ambientais como a poluição das águas. Esta por sua vez possui papel fundamental na indústria alimentícia devido estar presente em várias etapas e influenciar diretamente na qualidade higiênico-sanitária do produto final (Simensato; Bueno, 2019). Dentre todos os circuitos interno e externo é extremamente importante que o retorno da água para o meio ambiente não possua contaminantes e nem se tenha riscos a humanidade (Duek; Fasciolo, 2014). Nos diversos setores industriais, como químicos, alimentícios, agrícolas, acabam gerando quantidades relevantes desses contaminantes, como agrotóxicos, metais pesados, corantes, dentre outros.

Os corantes em específicos são elementos tóxicos e podem ocasionar a contaminação dos organismos aquáticos, além de gerar danos à saúde como problemas respiratórios, dermatite e até mesmo câncer (Ribeiro *et al.*, 2021). O azul de metileno, contaminante orgânico em soluções aquosas é comumente investigado devido sua forte adsorção em sólidos e possuir estrutura molecular com comportamento catiônico do grupo amino (Lima *et al.*, 2020). Devido a necessidade da remoção dos corantes das águas residuais algumas técnicas como, fotocatalise, coagulação e floculação, tratamento biológico e adsorção acabam ajudando neste processo (Chaves; De Carvalho; Oliveira, 2022).

A tecnologia de adsorção é um fenômeno de adesão de um fluido (adsorbato) para uma superfície sólida (adsorvente). Apesar do carvão ativado ser o adsorvente mais conhecido seu custo é elevado e o estudo de materiais naturais e mais viáveis vêm crescendo (Ribeiro *et al.*, 2021). A casca de pinhão (CP), palhada de soja (PS), sabugo de milho (SM), casca de mandioca (CM,) semente de arará (SA), erva mate palito (EP) e fibra (EF) são resíduos agroindustriais que possuem características para atuarem como adsorventes, além de

¹Graduanda do curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Laranjeiras do Sul*, *contato: caroline.planski@estudante.uffs.edu.br

²Grupo de Pesquisa: Produção, transformação e armazenamento de alimentos.

³Professor Doutor em Engenharia Química, Universidade Federal da Fronteira Sul, **Orientador**.

Título do subprojeto: Estudo da cinética e equilíbrio de adsorção empregando nanofibras obtidas pela técnica electrospinning para remoção do corante azul de metileno.

possuírem baixo custo e ser uma forma de agregar valor para esses materiais.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi analisar o comportamento e eficiência dos resíduos agroindustriais (casca de pinhão, palhada de soja, sabugo de milho, casca de mandioca, semente de araçá, erva mate palito e fibra), para a remoção do corante Azul de Metileno (AM) e observar a variação da massa de adsorvente e influência do pH na adsorção.

3. METODOLOGIA

Os resíduos foram inicialmente secos e triturados. Em seguida, foram adicionados 3 g de adsorvente com 30 mL da solução de corante azul de metileno com concentração inicial de 10 mg L⁻¹ e pH 6. A mistura foi colocada sob agitação em uma incubadora com agitação orbital (shaker) a 25 °C e 100 rpm por 120 minutos. Todas as amostras foram filtradas e centrifugadas por 10 minutos e em seguida foi realizada a análise da concentração do corante por espectroscopia no ultravioleta visível (UV/Vis), em comprimento de onda de 660 nm.

A concentração do corante adsorvido foi quantificada utilizando a Eq. (1):

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

sendo, C_0 - concentração inicial da solução (mg L⁻¹); C_e - concentração de equilíbrio da solução (mg L⁻¹); V - volume da solução (L); m - massa de adsorvente (g).

O percentual removido foi obtido pela diferença de concentração das amostras iniciais e finais.

Após a seleção do resíduo com melhor eficiência de remoção do corante AM, foram realizadas as análises de variação de massa com 1, 2, 3, 4, 5 e 6 g do adsorvente em 30 mL de solução inicial de 10 mg L⁻¹ e pH 6. As amostras foram colocadas sob agitação em uma incubadora com agitação orbital (shaker) a 25 °C e 100 rpm, por 120 minutos. Todas as amostras foram filtradas e centrifugadas por 10 minutos e em seguida realizada a análise da concentração do corante por espectroscopia no ultravioleta visível (UV/Vis), em comprimento de onda de 660 nm.

Em seguida com a obtenção da massa foram realizadas as análises de pH para

observar qual seu comportamento e melhor eficiência de remoção. As concentrações de azul de metileno de 10 mg L⁻¹ iniciais e pH 6 foram ajustadas para pH 2, 4, 6, 8 e 10, e posteriormente a centrifugação foram realizadas a leitura com o auxílio de um pHmetro digital previamente calibrado. Todas as análises foram realizadas em triplicatas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a concentração do corante azul de metileno (10 mg L⁻¹) adsorvida (q_e) pelos resíduos agroindustriais testados como adsorventes, utilizando a Eq. (1).

Tabela 1 – Concentração do corante adsorvido pelos resíduos agroindustriais.

Resíduos	Massa (g)	q_e (mg g ⁻¹)	% removido
Casca de Mandioca (CM)	3,003 ± 0,003	0,135 ± 0,001	93,9
Palhada de Soja (PS)	3,003 ± 0,004	0,078 ± 0,017	54,5
Sabugo de Milho (SM)	3,002 ± 0,002	0,095 ± 0,003	65,9
Casca de Pinhão (CP)	3,002 ± 0,002	0,091 ± 0,002	70,1
Semente de Araçá (SA)	3,007 ± 0,002	0,109 ± 0,003	84,5
Erva Mate Palito (EP)	3,002 ± 0,002	0,094 ± 0,009	72,3
Erva Mate Fibra (EF)	3,001 ± 0,001	0,073 ± 0,003	56,0

Fonte: Os autores (2023).

Pode-se observar que a casca de mandioca mostrou melhor resultado para a adsorção do corante AM, removendo uma concentração de aproximadamente 0,135 mg g⁻¹. Em seguida, o material que apresentou maior concentração removida foi a semente de araçá (0,109 mg g⁻¹). Também se nota essa diferença dos demais resíduos por meio do percentual removido, sendo que a casca de mandioca removeu aproximadamente 94% do corante em solução. A erva mate fibra e a palhada de soja não tiveram bons resultados se comparada com os outros materiais.

Com a determinação da casca de mandioca como melhor resíduo agroindustrial a ser utilizado como adsorvente dentre os materiais testados, posteriormente foram feitas as variações de massa para observar seu comportamento de adsorção, conforme apresentado na Tabela 2.

Neste ensaio, nota-se que com 1 g de casca de mandioca foi obtida uma melhor remoção do corante AM em solução, com concentração adsorvida de 0,365 mg g⁻¹ e

porcentagem de remoção de 96%. O aumento da massa de adsorvente CM resultou em redução da quantidade de corante adsorvido, assim como na porcentagem de adsorção de corante. Este resultado é interessante, pois uma menor quantidade de adsorvente resultou em melhores condições de adsorção. Desta forma, a massa de 1 g de adsorvente foi utilizada para avaliação do pH da solução, apresentado na Tabela 3.

Tabela 2 – Análise de variação de massa da casca de mandioca na remoção do azul de metileno.

Amostra de CM (g)	Massa (g)	q_e (mg g ⁻¹)	% removido
1	1,003 ± 0,001	0,365 ± 0,003	96,3
2	2,003 ± 0,001	0,172 ± 0,017	90,6
3	3,004 ± 0,001	0,114 ± 0,007	89,9
4	4,008 ± 0,001	0,086 ± 0,002	90,8
5	5,004 ± 0,001	0,067 ± 0,001	88,1
6	6,002 ± 0,002	0,053 ± 0,003	83,7

Fonte: Os autores (2023).

Tabela 3 – Análise de variação de pH da casca de mandioca na remoção do azul de metileno.

pH inicial	Massa (g)	pH final	q_e (mg g ⁻¹)	% removido
2,0 ± 0,2	1,001 ± 0,001	5,2 ± 0,2	0,243 ± 0,021	87,9
4,0 ± 0,2	1,001 ± 0,001	5,2 ± 0,2	0,261 ± 0,001	94,2
6,0 ± 0,2	1,001 ± 0,001	4,1 ± 0,2	0,251 ± 0,005	90,7
8,0 ± 0,2	1,001 ± 0,001	5,2 ± 0,2	0,240 ± 0,002	86,7
10,0 ± 0,2	1,001 ± 0,001	5,3 ± 0,2	0,245 ± 0,007	88,3

Fonte: Os autores (2023).

Mesmo com a diferença inicial do pH na solução de corante AM, após sua remoção utilizando o adsorvente CM, as soluções tenderam a chegar em um pH final de 5,0, que é um valor aproximado do pH da solução de corante AM ao ser inicialmente preparada (o pH da solução inicial de corante era 6,0). Este resultado indicou que o adsorvente CM ao entrar em contato com a solução de corante AM, buscou equilibrar a distribuição das cargas dispersas em sua superfície para maior efetividade do processo de adsorção.

Estes resultados indicaram que a distribuição das cargas superficiais do adsorvente ocorreu entre pH e 4,0 e 5,0, resultado que somado com a avaliação que as melhores

porcentagens de remoção do corante AM ocorreram entre pH 4,0 e 6,0, mostraram que em termos operacionais e de custos é viável conduzir a adsorção do corante AM utilizando o adsorvente CM sem precisar realizar correções e alterações no pH da solução inicial.

5. CONCLUSÃO

A casca de mandioca obteve melhor concentração de corante removido comparado com os seis demais resíduos agroindustriais. Seu percentual removido mostrou eficiência em sua utilização, sendo necessária pouca quantidade do material, apenas 1 g. Ademais, torna o resíduo ainda mais viável, visto também a não necessidade de correção do pH da solução de corante AM inicial. Além disso, o trabalho mostrou a importância da utilização de um material residual da agroindústria e a agregação de valor para o mesmo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAVES, Nayane Oliveira; DE CARVALHO, Luana Caliandra Freitas; OLIVEIRA, Rosane Maria Pessoa Betânio. As principais técnicas utilizadas para remoção de corantes das águas residuais da indústria têxtil: Uma revisão. **Revista Eletrônica Perspectivas da Ciência e Tecnologia-ISSN: 1984-5693**, v. 14, 2022.

DUEK, Alicia Elena; FASCILOLO, Graciela Elena. Uso industrial del agua en Mendoza, Argentina: coeficientes para la industria alimenticia. **Tecnología y ciencias del agua**, v. 5, n. 3, p. 51-62, 2014.

LIMA, Adriana Ferreira de et al. Adsorção de azul de metileno em hidrocarvões de resíduos têxteis. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 25, p. e-12885, 2020.

RIBEIRO, Joselito Nardy et al. Black jurema bark powder as new alternative material for treatment of water containing two toxic dyes. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 11, p. 104282-104305, 2021.

SIMENSATO, Leandro Augusto; BUENO, Silvia Messias. Importância da qualidade da água na indústria de alimentos. **Revista Científica Unilago**, v. 1, n. 1, 2019.

Palavras-chave: Adsorção; Casca de mandioca; Azul de Metileno; Corante; Água residual.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2022-0213

Financiamento: UFFS