

## CINÉTICA E EQUILÍBRIO DE ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO UTILIZANDO ZEÍNA COMO ADSORVENTE

CAROLINE PLANSKI MARIA<sup>1,2\*</sup>, YARA PROCK DA SILVA<sup>1,2</sup>, GUSTAVO  
HENRIQUE FIDELIS DOS SANTOS<sup>2,3</sup>

### 1 INTRODUÇÃO

Nos diferentes processos presentes na indústria de alimentos há um consumo elevado e indispensável de água (SÁNCHEZ et al., 2011). Desta forma, é fundamental a água apresentar um elevado grau de pureza para garantir a segurança dos alimentos produzidos (SIMENSATO; BUENO, 2019). No entanto, os diversos setores industriais, como químico, alimentício, agrícola, entre outros, geram elevadas quantidades de efluentes com a presença de diversos elementos contaminantes, como agrotóxicos, produtos químicos, metais pesados, corantes, etc.

Os corantes são elementos tóxicos que podem ocasionar a contaminação de organismos aquáticos e também danos à saúde humana. Um exemplo é o corante azul de metileno, um corante catiônico de baixa solubilidade que pode lesionar os sistemas nervoso e digestivo, causar danos ao fígado e irritações na pele se inalado ou ingerido (BARROSO; LOPES; CUNHA, 2019). Desta forma, a remoção de corante de efluentes antes de retornar ao ecossistema é de suma importância (YAO et al., 2020).

Um dos métodos para a remoção de corantes em águas residuais é a técnica de adsorção, operação que apresenta como vantagens eficiência na remoção de corantes, facilidade operacional, variedade de adsorventes que podem ser testados e possibilidade de reuso do adsorvente (BARROSO; LOPES; CUNHA, 2019). A adsorção depende das características físicas e químicas do adsorvente, do adsorvato e das condições a serem operadas. Um material ainda pouco estudado para a remoção de corante é a zeína, proteína adquirida a partir do grão de milho. Esta possui características interessantes como flexibilidade, compreensibilidade,

---

1Graduanda do curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Laranjeiras do Sul*.

\*E-mail para contato: [caroline.planski@estudante.uffs.edu.br](mailto:caroline.planski@estudante.uffs.edu.br)

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

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

Título do subprojeto: Avaliação da adsorção de íons Zn (II) utilizando como adsorvente nanofibras obtidas pela técnica de eletrofição.

hidrofobicidade, biodegradável e biocompatível (CORRADINI et al., 2014).

## 2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi analisar o comportamento da zeína como material adsorvente por meio do estudo cinético e da isoterma de adsorção para a remoção do corante azul de metileno.

## 3 METODOLOGIA

No estudo cinético de adsorção foi realizado a mistura de 3 g de zeína com 30 mL da solução de corante azul de metileno com concentração inicial de 10 mg L<sup>-1</sup> e pH 6. A mistura foi colocada sob agitação em uma incubadora com agitação orbital (*shaker*) a 25 °C e 100 rpm, analisadas em intervalos de 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 90, 120, 180 e 240 minutos. 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.

Para o estudo de equilíbrio de adsorção, os ensaios foram realizados nas concentrações do corante de 5, 10, 20, 40, 60, 100, 140 e 180 ppm. Em frascos erlenmeyer foram adicionados 30 mL da solução de corante e 3 g de zeína. Cada amostra foi colocada sob agitação em *shaker* a 100 rpm durante 120 minutos. Os ensaios de equilíbrio foram conduzidos nas temperaturas de 25 e 40 °C. Após cada ensaio, as amostras foram centrifugadas e a análise da concentração de corante foi realizada por espectroscopia no ultravioleta visível (UV/Vis), em comprimento de onda de 660 nm.

A avaliação do equilíbrio de adsorção foi realizada a partir do ajuste matemático e avaliação das isotermas de adsorção de Langmuir e Freundlich. O modelo da isoterma de Langmuir é apresentado na Equação (1):

$$q_e = \frac{q_{max} K_L C_e}{1 + K_L C_e} \quad (1)$$

sendo,  $q_e$ - quantidade de soluto adsorvida (mg g<sup>-1</sup>);  $q_{max}$ - capacidade máxima de adsorção (mg g<sup>-1</sup>);  $C_e$ - concentração de equilíbrio da solução (mg L<sup>-1</sup>);  $K_L$ - constante de Langmuir, que é a constante de interação adsorvato com o adsorvente.

O modelo da isoterma de Freundlich, é apresentado na Eq. (2):

$$q_e = K_F C_e^{\frac{1}{n}} \quad (2)$$

sendo,  $n$ - constante relacionada à heterogeneidade da superfície;  $K_F$ - constante de Freundlich ( $\text{mg g}^{-1}$ ).

A concentração do corante adsorvido foi quantificada utilizando a Eq. (3):

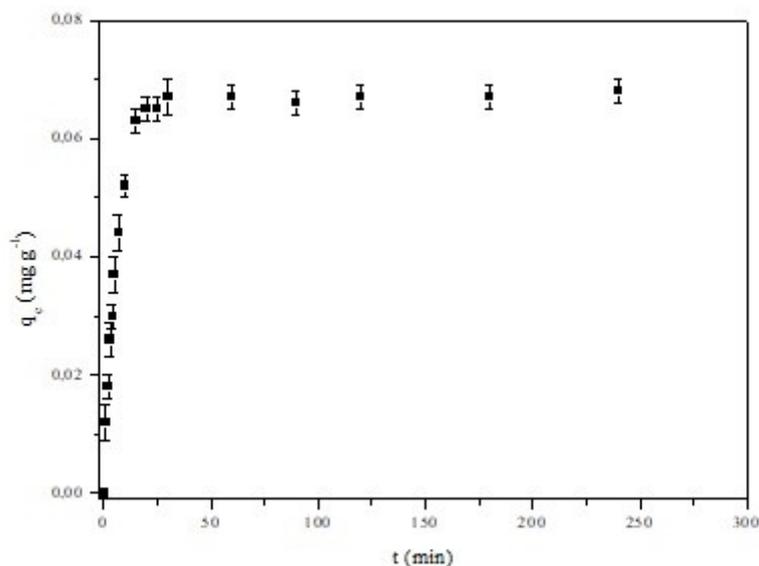
$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)V}{m} \quad (3)$$

sendo,  $C_0$ - concentração inicial da solução ( $\text{mg L}^{-1}$ ),  $V$ - volume da solução (L);  $m$  – massa de zeína (g).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 ilustra o estudo cinético de adsorção do corante azul de metileno com concentração inicial de  $10 \text{ mgL}^{-1}$ . A concentração adsorvida ( $q_e$ ) foi calculada pela Eq. (3).

**Figura 1** – Cinética de adsorção do corante azul de metileno com agitação de 100 rpm, temperatura de  $25^\circ\text{C}$  e pH 6.

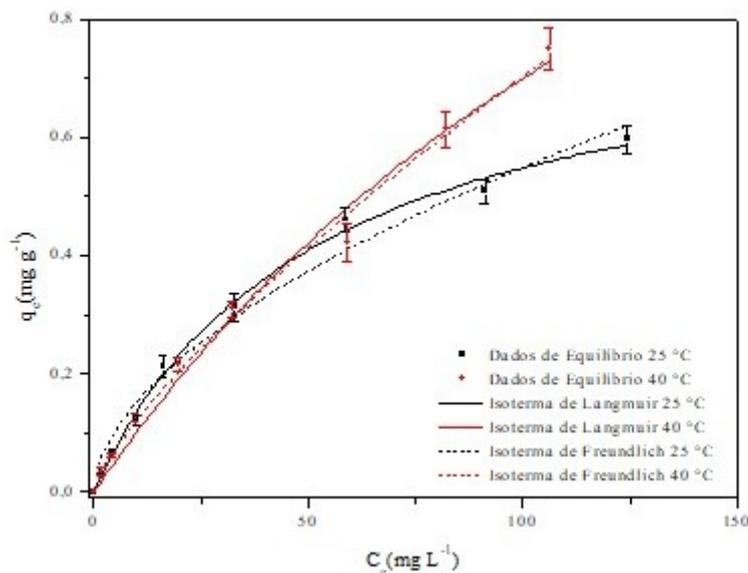


Fonte: Os autores (2021).

Na Figura 1 pode-se observar a elevada taxa de adsorção do corante azul de metileno até 15 minutos devido à maior área superficial e sítios ativos disponíveis de zeína. Posteriormente, a remoção de corante diminuiu gradualmente até 120 minutos, quando atingiu o equilíbrio. No tempo de 120 minutos também foi observado uma melhor condição operacional para separação da fase líquida e sólida.

A Figura 2 mostra o estudo de equilíbrio de adsorção do azul de metileno em zeína nas temperaturas de  $25$  e  $40^\circ\text{C}$ , utilizando as isotermas de adsorção de Langmuir e Freundlich.

**Figura 2** – Isoterma de adsorção do azul de metileno sobre a zeína.



Fonte: Os autores (2021).

A Tabela 1 apresenta os parâmetros das isotermas de Langmuir e Freundlich, determinadas por meio do ajuste dos modelos aos dados de equilíbrio experimentais.

**Tabela 1** – Parâmetros ajustados dos modelos de Langmuir e Freundlich para a adsorção do azul de metileno na zeína.

Modelos	Parâmetros	Temperatura	
		25 °C	40 °C
Langmuir	$q_{max}$ (mg g <sup>-1</sup> )	0,8314	2,04878
	$k_L$ (mg L <sup>-1</sup> )	0,01939	0,00519
	$R^2$	0,99556	0,98579
Freundlich	$n$	1,79311	1,30273
	$k_F$ ((mg g <sup>-1</sup> )(L mg <sup>-1</sup> ) <sup>1/n</sup> )	0,04211	0,02049
	$R^2$	0,97692	0,99251

Fonte: Os autores (2021).

Na Figura 2, pode-se analisar que a adsorção do corante azul de metileno foi favorecida com o aumento da temperatura do processo, resultado também observado ao se comparar a capacidade máxima de adsorção ( $q_{max}$ ) entre as temperaturas de 40 e 25 °C. A capacidade máxima de adsorção em 40 °C teve um aumento significativo em comparação com ensaio em 25 °C (Tabela 1). Ademais, os modelos de isotermas avaliados ajustaram-se bem aos dados experimentais de equilíbrio, e de acordo com o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), o modelo de

Langmuir se ajustou melhor no ensaio de 25 °C e o de Freundlich ao ensaio de 40 °C.

## 5 CONCLUSÃO

O tempo de equilíbrio para a remoção do corante azul de metileno foi de 120 minutos, assim que a concentração adsorvida já atingiu o equilíbrio e também se teve uma eficiência na separação da fase sólida e líquida. O processo de adsorção foi favorecido com o aumento de temperatura da reação, constatado pelo aumento do parâmetro  $q_{max}$ . Ambas as isotermas de adsorção, Langmuir e Freundlich, ajustaram-se bem aos dados de equilíbrio em 25 e 40 °C.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROSO, Junia Ariane Duarte; LOPES, Larissa Ribeiro; DA CUNHA, Renata Nepomuceno. Estudo da adsorção de azul de metileno utilizando cascas de pequi. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 12, p. 29349-29356, 2019.

CORRADINI, Elisângela et al. Avanços recentes em embalagens de alimentos, aplicações farmacêuticas e biomédicas de zeína e materiais à base de zeína. *Jornal internacional de ciências moleculares*, v. 15, n. 12, pág. 22438-22470, 2014.

SÁNCHEZ, IM Román et al. Effect of environmental regulation on the profitability of sustainable water use in the agro-food industry. *Desalination*, v. 279, n. 1-3, p. 252-257, 2011.

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

YAO, Xinxin et al. Nanocompósitos de biochar ativado magneticamente derivados de wakame e sua aplicação na adsorção de azul de metileno. *Bioresource technology*, v. 302, p. 122842, 2020.

**Palavras-chave:** Adsorção; Zeína; Azul de metileno; Isoterma de Langmuir; Isoterma de Freundlich.

**Nº de Registro no sistema Prisma:** PES-2020-0478

**Financiamento:** UFFS