



# CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



## ADSORÇÃO DE AZUL DE METILENO UTILIZANDO TORTA DE CHIA (*Salvia hispanica* L.) PROVENIENTE DE EXTRAÇÃO A FRIO

### Júlia Cristina Diel

Acadêmica do curso de Engenharia Química URI – Santo Ângelo  
juliacdriel@aluno.santoangelo.uri.br

### Milena Santiago Chiquim

Acadêmica do curso de Engenharia Química URI – Santo Ângelo  
milenaschiquim@aluno.santoangelo.uri.br

### Ederson Rossi Abaide

Professor/Pesquisador do curso de Engenharia Química URI – Santo Ângelo  
ederabaide@san.uri.br

### Isaac dos Santos Nunes

Professor/Pesquisador do curso de Engenharia Química URI – Santo Ângelo  
isaac.eq@san.uri.br

**Resumo.** A contaminação dos recursos hídricos tem se apresentado como um dos grandes problemas da sociedade. Este trabalho avaliou a capacidade de remoção de azul de metileno empregando torta de chia (*salvia hispânica* L.) como adsorvente. Foram realizados ensaios em diferentes condições experimentais (10 e 30 mg.L<sup>-1</sup> de corante) para a construção das cinéticas de adsorção. Foi observado que o tempo de equilíbrio foi de 90 minutos e que a variável concentração de corante afetou no processo, sendo obtida uma capacidade de adsorção máxima de 21,2 mg.g<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** Chia. Adsorção. Azul de Metileno.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Khandegar *et al.* [1], uma grande quantidade de efluentes é gerada nos processos industriais, como no beneficiamento dos tecidos, na indústria alimentícia e farmacêutica. A redução da quantidade desses corantes contaminantes

pode ser realizada a partir de diferentes métodos de tratamento, podendo ser destacados por Yagub *et al.* [2] a coagulação-floculação, precipitação química, troca iônica, adsorção, filtração, oxidação avançada, foto-oxidação e adsorção.

O corante azul de metileno é muito utilizado em diversas indústrias, Fungaro *et al.* [3] destacam as indústrias têxteis, papelreira, de estética, no tingimento da seda, da lã e algodão. Rezende [4] estima que sejam produzidas mais de 700 mil toneladas de corantes anualmente, e cerca de 30% deste total é despejada nos efluentes.

Segundo Dotto *et al.* [5], a adsorção se destaca pois tem baixo custo de implementação e operação, alta eficiência, mínimo uso de energia, e simplicidade de operação. Diversos resíduos agroindustriais de baixo custo, de grande disponibilidade podem ser utilizados como adsorventes [5].

De acordo com Capitani *et al.* [6], a torta de chia é um resíduo gerado em grande quantidade, que provém da extração de óleo por prensagem a frio. Em geral, esse resíduo

é comercializado como ração animal ou vendido como farinha a um baixo valor.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a capacidade de adsorção da torta de chia quanto à remoção do corante azul de metileno, pelo levantamento das cinéticas de adsorção em duas concentrações diferentes.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

### 2.1 Caracterização do biosorvente

O biosorvente utilizado foi torta de chia (*salvia hispânica* L.) proveniente de indústria alimentícia da cidade de Entre-Ijuís, RS. A biomassa foi obtida já moída e seca. A caracterização foi realizada: de acordo com AOAC [7] para determinar o teor de umidade; e realizando peneiramento com uma série de peneiras de malhas mesh para determinação do diâmetro médio de Sauter.

### 2.2 Preparo das soluções e quantificação

As soluções utilizadas foram preparadas a partir da dissolução do corante azul de metileno em água deionizada, na concentração inicial de 100 mg.L<sup>-1</sup>. O estudo de adsorção foi realizado com diluição da solução concentrada para preparo das soluções de 10 e 30 mg. L<sup>-1</sup>. A quantificação das concentrações foi realizada em um espectrofotômetro, modelo Shimadzu UV-2600, no comprimento de onda de 664 nm.

### 2.4 Ensaios de Adsorção

Os experimentos de adsorção de azul de metileno utilizando 0,2 g de torta de chia para 200 mL de solução, foram realizados nas duas concentrações em estudo (10 e 30 mg.L<sup>-1</sup>). A escolha dos valores de quantidade de biomassa empregada e de concentração inicial do adsorvato, foi realizada com base em testes preliminares, em agitação constante (160 rpm). A concentração da solução foi medida em intervalos de tempo regulares (a cada 10 min, até 60 min e após, a cada 30 min) pela coleta

de alíquotas, com auxílio de uma seringa, até o ponto de equilíbrio adsorvato/adsorvente. A capacidade de adsorção da torta de chia ( $q_t$ ) foi determinada pela Equação 2:

$$q_t = \frac{V \cdot (C_0 - C_t)}{m} \quad (2)$$

sendo  $C_0$  a concentração inicial de corante,  $C_t$  a concentração medida no intervalo de tempo,  $m$  a massa de adsorvente utilizada no processo de adsorção e  $V$  o volume de solução que contém o corante.

Para a determinação de condições favoráveis que pudessem ser aplicadas na análise da cinética de adsorção do corante azul de metileno pelas partículas de torta de chia, foi analisada a resposta eficiência de remoção ( $\eta$ ) de corante, que pode ser calculada pela Equação 3:

$$\eta = \frac{(C_0 - C_{t,f})}{C_0} \cdot 100 \quad (3)$$

sendo  $C_{t,f}$  a concentração no tempo final do processo.

### 2.5 Modelagem das cinéticas de Adsorção

O pacote computacional MatLab<sup>®</sup> foi utilizado para a construção dos perfis cinéticos de adsorção e determinação dos parâmetros cinéticos de diferentes modelos, tendo como base o que melhor se ajusta. Isso foi realizado pela estimação de parâmetros pelos métodos Levenberg-Marquardt e Trust-region. Os modelos testados foram de pseudo-primeira ordem (PPO) (Equação 4), pseudo-segunda ordem (PSO) (Equação 5) e de quimissorção de Elovich (Equação 6).

$$q_t = q_e (1 - e^{-k_1 t}) \quad (4)$$

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e t} \quad (5)$$

$$q_t = \frac{1}{a} \ln(1 + abt) \quad (6)$$

Sendo  $k_1$  a constante da taxa de adsorção de pseudo-primeira ordem  $k_2$  a constante da taxa de adsorção de pseudo-segunda ordem,  $t$  o tempo de adsorção e  $q_e$  a capacidade de adsorção no equilíbrio (máxima capacidade adsortiva);  $a$  a taxa inicial de adsorção e  $b$  uma constante relacionada ao grau de cobertura e a energia de ativação envolvida no processo. O coeficiente de correlação ( $R^2$ ) e a soma quadrática dos erros foram os parâmetros para verificação do melhor ajuste do modelo. Sendo considerados os melhores ajustes aqueles que tiverem os maiores valores para o  $R^2$ .

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor encontrado para a umidade foi 9,84% (b.s.). O diâmetro médio de Sauter da amostra empregada foi de 0,439 mm.

Na Figura 1 são apresentados o comportamento cinético de adsorção e os ajustes dos modelos propostos para os ensaios com concentração de 10 mg.L<sup>-1</sup> de azul de metileno.

É possível observar na Figura 1 que o tempo de equilíbrio foi de 90 min, apresentando uma capacidade adsortiva de 7,53 mg.g<sup>-1</sup> de adsorvente de acordo com o modelo PSO, com remoção de 71,1%.

A Figura 2 apresenta a cinética de adsorção e os ajustes dos modelos para os ensaios realizados na concentração de azul de metileno de 30 mg.L<sup>-1</sup>. O tempo de equilíbrio foi atingido em 90 min, com capacidade adsortiva de 21,2 mg.g<sup>-1</sup> de adsorvente de acordo com o modelo PSO, com remoção de 70,7%.

Matos e Abud [8] utilizaram casca de maracujá para a adsorção de azul de metileno na concentração de 100 mg.L<sup>-1</sup> e obtiveram uma capacidade de 9,5 mg.g<sup>-1</sup>. Neste estudo, a concentração de 10 mg.L<sup>-1</sup>, a capacidade adsortiva foi pouco abaixo deste valor (7,53 mg.g<sup>-1</sup>), enquanto que, com o aumento da concentração para 30 mg.L<sup>-1</sup>, a capacidade aumentou para 21,2 mg.g<sup>-1</sup>, que mostra o quanto a torta de chia apresenta potencial para a adsorção.

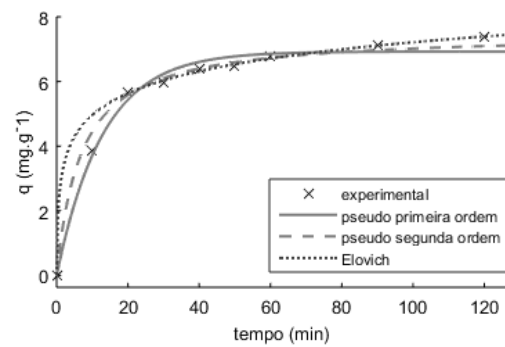


Figura 1. Cinética com modelos ajustados do processo para a concentração de 10 mg.L<sup>-1</sup>.

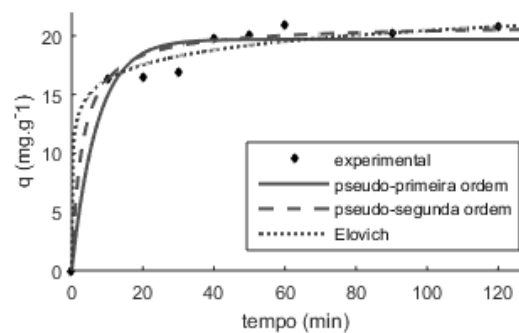


Figura 2. Cinética com modelos ajustados do para a concentração de 30 mg.L<sup>-1</sup>.

A influência da concentração no processo de adsorção mostrou que, com o aumento da concentração de poluente, o percentual de remoção diminuiu. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Peters *et al.* [9].

A Tabela 1 apresenta os coeficientes de correlação ( $R^2$ ), a Soma Quadrática dos Erros (SQE) e os parâmetros cinéticos gerados nos ensaios utilizando as concentrações de 10 e 30 mg.L<sup>-1</sup>. Pode-se verificar que o maior valor de  $R^2$  foi observado para concentração de 10 mg.L<sup>-1</sup>, no modelo de Elovich com pequena diferença para o valor apresentado pelo modelo PSO. O maior valor de  $R^2$  para 30 mg.L<sup>-1</sup> foi obtido no modelo de PSO. Desta forma, percebe-se que o modelo PSO apresenta bom ajuste para os dados experimentais, nas duas concentrações, uma vez que, no conjunto da avaliação, também apresentou valores reduzidos de SQE.

Tabela 1. Dados cinéticos obtidos a partir dos modelos testados.

Modelos	Concentração de corante (mg.L <sup>-1</sup> )	
	10	30
Pseudo-Primeira ordem		
q <sub>e</sub> (mg.g <sup>-1</sup> )	6,920	19,7
k <sub>1</sub> (mg.g.min <sup>-1</sup> )	0,076	0,14
R <sup>2</sup>	0,9820	0,947
SQE	0,647	15,8
Pseudo-Segunda ordem		
q <sub>e</sub> (mg.g <sup>-1</sup> )	7,532	21,234
k <sub>2</sub> (mg.g.min <sup>-1</sup> )	0,019	0,016
R <sup>2</sup>	0,992	0,993
SQE	0,302	2,439
Elovich		
a (g.mg <sup>-1</sup> )	1,020	0,551
b (mg.g <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	15,345	1437
R <sup>2</sup>	0,9940	0,977
SQE	0,201	6,845

#### 4. CONCLUSÃO

O tempo de equilíbrio, para ambas as concentrações foi de 90 min. A máxima capacidade adsorptiva obtida foi para a maior concentração testada (30 mg.L<sup>-1</sup>), com o valor de 21,2 mg.g<sup>-1</sup>, que apresentou uma eficiência de remoção de 70,7%, muito próxima à eficiência apresentada pela solução mais diluída (71,1%). Em relação aos modelos testados, o modelo de pseudo-segunda ordem apresentou bom ajuste aos dados cinéticos obtidos experimentalmente.

#### 5. REFERÊNCIAS

[1] V. Khandegar and A.K. Saroha, "Electrocoagulation for treatment of textile industry effluent: A review," *Journal of Environmental Management*, vol. E-128, no. 15, Oct. 2013, pp. 949-963.

[2] M.T Yagub, T.K Sem, S. Afroze, H.M Anf, "Dye and its removal from aqueous

solution by adsorption: a review," *Advances in colloid and interface science*, vol. E-209, Jul. 2014, pp. 172-184.

- [3] D.A Fungaro, J.C Izidoro, M. Bruno, "Aplicação de material zeolítico sintetizado de cinzas de carvão como adsorvente de poluentes em água," *Eclética Química*, vol. E-34, no. 1, 2009, pp. 45-50.
- [4] C. C. Rezende. Síntese e caracterização de compósitos de nióbio e ferro: testes como catalisadores na decomposição de azul de metileno. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- [5] G.L Dotto, J.M.N. Santos, I.L. Rodrigues, R. Rosa, F.A. Pavan, E.C Lima, "Adsorption of Methylene Blue by ultrasonic surface modified chitin," *Journal of colloid and interface science*, vol. E-446, May. 2015, pp. 133-140.
- [6] M.I Capitani, V. Spotorno, S.M Nolasco, M.C Tomás, "Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seed of Argentina," *LWT – Food Science and Technology*, vol. E-45, no. 1, Jan. 2012, pp. 94-102.
- [7] AOAC INTERNATIONAL. *Official methods of analysis*. 16<sup>a</sup> ed., 3<sup>a</sup> rev. Gaithersburg: Published by AOAC International, 1997. v.2, cap. 32, p.1-43
- [8] C.M.S. MATOS e A.K.S. ABUD "Adsorção do azul de metileno em resíduos da agroindústria de frutas" in *Anais do XI Encontro Brasileiro sobre Adsorção*, pp. 802-806.
- [9] S.R. PETERS, V. ROSSETO, R. ZOTTIS, A.R.F. ALMEIDA, M.M. MORAIS "Adsorção de azul de metileno em partículas de endocarpos de butiás" in *Anais do XXXVII Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados*, pp. 1282-1290.