



# BIOSSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO A PARTIR DE BIOMASSA INATIVA DE *Aspergillus oryzae*

L. R. V. LITORDI<sup>1</sup>, G. E. SANTOS<sup>1</sup>, F. H. M. SOUZA<sup>1</sup> e G. S. S. ANDRADE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Alfenas, Instituto de Ciência e Tecnologia  
E-mail para contato: grazielle.andrade@unifal-mg.edu.br

**RESUMO** – O presente trabalho estuda a eficiência da biomassa inativa do fungo filamentoso *Aspergillus oryzae* na biossorção do corante Azul de Metileno em solução aquosa. Para isso, foram realizados ensaios de adsorção em batelada a 30°C, 170 rpm utilizando 2 g L<sup>-1</sup> de biossorvente em diferentes concentrações do corante. A influência do tempo de contato entre adsorvente e adsorbato foi avaliada por meio de retiradas de amostras periódicas para avaliação da capacidade de adsorção. Os modelos de Pseudo-primeira ordem, Pseudo-segunda ordem e Elovich foram ajustados aos dados experimentais para avaliar a cinética de adsorção. O comportamento do equilíbrio foi estudado mediante o ajuste das isotermas de Freundlich e Langmuir. Os resultados evidenciaram que a reação de adsorção segue o modelo cinético de Pseudo-segunda ordem e a isoterma de equilíbrio que melhor se ajustou aos dados foi a de Freundlich, indicando um sistema de adsorção não ideal, que ocorre em multicamadas sob uma superfície heterogênea.

## 1. INTRODUÇÃO

Indústrias têxteis, alimentícia e de papel utilizam grande quantidade de água e corantes em seus processos, os quais podem apresentar moléculas complexas e de difícil degradação. Dentre os diversos corantes utilizados industrialmente, destaca-se o azul de metileno, um corante catiônico, empregado no tingimento de algodão, lã, papel e tinturas para cabelos. Devido ao seu grande uso e a sua periculosidade, faz-se necessário tratar o efluente gerado antes de ser descartado em corpos hídricos (Oliveira *et al.*, 2013).

Diversos métodos de tratamento físico-químicos são empregados no tratamento de águas residuais contendo corantes, sendo a adsorção considerada uma das técnicas mais eficazes (Anastopoulos, Kyzas, 2015). Nesse aspecto, com objetivo de produzir um adsorvente de baixo custo de origem biológica o presente trabalho estudou o potencial da biomassa fúngica inativa de *Aspergillus oryzae* no processo de biossorção do corante Azul de Metileno.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Preparação Do Biossorvente e Solução Corante

O fungo *Arpergillus oryzae* URM 5618 (Micoteca UFPE) foi empregado como bioissorvente e preparado conforme Majundar *et al.* (2010) modificado. Uma suspensão de 0,2 mL de esporos do fungo foi inoculado em 100 mL de meio de cultura líquido composto por caldo batata:dextrose (10:1 m v<sup>-1</sup>) previamente autoclavados (121°C/20 min). Os Erlenmeyers de 250 mL contendo meio e inóculo foram incubados em shaker (170 rpm) por 72h a 30°C. Após esse período, os Erlenmeyers foram autoclavados (121°C/20 min.), sendo que a biomassa inativa foi separada do meio de cultura por filtração a vácuo, lavada com água destilada e seca em estufa (60°C/24 horas). As soluções de corante foram preparadas pela diluição do Azul de Metileno (Synth) em água destilada em diferentes concentrações (50, 100, 200 e 300 mg L<sup>-1</sup>).

## 2.2. Ensaios De Bioissorção

Os ensaios de bioissorção foram realizados em Erlenmeyers de 250 ml contendo 50 ml de solução de Azul de Metileno e 2 g L<sup>-1</sup> de biomassa a 30°C, 170 rpm e por um período máximo de 48h. Para cada concentração de solução de corante estudada, amostras periódicas foram coletadas, centrifugadas (3500 rpm/10 min) e submetidas a leitura em espectrofotômetro UV-Vis (Edutec – modelo EEQ901A-B) a 552 nm. Ensaios controle (sem biomassa) foram realizados nas mesmas condições operacionais. Para a análise da capacidade adsorviva do material foi calculada a quantidade adsorvida (*q*) apresentada na Equação 1 (Majundar *et al.*, 2010)

$$q = \frac{C_i - C_f}{m} V \quad (1)$$

Em que: *q* é a quantidade adsorvida (mg g<sup>-1</sup>); *C<sub>i</sub>* é a concentração inicial do corante (mg L<sup>-1</sup>); *C<sub>f</sub>* é a concentração no equilíbrio (mg L<sup>-1</sup>); *m* é massa de bioissorvente (g) e *V* é o volume da solução de corante (L).

## 2.3. Estudo Cinético e Isotermas De Adsorção

Para avaliação da cinética de bioissorção foram utilizados os modelos de Pseudo-primeira ordem, Pseudo-segunda ordem, Elovich (Saba *et al.*, 2016), conforme equações 2, 3 e 4, respectivamente.

$$q(t) = q_{eq} (1 - e^{-k_1 t}) \quad (2)$$

$$q(t) = \frac{q_{eq}^2 k_2 t}{1 + q_{eq} k_2 t} \quad (3)$$

$$q(t) = \frac{1}{\beta} \ln(\alpha\beta) + \frac{1}{\beta} \ln(t) \quad (4)$$

Em que *q<sub>eq</sub>* é a quantidade adsorvida no equilíbrio (mg g<sup>-1</sup>), *k<sub>1</sub>* a constante de velocidade da reação (min<sup>-1</sup>), *k<sub>2</sub>* a constante de velocidade de reação de Pseudo-segunda ordem (g mg<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup>), *α* é uma constante relacionada à taxa de quimioissorção e *β* é uma constante que representa a extensão da cobertura superficial

Para avaliação do equilíbrio de bioadsorção foram empregados os modelos de isoterma de Langmuir e Freundlich (Saba *et al.*, 2016), conforme equações 5 e 6, respectivamente.

$$q_{eq} = \frac{q_{m\acute{a}x} b C_{eq}}{1 + b C_{eq}} \quad (5)$$

$$q_{eq} = K_F C_{eq}^{1/n} \quad q(t) = q_{eq} (1 - e^{-k_1 t}) \quad (6)$$

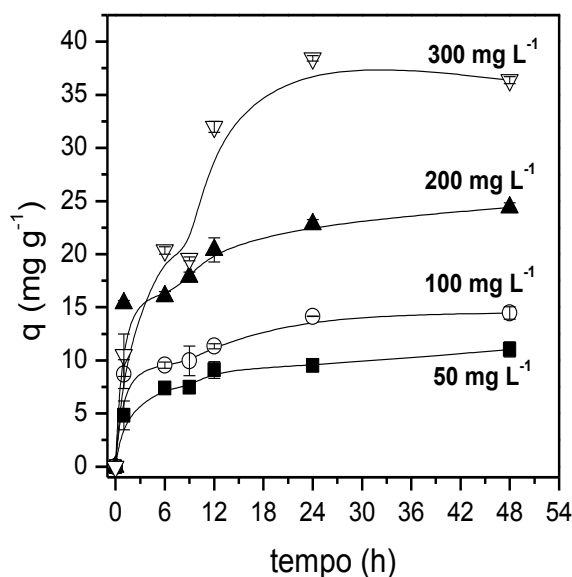
Em que:  $b$  é a constante de equilíbrio de Langmuir ( $L\ mg^{-1}$ ),  $q_{m\acute{a}x}$  a quantidade máxima de corante adsorvido por unidade de massa de adsorvente, ( $mg\ g^{-1}$ ),  $C_{eq}$ , a concentração de equilíbrio do corante ( $mg\ l^{-1}$ ),  $K_F$  é a constante de Freundlich que representa a capacidade de adsorção multicamada ( $mg\ g^{-1}$ ) e  $n$  ( $mg\ L^{-1}$ ) representa a intensidade de adsorção.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1. Estudo Cinético

A quantidade de corante adsorvido pelo bioadsorvente em soluções de diferentes concentrações está representada pela Figura 1. Observa-se para todas as concentrações que a bioadsorção foi crescente nas primeiras 24 horas de análise, devido a maior disponibilidade de sítios ativos livres no bioadsorvente. A maior capacidade de bioadsorção ( $38\ mg\ g^{-1}$ ) foi obtida com a solução de  $300\ mg\ L^{-1}$  de azul de metileno.

Figura 1 – Quantidade de corante adsorvido pelo bioadsorvente,  $q_t$ , em função do tempo para diferentes concentrações de azul de metileno.



A Tabela 1 apresenta os parâmetros dos modelos cinéticos ajustados aos dados experimentais. Observa-se que para todas as concentrações de corante, o modelo de Pseudo-segunda ordem ( $R^2 > 0,99$ ) foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais.

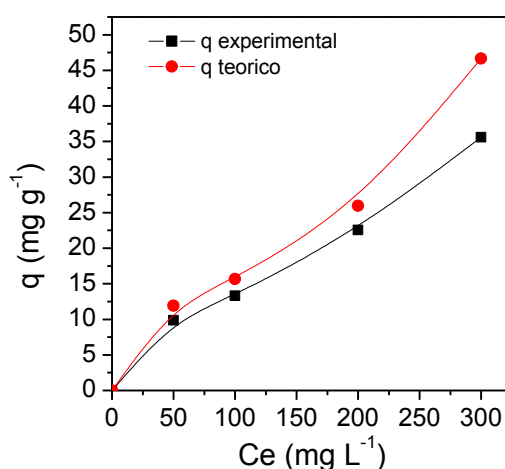
Tabela 1 – Parâmetros cinéticos ajustados aos dados experimentais em diferentes concentrações de Azul de Metileno

Modelos Cinéticos	Parâmetros cinéticos	Concentração inicial ( $\text{mg g}^{-1}$ )			
		50	100	200	300
Pseudo-primeira ordem	$k_1 (\text{min}^{-1})$	0,0320	0,0348	0,0454	0,0732
	$q_e (\text{mg g}^{-1})$	2,4831	3,9820	6,0353	18,4120
	$R^2$	0,3266	0,7495	0,7230	0,7255
Pseudo-segunda ordem	$k_2 (\text{g mg}^{-1} \text{s}^{-1})$	0,0184	0,0171	0,0118	0,0031
	$q_e (\text{mg g}^{-1})$	11,9332	15,6495	25,9740	43,6681
	$R^2$	0,9964	0,9958	0,9983	0,9665
Elovich	$a (\text{mg g}^{-1} \text{min}^{-1})$	9,0734	24,7572	68,2616	11,4142
	$b (\text{g mg}^{-1})$	0,4739	0,4207	0,2757	0,0968
	$R^2$	0,9387	0,9255	0,9495	0,8497

### 3.2. Isotermas De Adsorção

A partir dos dados de equilíbrio obtidos experimentalmente, analisou-se o processo de bioadsorção através do estudo das isotermas expressas na Figura 2.

Figura 2 – Isotermas de adsorção.



Para análise das interações entre adsorvato e adsorvente no processo de bioadsorção ajustou-se os dados experimentais de equilíbrio aos modelos linearizados das isotermas de Langmuir e Freundlich.

Tabela 2 – Parâmetros de equilíbrio para as isotermas de Langmuir e Freundlich

Modelo de Isoterma	Parâmetros de equilíbrio	Valores
Langmuir	$q_{\text{max}} (\text{mg g}^{-1})$	53,76
	$K_L (\text{L mg}^{-1})$	0,01
	$R^2$	0,7793
Freundlich	$K_F (\text{mg g}^{-1})$	1,36
	$N$	1,67
	$R^2$	0,9609

Os dados experimentais obtidos no equilíbrio foram ajustados as isotermas de Langmuir e Freundlich. O modelo da isoterma de adsorção de Freundlich foi a que melhor se ajustou aos dados experimentais ( $R^2 = 0,96$ ) sugerindo a heterogeneidade da superfície do bioissorvente e indicando que o processo de adsorção do Azul de Metileno ao bioissorvente é favorável ( $n = 1,67$ ).

## 5. CONCLUSÕES

Os dados obtidos nesse trabalho evidenciaram que a biomassa de *A. oryzae* é capaz de remover boa parte do corante azul de metileno em solução aquosa, atingindo capacidade de bioadsorção máxima de  $38 \text{ mg g}^{-1}$  em concentrações de  $300 \text{ mg L}^{-1}$ . Os estudos cinéticos mostraram que o modelo segue a cinética de Pseudo-segunda ordem e a construção das isotermas revelou que a isoterma de Freundlich foi a que melhor se ajustou aos dados experimentais, indicando que a adsorção é favorável ( $n > 1$ ). Estudos adicionais estão sendo realizados a fim de otimizar os parâmetros reacionais, tais como pH, temperatura e dosagem de adsorvente.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro da CAPES Código Financeiro 001 e FAPEMIG (APQ-01391-18).

## 7. REFERÊNCIAS

- OLIVEIRA, S. P.; SILVA, W. L. L.; VIANA, R. R. Avaliação da capacidade de adsorção do corante azul de metileno em soluções aquosas em caulinita natural e intercalada com acetato de potássio. *Cerâmica*, p.338-344, Cuiabá, jun. 2013.
- ANASTOPOULOS, I.; KYZAS G. Z. Composts as biosorbents for decontamination of various pollutants: a review. *Water Air Soil Pollut*, p. 226-261, 2015.
- MAJUNDAR, S. S.; DAS, S. K.; CHAKRAVARTY, R.; SAHA, T.; BANDYOPADHYAY, T. S.; GUHA, A. K. A study on lead adsorption by *Mucor rouxii* biomass. *Desalination*, v. 251, p. 96-102, 2010.
- SABA, B.; CHRISTY, A. D.; JABEEN, M. Kinetic and enzymatic decolorization of industrial dyes utilizing plant-based biosorbents: a review. *Environ Eng Sci*, v. 33, p. 601-614, 2016.