

PIAÇAVA FIBER AS AN ALTERNATIVE ADSORBENT TO REMOVE METHYLENE BLUE AND REACTIVE BLACK 5 FROM AQUEOUS SOLUTIONS

Bianca Silva Marques¹, Victoria Hermes de Vargas¹, Eduardo Hiromitsu Tanabe¹, Daniel Assumpção Bertuol¹, Franco Dani Amado², Guilherme Luiz Dotto^{1*}

¹ Universidade Federal de Santa Maria - RS- UFSM

² Universidade Estadual de Santa Cruz - BA- UESC

bsmarques7@gmail.com, viicky.vargas_@hotmail.com, edutanabe@ufsm.br,
dbertuol@gmail.com, guilherme_dotto@yahoo.com.br

Abstract. This work was intended to evaluate the piaçava fiber for the adsorption of methylene blue dye (MB) and Reactive Black 5 (RB5) from aqueous solutions. The effects of adsorbent amount, pH and contact time were investigated. In all tests, the initial concentration, volume and stirring speed were 50 mg L⁻¹, 50 mL and 220 rpm, respectively. For both dyes, the most suitable adsorbent amount was 0,025 g. It was found that the adsorption was best at pH 10 for methylene blue (85% removal) and 2 for the reactive black 5 (30% removal). Kinetic assays were conducted from the collection of samples between 5 and 240 minutes. The experimental points of methylene blue were better adjusted by the Elovich model, while in the case of the reactive black 5, the most suitable model is the pseudo-first order. The results showed that piaçava fiber has potential to act as an adsorbent for dyes removal.

Palavras-chave: Adsorção, Corantes, Piaçava.

1. INTRODUÇÃO

Corantes, como o azul de metileno e o reativo preto 5 são úteis em diversas aplicações, sobretudo na indústria têxtil. Uma vez que muitos desses corantes possuem um potencial mutagênico e carcinogênico, seu descarte indevido nos cursos hídricos pode ser prejudicial ao meio ambiente e à saúde da população. Dessa forma, torna-se imprescindível a procura por métodos de remoção que minimizem tais riscos.

De acordo com Babu et al. [1], atualmente tecnologias disponíveis para remoção de corantes incluem precipitação química, osmose, evaporação, flotação de íons, troca iônica e adsorção. Dentre essas tecnologias, a adsorção apresenta-se como

uma operação eficiente e sustentável, fazendo com que a busca por adsorventes de baixo custo seja contínua. Nesse sentido, uma alternativa seria a fibra de piaçava, resíduo este proveniente de processos industriais voltados para a produção de vassouras, enchimento de assentos de carros, cordoaria e escovões, como afirma Avelar [2].

Dessa maneira, o presente trabalho tem como intuito analisar a adsorção de azul de metileno e preto reativo 5 utilizando fibra de piaçava como adsorbente. Foram avaliados os efeitos da quantidade de adsorbente, do pH e do tempo de contato.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Adsorbente

O adsorbente foi adquirido por meio de uma parceira com a Universidade Estadual de Santa Cruz/BA. A realização de uma análise granulométrica por peneiramento indicou um material com diâmetro na faixa de 150 a 425 µm.

2.2 Corantes

O azul de metileno e o preto reativo 5 foram ambos adquiridos da empresa Vetec.

2.3 Ensaios de adsorção

Todos os ensaios foram conduzidos em soluções aquosas de concentração inicial igual a 50 mg L⁻¹ e volume de 50 mL. A adsorção foi realizada em incubadora (Shaker SL 222-SOLAB), a 220 rpm e temperatura de 23 °C. A quantidade de adsorbente variou entre 0,025g e 0,500g,

pelo período de 240 minutos. A massa considerada mais adequada foi fixada para os estudos subsequentes. A investigação da influência do pH foi conduzida a partir do ajuste das soluções aquosas dos corantes para os pHs 2, 4, 6, 8 e 10, mediante o uso de soluções de NaOH 0,5 mol L⁻¹ e HCl 0,5 mol L⁻¹. O tempo de adsorção foi de 240 minutos. Os ensaios cinéticos foram conduzidos por meio da coleta de 11 amostras, no período entre 5 a 240 minutos, considerando o pH mais adequado proveniente do estudo anterior. As amostras recolhidas nos ensaios foram filtradas e quantificadas em espectrofotômetro (UV mini-1240). O percentual de remoção (R, %) e a capacidade de adsorção no tempo (q_t, mg g⁻¹) foram determinados pelas equações 1 e 2, respectivamente:

$$R = \frac{(C_0 - C_t)}{C_0} 100 \quad (1)$$

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

onde, C₀ e C_t (mg L⁻¹) significam, respectivamente, as concentrações dos corantes no início e no tempo, m (g) é a massa de adsorvente e V (L) é o volume de solução.

2.4 Modelos cinéticos

Para ajuste dos dados experimentais, utilizaram-se os modelos cinéticos de pseudo-primeira ordem, pseudo-segunda ordem e Elovich, apresentados nas equações 3, 4 e 5, respectivamente:

$$q_t = q_1(1 - \exp(-k_1 t)) \quad (3)$$

$$q_t = \frac{t}{(1/k_2 q_2^2) + (t/q_2)} \quad (4)$$

$$q_t = \frac{1}{a} \ln(1 + abt) \quad (5)$$

nas quais q₁ e q₂ (mg g⁻¹) são os valores da capacidade de adsorção estimada pelos modelos, k₁ (min⁻¹) e k₂ (g mg⁻¹ min⁻¹) são as constantes cinéticas, a (mg g⁻¹ min⁻¹) é a velocidade inicial quando q_t=0, b (g mg⁻¹) é

a constante de dessorção do modelo de Elovich.

A determinação dos parâmetros de cada modelo foi realizada por meio de regressão não linear no software Statistica 8.0 (Statsoft, EUA). A qualidade dos ajustes foi analisada através do coeficiente de determinação (R²) e do erro médio relativo (EMR).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Efeito da quantidade de adsorvente

O efeito da quantidade de adsorvente na adsorção de azul de metileno e preto reativo 5 pode ser visualizado nas figuras 1 e 2, respectivamente:

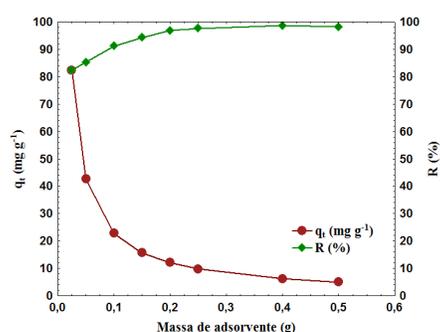


Figura 1. Influência da quantidade de adsorvente no percentual de remoção e na capacidade de adsorção, para o azul de metileno.

Na figura 1, é perceptível que o percentual de remoção do corante aumenta com o aumento da quantidade de adsorvente até 0,2g. Após esse valor, a influência de tal aumento deixa de ser significativa. Já a capacidade de adsorção tende a decair com o aumento da quantidade de adsorvente. Por isso, definiu-se a massa de 0,025 g como a mais apropriada, por apresentar a maior quantidade adsorvida dentre todas as amostras e um percentual de remoção de 82,4%. O comportamento exibido pelas curvas da capacidade de adsorção e do percentual de remoção na figura 2 é similar ao da figura 1. No entanto, o percentual de remoção do RB5 é inferior àquele apresentado para o MB, não ultrapassando 30% em todas as amostras. Dessa maneira, para os estudos subsequentes escolheu-se a

massa de 0,025 g, por ter a maior capacidade de adsorção dentre todas, ou seja, 8 mg g⁻¹.

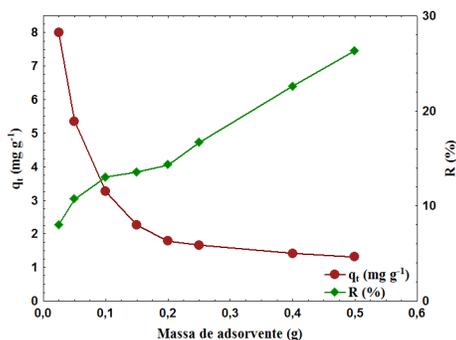


Figura 2. Influência da quantidade de adsorvente no percentual de remoção e capacidade de adsorção do preto reativo 5.

3.2 Efeito do pH

A figura 3 exibe a influência do pH na adsorção dos corantes com fibra de piaçava.

Com base na figura 3 é possível constatar que, para o corante azul de metileno, a adsorção é favorecida pelo aumento do pH, chegando a um máximo de 85% de remoção em pH 10. Uma possível explicação é que em soluções com pHs baixos, os íons H⁺ entram em competição com o corante (catiônico), de maneira a dificultar a aproximação deste com os sítios ativos do adsorvente, logo diminuindo a efetividade da adsorção. Ensaio realizado por Gregório et al. [3] referentes à influência do pH sobre a adsorção de azul de metileno com babaçu in natura apresentaram comportamento similar. Já o reativo preto 5, por ser aniônico, tem sua adsorção favorecida em pHs mais baixos, uma vez que os íons H⁺ presentes na solução tendem a facilitar a ocupação dos sítios ativos do adsorvente pelo corante. Dessa maneira, o maior percentual removido (31%) é verificado em pH 2. Comportamento semelhante em relação ao pH foi obtido por Cadaval Jr. et al [4] em estudo sobre adsorção de reativo preto 5 utilizando filmes de quitosana modificados com terra ativada.

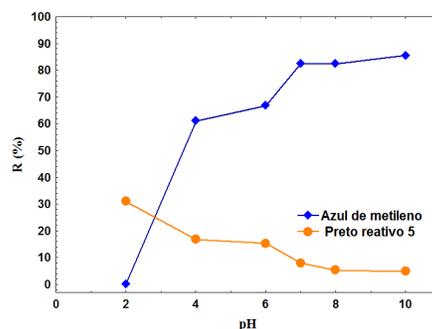


Figura 3. Influência do pH na adsorção de azul de metileno e preto reativo 5 com fibra de piaçava.

3.3 Curvas Cinéticas

As curvas cinéticas de adsorção do azul de metileno e do preto reativo 5 são apresentadas nas figuras 4 e 5, respectivamente:

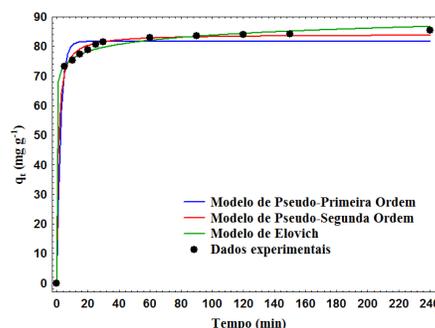


Figura 4: Curva cinética de adsorção do azul de metileno em fibra de piaçava.

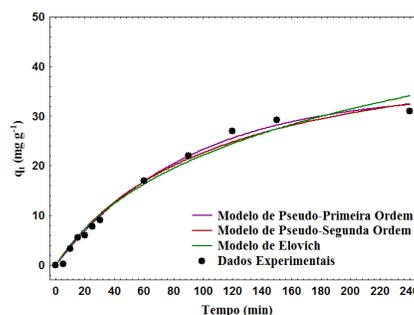


Figura 5: Curva cinética de adsorção do preto reativo 5 em fibra de piaçava.

A figura 4 mostra que a capacidade de adsorção aumenta significativamente até 30 minutos de ensaio, tempo este em que é atingido o equilíbrio e as capacidades de

adsorção passam a não ter aumento apreciável até 240 minutos. No caso do preto reativo, o sistema só atinge o equilíbrio aos 120 minutos, como mostra a figura 5.

A tabela 1 apresenta os parâmetros dos modelos cinéticos ajustados para a adsorção de ambos os corantes em fibra de piaçava, bem como os valores de R^2 e do erro médio relativo (EMR).

Tabela 1: Parâmetros dos modelos cinéticos, R^2 e EMR da adsorção de AM e RB5 em fibra de piaçava.

	AM	RB5
Pseudo-Primeira ordem*		
q_1 (mg g ⁻¹)	81,7	34,8
k_1 (min ⁻¹)	0,421	0,011
R^2	0,9860	0,9933
EMR (%)	2,76	5,25
Pseudo-segunda ordem *		
q_2 (mg g ⁻¹)	84,1	47,1
$k_2 \times 10^3$ (min ⁻¹)	12,892	0,198
R^2	0,9972	0,9866
EMR (%)	1,17	8,53
Elovich *		
$a \times 10^2$ (mg g ⁻¹ min ⁻¹)	29,5	5,92
b (g mg ⁻¹)	$1,89 \times 10^9$	0,4599
R^2	0,9984	0,9800
EMR (%)	0,88	9,334

* R^2 =coeficiente de determinação; EMR=erro médio relativo.

A partir da tabela 1, observa-se que os modelos de Elovich e Pseudo-Primeira Ordem são os que melhor se ajustam aos pontos experimentais nos ensaios com azul de metileno e preto reativo 5, respectivamente.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho pautou-se em estudos sobre os efeitos da quantidade de adsorvente, do pH e do tempo de contato na adsorção dos corantes azul de metileno e preto reativo 5 com fibra de piaçava.

Verificou-se que a massa de adsorvente igual a 0,025 g foi a mais adequada para ambos os corantes. No caso do azul de metileno, a adsorção foi mais eficiente em pH 10, enquanto que o pH 2 foi considerado o melhor para o preto reativo 5. Além disso, os modelos de Elovich e pseudo- primeira ordem foram os mais adequados aos ensaios cinéticos de MB e RB5, respectivamente. Os resultados obtidos mostram que a fibra de piaçava possui potencial como adsorvente de corantes.

REFERÊNCIAS

- [1] Babu, B. V. e Gupta, S. (2008), Adsorption of Cr (VI) using activated neen leaves: kinetics studies. *Adsorption*. 14, 85-92.
- [2] Avelar, F.F.; Utilização de fibra de piaçava na preparação de carvões ativados. 2008. 88f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica). Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. 2008
- [3] Gregório, A. M.; Da Silva, P.R; De Faria, E.O; Krauser, M. O. ; Leal, P. V. B. Influência do pH na adsorção de azul de metileno em Babaçu in natura. Congresso Brasileiro de Química. Recife, 2012.
- [4] T. R. S Cadaval Jr, T. S. Espíndola, M. Sartori, C. E. G. Comiotto, A. S. Camara e L. A. A. Pinto (2014). Avaliação do efeito do pH na adsorção do corante têxtil reativo preto nº 5 utilizando filmes de quitosana modificados com terra ativada em diferentes proporções. Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Florianópolis, 2014.