



# CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



## UTILIZAÇÃO DA PALHA DE ARROZ (*Oryza Sativa L*) IN NATURA COMO BIOSORVENTE PARA REMOÇÃO DE AZUL DE METILENO

### Milena Santiago Chiquim

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

### Cláudia Luísa Hahn

Acadêmica do curso de Engenharia Química URI – Santo Ângelo  
claudialhahn@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.** O aumento na produção de arroz tem gerado grande quantidade de resíduos. A palha de arroz passa por um processo de biodegradação que libera metano, o que contribui para o aquecimento global. Desta forma o presente trabalho tem como objetivo estudar o uso da palha de arroz como adsorvente, utilizando o azul de metileno como poluente. Para isso, foram realizados ensaios em diferentes concentrações (10, 30 e 80 mg.L<sup>-1</sup>) de corante para a construção das cinéticas de adsorção. Foi observado que o tempo de equilíbrio para o experimento que utilizou maior concentração foi de 450 minutos e que a variável concentração de corante afetou no processo, sendo obtida uma capacidade de adsorção máxima de 41 mg.g<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** Palha de arroz. Adsorção. Azul de Metileno.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Fao [1], a produção mundial de arroz aumentou consideravelmente de 2007

(660 milhões de toneladas) para 2014 (746 milhões de toneladas). Brodt *et al.* [2] destacam que quantidades significativas de palha são produzidas anualmente em fazendas e indústrias de transformação do arroz, e que devido à sua biodegradação, produz metano, que contribui para o efeito estufa [2].

Juntamente com o aumento da produção de resíduo sólido, o aumento na quantidade de efluentes gerados de diversos processos industriais também cresce e assim se faz necessário o uso de diferentes métodos de tratamento desses efluentes.

Yagub *et al.* [3] afirmam que a coagulação-floculação, precipitação química, troca iônica, adsorção, filtração, oxidação avançada, foto-oxidação e adsorção são os métodos utilizados para remoção de diferentes poluentes, como corantes.

Segundo Fungaro *et al.* [4], um corante muito utilizado em diversas indústrias é o azul de metileno, como as indústrias têxteis, papelreira, de estética, no tingimento da seda, da lã e algodão.

De acordo com Dotto *et al.* [5], o método de adsorção se destaca pois tem baixo custo de implementação e operação, alta eficiência, mínimo uso de energia, e simplicidade de operação.

Deste modo, este trabalho teve por objetivo avaliar a capacidade de adsorção da palha de arroz (*oryza sativa L*) quanto à remoção do corante azul de metileno, pelo levantamento das cinéticas de adsorção em três concentrações diferentes.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

### 2.1 Caracterização do biosorvente

O biosorvente utilizado foi a palha de arroz (*oryza sativa L*) proveniente de indústria alimentícia da cidade de São Borja, RS. A biomassa foi obtida já moída e seca. A caracterização foi realizada com o objetivo de determinar o teor de umidade, cinzas e o diâmetro médio de Sauter.

### 2.2 Preparo das soluções e quantificação

As soluções utilizadas foram preparadas a partir da dissolução de 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, 30 e 80 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 Cinética de Adsorção

Os experimentos foram realizados utilizando 200 mg de palha de arroz em 200 mL de solução, nas três concentrações em estudo (10, 30 e 80 mg.L<sup>-1</sup>). A escolha dos valores 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 30 min) pela coleta de alíquotas, com auxílio de

uma seringa, até o ponto de equilíbrio adsorvato/adsorvente. A capacidade de adsorção da palha de arroz ( $q_t$ ) foi determinada pela Equação 1:

$$q_t = \frac{V \cdot (C_0 - C_t)}{m} \quad (1)$$

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 palha de arroz, foi analisada a resposta eficiência de remoção ( $\eta$ ) de corante, que pode ser calculada pela Equação 2:

$$\eta = \frac{(C_0 - C_{t,f})}{C_0} \cdot 100 \quad (2)$$

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

### 2.5 Modelagem das cinéticas de Adsorção

O pacote computacional MatLab® 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. Foi realizada estimativa de parâmetros pelos métodos Levenberg-Marquardt e Trust-region. Os modelos testados foram o de pseudo-primeira ordem (PPO) (Equação 3), pseudo-segunda ordem (PSO) (Equação 4).

$$q_t = q_e (1 - e^{-k_1 t}) \quad (3)$$

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

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). O coeficiente de correção ( $R^2$ ) 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 9,02% (b.s.) e o teor de cinzas foi de 12,18%. O diâmetro médio de Sauter da amostra empregada foi de 0,139 mm.

Nas Figuras 1, 2 e 3 são apresentados os comportamentos cinéticos de adsorção e os ajustes dos modelos propostos para os ensaios com concentração de 10, 30 e 80 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente

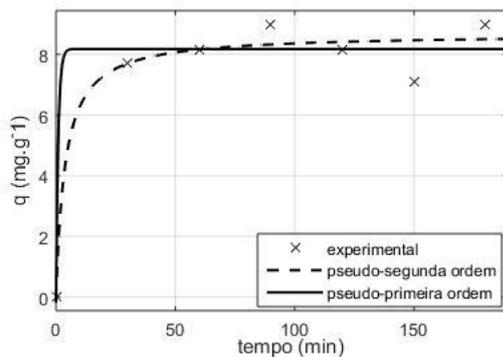


Figura 1. Cinética com modelos ajustados do processo de adsorção de azul de metileno na concentração de 10 mg.L<sup>-1</sup>.

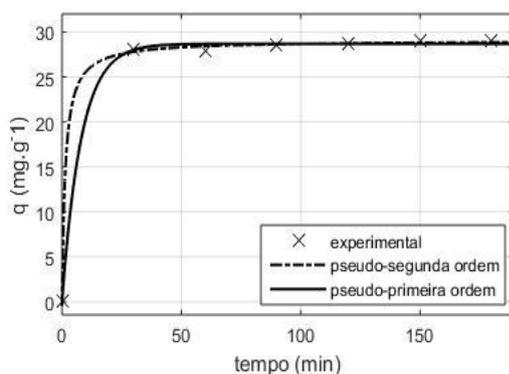


Figura 2. Cinética com modelos ajustados do processo de adsorção de azul de metileno na concentração de 30 mg.L<sup>-1</sup>.

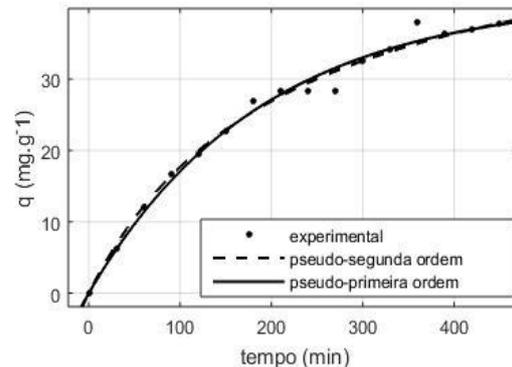


Figura 3. Cinética com modelos ajustados do processo de adsorção de azul de metileno na concentração de 80 mg.L<sup>-1</sup>.

O tempo necessário para o equilíbrio aumentou com o aumento da concentração de poluente. Os resultados mostraram tempos de 60, 150 e 450 min para as concentrações de 10, 30 e 80 mg.L<sup>-1</sup>.

Os dados experimentais mostraram que a capacidade adsortiva também aumentou com o aumento da concentração de poluente. Foram obtidos os valores de 8,99, 29,0 e 37,8 mg.g<sup>-1</sup> para as concentrações de 10, 30 e 80 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Peters *et al.* [6].

A eficiência de remoção do azul de metileno presente nas soluções apresentou os valores de 81,4, 97,8 e 47,3%, para as as concentrações de 10, 30 e 80 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente.

Matos e Abud [7] utilizaram casca de maracujá para a adsorção do corante azul de metileno na concentração de 100 mg.L<sup>-1</sup>. Em relação à capacidade de adsorção, os autores obtiveram uma capacidade de 9,5 mg.g<sup>-1</sup>. No presente estudo, com uma concentração dez vezes menor (10 mg.L<sup>-1</sup>), a capacidade adsortiva encontrada foi pouco abaixo deste valor (8,99 mg.g<sup>-1</sup>), enquanto que, com o aumento da concentração do corante, neste estudo, a capacidade de adsorção aumentou, chegando a 37,8 mg.g<sup>-1</sup> (80 mg.L<sup>-1</sup>). Estes resultados mostram o quanto a palha de arroz apresenta potencial para a adsorção.

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, 30 e 80 mg.L<sup>-1</sup>.

Quando se analisa o valor do R<sup>2</sup>, na Tabela 1, pode-se verificar que o maior valor do coeficiente de correlação foi observado para concentração de 10 mg.L<sup>-1</sup>, no modelo PSO com pequena diferença para o valor apresentado pelo modelo de PPO. Um comportamento inverso foi verificado para a concentração de 80 mg.L<sup>-1</sup>. Os valores de R<sup>2</sup> para 30 mg.L<sup>-1</sup> não apresentaram diferenças significativas nos dois modelos testados. Os menores valores de SQE foram observados para 10 mg.L<sup>-1</sup>, indicando melhor ajuste dos modelos para esta concentração.

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

Modelos	Concentração de corante [mg.L <sup>-1</sup> ]		
	10	30	80
Pseudo-Primeira ordem			
k <sub>1</sub> (mg.g.min <sup>-1</sup> )	0,124	1,074	0,053
R <sup>2</sup>	0,9928	0,948	0,988
SQE	0,728	3,118	23,24
Pseudo-Segunda ordem			
k <sub>2</sub> (mg.g.min <sup>-1</sup> )	0,735	0,262	0,046
R <sup>2</sup>	0,999	0,947	0,998
SQE	0,332	2,641	4,032

#### 4. CONCLUSÃO

Os resultados mostram que o tempo de equilíbrio e a capacidade adsorptiva da palha de arroz aumentaram com o aumento da concentração inicial de poluente. A máxima capacidade adsorptiva obtida foi para a maior concentração testada (80 mg.L<sup>-1</sup>), resultando em 37,8 mg.g<sup>-1</sup>. A maior eficiência de remoção (97,8%) foi obtida na concentração de 30 mg.L<sup>-1</sup>. De modo geral, em relação aos modelos testados, houve alteração do modelo com melhor ajuste aos dados cinéticos obtidos experimentalmente, no entanto, os modelos teóricos apresentaram

bom ajuste aos dados, por meio da análise do R<sup>2</sup> e SQE.

#### 5. REFERÊNCIAS

- [1] FAO, "Rice market monitor, Food and Agriculture Organization of the United Nations" vol. 19, Oct. 2016, pp. 1-35.
- [2] S. Brodt, A. Kendall, Y. Mohammadi, "Life cycle greenhouse gas emissions in california rice production," *Field Crops Research*, vol.169, Jan. 2014, pp.89-98.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [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] 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.
- [7] C.M.S. MATOS e A.K.S. ABUD "Adsorção do azul de metileno em resíduos da agroindústria de frutas" in *Anais do XVI Encontro Brasileiro sobre Adsorção*, pp. 802-806.