

## AVALIAÇÃO DA FIBRA DO SISAL COMO ADSORVENTE DE CORANTE TUPY 16 BORDÔ

Fellipe Farias Crispiniano <sup>1</sup>  
Cynthia Sany França Xavier <sup>2</sup>  
Marcello Maia de Almeida <sup>3</sup>  
Fernando Fernandes Viera <sup>4</sup>

### INTRODUÇÃO

A indústria têxtil, há muito séculos, é conhecida como uma atividade econômica muito importante no desenvolvimento de um país. Sua importância está relacionada com o desempenho dos têxteis em áreas distintas, tais como, vestuários de vários tipos, têxteis técnicos e de alto desempenho, mobiliários, decoração, entre muitos outros (FERMAM, 2018).

No Brasil, a indústria têxtil possui um papel muito importante no que diz respeito à geração de riquezas e de empregos. Essa atividade se consolidou fortemente, tornando o País um importante produtor mundial de artigos têxteis. Todavia, essa atividade gera diversos problemas ambientais como, por exemplo, a geração de resíduos sólidos e líquidos oriundos dos processos industriais (ZONATTI, 2015).

O crescimento do setor têxtil tem gerado uma grande preocupação no que diz respeito a degradação do meio ambiente, tendo em vista, que durante toda a sua cadeia produtiva o setor consome grande quantidade de água, corantes e outros produtos químicos. Com isso, são gerados grandes volumes de efluentes com composição variada que causam mudanças na qualidade das águas e nos ciclos biológicos (CRUZ *et al.*, 2016).

Os processos de tingimento chegam a consumir mais de 100 litros de água por quilo de material processado, levando em conta todas as etapas de beneficiamento, sendo que, 80% desse volume é descartado como efluente. Esses efluentes possuem altas concentrações de sais, sólidos suspensos, e, principalmente, cor (RIBEIRO *et al.*, 2018).

Várias técnicas são utilizadas no tratamento de águas residuais tais como: adsorção, coagulação, processos oxidativos e separação por membranas. Dentre os métodos mais eficientes destaca-se a adsorção por carvão ativado (CASTRO *et al.*, 2018).

A adsorção é considerada como sendo um fenômeno físico de superfície onde uma substância é removida de uma fase e concentrada em outra. O material removido é intitulado de adsorvato e o material onde o fenômeno de adsorção ocorre e chamado de adsorvente (MARCHI, 2015). Onde os adsorventes são compreendidos como sendo substâncias sólidas, porosas e que apresentam uma área superficial elevada onde ocorre a adsorção do adsorvato, onde, a substância química (adsorvato) se acumula na superfície do adsorvente (CASTRO *et al.*, 2018)

<sup>1</sup> Mestrando do Curso de Ciências e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - PB, [fellipetecinfo@gmail.com](mailto:fellipetecinfo@gmail.com);

<sup>2</sup> Mestranda do Curso de Ciências e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - PB, [cynthiasany@gmail.com](mailto:cynthiasany@gmail.com);

<sup>3</sup> Doutor pelo Curso de Eng. de Processos da Universidade Federal de Campina Grande - PB, [marcello\\_maia2000@yahoo.com](mailto:marcello_maia2000@yahoo.com);

<sup>4</sup> Professor orientador: Doutor, Universidade Federal da Paraíba - PB, [fernando@uepb.edu.br](mailto:fernando@uepb.edu.br).

A adsorção pode ser compreendida como uma operação unitária onde ocorre a transferência de massa do tipo sólido-fluido, tendo como objetivo, avaliar a capacidade de sólidos em concentrar em sua superfície determinada substância contida em solução líquida ou gasosa, variando conforme a massa do adsorvente utilizada e área superficial do mesmo (REIS *et al.*, 2017).

A adsorção ocorre por meio da difusão de partículas presentes em uma fase fluida para um sólido poroso, isso é devido a existência de forças atrativas proveniente da superfície do sólido (ANTUNES *et al.*, 2018). Nesse processo a posição dos grupos funcionais do adsorvato na superfície do adsorvente é que determina o tipo de ligação entre adsorvato e adsorvente determinando se o processo será físico ou químico (LIMA, 2017).

A adsorção pode ser classificada conforme as forças envolvidas nas interações intermoleculares, que são: fisissorção (adsorção física) e quimissorção (adsorção química). A adsorção física envolve forças fracas entre as moléculas do adsorvato e a superfície do adsorvente, onde, essa força intermolecular pode ser atribuída, principalmente, à força de interação de Van der Waals (BERTACCO *et al.*, 2019). Na adsorção química as moléculas ou íons se unem ao adsorvente por ligações químicas, normalmente ligações covalentes, e tende a se depositarem em sítios onde propiciem o maior número de coordenação (SOBRINHO *et al.*, 2015).

Nos últimos 20 anos, materiais fibrosos naturais como: Juta, Cânhamo, Sumáuma e Agave sisalana, tornaram-se um dos bioadsorventes mais econômicos e de baixo custo. Isso é devido às suas propriedades, como: morfologia da superfície, boa área superficial, ampla porosidade, alta permeabilidade a gás, bons diâmetros e pequenos poros inter-fibrosos (BENDJEFFAL *et al.*, 2018).

Nesse contexto, aliando-se a necessidade de reduzir custos com adsorventes comerciais há uma grande vantagem em se utilizar resíduos de origem vegetal como bioadsorvente para a remoção de corantes dos efluentes industriais (ROYER, 2008). A biossorção surge como um processo alternativo ou complementar os métodos tradicionais de adsorção que geralmente apresentam custo mais elevado (BERTACCO *et al.*, 2019).

Diante do exposto, objetivou-se no presente trabalho, avaliar a viabilidade da utilização da fibra do sisal na adsorção do corante Tupy 16 bordô e estudar a influência da concentração do corante, temperatura de secagem do sisal em estufa com circulação de ar e tempo de contato entre o adsorvente e o adsorvato.

## **METODOLOGIA**

As análises foram desenvolvidas no Laboratório de Pesquisa em Ciências Ambientais (LAPECA), que pertence ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA) localizado no Centro de ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

### **Preparo do material adsorvente**

As fibras do sisal foram obtidas em uma cooperativa de sisal, localizado no município de Pocinhos – PB. As fibras do sisal foram cortadas em pequenos pedaços, entre 1 e 2 cm aproximadamente. O material foi lavado, com água destilada, e seco em duas temperaturas distintas (60 e 80°C) em estufa com circulação de ar (modelo 400/ND) com fluxo de ar de 1,0 m.s-1. Após essa etapa, o material adsorvente (fibra do sisal) foi triturado com auxílio de um moinho de facas modelo MA 04 MARCONI, e utilizou-se a malha mesh 20, para se obter um

material uniforme. O material foi armazenado em recipiente plástico e colocado em uma caixa de isopor para conservar a umidade.

### **Preparo da solução com corante**

Foi preparada uma solução com o corante Tupy 16 bordô, com concentração de 1000 mg.L<sup>-1</sup>, a solução foi armazenada em recipiente âmbar, para posterior utilização. As leituras da concentração, foram realizadas utilizando um espectrofotômetro UV – VIS no comprimento de  $\lambda_{\text{máx}} = 520$  nm, a faixa linear de trabalho foi de 0 a 100 mg.L<sup>-1</sup>.

### **Planejamento fatorial 2<sup>3</sup>**

Os fatores analisadas no planejamento fatorial com seus respectivos níveis (-1, +1), são: concentração (25 e 50 mg.L<sup>-1</sup>), temperatura (60 e 80°C) de secagem e tempo (30 e 60 min) de contato. As variáveis dependentes, são: a quantidade de corante adsorvido por massa de adsorvente (qt) e a eficiência na remoção (R%) de corante após a adsorção. Foram feitas três repetições, tendo um total de 24 experimentos.

### **Ensaio de adsorção em sistema em batelada**

Foram utilizados 0,25g do adsorvente, in natura, e uma alíquota de 25 mL da solução com o corante. O material foi pesado em balança analítica (modelo Fa2104n com precisão de 0,1 mg). O adsorvente e a solução com o corante foram colocados em erlemmeyers (125 mL), depois foram submetidos a agitação, em mesa agitadora orbital (Marca Nova técnica), onde, permaneceram sobe agitação (120 rpm), até o termino do tempo previsto pelo planejamento experimental (CARVALHO, *et al.*, 2010). Após o termino do tempo de contato, entre o corante é o adsorvente, as amostras foram centrifugadas com rotação de 2500 rpm por 30 minutos.

O cálculo da quantidade de corante removida por unidade de massa de adsorvente e a eficiência na remoção, foram calculadas utilizando as Equações 1 e 2:

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

$$R\% = \frac{(C_i - C_t)*100}{C_i} \quad (2)$$

Onde: q, é a quantidade de corante removida por unidade de massa de adsorvente (mg.g<sup>-1</sup>); V, é o volume da solução com o corante (L); C<sub>i</sub>, é a concentração inicial do corante (mg.L<sup>-1</sup>); C<sub>t</sub>, é a concentração no tempo e m é a massa de adsorvente (mg.L<sup>-1</sup>); R%, é a eficiência na remoção do corante.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com os resultados dos ensaios de adsorção, obtidos pelo planejamento experimental, os efeitos principais, foram calculados utilizando o *software* Statistica versão 10 para um nível de 95% de confiança. Pelo diagrama de Pareto, é possível observar que as variáveis concentração, temperatura de secagem e tempo de contato, tanto para qt como para remoção, foram

estatisticamente significativas para um nível de 95% de confiança, indicando que as variações dos fatores afetam as respostas nas condições estudadas. Esse resultado indica que os fatores (concentração, temperatura e tempo) têm efeito positivo nas variáveis resposta  $q_t$  e remoção.

Isso quer dizer que, ao aumentar a concentração de 25 para 50  $\text{mg.L}^{-1}$ , proporciona um aumento na eficiência de adsorção. Isso é explicado pelo fato de que em baixas concentrações, ainda existe uma grande quantidade de sítios disponíveis para que ocorra a adsorção (LEAL *et al.*, 2012). Quando aumentamos a concentração, proporcionamos uma maior distribuição das espécies, que compõem o corante, na superfície do adsorvente, o que contribui para uma maior formação de ligações químicas na superfície (MATIAS *et al.*, 2018). Marchi *et al.* (2015) estudou a adsorção do corante básico azul de metileno por casca de *Eucalyptus grandis*, e concluiu, que as quantidades de corante adsorvidas por grama de adsorvente foram mais elevadas em concentrações mais altas de corante. A temperatura de secagem mais alta ( $80^\circ\text{C}$ ), pode produzir desobstruções de poros no interior da estrutura do adsorvente, permitindo que as moléculas maiores do corante possam penetrar no adsorvente (NASCIMENTO *et al.*, 2014).

Também podemos observar que a interação entre concentração e tempo, na variável  $q_t$ , promove um efeito positivo, pois as moléculas do corante ficaram mais tempo em contato com a superfície do adsorvente, o que proporcionou um maior número de ligações entre o adsorvente e o adsorvato.

Os maiores valores de  $q_t$  e remoção (R%) foram respectivamente, 3,23  $\text{mg.g}^{-1}$  e 64,52%. Esses valores foram obtidos no experimento 24, onde, os fatores de controle estão nos seus maiores níveis.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No planejamento experimental 2<sup>3</sup> foram analisadas as influências das variáveis independentes concentração, temperatura de secagem e tempo nas variáveis dependentes  $q_t$  e remoção de corante. Foi possível observar que as três variáveis independentes, tiveram influência no processo de adsorção, sendo a concentração a que mostrou ter maior influência no processo. A quantidade máxima de corante removida por unidade de massa de adsorvente (sisal) foi de 3,23  $\text{mg.g}^{-1}$  e a eficiência na remoção foi de 64,52%.

**Palavras-chave:** adsorção, sisal, corante têxtil.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, E. C. E. S.; PEREIRA, J. E. S.; FERREIRA, R. L. S.; MEDEIROS, M. F. D.; BARROS NETO, E. L. Remoção De Corante Têxtil Utilizando A Casca Do Abacaxi Como Adsorvente Natural. **Holos**, Rio Grande do Norte, v. 03, n. 34, p.81-97, 30 ago. 2018.

BERTACCO, T. de C.; CERON, L. P.; LIKS, L. A. dos S. Verificação da capacidade de adsorção da cinza da casca de arroz em efluente de cromo hexavalente em fluxo contínuo. **Engevista**, v. 21, n. 1, p.114-125, Fev. 2019.

BENDJEFFAL, H.; DJEBLI, A.; MAMINE, H; METIDJI, T.; DAHAK, M.; REBBANI, N.; BOUHEDJA, Y. Effect of the chelating agents on bio-sorption of hexavalent chromium using Agave sisalana fibers. **Chinese Journal Of Chemical Engineering**. China, p. 984-992. 3 out. 2018.

Órgão financiador CAPES

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

CASTRO, A. da S.; FRANCO, C. R.; CIDADE, M. J. A. Adsorção de Corantes Azul Indosol, Laranja Indosol e Vermelho Drimaren em Solução Aquosa por Argila Branca. **Resista Virtual de Química**, Boa Vista, v. 10, n. 5, p.1-14, 26 set. 2018.

CRUZ, I. J.; MARQUES, L. M.; SOUZA, K. C. de; LIMA, V. F. de; MARQUES, O. M.; JUNIOR, A. J. do N. Remoção do corante Remazol Black b pelo uso da biomassa mista de *Aspergillus niger* e capim elefante (*Pennisetum purpureum schum*) Removal of Remazol Black B by use of mixed biomass of *Aspergillus niger* and elephant grass (*Pennisetum purpureum Schum*). **Engevista**, Niterói, v. 18, n. 2, p.265-279, dez. 2016.

FERMAM, R. K. S. Identificação de tendências protecionistas para o setor têxtil, por meio da análise das notificações ao acordo TBT/WTO. **Revista Internacional de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 08, n. 01, p.47-61, 30 jan. 2018.

LEAL, P. V. B; GREGÓRIO, A. M.; OTONI, E.; SILVA, P. R. da; KRAUSER, M. de O.; HOLZBACH, J. C. Estudo da adsorção do corante azul de metileno em resíduos de babaçu. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. v. 3, n. 4: p. 166 – 171, Nov. 2012.

LIMA, S. N. P. **Caracterização das fibras de buriti e sua aplicabilidade como adsorvente de metais e corantes**. 2017. 97f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, 2017.

MATIAS, C. A.; VILELA, P. B.; PAULINO, A. T. Efeito da concentração inicial na adsorção de corante catiônico utilizando bráctea estéril de *Araucaria angustifolia*. In: **Simpósio de Integração da Pós-Graduação Ciência, Têxtil e Inovação**, Santa Catarina, 2018.

MARCHI, H. F. DE; SOEIRO, T. N; HALASZ, M. R. T. Estudo da adsorção do corante básico azul de Metileno por cascas de *eucalyptus grandis* lixiviadas. In: XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em iniciação Científica, 2015, Campinas –SP.

NASCIMENTO, R. F.; LIMA, A. C. A.; VIDAL, C. B.; MELO, D. de Q.; RAULINO, G. S. C. Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais. Fortaleza: Imprensa Universitária - CE, 2014.

REIS, M. A.; REIS, J. V. da R.; CHIQUIM, M. S.; ABAIDE, E. R.; NUNES, I. dos S. Avaliação da adsorção do corante violeta cristal empregando bagaço de malte como biosorvente. Anais do Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em engenharia, p. 1-4, Ijuí, 2017. RIBEIRO, G. C. de S. H.; AGUIAR, C. R. L. de. Avaliação da adsorção do corante azul reativo ci 222 com adsorvente de resíduo sólido industrial seco e ativado quimicamente com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. In: **Fórum internacional de resíduos sólidos**. Porto Alegre, 2018.

ROYER, B. **Remoção de corantes têxteis utilizando casca de semente de *Araucaria angustifolia* como biosorvente**, Dissertação (Mestrado em Química). Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - RS, 2008.

SOBRINHO, O. P. L.; SILVA, L. F. B. da; PEREIRA, Á. I. S.; CANTANHEDE, E. de K. P.; CARLOS, M. da A. S.; SILVA, J. R. da; SIQUEIRA, L. F. S. Uma proposta de aula

experimental utilizando mesocarpo de babaçu (*Orbignya speciosa*) na remoção do azul de metileno de soluções aquosas. **Educación Química**, México, p.314-318, 11 ago. 2015.

ZONATTI, W. F.; AMARAL, M. C. do; GASI, F.; RAMOS, J. B.; DULEBA, W. Reciclagem de resíduos do setor têxtil e confeccionista no Brasil: panorama e ações relacionadas. **Sustentabilidade em Debate** - Brasília, v. 6, n. 3, p. 50 – 69, 2015.