



## DESSORÇÃO DO CORANTE COMERCIAL AZUL 5G A PARTIR DO ADSORVENTE CASCA DE SOJA

F. P. Gobi<sup>1</sup>; P. T. Juchen<sup>1</sup>, J. F. Honorio<sup>1</sup>; M. T. Veit<sup>1</sup>, G. C. Gonçalves<sup>2</sup> e M. R. F. Klen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Engenharias e Ciências Exatas – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Rua da Faculdade, 645, Jd. Sta. Maria – CEP: 85903-000 – Toledo- PR – Brasil  
Telefone: (45) 3379-7000 – Email: franciele.gobi@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Curso de Tecnologia em Processos Químicos  
Rua Cristo Rei, 19, Vila Becker – CEP: 85902-490 - Toledo –PR - Brasil  
Telefone: (45) 3379-6800 - Email: cunha@utfpr.edu.br

**RESUMO:** O presente estudo teve por objetivo investigar o comportamento da casca de soja durante o processo de dessorção do corante comercial azul reativo 5G em sistema batelada. Para tanto, foram testados vários agentes eluentes em diferentes concentrações para se obter uma maior eficiência de dessorção. O adsorvente, casca de soja *in natura*, foi inicialmente saturado com o corante para posterior utilização nos ensaios de dessorção. Dentre os agentes eluentes avaliados no processo de dessorção, a solução de NaOH com concentração de 0,005 mol L<sup>-1</sup> apresentou os melhores resultados (eficiência de dessorção de 59,23%). Ensaios cinéticos utilizando o melhor agente eluente foram feitos a 25, 35 e 45 °C, mostrando que o processo de dessorção do corante azul reativo 5G em casca de soja é independente da temperatura. Foram realizados um total de sete ciclos de adsorção e dessorção do corante 5G.

**PALAVRAS-CHAVE:** casca de soja; ciclos adsorção/dessorção; agente eluente.

**ABSTRACT:** The present study aimed to investigate the behavior of soybean hull during the desorption process of the reactive blue 5G dye in a batch system. Different eluents at different concentrations were tested in order to obtain the best desorption efficiency. The adsorbent, natural soybean hull, was saturated with the blue dye for further desorption tests. Among the eluents evaluated in the desorption process, the NaOH solution with concentration of 0,005 mol L<sup>-1</sup> showed the best result (desorption efficiency of 59,23%). Kinetic experiments using the best eluent were carried out at three different temperatures (25, 35 and 45°C), showing that the desorption process of the blue dye from soybean hull is independent of temperature. A total of seven adsorption/desorption cycles of dye 5G were obtained.

**KEYWORDS:** soybean hull; adsorption/desorption cycles; eluent.

### 1. INTRODUÇÃO

Devido ao grande aumento da produção industrial mundial e da quantidade de resíduos sólidos e efluentes líquidos e gasosos gerados ao longo dos anos, verificou-se a necessidade de se procurar maneiras de tratar de forma eficiente os poluentes lançados ao meio ambiente.

Dentre os diversos tipos de indústria, a têxtil se destaca por utilizar grandes

quantidades de água na fabricação de tecidos (Chakraborty et al., 2005), além de gerar um grande volume de efluentes com concentrações elevadas de corantes.

O corante azul 5G pertence à classe dos corantes reativos é largamente utilizado no tingimento de tecidos do tipo “jeans” (Schimmel, 2008), apresentando características como solubilidade em água e capacidade de reagir com lã, fibras celulósicas e seda através de ligações covalentes



(Beltrame, 2000).

Os vários tipos existentes de tratamento de efluentes têxteis podem ser divididos em quatro categorias: primário, secundário, terciário e avançado (Beltrame, 2000). A adsorção se enquadra na classificação de tratamento terciário e se destaca por ser um método eficiente e barato para o tratamento de resíduos contendo corantes (Deng et al., 2011). Nesse processo físico-químico ocorre a transferência de um componente na fase líquida ou gasosa (adsorvato) para a superfície de uma fase sólida, chamada de adsorvente, sendo o processo inverso chamado de dessorção (Masel, 1996).

Nesse contexto, diversas pesquisas têm sido realizadas de forma a encontrar adsorventes eficientes, com baixo custo de obtenção e boa capacidade de regeneração para tornar o tratamento de efluentes pela adsorção cada vez mais viável. Dessa forma, os subprodutos da agricultura, devido à sua abundância na natureza e baixo custo, podem ser uma alternativa promissora (Deng et al., 2011).

Em seus estudos, Honorio (2013) obteve resultados que demonstraram o grande potencial da casca de soja como adsorvente alternativo na remoção do corante comercial reativo azul 5G, ressaltando o seu baixo custo e facilidade de obtenção.

Neste trabalho, investigou-se a dessorção do corante azul reativo 5G adsorvido em casca de soja através da determinação de um agente eluente para o processo e estudou-se a capacidade da regeneração do adsorvente por meio de ciclos de adsorção/dessorção.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A casca de soja *in natura*, utilizada como material adsorvente no estudo foi gentilmente cedida por uma empresa de alimentos localizada na região Oeste do Paraná. O corante comercial reativo azul 5G utilizado nos experimentos foi fornecido pela empresa Texpal Química.

### 2.1. Saturação da Casca de Soja

A saturação da casca de soja foi feita utilizando-se 35 L de uma solução de corante reativo 5G com concentração de 500 mg L<sup>-1</sup> e pH 2 e 210 g de biomassa em base seca. A dosagem de adsorvente utilizada no procedimento experimental foi de 6 g L<sup>-1</sup>.

O experimento de saturação foi feito em sistema batelada sob as mesmas condições experimentais utilizadas por HONORIO (2013) em seus estudos de adsorção em casca de soja: rotação de 100 rpm, temperatura ambiente de aproximadamente 30 °C e tempo de contato de 24 horas.

### 2.2 Escolha do Agente Eluente

No experimento de escolha do melhor agente eluente, foram testadas soluções de NaOH nas concentrações de 0,005, 0,01, 0,05, 0,1, 0,5 e 1 mol L<sup>-1</sup> e também soluções de NaCl nas concentrações de 0,1, 0,5 e 1 mol L<sup>-1</sup>.

Os ensaios de dessorção foram realizados em quadruplicata em uma incubadora com agitação mecânica orbital (Tecnal TE-424) nas mesmas condições utilizadas no processo de saturação. Cada amostra continha 0,3 g de massa de casca de soja (base seca) e o volume de agente eluente utilizado foi de 50 mL.

A eficiência da dessorção (ED) foi calculada a partir da razão entre a concentração de corante na solução de eluente ao final do experimento e a concentração de corante inicialmente adsorvida na casca de soja, de acordo com a equação 1:

$$ED(\%) = \frac{C_{\text{solução}}^{\text{final}}}{C_{\text{adsorvente}}^{\text{inicial}}} \cdot 100 \quad (01)$$

### 2.3 Cinética de Dessorção do Corante

As cinéticas de dessorção para o corante azul 5G em casca de soja foram realizadas em duplicata a partir da solução do eluente NaOH com concentração de 0,005 mol L<sup>-1</sup> em uma incubadora com agitação orbital (100 rpm) durante 3 horas nas temperaturas de 25, 35 e



45 °C. As amostras consistiam de 50 mL de solução do agente eluente em 0,3 g de casca de soja (base seca). A eficiência da dessorção foi calculada utilizando a equação 1.

## 2.4 Ciclos de Adsorção/Dessorção

Os ciclos de adsorção/dessorção utilizando-se a casca de soja como adsorvente foram realizados em triplicata nas seguintes condições: 0,3 g de biomassa (base seca), temperatura de 35 °C, 100 rpm, 50 mL de solução, e concentração inicial de 500 mg L<sup>-1</sup> de corante. O tempo de contato utilizado para a adsorção foi de 24 horas e de três horas para a dessorção, na qual se utilizou 50 mL de agente eluente NaOH com concentração de 0,005 mol L<sup>-1</sup>.

O adsorvente *in natura* foi colocado em contato com 50 mL de solução de corante por 24 horas, sendo a biomassa lavada várias vezes com água destilada e posteriormente colocada em contato com 50 mL do agente eluente durante três horas. Repetiu-se o procedimento de adsorção/dessorção até que a casca de soja não apresentasse variações na quantidade adsorvida e dessorvida de um ciclo para outro.

Para a apresentação dos resultados referentes aos ciclos de adsorção/dessorção, calculou-se a eficiência de adsorção (EA), que relaciona a concentração inicial e final da solução de corante, dada pela equação 2, e a eficiência de dessorção, apresentada anteriormente e representada pela equação 1.

$$EA(\%) = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \cdot 100 \quad (02)$$

Em que C<sub>0</sub> representa a concentração inicial da solução de corante em (mg L<sup>-1</sup>) e C<sub>e</sub> a concentração de equilíbrio (mg L<sup>-1</sup>).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Saturação da casca de soja

Após a saturação da casca de soja com a solução de corante, determinou-se que esta

apresentou uma porcentagem de remoção de 86,21%. Além disso, a quantidade de corante adsorvida por grama de casca de soja foi de 71,84 mg g<sup>-1</sup> e a concentração da solução de corante após atingido o equilíbrio foi igual a 68,97 mg L<sup>-1</sup>. Resultados semelhantes ao presente trabalho foram obtidos por Honorio (2013) para a casca de soja e o corante 5G, obtendo-se um q<sub>eq</sub> de 60,44 mg g<sup>-1</sup> nas mesmas condições de operação e concentração inicial do corante de 400 mg L<sup>-1</sup>.

Em seus estudos utilizando bagaço de maracujá como adsorvente para o mesmo corante e pH, Menezes (2010) também obteve uma porcentagem de remoção semelhante (90,61%) para a concentração inicial de corante de 100 mg L<sup>-1</sup>, velocidade de agitação de 60 rpm e temperatura de 25 °C.

### 3.2 Escolha do agente eluente

Nos experimentos de determinação do melhor agente eluente, verificou-se uma maior eficiência de dessorção para a solução de NaOH de concentração igual a 0,005 mol L<sup>-1</sup>, como mostrado na Tabela 1:

**Tabela 1.** Eficiência da dessorção do corante reativo utilizando diferentes eluentes e diferentes concentrações (q<sub>eq</sub>=71,84mg g<sup>-1</sup>, 100 rpm, 30°C, 6 g L<sup>-1</sup>, 24 horas).

Eluente	pH	Eficiência de dessorção (%)
NaOH 0,005 mol L <sup>-1</sup>	11,22	59,23
NaOH 0,01 mol L <sup>-1</sup>	11,72	46,93
NaOH 0,05 mol L <sup>-1</sup>	12,52	36,67
NaOH 0,1 mol L <sup>-1</sup>	12,78	31,50
NaOH 0,5 mol L <sup>-1</sup>	13,29	24,64
NaOH 1 mol L <sup>-1</sup>	13,46	25,59
NaCl 0,1 mol L <sup>-1</sup>	8,39	7,72
NaCl 0,5 mol L <sup>-1</sup>	8,06	13,65
NaCl 1 mol L <sup>-1</sup>	7,55	19,25

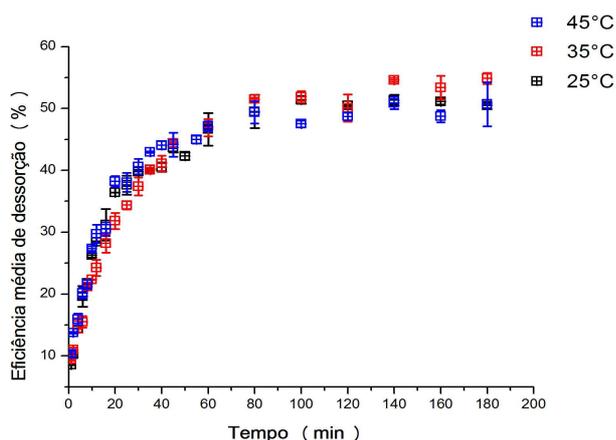


Na tabela se observa que o processo de dessorção do corante 5G ocorre preferencialmente em pH básico, comportamento obtido também por Menezes (2010) utilizando o mesmo corante. A autora obteve uma eficiência de 78% na dessorção do corante 5G a partir do bagaço de maracujá em pH 12, utilizando como agente eluente água destilada corrigida com solução de NaOH de concentração de  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ .

Conforme se verifica na Tabela 1, o fato de a dessorção do corante 5G ocorrer de forma mais eficiente a baixas concentrações ( $\text{NaOH } 0,005 \text{ mol L}^{-1}$ ) é um fator importante, pois a necessidade de se utilizar grandes quantidades de reagentes no processo seria um fator que aumentaria o seu custo, inviabilizando a aplicação da dessorção do corante a partir da casca de soja em larga escala.

### 3.3 Cinéticas de Dessorção

As cinéticas de dessorção a 25, 35 e 45 °C mostraram que a eficiência de dessorção não é afetada pela temperatura, como apresentado na Figura 1:



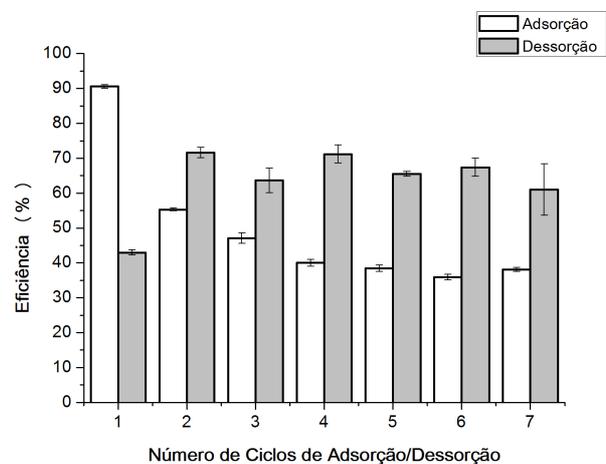
**Figura 1.** Eficiência de dessorção do corante azul 5G em função do tempo ( $q_{eq} = 71,837 \text{ mg g}^{-1}$  (biomassa saturada),  $T = 25^\circ \text{ C}$ , 100 rpm).

Para as três temperaturas testadas, observa-se que o equilíbrio de dessorção foi estabelecido em aproximadamente 100 minutos, o qual se apresenta como um ponto

favorável em relação ao tempo para o processo de dessorção.

### 3.4 Ciclos de Adsorção/Dessorção

Com a utilização da casca de soja foi possível realizar sete ciclos de adsorção/dessorção, até que esta não apresentasse variação significativa na concentração de corante remanescente ao final de cada ciclo. Os resultados obtidos estão apresentados na Figura 2.



**Figura 2.** Eficiência de adsorção e dessorção do corante azul 5G em função do número de ciclos ( $C_0 = 500 \text{ mg L}^{-1}$ ,  $T = 35^\circ \text{ C}$ , 100 rpm).

Na Figura 2 verifica-se uma queda brusca na eficiência de adsorção do primeiro para o segundo ciclo, uma diminuição menos acentuada no terceiro ciclo e pouca variação da eficiência de adsorção nos ciclos subsequentes. Observa-se também que, após um aumento significativo do primeiro para o segundo ciclo, a quantidade de corante dessorvida manteve-se praticamente constante considerando-se o desvio padrão.

Oliveira (2007) também avaliou a viabilidade da realização de ciclos de adsorção/dessorção em seus estudos utilizando soluções de corante Vermelho Procion H-E7B e Amarelo Procion H-E4R com o adsorvente *Luffa cylindrica*. O autor observou um aumento na eficiência de dessorção para o corante Amarelo Procion, semelhante ao comportamento observado neste estudo nos ciclos realizados para o corante azul 5G.



## 4. CONCLUSÃO

Ao longo dos estudos empregando a casca de soja como adsorvente verificou-se que esse material apresenta eficiência de dessorção do corante reativo favorecida em pH básico, sendo que soluções de NaOH pouco concentradas são as mais indicadas para maior eficiência do processo.

Tanto o processo de adsorção, estudado por HONORIO (2013), quanto o processo de dessorção, cujos resultados foram apresentados nesse estudo, não sofrem influência da temperatura, indicando que podem ser realizados sem a necessidade de sistemas de controle de temperatura.

A casca de soja também apresentou uma grande capacidade de regeneração, a partir da qual foi possível realizar sete ciclos de adsorção/dessorção. Apesar da capacidade de retenção do corante diminuir ao longo dos ciclos, é possível avaliar a utilização da biomassa regenerada em plantas industriais.

De forma geral, o adsorvente estudado mostrou que sua utilização no tratamento de efluentes têxteis pode ser realizada sem que haja aumento significativo dos custos do processo. Este fato é devido principalmente a casca de soja ser um subproduto agrícola de baixo custo e poder ser utilizada na forma *in natura*, sem a necessidade de qualquer tipo de preparo.

## 5. REFERÊNCIAS

BELTRAME, L. T. C. *Caracterização de Efluente Têxtil e Proposta de Tratamento*. 179p. Dissertação - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2000.

CHAKRABORTY, S.S., S. DE, J.K. BASU, S. Das GUPTA. Treatment of a textile effluent: application of a combination method involving adsorption and nanofiltration. *Desalination*, 174, 73-85, 2005.

DENG, H., Lu, J., LI, G., ZHANG, G.,

WANG, X. Adsorption of methylene blue on adsorbent materials produced from cotton stalk. *Chem. Eng. Journal*, 172, 326–334, 2011.

HONORIO, J. F. *Emprego da casca de soja como adsorvente na remoção de corantes reativos têxteis*. 130p. Dissertação - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2013.

MASEL, R. I. *Principles of Adsorption and Reaction on solid Surfaces*. New York: John Wiley & Sons, 1996, 804 p.

OLIVEIRA, E. A. de. *Estudo do potencial de utilização da biomassa de *Luffa cylindrica* na descontaminação de efluentes contendo íons metálicos e corantes têxteis*. 175p. Dissertação - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

SCHIMMEL, D. *Adsorção dos corantes reativos azul 5G e turquesa QG em carvão ativado comercial*. 83p. Dissertação - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2008.

## 6. AGRADECIMENTOS

A bolsista agradece ao CNPq pelo suporte financeiro durante a realização do presente projeto de pesquisa.