

REMOÇÃO DO CORANTE AZUL ÍNDIGO POR ADSORÇÃO

LEONARDO NUNES DIAS¹; ESTEFANI TAVARES JANSEN²; RÉGIS DA SILVA PEREIRA³

¹Instituto Federal Sul-Rio-Grandense Campus Pelotas –
leonardodias.pl075@academico.ifsul.edu.br

²Instituto Federal Sul-Rio-Grandense Campus Pelotas – estefanijansen@ifsul.edu.br

³Instituto Federal Sul-Rio-Grandense Campus Pelotas – regispereira@ifsul.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, devido ao crescimento fabril na nossa sociedade, os problemas ambientais vêm se agravando e chamando cada vez mais a atenção. Nesse cenário, a indústria têxtil se destaca negativamente por gerar grandes volumes de efluentes que, se não tratados adequadamente, causam sérios impactos ambientais. A adsorção tem se mostrado uma técnica eficaz e de baixo custo para remover corantes desses efluentes (NASCIMENTO et al., 2014).

O corante azul índigo, amplamente utilizado na indústria têxtil para o tingimento de tecidos jeans, sendo conhecido por sua estabilidade e dificuldade de degradação nos corpos hídricos, apresenta uma perda de 5% a 20% para o efluente após o processo de tingimento (MOREIRA, 2019).

Para realizar a remoção de contaminantes orgânicos, como os corantes, pode-se empregar o carvão ativado. Esse carvão é um material carbonoso poroso que apresenta uma forma microcristalina, não grafitica, que passou por um processamento para aumentar a porosidade interna. Uma vez ativado o carvão apresenta uma porosidade interna comparável a uma rede de túneis que se bifurcam em canais menores e assim sucessivamente. Essa porosidade é classificada segundo o tamanho em macro, meso e microporosidades. O carvão ativado destaca-se como um adsorvente com alta área superficial e porosidade, constituído de 87 a 97% de carbono, podendo conter outros elementos como o hidrogênio, oxigênio, enxofre, fósforo e nitrogênio (JANKOWSKA et al., 1991).

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica do uso do carvão ativado para remoção do corante comercial azul índigo em solução aquosa, bem como caracterizar o processo deste sistema adsorvente/adsorvato através da determinação das isotermas de adsorção.

2. METODOLOGIA

Inicialmente foi preparada a solução de estoque, partindo de 38 g do corante comercial cor azul índigo dissolvidos em 1 L de água destilada, sob aquecimento. Após, a mistura foi diluída com em 4 L de água destilada, obtendo uma solução de concentração final igual a 7600 mg.L⁻¹. A solução de trabalho foi preparada a partir da solução de estoque com diluição 1:20, obtendo uma solução de trabalho com concentração de 380 mg.L⁻¹.

A obtenção da curva padrão para determinação da concentração do corante em solução aquosa foi realizada por espectrofotometria UV-VIS (Ajmicronal, AJX-1000, Micronal). Dessa forma, foi realizada uma varredura de uma alíquota da solução de trabalho para obtenção do valor de comprimento de onda de maior absorção, com cubeta de vidro de 1 cm de caminho ótico. As medidas foram

realizadas no intervalo de comprimento de onda entre 400 nm e 800 nm, com incrementos de leitura de 50 nm, posteriormente de 10 nm entre o intervalo de maior absorção observado durante a primeira varredura e depois incrementos 1nm entre o intervalo de maior absorção observado durante a segunda varredura.

A determinação das isotermas de adsorção foi realizada por meio da adição de massas de carvão ativado iguais a 0,5 g; 1,0 g; 2,0 g; 3,0 g; 4,0 g; 5,0 g; 6,0 g e 8,0 g a 100 mL da solução estoque do corante, em frascos erlenmeyer. As amostras, preparadas em duplicata, foram submetidas à agitação constante de 120 rpm em incubadora shaker (Quimis, Q816M22, Brasil), sob temperatura controlada de 25 °C, até o estabelecimento do equilíbrio. Após este período, a fase líquida sobrenadante foi transferida para tubos falcon e realizou-se a centrifugação (Daiki, 80-2B, Brasil) por 10 min e 2600 rpm. Estas amostras foram analisadas em espectrofotômetro UV-Vis para quantificação da concentração residual do corante em solução.

Aplicaram-se modelos matemáticos de isotermas para determinar a capacidade máxima de adsorção do carvão ativado na condição de equilíbrio. Os modelos de Langmuir e Freundlich foram testados para a descrição do sistema, uma vez que são amplamente utilizados na modelagem de processos de adsorção (NASCIMENTO et al., 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para remoção de cor da solução foram iguais a 16% utilizando 0,5 g de carvão ativado e 84% com 8,0 g de carvão, evidenciando a eficácia do carvão ativado como um adsorvente. Na Tabela 1 pode-se observar que a adsorção do pigmento é diretamente proporcional a quantidade de massa de carvão ativado.

Tabela 1. Remoção da cor do azul índigo por carvão ativado.

Massa de carvão (mg)	Concentração de equilíbrio (mg.L ⁻¹)	Remoção (%)
500	305,133	16
1000	249,585	31
2000	157,284	57
3000	118,487	67
4000	106,400	70
5000	92,273	75
6000	77,593	79
8000	56,622	84

Fonte: Elaborada pelo autor

Segundo CHOMA et al. (1995), as partículas de carvão são sólidas e microporosas e possuem características energéticas e estruturais heterogêneas, pois possuem superfícies irregulares, bem como nanoporos de diferentes tamanhos e formatos. Dessa forma, esperava-se que o modelo de Freundlich tenha melhor ajuste, uma vez que representa a adsorção em superfícies heterogêneas, enquanto o modelo Langmuir é mais adequado para superfícies homogêneas.

Entretanto, baseado nos dados experimentais, o modelo de Langmuir apresentou um coeficiente de determinação (R^2) superior ao do modelo de Freundlich, indicando que esse modelo descreve melhor o comportamento do sistema, conforme apresentado na Tabela 2. Isso sugere que a adsorção pode ser prevista pelo modelo de Langmuir com maior precisão.

Tabela 2. Parâmetros dos modelos Langmuir e Freundlich após ajuste.

Langmuir		Freundlich	
K_L	0,004417	K_F	0,0004101
$q_{máximo}$	0,02109	n	1,6791
R^2	0,921136	R^2	0,883749
<i>Modelo</i>		<i>Modelo</i>	

Fonte: Elaborado pelo autor

Este resultado sugere que o modelo de Freundlich, embora descreva adequadamente a adsorção em superfícies heterogêneas, apresentou desempenho inferior em termos de ajuste para os dados experimentais. Este comportamento pode estar relacionado ao modelo de Freundlich não prever um limite máximo de adsorção, o que o torna menos representativo em sistemas com elevadas concentrações de adsorvato, nas quais a superfície tende à saturação. Nessa condição, o modelo de Langmuir, que considera a formação de monocamada sobre sítios homogêneos, mostra-se mais adequado (NASCIMENTO et. al., 2014).

Para o modelo de Langmuir, foi calculado o fator de separação (R_L) a partir da Equação 1, o qual é um indicativo do comportamento do sistema de adsorção. Os valores obtidos deste fator foram entre 0,42 e 0,79, os quais se encontram dentro da faixa de comportamento favorável de adsorção para este sistema (menor que 1), conforme descrito por NASCIMENTO et. al. (2014).

$$R_L = \frac{1}{1 + K_L C_0} \quad \text{Eq.1}$$

4. CONCLUSÕES

Baseado nos resultados obtidos, foi possível a determinação da capacidade máxima de adsorção do carvão ativado, para o projeto do leito fixo de adsorvente. Esses resultados, aliados à elevada eficiência de remoção observada de até 84%, confirmam que o carvão ativado é viável tecnicamente para aplicação em processos de tratamento de efluentes contendo corantes, como o azul índigo. O processo apresenta bom desempenho mesmo com pequenas quantidades de adsorvente, reforçando sua aplicabilidade industrial.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHOMA, J.; JAMRÓGIEWICZ, Z.; KONIECZNY, J.; JARONIEC, M. **Heterogeneity of activated carbons in adsorption of nitrogen and benzene.** *Langmuir*, Washington, v. 11, n. 11, p. 4193–4199, 1995.

JANKOWSKA, H.; SWIATKOWSKI, A.; CHOMA, J. **Active carbon.** 1st ed. Warsaw: Simon & Schuster International Group, 1991. 279 p.

MOREIRA, S. **Efeitos Ecotoxicológicos Dos Corantes Índigo Sintético E Natural Sobre A Microalga *Raphidocelis Subcapitata* E Sobre O Peixe *Danio Rerio*.** 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Área de Concentração Diagnóstico, Recuperação Ambiental, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

NASCIMENTO, A. G. G. et al. **Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais.** João Pessoa: Editora Universitária UFPB, 2014.