CINÉTICA DE ADSORÇÃO DO AZUL DE METILENO EM 0,01 GRAMAS DE CARVÃO ATIVADO

Camila Bento
Vilma Sousa
Aline Ribeiro
Evandro Balestrin

Resumo

O trabalho investigou a adsorção do corante azul de metileno em carvão ativado, processo importante para tratamento de efluentes têxteis. O estudo iniciou com a curva de calibração do azul de metileno por espectrofotometria UV-Vis, estabelecendo a relação entre absorbância e concentração. Em seguida, foi realizada a cinética de adsorção, que demonstrou a redução da concentração do corante na solução e identificou o tempo de equilíbrio necessário para que a quantidade adsorvida se estabilizasse. A cinética de adsorção apresentou bom ajuste ao modelo de pseudo-primeira ordem (R^2 = 0,9471) e a constante de velocidade de adsorção do azul de metileno calculada a partir do modelo foi de 0,0683 min^{-1}. Os resultados confirmam a eficiência do carvão ativado na remoção de azul de metileno, destacando seu potencial como adsorvente para tratamento de efluentes, alinhado a aplicações ambientais e industriais. Palavras-chave: cinética, adsorção, carvão ativado, azul de metileno.

1 INTRODUÇÃO

A adsorção é um fenômeno de superfície no qual moléculas de uma substância (adsorvato) se acumulam na superfície de outra substância (adsorvente). Este processo é amplamente utilizado em diversas aplicações industriais e ambientais, como purificação de água, remoção de poluentes e separação de gases. A eficácia da adsorção depende de vários fatores,

incluindo a natureza do adsorvato e do adsorvente, a temperatura, o pH e a concentração inicial do adsorvato (STOPPE et al., 2019).

O carvão ativado é um dos adsorventes mais comuns e eficientes devido à sua alta porosidade e grande área superficial específica, que proporcionam numerosos sítios ativos para a adsorção. Sua estrutura porosa permite a remoção de uma vasta gama de substâncias orgânicas e inorgânicas de soluções aquosas (MOTTA, J. 2015).

O azul de metileno, um corante catiônico, é frequentemente utilizado como adsorvato modelo em estudos de adsorção devido à sua fácil detecção por espectrofotometria UV-Vis e por ser um poluente comum em efluentes têxteis. A remoção de corantes de efluentes industriais é crucial para a proteção ambiental, uma vez que esses compostos podem ser tóxicos e persistentes no ambiente aquático (COSTA, P. D.; FURMANSKI, L. M. 2015)

De acordo com Alleoni et al. and Leandro-Silva et al. as isotermas de adsorção são ferramentas fundamentais para descrever o equilíbrio entre a quantidade de adsorvato adsorvida pelo adsorvente e a concentração do adsorvato na fase líquida, a uma temperatura constante. Modelos matemáticos, como os de Langmuir e Freundlich, são empregados para ajustar os dados experimentais e fornecer informações sobre o mecanismo de adsorção, a capacidade máxima de adsorção e a afinidade entre o adsorvato e o adsorvente (ALLEONI et al., 1998)

O modelo de Langmuir assume que a adsorção ocorre em monocamadas em sítios ativos homogêneos e que não há interação entre as moléculas adsorvidas. Já o modelo de Freundlich é um modelo empírico que descreve a adsorção em superfícies heterogêneas, permitindo a formação de multicamadas (SILVA et al., 2020).

Neste relatório, serão apresentados os resultados de um experimento prático que investigou a adsorção do azul de metileno em carvão ativado, abordando a determinação da curva de calibração, a cinética de adsorção para identificar o tempo de equilíbrio.

2 DESENVOLVIMENTO

Para a construção da curva de calibração do azul de metileno, representada na Figura 4, foram preparadas soluções com concentrações conhecidas a partir de uma solução estoque. As absorbâncias de cada uma dessas soluções foram medidas em um espectrofotômetro em um comprimento de onda de 664nm. Os dados de absorbância versus concentração foram plotados, e uma equação linear foi obtida, permitindo a determinação de concentrações desconhecidas a partir de suas absorbâncias.

O estudo da cinética de adsorção foi realizado para determinar o tempo de equilíbrio do processo. Para isso, 0,01 g de carvão ativado foram adicionados a um Erlenmeyer contendo 200 mL de uma solução de azul de metileno com concentração de 35 ppm. A mistura foi agitada em um shaker a uma temperatura constante. Alíquotas da solução foram retiradas em tempos pré-determinados (5, 10, 15, 25, 35, 55, 80 minutos). As alíquotas foram centrifugadas para remover o carvão ativado, e suas absorbâncias foram medidas no espectrofotômetro. Utilizando a equação da curva de calibração ($y = 21,314x$), as concentrações de azul de metileno nas alíquotas foram calculadas. A partir desses dados, foi possível construir um gráfico de concentração versus tempo e identificar o tempo em que a concentração de azul de metileno na solução permaneceu constante, indicando o equilíbrio de adsorção.

A quantidade de azul de metileno adsorvida por grama de carvão ativado (qe) foi calculada utilizando a seguinte equação:

$$qe=((C0-Ce)*V)/m \ (mg/g)$$

Onde:

C0 é a concentração inicial do azul de metileno (mg/L)

Ce é a concentração de equilíbrio do azul de metileno (mg/L)

V é o volume da solução (L)

m é a massa do carvão ativado (g)

Como resutados desse experimento observa-se na Figura 1, que a curva deve ser decrescente, indicando que a concentração do azul de metileno na

solução diminui ao longo do tempo, pois as moléculas estão sendo adsorvidas pelo carvão ativado. O ponto onde a curva estabiliza representa o equilíbrio, ou seja, quando a quantidade de moléculas adsorvidas se torna constante.

A Figura 2 mostra a quantidade de azul de metileno adsorvida no carvão em função do tempo. O ponto onde a curva se estabiliza indica o tempo necessário para atingir o equilíbrio de adsorção. A curva deve ser crescente, começando próxima de zero e subindo até se estabilizar em torno de qe (mg/g).

Na Figura 3 é possível notar que a tendência deve formar uma reta (ou quase reta). A equação da linha (y = -0,0683x + 1,7454) fornece a constante de velocidade do processo 0,0683 (K1). O coeficiente de determinação (R^2 = 0,9471) indica que o modelo se ajusta bem aos dados. Quanto mais próximo de 1, melhor o ajuste.

Portanto a Figura 1 comprova a redução da concentração da solução com o tempo. A Figura 2 mostra o aumento da adsorção até o equilíbrio. A Figura 3 permite verificar se o modelo cinético de pseudo-primeira ordem descreve bem o processo, além de fornecer parâmetros cinéticos. As equações de taxa cinética são expressões matemáticas que descrevem a variação da concentração de uma determinada espécie no adsorvente em função do tempo e é representada pela equação:

$dq/dt = K1/ps(C-Ceq)$

Em que q é a concentração do corante no adsorvente em $mg.g^{-1}$, C é a concentração do corante na fase líquida em $mg.L^{-1}$, K1 é o coeficiente de transferência de massa no filme externo min^{-1} e ps é a densidade do adsorvente em $g.L^{-1}$.

Linearizando a equação de taxa cinética temos a equação:

$ln(qe-qt)=lnqe - K1.t$

Através da linearização é possível obter o valor da constante de velocidade (K1 = 0,0683 min^{-1}).

3 CONCLUSÃO

O estudo demonstrou a eficiência do carvão ativado como adsorvente na remoção do corante azul de metileno de soluções aquosas. A curva de calibração permitiu estabelecer a relação entre concentração e absorbância validando o metodo para quantificação. A análise cinética indicou o tempo necessário para o equilíbrio de adsorção, evidenciando a diminuição progressiva da concentração do corante na soluçao e o aumento da quantidade adsorvida até atingir estabilidade.

Assim, determinou-se a capacidade máxima de adsorção (qe) e a afinidade entre o corante e o adsorvente (Ce), confirmando a alicabilidade do carvão atividado em sistemas reais de tratamento, como exemplo, a remoção de poluentes em efluentes, contribuindo para a proteção ambiental e reforçando a aplicabilidade prática desse processo em sistemas de tratamento de água.

REFERÊNCIAS

COSTA, P. D.; FURMANSKI, L. M.; DOMINGUINI, L. Produção, caracterização e aplicação de carvão ativado de casca de nozes para adsorção de azul de metileno. Revista Virtual de Química, v. 7, n. 4, p. 1272-1285, jul.-ago. 2015. DOI: 10.5935/1984-6835.20150070

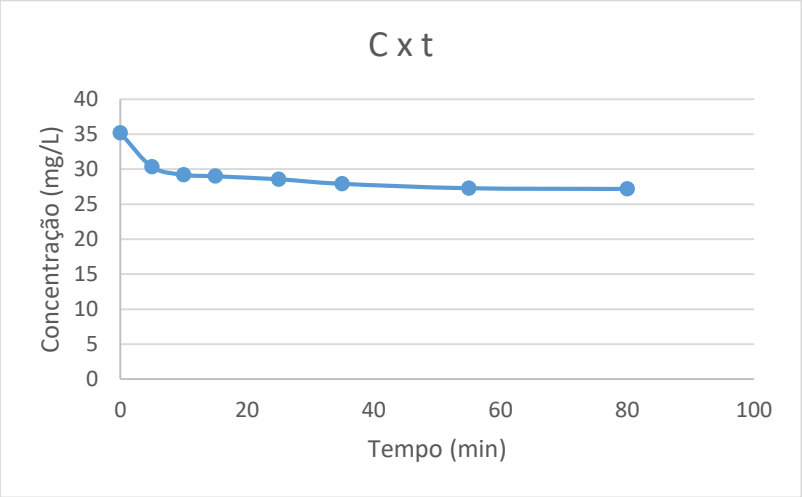
MOTTA, J. Produção de carvão ativado de resíduo madeireiro da região Amazônica. Scientia Forestalis, v. 43, n. 108, p. 891-900, 2015.

STOPPE, A. C. R.; FAIAD, J. C.; CUNHA, L. M. P. Remoção do corante azul de metileno no tratamento de efluentes por adsorção em carvão de coco verde e carvão ativado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2019, Uberlândia. Anais... Uberlândia: Blucher, 2019.

BORBA, C. E.; MÓDENES, A. N.; ESPINOZA-QUIÑONES, F. R.; BORBA, F. H.; BASSI, A. F.; RIBEIRO, C. Estudo da cinética e do equilíbrio de adsorção dos corantes azul turquesa QG e amarelo reativo 3R em carvão ativado. Engevista, v. 14, n. 2, p. 135-142, ago. 2012. DOI: 10.22409/engevista.v14i2.344

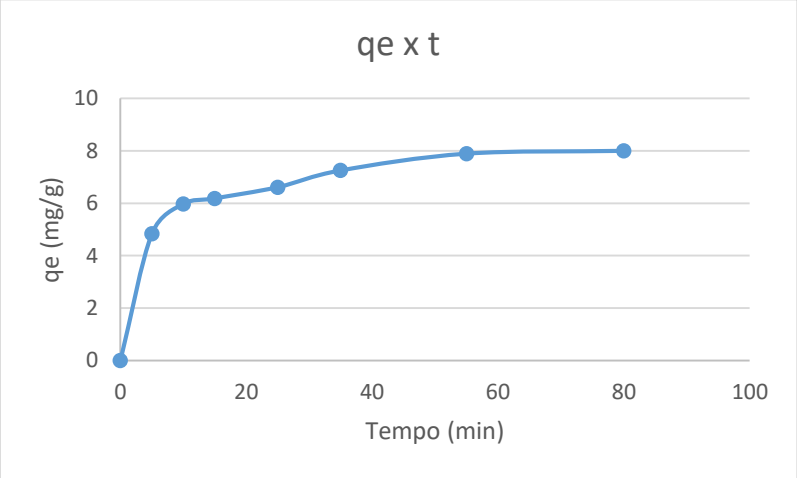
Sobre o(s) autor(es)
Camila Bento – Graduanda em Eng. Química
Email: furghiericamila@yahoo.com.br
Vilma Sousa- Graduanda em Eng. Química
Email: vilmasousa559@gmail.com
Aline Ribeiro - Graduanda em Eng. Química
Email: alineribeiro130@gmail.com
Evandro Balestrin – Doutor em Eng. Química
Email: evandro.balestrin@unoesc.edu.br

Figura 1: Gráfico que ilustra a concentração de azul de metileno adsorvido versos o tempo de adsorção.



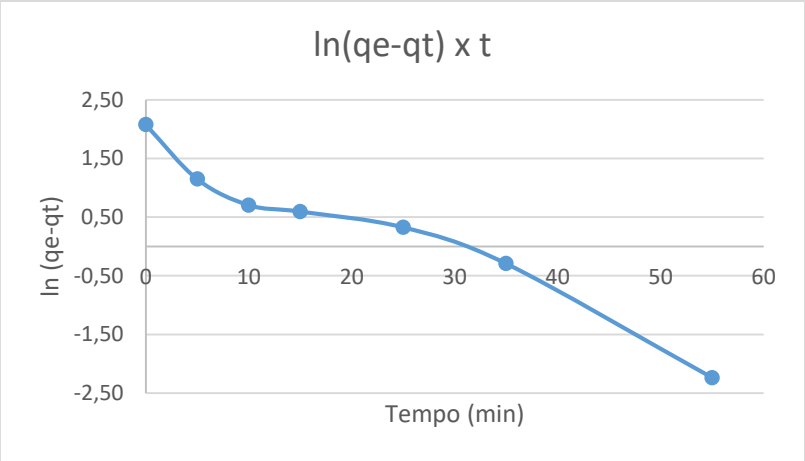
Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 2: Gráfico que ilustra a quantidade de azul de metileno adsorvida no carvão em função do tempo



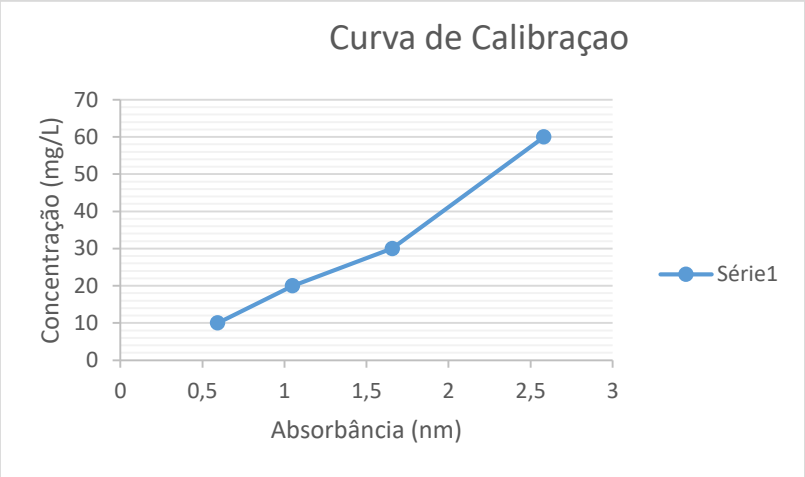
Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 3: Modelo cinético de pseudo primeira ordem.



Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 4: Gráfico que ilustra a curva de calibração



Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 5: Preparação das soluções para construção de curva de calibração



Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 6: Preparação das soluções em diferentes concentrações.



Fonte: Elaborada pelos autores