



Remoção do corante azul de metileno em solução aquosa utilizando cascas de tamarindo (*Tamarindus indica* L.)

Removal of methylene blue in aqueous solution using tamarind peels (*Tamarindus indica* L.)

Felipe Gabriel Ferrari¹,
Samira dos Santo Abrão²,
Flávia Freitas Guimarães³,
Maraísa Lopes de Menezes⁴

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo a utilização das cascas de tamarindo como adsorvente alternativo para a remoção do corante azul de metileno a partir de soluções aquosas. Para tanto, a concentração de corante utilizada foi de 100 ppm, sendo realizados estudos para definir em qual pH, quantidade de massa e temperatura adsorção seria mais eficiente. A partir dos resultados obtidos, foi determinado que o melhor pH para a adsorção foi de 9,0 e a melhor massa foi de 0,2 g. Além disso, as isotermas foram avaliadas nas temperaturas de 40°C e 60°C, obtendo-se uma maior quantidade de adsorvente adsorvida em temperaturas mais elevadas. Assim, pode-se concluir que as cascas de tamarindo são um bom adsorvente para a remoção do corante azul de metileno.

PALAVRAS-CHAVE: adsorção; corante têxtil; cascas de tamarindo.

ABSTRACT

The aim of this work is to use tamarind shells as an alternative adsorbent for removing methylene blue dye from aqueous solutions. To this end, the concentration of dye used was 100 ppm, and studies were carried out to determine at what pH, amount of mass and temperature adsorption would be most efficient. From the results obtained, it was determined that the best pH for adsorption was 9.0 and the best mass was 0.2g. In addition, the isotherms were evaluated at temperatures of 40°C and 60°C, obtaining a greater amount of adsorbent adsorbed at higher temperatures. Thus, it can be concluded that tamarind peels are a good adsorbent for removing methylene blue dye.

KEYWORDS: adsorption; textile dye; tamarind peel.

INTRODUÇÃO

O tratamento de efluentes líquidos com corantes atrai a atenção de pesquisadores devido à sua descarga irresponsável pelas empresas, resultando em danos ambientais sérios, especialmente para corpos hídricos como rios e oceanos. O azul de metileno é um corante catiônico muito utilizado em indústrias têxteis. Cerca de 1 a 15% dos corantes liberados em corpos d'água causam danos oculares e podem ser específicos se inalados (convulsões, ataque cardíaco) ou ingeridos (irritação gastrointestinal, náuseas) (SENTHILKUMAAR et al., 2005).

A adsorção é uma operação de transferência de massa em que uma dada substância conhecida como adsorvato é retida na superfície do material poroso (adsorvente). A adsorção física (fisissorção) ocorre devido às forças de Van der Waals, podendo ser considerada como reversível. Já na adsorção química, ocorre a formação do complexo de adsorção e pode ser considerada como irreversível (NASCIMENTO et al., 2020).

¹ Discente da Iniciação Científica Voluntária da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil. E-mail: felipeferrari2002@hotmail.com. ID Lattes: 3972702035382760.

² Discente da Iniciação Científica Voluntária da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil. E-mail: abraosamira@gmail.com.

³ Discente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil. E-mail: flaviafg03@gmail.com ID Lattes: 8085373501081692.

⁴ Docente no Curso Engenharia Química/COENQ/Programa Pós-Graduação em Engenharia Química. da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil. E-mail: maraisal@utfpr.edu.br. ID Lattes: 8654977455163.

Muitas vezes, as cascas e as sementes do tamarindo são ignoradas, embora representem aproximadamente 48% do total do fruto. Estudos indicam que a casca contém componentes como carboidratos, proteínas, taninos e atividade antioxidante (SILVA et al., 2020). Portanto, considerar as cascas como biossorventes em estudos de adsorção é uma abordagem relevante.

Portanto, o presente estudo tem como objetivo demonstrar o desempenho da casca de tamarindo como adsorvente em soluções contendo Azul de metileno.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas análises de adsorção em batelada utilizando uma incubadora *shaker* da marca MARCONI, modelo MA-420. Esse equipamento apresenta agitação orbital, sendo utilizada para os estudos de adsorção a rotação de 100 rpm e erlenmeyers de 125 mL. Os ensaios foram realizados em triplicata e para a filtração das amostras foi utilizado papel filtro UNFIL, com gramatura de 80 g/m², espessura de 0,16 mm e diâmetro de 125 mm. Para determinar as concentrações, foi empregada a técnica de espectrofotometria em um comprimento de onda de 665nm, utilizando-se o espectrofotômetro UV-Vis Cary 60 da marca AGILENT.

DETERMINAÇÃO DO PONTO DE CARGA ZERO

O pH na superfície dos adsorventes no ponto de carga zero foi estimado por meio da adição de 0,50 g do adsorvente em 25,0 mL de diferentes soluções aquosas, cada uma com um valor inicial de pH, sendo este com variação de 2 a 11. O pH inicial de cada solução foi cuidadosamente ajustado utilizando-se soluções de HCl (0,1 mol L⁻¹) e NaOH (0,1 mol L⁻¹), com auxílio de um pHmetro. Os erlenmeyer foram submetidos a agitação por um período de 24 horas. Ao final desse tempo de contato, as soluções foram filtradas e o pH de cada solução foi medido novamente para determinar o valor do pH final.

DETERMINAÇÃO DA MASSA DO ADSORVENTE

Após a determinação do pH, é de grande importância analisar a quantidade de massa ideal para os estudos. Mantendo-se o volume de solução constante e com concentração a 100 mg L⁻¹, variou-se apenas a massa da casca de tamarindo em temperatura de 25⁰±2. Após 24 horas, as amostras foram retiradas, filtradas e submetidas à análise.

ENSAIO DO PH

Nesta análise, estudos foram feitos para determinar em qual pH a adsorção apresenta uma maior porcentagem de remoção. Para tanto, foram utilizados erlenmeyers de 125 mL e 25 mL de solução com quantidade de massa ideal e concentração de 100 ppm variando-se o pH de 2 a 10. Após 24 horas, as amostras foram retiradas e submetidas à filtração e analisadas.

CINÉTICA DE ADSORÇÃO

Visando-se estabelecer o tempo de equilíbrio, foi efetuado o estudo de cinética de adsorção. Neste experimento, a concentração da solução também foi de 100 mg L⁻¹, e o intervalo de tempo avaliado foi de 5 minutos a 24 horas. Após os ensaios, as amostras foram filtradas e analisadas. Posteriormente, foram realizados ajustes de modelos matemáticos de pseudoprimeira ordem, pseudossegunda ordem aos dados experimentais de cinética de adsorção por meio de regressão não linear utilizando-se o *software* OriginPro[®]9.

ISOTERMAS DE ADSORÇÃO

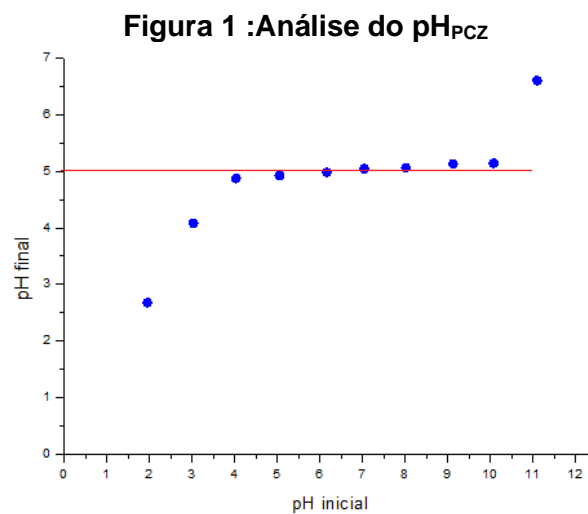
Os testes das isotermas de adsorção ocorreram a temperaturas de 40°C e 60°C ± 2°C utilizando uma quantidade ideal de adsorvente e o valor de pH ideal previamente definido. Esses ensaios foram realizados ao longo do tempo de equilíbrio estipulado no estudo de cinética de

adsorção. O volume de solução foi mantido constante em 25ml, variando apenas a concentração de 100 mg L⁻¹ a 1000 mg L⁻¹. Após o tempo pré determinado, as amostras foram submetidas a filtração e analisadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

OBTENÇÃO DO PONTO DE CARGA ZERO

Os resultados da Figura 1 mostram que o pH_{PCZ} do adsorvente é de 5,1. Em pHs acima desse valor, a adsorção de cátions é favorecida, enquanto abaixo do PCZ, predomina a adsorção de ânions.

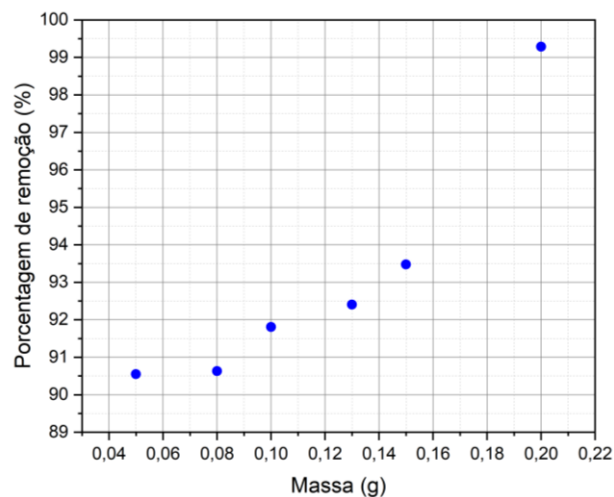


Fonte: Autorial Própria (2023)

ANÁLISE DA MASSA

Na Figura 2 estão apresentados os dados experimentais obtidos no ensaio variando a massa do adsorvente. Pode-se verificar a massa na qual foi obtida uma maior porcentagem de remoção do corante em solução foi de 0,2 gramas.

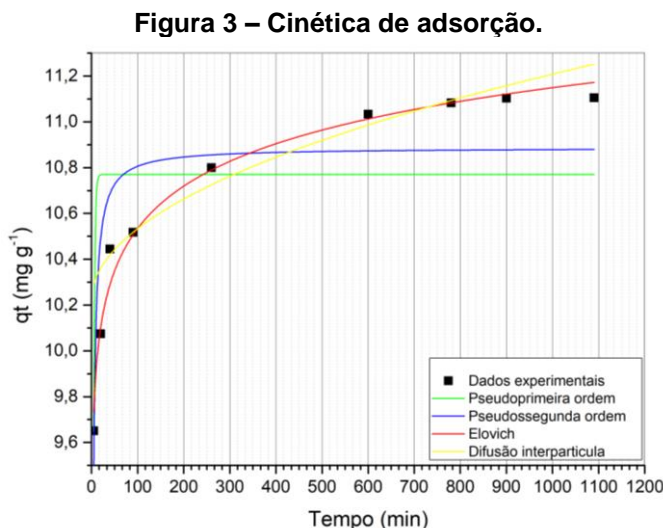
Figura 2 – Análise de massa de adsorvente.



Fonte: Autorial Própria (2023)

CINÉTICA DE ADSORÇÃO

A Figura 3 representa o efeito do tempo de contato entre a casca de tamarindo e a solução de azul de metileno. Os dados evidenciam uma elevada capacidade de adsorção já nos primeiros minutos, atingindo o equilíbrio no tempo de 10 horas.



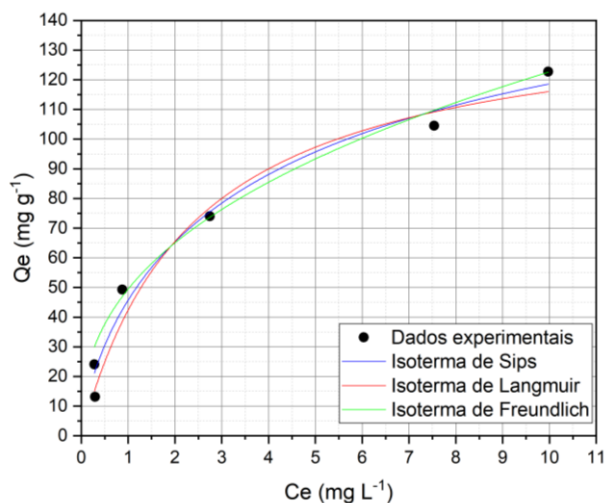
Fonte: Autoria Própria (2023)

Perante todos os modelos aplicados o que mais se adequou foi o modelo de Elovich, apresentando um R^2 de 0,98018.

ISOTERMAS DE ADSORÇÃO

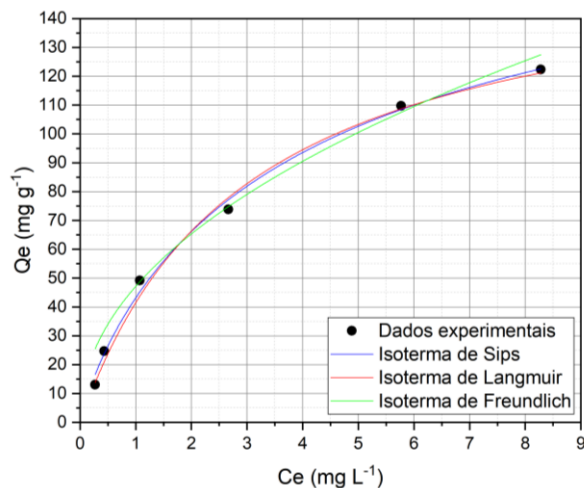
As Figuras 4 e 5 apresentam as isotermas de adsorção obtidas a 40°C e 60°C, respectivamente. Observa-se que as isotermas de adsorção apresentaram um comportamento favorável em ambas as temperaturas estudadas. mg g^{-1}

Figura 4 -Isoterma de 40°C



Fonte: Autoria Própria (2023).

Figura 5 – Isoterma de 60°C



Fonte: Autoria Própria (2023)

Ao comparar os dois experimentos, nota-se que a adsorção foi mais eficaz a uma temperatura de 60°C.

Pelos resultados obtidos verificou-se que o modelo que apresentou um melhor ajuste aos dados experimentais foi de Langmuir apresentando um R² de 0,99362 em 40°C e de 0,99861 em 60°C.

CONCLUSÃO

A utilização das cascas de tamarindo como adsorvente resultou em um aumento notável no aproveitamento do material anteriormente destinado ao descarte como resíduo. Além disso, as cascas se mostraram eficazes na remoção do corante azul de metileno de soluções aquosas, um corante frequentemente lançado nos corpos hídricos.

Agradecimentos

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que contribuíram para o sucesso deste trabalho. Agradeço imensamente à Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Apucarana pelo apoio que tornou possível a realização desta pesquisa. Meus agradecimentos também se estendem à minha orientadora e colegas que compartilharam suas ideias e conhecimentos valiosos ao longo deste projeto. Todos esses esforços foram essenciais para o êxito deste estudo.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

- NASCIMENTO, R. F. DO et al. **Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais**. 2. ed. Imprensa Universitária UFC: COLEÇÃO DE ESTUDOS DA PÓS-GRADUAÇÃO, 2020.
- SENTHILKUMAAR, S. et al. Adsorption of methylene blue onto jute fiber carbon: kinetics and equilibrium studies. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 284, n. 1, p. 78–82, 1 abr. 2005.

IAGO GARCIA E SILVA, E. et al. Physico-chemical characterization of Tamarind residues (*Tamarindus indica* L.): nutritional and anti-nutritional potential. **O Mundo da Saúde**, v. 44, p. 595–606, 1 jan. 2020