



AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE ADSORÇÃO DO CORANTE CRISTAL VIOLETA UTILIZANDO METODOLOGIA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA

Ana Claudia Nogueira Soares¹ (IC)*, Roberta Signini² (PQ).

ananogueira4553@gmail.com

^{1,2} Universidade Estadual de Goiás - Campus Central - Sede: Anápolis - Ciências Exatas e Tecnológicas

As indústrias têxteis geram efluentes contaminados que não são biodegradáveis, como os corantes têxteis e que necessitam ser tratados, sendo que um forma de tratar é por adsorção. Assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar a adsorção do corante cristal violeta em quitosana a partir de um estudo de planejamento fatorial completo ³². Primeiramente foram feitas as caracterizações do adsorvente, em que foi determinado o valor do pH_{PCZ} e em seguida, foram feitos os estudos de adsorção, no qual foi estabelecido um delineamento experimental completo com dois fatores e três níveis (³²) variando o pH e o tempo de contato, tendo como variável de resposta a capacidade de adsorção (q_e). Como principais resultados obtidos, a análise de caracterização do pH_{PCZ} da quitosana apresentou o valor do pH_{PCZ} de 6,9 e a partir dos resultados do planejamento fatorial completo ³², foi possível determinar que o ponto ótimo de adsorção do corante cristal violeta em quitosana é no pH 9,5 e 60 minutos de reação, obtendo remoção de 69,03% e q_e de 1,2 mg g⁻¹.

Palavras-chave: Adsorção. Cristal violeta. Planejamento fatorial. Quitosana.

Introdução

Há inúmeros métodos físico-químicos para o tratamento de efluentes contaminados, como, por exemplo a adsorção, a filtração, a coagulação, a precipitação e a oxidação (CHANWALA *et al.*, 2019). A adsorção é um método eficaz, simples e de baixo custo, que consiste na atração física ou química de uma substância, chamada de adsorvato, por uma superfície ou interface de sólido, denominado adsorvente (ATKINS; DE PAULA, 2018; WANG; GUO, 2020). A capacidade de adsorção depende da afinidade do adsorvente com o adsorvato, então, há a necessidade de se escolher um adsorvente de baixo custo e renovável, mas que obrigatoriamente tenha interação com o adsorvato (AL-GHOUTI; DA'ANA, 2020).

A quitosana é um biopolímero que pode ser utilizado para a adsorção de corantes, devido ao fato que suas cadeias poliméricas possuem grupos aminos e





hidroxilas. A presente pesquisa teve como objetivo estudar a adsorção do corante cristal violeta em quitosana a partir de um estudo de planejamento fatorial completo 3^2 .

Material e Métodos

Para o estudo de ponto de carga zero (pH_{pcz}) preparou-se uma suspensão de 20 mg do adsorvente (quitosana) em 20 mL de solução aquosa de NaCl $0,1 \text{ mol L}^{-1}$. Variou-se o pH da solução de 1 a 11, utilizando soluções de HCl ($0,01 \text{ mol L}^{-1}$) e NaOH ($0,01 \text{ mol L}^{-1}$), sendo que o pH ($\text{pH}_{\text{inicial}}$) foi medido com pHmetro. Inseriu-se as amostras durante 24 horas em banho termostático, sob agitação de 100 rpm, a 25°C , após este tempo as soluções foram filtradas e o pH foi novamente medido (pH_{final}). Para encontrar o pH_{pcz} foi confeccionado um gráfico de pH final (eixo y) em função do $\text{pH}_{\text{inicial}}$ (eixo x), sendo que o pH_{pcz} corresponde à faixa na qual o pH final se mantém constante, independentemente do pH inicial, ou seja, a superfície comporta-se como um tampão.

A partir dos valores de pH_{pcz} estabeleceu-se um delineamento experimental completo com dois fatores e três níveis (3^2) variando pH e tempo de contato, sendo a variável resposta analisada é a capacidade de adsorção (q_e).

Escolheu-se um ponto que foi obtido do delineamento fatorial e, então pesou-se em uma balança analítica uma massa de 25 mg do adsorvente e adicionou-se a 25 mL solução de corante (cristal violeta) $2,5 \text{ mg L}^{-1}$, ajustando o pH ao pH do ponto escolhido no planejamento fatorial com auxílio de um pHmetro. A suspensão com corante e adsorvente foi levada ao banho termostático, sob agitação de 100 rpm, temperatura de 25°C pelo tempo determinado no ponto escolhido. Após este tempo, tirou-se uma amostra (mais ou menos 5 mL) e levou para centrifugar em uma centrífuga por 3 a 5 minutos, em 2500/3000 rpm. Em seguida, uma alíquota de 2 mL dos sobrenadantes foi retirada para ser analisada no espectrofotômetro de UV - Perkin Elmer Lambda 35 UV-Visible Spectrometer ($\lambda_{\text{máx}} = 589 \text{ nm}$). Este procedimento repetiu-se para os outros pontos obtidos do delineamento fatorial.

A capacidade de adsorção (q_e), em mg g^{-1} , foi calculada mediante a equação

1.





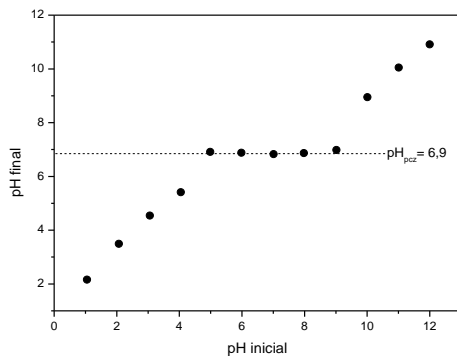
$$q_e = \frac{(C_0 - C_e) V}{m} \quad (1)$$

Sendo: C_0 a concentração da solução inicial (antes do processo de adsorção - solução mãe) em mg L^{-1} , C_e a concentração da solução em equilíbrio (após a adsorção) em mg L^{-1} , m é a massa em g e V o volume da solução em L.

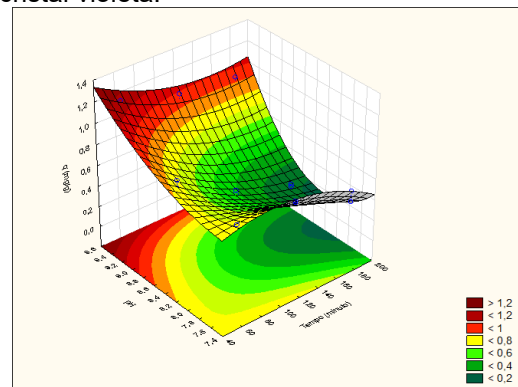
Resultados e Discussão

O estudo de pH_{pcz} , para obter o valor de pH no qual um sólido apresenta carga eletricamente nula em sua superfície, é necessário por tornar possível prever a carga na superfície do adsorvente em função do pH. Em $\text{pH} < \text{pH}_{\text{pzc}}$ o adsorvente terá predominante sítios de cargas positiva e tenderá adsorver ânions e em $\text{pH} > \text{pH}_{\text{pzc}}$ o adsorvente terá locais carregados predominantemente de cargas negativas e tenderá adsorver cátions, como representado na Figura 1. O valor de pH_{pcz} encontrado na Figura 1(a) foi de 6,9, calculado através de uma base aritmética dos valores de pH. O cristal violeta é um corante básico (catiônico), então o pH da suspensão a ser utilizado no processo de adsorção deverá ser maior que 6,9.

Figura 1: (a) Estudo de ponto de carga zero (pH_{pcz}) para a Quitosana (b) Gráficos de MSR para a adsorção do corante cristal violeta.



(a)



(b)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

O planejamento fatorial completo 3^2 foi realizado para estudar duas variáveis independentes, sendo elas o pH e o tempo, e a variável dependente, a capacidade de adsorção (q_e). Na Tabela 1, observa-se os valores experimentais obtidos no estudo de planejamento experimental.





De acordo com a tabela 1, é possível observar que, quanto maior o valor de pH, maior é a capacidade de adsorção e a porcentagem de remoção do corante, devido ao aumento do número de ânions presentes na superfície do adsorvente que se interagem com os cátions do corante (ÖNAL *et al.*, 2006). Já em relação ao tempo, quanto menor o tempo de contato, maior será a capacidade de adsorção. Este processo pode ser observado devido a possibilidade da ocorrência do fenômeno de dessorção, ou seja, o mecanismo inverso da adsorção, sendo um processo em que há a dessorção do corante que anteriormente já tinha sido adsorvido (ALDOR; FOUREST; VOLESKY, 1995).

Tabela 1 - Planejamento experimental 3^2 com os valores de q_e e porcentagem de remoção observados.

Ensaio	Tempo (min.)	pH	q_e (mg.g ⁻¹)	%Remoção
1	180	8,5	0,25±0,04	11,72±1,70
2	120	9,5	1,03±0,16	62,99±8,91
3	60	7,5	0,69±0,07	27,59±2,94
4	120	7,5	0,70±0,02	29,45±0,94
5	180	9,5	0,81±0,16	45,95±9,24
6	60	8,5	0,68±0,10	31,63±4,80
7	60	9,5	1,19±0,04	69,03±2,12
8	180	7,5	0,54±0,10	22,09±4,16
9	120	8,5	0,49±0,15	23,05±7,10

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

De acordo com a metodologia de superfície de resposta (figura 1(b)) é possível determinar a equação (2) de previsão da capacidade de adsorção do cristal violeta em quitosana.

$$q_e = 0,699 + 0,369 * \text{pH} - 0,340 * \text{Tempo} - 0,363 * \text{pH}^2 - 0,03 * \text{Tempo}^2 - 0,01 * \text{pH} * \text{Tempo} - 0,08 * \text{pH} * \text{Tempo}^2 - 0,126 * \text{pH}^2 * \text{Tempo} - 0,0345 * \text{pH}^2 * \text{Tempo}^2 \quad (2)$$

Analisando a equação (2) e a resposta de superfície (figura 3), é possível observar que o ponto ótimo de adsorção é no pH 9,5 com tempo de 60 minutos, obtendo um valor de q_e de 1,2 mg g⁻¹. O valor do coeficiente de regressão ajustado R^2 foi de 0,9865, indicando boa correlação entre os valores obtidos. Já a variância amostral, observa-se baixo valor residual, tendo uma variação máxima dos valores observados em relação aos valores previstos de aproximadamente 6,5%, indicando assim um bom ajuste da equação e do modelo de previsão dos valores de capacidade de adsorção do cristal violeta em quitosana.





Considerações Finais

Esta pesquisa tratou do estudo da adsorção do cristal violeta em quitosana utilizando o método de planejamento experimental fatorial completo 3^2 . A análise de caracterização do pH_{PCZ} da quitosana, apresentou o valor do pH_{PCZ} de 6,9. A partir dos resultados do planejamento fatorial 3^2 , pode-se concluir que tanto o tempo como o pH influenciam no processo de adsorção. O ponto ótimo de adsorção é no pH 9,5 e 60 minutos de reação, obtendo remoção de 69,03% e q_e de 1,2 mg g⁻¹.

Agradecimentos

UEG

Referências

ALDOR, I.; FOUREST, E.; VOLESKY, B. Desorption of cadmium from algal biosorbent. **The Canadian Journal of Chemical Engineering**, v. 73, n. 4, p. 516-522, 1995.

AL-GHOUTI, M. A.; DA'ANA, D. A. Guidelines for the use and interpretation of adsorption isotherm models: A review. **Journal of hazardous materials**, v. 393, p. 122383, 2020.

ATKINS, P.; DE PAULA, J. **Físico-química**. Rio de Janeiro-RJ: Editora LTC, 10 ed. v. 2, p. 525-530, 2018.

CHANWALA, J.; KAUSHIK, G.; DAR, M. A.; UPADHYAY, S.; AGRAWAL, A. Process optimization and enhanced decolorization of textile effluent by *Planococcus* sp. isolated from textile sludge. **Environmental Technology & Innovation**, v. 13, p. 122-129, 2019.

ÖNAL, Y.; AKMIL-BAŞAR, C.; EREN, D.; SARICI-ÖZDEMİR, Ç.; DEPCI, T. Adsorption kinetics of malachite green onto activated carbon prepared from Tunçbilek lignite. **Journal of hazardous materials**, v. 128, n. 2-3, p. 150-157, 2006.

WANG, J.; GUO, X. Adsorption kinetic models: Physical meanings, applications, and solving methods. **Journal of Hazardous Materials**, v. 390, p. 122156, 2020.

