

ADSORÇÃO DE CEFALEXINA EM CARVÃO ATIVADO PRODUZIDO A PARTIR DO LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

ALAOR VALÉRIO FILHO¹; NATÁLIA NARA JANNER²; LUANA VAZ THOLOZAN³;
ANDRÉ RICARDO FELKL DE ALMEIDA⁴; GABRIELA SILVEIRA DA ROSA⁵.

¹*Universidade Federal do Pampa – alaorvf@msn.com*

²*Universidade Federal do Pampa – nnjanner@gmail.com*

³*Universidade Federal do Pampa – luanavtholozan@gmail.com*

⁴*Universidade Federal do Pampa – andrealmeida@unipampa.edu.br*

⁵*Universidade Federal do Pampa – gabrysrosa@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

Para atender aos padrões de potabilidade exigidos pela legislação, as Estações de Tratamento de Água (ETAs) submetem a água bruta a Operações Unitárias, como coagulação, floculação, sedimentação e desinfecção. Estima-se que uma única ETA produza em média 100 mil toneladas de lodo bruto por ano (AHMAD; AHMAD; ALAM, 2016). Devido ao grande volume gerado e ao alto custo do tratamento de lodos em geral, muitas vezes eles são descartados incorretamente em cursos d’água (GOMES *et al.*, 2019). Contudo, diversos estudos reportam que esse resíduo possui potenciais aplicações, como é o caso de WANG; ZU; YIN (2008), que utilizaram lodo de ETA para produzir carvão ativado visando adsorver moléculas de corante presentes em um efluente.

O processo de adsorção é aplicado em casos onde se deseja remover uma substância contida em uma fase líquida ou gasosa (NASCIMENTO *et al.*, 2014). A remoção dos compostos indesejados se dá através dos mecanismos de transferência de massa, uma vez que as moléculas são transferidas da fase fluida para o interior dos poros de um material sólido, onde ficam retidas (RODRIGUES FILHO, 2012). Essa operação é amplamente utilizada no tratamento de efluentes contendo corantes, agrotóxicos, fármacos, entre outros (NASCIMENTO *et al.*, 2014).

Dentre os contaminantes comumente encontrados em efluentes líquidos, destaca-se a cefalexina, um antibiótico resistente e de baixa degradabilidade (WATKINSON *et al.*, 2009). Devido a essas características, a adsorção apresenta-se como uma alternativa de aplicação para remoção desse contaminante de efluentes da indústria farmacêutica, uma vez que apresenta alta eficiência na remoção de compostos presentes em baixas concentrações (AHMED *et al.*, 2015).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo estudar a adsorção da cefalexina em carvão ativado produzido a partir do lodo do tanque de sedimentação de ETA.

2. METODOLOGIA

O lodo que serviu de matéria-prima para produção do carvão foi seco em estufa e passou por uma ativação química, utilizando cloreto de zinco ($ZnCl_2$) e hidróxido de cálcio ($Ca(OH)_2$), na proporção de 1:0,8:0,2 (lodo: $ZnCl_2$: $Ca(OH)_2$). A mistura foi seca, moída e peneirada, separando-se a fração das partículas com diâmetro inferior a 495 μm . A amostra foi submetida à pirólise, na temperatura de 550 °C durante 30 min, produzindo o carvão ativado. Como etapa de finalização,

o carvão foi lavado com ácido clorídrico (HCl) 6 mol.L⁻¹ durante 18 h com água até atingir o pH neutro, sendo então seco em estufa.

Para estudar a adsorção da cefalexina, foi realizado um planejamento experimental com o objetivo de avaliar a influência do pH da solução de adsorvato e da dosagem do adsorvente (A_d) sobre a resposta capacidade de adsorção (Q). Foi utilizado o software STATISTICA para construção do planejamento fatorial 2², com 4 pontos fatoriais e 3 pontos centrais em duplicata, totalizando 14 ensaios. Os níveis dos parâmetros, bem como seus valores reais, estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Níveis dos parâmetros avaliados.

Parâmetros	Níveis		
	-1	0	+1
A_d (g.L ⁻¹)	0,1	0,55	1
pH	2	4,5	7

Fonte: Autores (2020).

Em todos os ensaios, o adsorvente foi colocado em erlenmeyers, juntamente com 25 mL de solução de cefalexina 50 mg.L⁻¹. Os frascos foram agitados em shaker a 170 rpm durante 300 min. Subsequentemente, as amostras foram colocadas em centrífuga a 3900 rpm durante 10 min. Para determinar a concentração final da cefalexina, foi construída uma curva de calibração com concentrações variando entre 2 e 100 mg.L⁻¹. Para cada solução, foi realizada a leitura da absorbância em espectrofotômetro de UV visível, no comprimento de onda de 258 nm. A concentração da cefalexina ao final dos ensaios também foi determinada por espectrofotometria de UV visível em 258 nm. A capacidade de adsorção foi determinada com a Equação 1:

$$Q = \frac{C_i - C_f}{m} * V \quad (1)$$

em que C_i e C_f são as concentrações inicial e final da cefalexina, respectivamente (mg.L⁻¹), V é o volume da solução (L) e m é a massa de adsorvente (g).

O Diagrama de Pareto e a Superfície de Resposta foram utilizados para analisar as variáveis significativas e seus respectivos efeitos para Q. Para avaliar a qualidade do modelo ajustado, foi utilizada a análise de variância (ANOVA), juntamente com o Teste de Fisher com 95% de confiabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os ensaios do planejamento experimental 2² com as interações para as variáveis independentes e as respostas para a variável dependente.

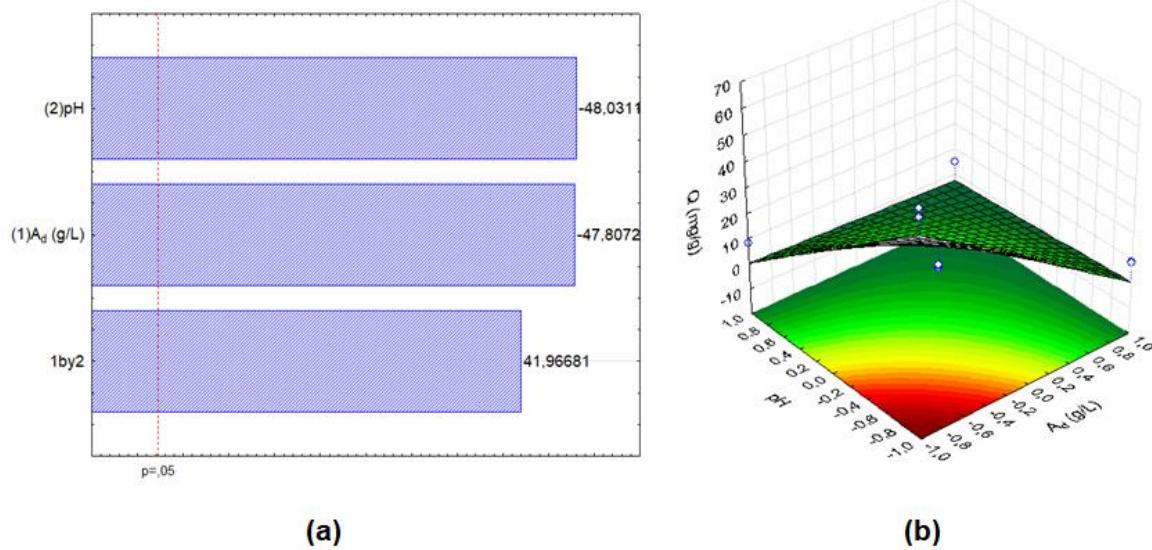
Tabela 2 – Matriz do planejamento experimental.

Ensaio	A_d	pH	Q (mg.g⁻¹)
1	-1	-1	64,710±1,664
2	+1	-1	8,491±0,144
3	-1	+1	8,351±0,076
4	+1	+1	4,693±0,129
5	0	0	2,908±0,715
6	0	0	3,265±0,055

7	0	0	$3,540 \pm 0,028$
Fonte: Autores (2020).			

Analizando os resultados, é possível observar que o ensaio realizado com os menores níveis de dosagem de adsorvente e pH proporcionaram as maiores capacidades de adsorção, atingindo resultados superiores a 63 mg.g^{-1} . A Figura 1 ilustra o Diagrama de Pareto (a) e a Superfície de Resposta (b) para os parâmetros analisados.

Figura 1 – Diagrama de Pareto e Superfície de Resposta.



Fonte: Autores (2020).

Na Figura 1(a), é possível inferir que as duas variáveis, assim como a interação entre as mesmas, apresentam efeitos significativos sobre a resposta Q . Cabe ressaltar que esse efeito é negativo para as variáveis pH e A_d , ou seja, quanto menor forem os seus valores reais, maiores serão os resultados obtidos para a capacidade de adsorção. Isso pode ser confirmado na Figura 1(b), onde os melhores valores preditos pelo modelo para Q são observados em faixas de pH próximas a 2, utilizando dosagens de adsorvente próximas a 0,1 g/L.

A ANOVA para o planejamento experimental pode ser analisada na Tabela 3.

Tabela 3 – Análise de variância.

	Soma Quadrática	GL	Média quadrática
Regressão	4983,384	3	1661,128
Resíduos	1158,208	10	115,8208
Falta de ajuste	1151,149	1	1151,149
Erro puro	7,059	9	0,784
Total	6141,592	13	
% variação explicada	81,142		
% máx. variação explicada	99,885		

Fonte: Autores (2020).

Através dessa tabela, foi possível constatar que o ajuste do modelo apresentou coeficiente de correlação (R^2) de 81,142%. Além disso, o valor de Fisher calculado para o teste foi de 14,342, superior ao valor de Fisher tabelado (3,708), indicando que o ajuste é significativo. Sendo assim, os modelos conferem

boas correspondências entre os valores reais e os valores preditos observados na superfície de resposta. Dessa forma, os melhores resultados para a capacidade de adsorção foram obtidos em faixas de pH próximas a 2, com $0,1\text{ g.L}^{-1}$ de adsorvente.

4. CONCLUSÕES

Com o presente estudo, foi possível concluir que o carvão ativado produzido a partir do lodo de ETA pode ser utilizado na remoção de cefalexina presente em efluentes aquosos. As melhores condições observadas para maximizar a adsorção foram observadas em experimentos com dosagem de adsorvente próximas a 1 g.L^{-1} , com valores de pH próximos a 2. O planejamento experimental permitiu o ajuste significativo de um modelo aos dados experimentais para prever a capacidade de adsorção dos experimentos, o que indica que o mesmo se mostra como uma ferramenta eficaz no estudo da adsorção.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao CNPq e a Universidade Federal do Pampa por oportunizarem a realização dessa pesquisa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAD, T.; AHMAD, K.; ALAM, M. Sustainable management of water treatment sludge through 3'R' concept. **Journal of Cleaner Production**, v. 124, n. 1, p. 1-13, 2016.

AHMED, M. B; ZHOU, A, J; NGO, H. H; GUO, W. Adsorptive removal of antibiotics from water and wastewater: Progress and challenges. **Science of The Total Environment**, v. 532, p. 112-126, 2015.

GOMES, S. de C.; ZHOU, J. L.; LI, W.; LONG, G. Progress in manufacture and properties of construction materials incorporating water-treatment sludge: A review. **Resources, Conservation & Recycling**, v., n. 1, p. 148-159, 2019.

NASCIMENTO, R. F.; LIMA, A. C. A.; VIDAL, C.B.; MELO, D. Q.; RAULINO, G. S. C. **Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais**. 1 ed. Fortaleza: UFC, 2014.

RODRIGUES FILHO, G. M. **Adsorção do corante amarelo reativo BF-4G 200% por argila esmectita**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

WANG, X.; ZHU, N.; YIN, B. Preparation of sludge-based activated carbon and its application in dye wastewater treatment. **Journal of Hazardous Materials**, v. 153, n. 1-2, p. 22-27, 2008.

WATKINSON, J. A.; MURBY, E. J.; KOLPIN, D. W.; COSTANZO, S. D. The occurrence of antibiotics in a urban watershed: from wastewater to drinking water. **Science of The Total Environment**, v. 407, n. 8, p. 2711-2723, 2009.