



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

Estudo cinético da adsorção da amoxicilina pela vermiculita

Kinetic study of amoxicillin adsorption by vermiculite

Maria Eduarda Morais*, Raquel Dalla Costa da Rocha[†]

RESUMO

Com a utilização em grandes quantidades de antibióticos como a amoxicilina na medicina humana e veterinária surge a necessidade de novos métodos mais eficazes para o tratamento de águas contaminadas, visto que esse uso em larga escala provoca a contaminação de recursos hídricos. A partir disso, este trabalho tem como objetivo demonstrar a partir do estudo cinético que a utilização de vermiculita é viável para a remoção de amoxicilina. A cinética foi realizada em uma concentração fixa de 20 mg L⁻¹ de amoxicilina, com períodos de tempo pré-determinados foi retirado alíquotas de 3 mL para análise. Os dados experimentais foram modelados utilizando as equações de pseudo-primeira ordem e de pseudo-segunda ordem. A partir dos parâmetros cinéticos foi possível observar que o modelo que expõe melhor a adsorção de amoxicilina na vermiculita é o de pseudo-segunda ordem. Foi alcançada uma remoção de 74,87%. Os resultados obtidos experimentalmente mostram que a vermiculita é um bom adsorvente para a amoxicilina.

Palavras-chave: Cinética, argila, fármaco.

ABSTRACT

With the use of large amounts of antibiotics such as amoxicillin in human and veterinary medicine, there is a need for new, more effective methods for the treatment of contaminated water, since this large-scale use causes the contamination of water resources. From this, this work aims to demonstrate from the kinetic study that the use of vermiculite is viable for the removal of amoxicillin. Kinetics were performed at a fixed concentration of 20 mg L⁻¹ of amoxicillin, with predetermined time periods, 3 mL aliquots were removed for analysis. Experimental data were modeled using pseudo-first-order and pseudo-second-order equations. From the kinetic parameters it was possible to observe that the model that best exposes the adsorption of amoxicillin on vermiculite is the pseudo-second order model. A removal of 74.87% was achieved. The results obtained experimentally show that vermiculite is a good adsorbent for amoxicillin.

Keywords: Kinetic, clay, pharmaceutical drugs.

*Química Bacharelado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil; mariamorais@alunos.utfpr.edu.br

[†] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco; raqueldcr@utfpr.edu.br



1 INTRODUÇÃO

O crescimento industrial e populacional vem causando inúmeros impactos no meio ambiente devido à exposição com substâncias nocivas, como fármacos, corantes, derivados de petróleo, dentre outros. Em específico a contaminação por fármacos ocorre principalmente em corpos hídricos, onde essa contaminação procede de esgotos domésticos, efluentes industriais e hospitalares.

Dentro dos grupos de fármacos residuais os que requerem um cuidado maior, são os antibióticos e os estrogênios. A uma preocupação com a utilização em grandes quantidades de antibióticos na medicina humana e na veterinária, pois esse uso desenfreado promove a contaminação de recursos hídricos e a resistência de alguns microorganismos (BILA; DEZOTTI, 2003, p 523).

Um dos antibióticos mais utilizados tanto na medicina humana quanto na veterinária é a amoxicilina, pois possui baixo custo e efeitos colaterais e uma alta eficiência. É uma penicilina que impede a ação bacteriana a partir da destruição da parede celular da bactéria. Seu descarte incorreto pode acarretar resistência microbiana de organismos patogênicos, toxicidades aos seres vivos e sua presença nos efluentes pode afetar a reutilização de águas tratada (THUROW, 2015).

O processo de adsorção pode ser utilizado para o tratamento de corpos aquáticos contaminados com a amoxicilina, pois a adsorção se apresenta como um dos processos mais eficientes para o tratamento de águas e águas residuais, além de ser economicamente viável em muitos casos.

A adsorção é o processo de transferência de um ou mais constituintes (adsorvatos) de uma fase fluida (adsortivo) para a superfície de uma fase sólida (adsorvente). No processo de adsorção as moléculas presentes na fase fluida são atraídas para a zona interfacial devido à existência de forças atrativas não compensadas na superfície do adsorvente (SOUZA, 2008).

Grande parte dos tipos de solos são compostos por minerais argilosos, esses minerais foram utilizados como adsorventes para tratar águas residuais, pois possuem propriedades importantes, como alta capacidade de troca catiônica, propriedades de intumescimento e altas áreas de superfície específicas. Dentre esses minerais, a vermiculita tem se apresentado como um adsorvente com bom potencial para remoção de poluentes orgânicos por conta da sua hidrofiliçidade, alta densidade de carga na superfície e sua estrutura cristalina em camadas (TRI et al., 2018, p 107).

Os compostos lamelares como a vermiculita apresentam facilidade em acomodar espécies entre as lamelas, podendo causar um aumento da distância interplanar. O processo da expansão da vermiculita depende das cargas permanentes das espécies no argilomineral. A troca iônica só é possível se ocorrer difusão dos cátions no espaço entre as lamelas, para que a substituição seja favorecida. Este processo começa na parte externa do cristal e prossegue gradativamente para atingir o interior das lamelas (ALVELINO, 2013).

Este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência da vermiculita expandida e tratada no processo de remoção da amoxicilina em meio aquoso.

*Química Bacharelado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil; mariamorais@alunos.utfpr.edu.br

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco; raqueldcr@utfpr.edu.br



2 MÉTODO (OU PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DA PESQUISA)

A argila vermiculita do tipo expandida superfina foi cedida pela AGROFLOC Brasil Minérios.

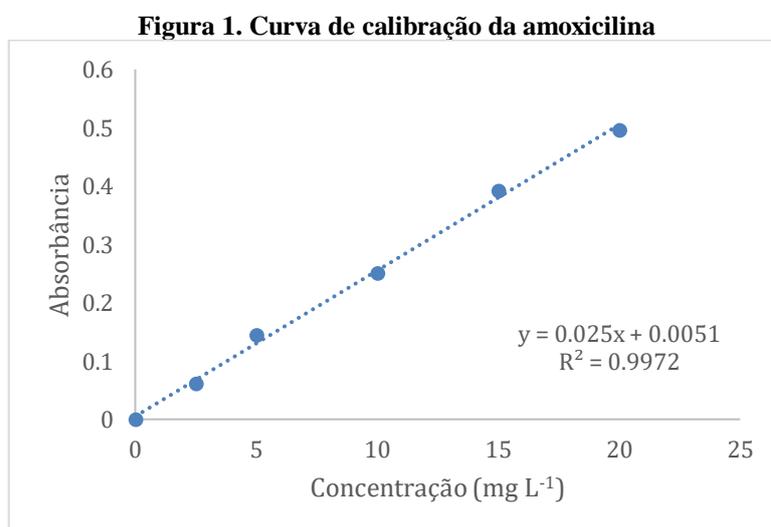
A vermiculita foi submetida ao tratamento com uma solução de NaCl 1,0 mol L⁻¹ durante 12h, sob agitação a 50°C, sendo em seguida centrifugado e novamente submetido ao mesmo processo por mais duas vezes. Por fim, a argila monoiónica foi lavada com água deionizada em abundância em seguida deixada em uma estufa com temperatura de 100°C, durante 12h (ALVELINO, 2013).

A curva de calibração foi realizada pelo método de espectroscopia no UV/Vis com o auxílio do espectrofotômetro (Modelo: Thermo scientific Evolution 60S UV-Visible spectrophotometer) com soluções de amoxicilina com concentrações (2,5 à 20 mg L⁻¹).

A cinética de adsorção foi conduzida em um frasco de Erlenmeyer de 250 mL com um volume de 250 mL de solução de amoxicilina com concentração de 20 mg L⁻¹ e massa de adsorvente de 1,25g e avaliada a adsorção por um período de 20 minutos com agitação constante de 120 rpm com temperatura de 30°C em uma Incubadora Shaker de bancada. Alíquotas de 3 mL foram retiradas em intervalos de tempo pré-determinados, para análise da concentração da solução remanescente. A cinética dos processos de adsorção da amoxicilina foi modelada utilizando equações de pseudo-primeira ordem e pseudo-segunda ordem.

3 RESULTADOS

Observou-se a partir do coeficiente de correlação que na curva de calibração da amoxicilina teve uma confiabilidade de 99,72% (Figura 1).

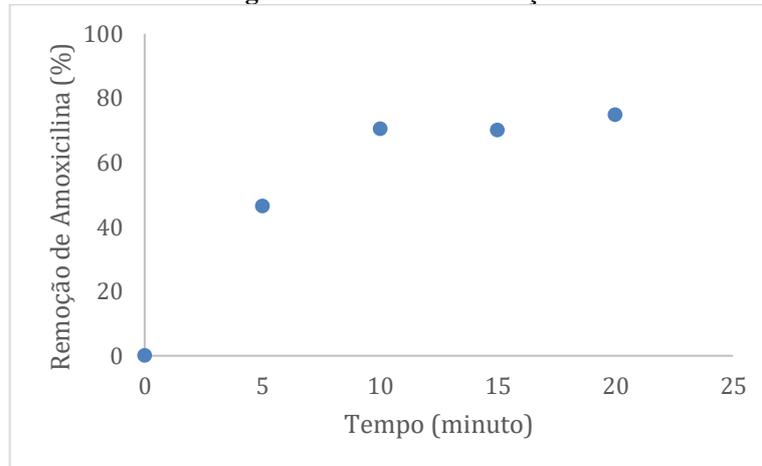


Fonte: Autoria própria (2021)

Na cinética de remoção (Fig.2) foi possível observar que se estabeleceu o equilíbrio a partir de 10 minutos, foi obtido 74,84% de remoção da amoxicilina em 20 min. Verificamos aqui que a vermiculita é uma opção viável para ser utilizada como adsorvente na remoção da amoxicilina.



Figura 2. Cinética de remoção



Fonte: Autoria própria (2021)

Os dados cinéticos realizados experimentalmente foram ajustados em dois modelos cinéticos, um de pseudo-primeira ordem (Fig.3) e outro de pseudo-segunda ordem (Fig.4), com a finalidade de analisar o que melhor se adaptou aos valores obtidos experimentalmente. Os modelos de pseudo-primeira e pseudo-segunda ordens assumem que a adsorção é uma pseudo-reação química e, que a velocidade de reação pode ser determinada, respectivamente, pela as equações de velocidade de reação de primeira e segunda ordens (MORAIS,2007).

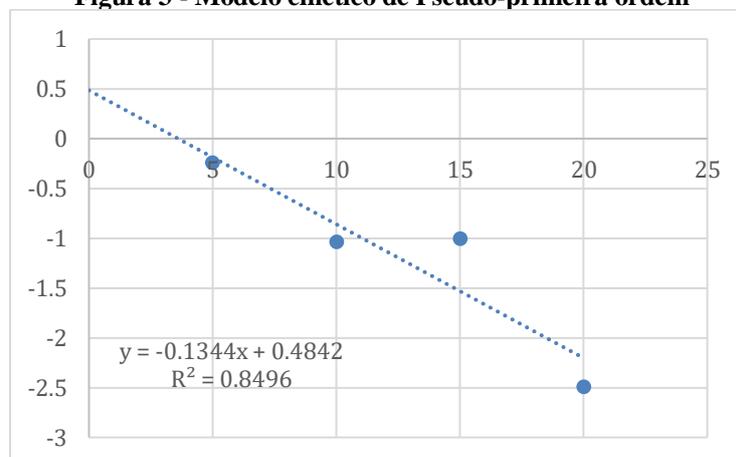
A equação de pseudo-primeira ordem é apresentada pela equação:

$$\log(q_e - q) = \log(q_e) - \frac{(K_1)}{(2,303)}(t)$$

A equação de pseudo-segunda ordem é apresentada pela equação:

$$\frac{t}{q} = \frac{1}{(k_2 q_e^2)} - \frac{1}{q_e}(t)$$

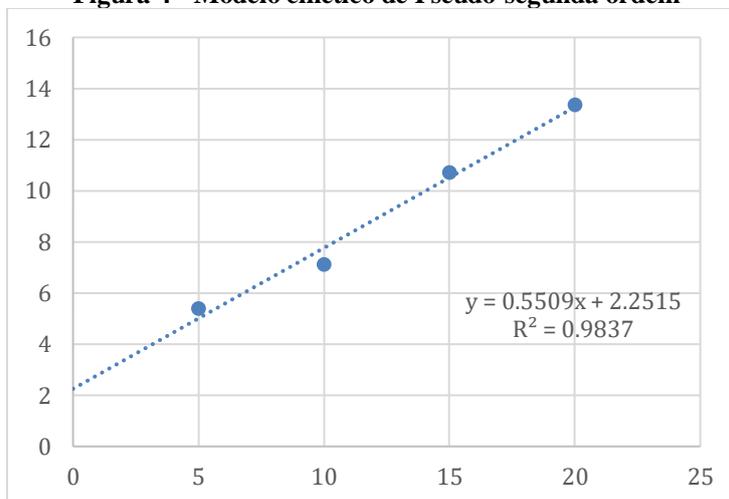
Figura 3 - Modelo cinético de Pseudo-primeira ordem



Fonte: Autoria própria (2021)



Figura 4 - Modelo cinético de Pseudo-segunda ordem



Fonte: Autoria própria (2021)

Foi possível obter os parâmetros cinéticos de constante da taxa de adsorção (K) e quantidade absorvida no equilíbrio (q_e) por meio das regressões lineares dos gráficos que contribuiram para a visualização no Quadro 1 de qual modelo expõe melhor adsorção da amoxicilina na vermiculita expandida.

Quadro 1 – Parâmetros cinéticos do processo de adsorção da amoxicilina na vermiculita expandida.

	Pseudo-primeira ordem	Pseudo-segunda ordem
q_e (mg g ⁻¹)	1,6228	1,8152
K (min ⁻¹)	0,3108	0,1347
R ²	0,8496	0,9837

Fonte: Autoria própria (2021).

Entre as duas modelagens cinéticas aplicadas, o melhor desempenho foi o modelo de pseudo-segunda ordem, o qual apresentou o melhor coeficiente de correlação ($R^2 = 0,9837$). O modelo de pseudo-segunda ordem sugere que a velocidade de adsorção seja dependente da quantidade de íons na superfície do adsorvente e da quantidade de íons adsorvida no equilíbrio caracterizando o processo de adsorção entre adsorvente e adsorvato como uma quimissorção (SALVADOR, 2009).

4 CONCLUSÃO

A vermiculita expandida demonstrou ser um material favorável e viável para a utilização na remoção da amoxicilina. E a partir da cinética, foi possível observar que o comportamento de adsorção segue o modelo de pseudo-segunda ordem, admitindo segundo a literatura um possível processo de quimissorção.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Fundação Araucária pela concessão da bolsa. À UTFPR campus Pato Branco por disponibilizar os laboratórios, equipamentos. Agradeço também a orientadora Raquel Dalla Costa da Rocha por conceder seu tempo e conhecimento. E a todos pelo apoio à pesquisa.



REFERÊNCIAS

- BILA, Daniele Maia; DEZOTTI, Márcia. **Fármacos no Meio Ambiente**. Quimica Nova, Vol. 26, No. 4, p 523-530. Rio de Janeiro, 2003.
- THUROW, Eveline Padilha. **Estudo do Processo de Adsorção de Amoxicilina Utilizando Carvão Ativado como Sólido Sorvente**. Porto Alegre, 2015.
- SOUZA, Raquel Maria Gomes de. **Utilização de Materiais Excedentários Agrícolas de Baixo Custo para Remoção de Poluentes Orgânicos**. 2008. 88 f. Tese de Mestrado (Mestrado Integrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Instituto de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica (IDIT), Porto, Portugal, 2008.
- TRI, Nguyen Ngoc; CARVALHO, A.J.P.; DORDIO, A.V.; NGUYEN, Minh Tho; TRUNG, Nguyen Tien. **Insight into the adsorption of chloramphenicol on a vermiculite surface**. Chemical Physics Letters, v. 699,p.107–114, may. 2018.
- ALVELINO, Mirella Cabral. **Vermiculitas Organofuncionalizadas como Adsorventes e Sistemas de Liberação de Fármacos**. 2013. 160 f. Tese de Doutorado – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.
- MORAIS, W.A. **Estudos de sorção de um corante aniônico modelo em partículas de quitosana reticulada**. 2007. 107 f. Dissertação (Mestrado em Química) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós Graduação em Química Natal, 2007.
- SALVADOR, Gabriela. **Estudo da Adsorção de Cobre (II) Usando como Adsorvente Pó da Casca de Coco Verde Ativada com Hidróxido de Sódio**. Relatório apresentado ao Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, QMC 5512. Florianópolis, 2009.