

REMOÇÃO DE CÁTIONS METÁLICOS UTILIZANDO ZEÓLITA HBEA

FABRICIO VENTURA BARSÍ^{1*}, ANDRÉIA RUDNIAK²

¹Prof. Dr. Adjunto B, UNICENTRO, Irati-PR, fabricao_barsi@yahoo.com.br

²Mestranda em Engenharia Sanitária e Ambiental – UNICENTRO, Irati-PR

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Neste trabalho foi estudada a remoção dos cátions de cádmio, chumbo, cobalto, cobre, cromo, níquel e zinco pela zeólita comercial Beta CP814*. Todos os experimentos foram realizados em batelada, tanto para os estudos cinéticos e os estudos da influência de pH realizados à temperatura ambiente como para as obtenções das isotermas de adsorção para os cátions metálicos em três temperaturas diferentes à 25°C, 35°C e 45°C, em pH = 7. Foram utilizados dois modelos de adsorção diferentes para a avaliação dos dados experimentais: o modelo de Langmuir e o modelo de Freundlich. Constatou-se que os dados obtidos para todos os metais são melhores representados pelo modelo de Langmuir. E que o zinco apresentou uma capacidade de adsorção 12% maior que o cobre e o cobalto e de até 25% maior que o cádmio, chumbo, cromo e níquel na zeólita HBEA.

PALAVRAS-CHAVE: isotermas, adsorção, zeólita.

REMOVAL CATION METALLIC USING BEA ZEOLITE

ABSTRACT: In this work the removal of cadmium, lead, cobalt, copper, chromium, nickel and zinc cations by commercial zeolite Beta CP814 *. All experiments were conducted in batch mode, both the kinetic and pH influence studies at room temperature and for varieties of adsorption isotherms for the metal cations at three different temperatures at 25°C, 35°C and 45°C, at pH = 7. Were used two different adsorption models for evaluation of the experimental data: the Langmuir model and the Freundlich model. It was found that the data obtained for all metals are best represented by Langmuir model. And the zinc presented an adsorption capacity of greater than 12% copper and cobalt, up to 25% greater than cadmium, lead, chromium and nickel in HBEA zeolite.

KEYWORDS: isotherms, adsorption, zeolite.

INTRODUÇÃO

A poluição causada por despejos industriais é motivo de preocupação, isso porque em muitos desses efluentes encontram-se substâncias, como os íons de metais, que não são removidos por tratamentos biológicos já existentes e dessa forma colaboram cada vez mais para a deterioração da qualidade da água de rios, lagos e mares (Pergher et al., 2005).

Os metais representam uma importante fonte de contaminação dos corpos d'água, muitas vezes impossibilitando o uso dessa água para consumo humano, devido a alta demanda bioquímica de oxigênio que exercem. Por esses metais serem não degradáveis, esses poluentes conseqüentemente sofrem o efeito denominado de amplificação biológica, e dependendo da concentração desses metais quando atingem o homem provocam efeitos adversos à saúde. (Aguiar e Novaes, 2002; Jimenez et al., 2004).

Levando em consideração a atual legislação ambiental (cada vez mais rigorosa) métodos alternativos de tratamento vêm sendo investigados, neste sentido, destacam-se as membranas filtrantes e as zeólitas, essa última vem merecendo atenção devido a sua alta disponibilidade e facilidade operacional. Por definição zeólitas são aluminossilicatos com estrutura microporosa que permitem a mobilidade de íons por seus canais e cavidades, tal estrutura propicia ainda seletividade aos processos de troca iônica (Shinzato, 2007).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da zeólita Beta em remover metais (cádmio, chumbo, cobalto, cobre, cromo, níquel e zinco) de soluções aquosas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizadas soluções de zinco, cobalto, cádmio, cobre, chumbo, cromo e níquel, preparadas a partir dos sais nas suas formas hidratadas em concentrações variadas.

Como material adsorvente foi empregada uma zeólita comercial Beta CP814* da empresa Zeolyst International na sua forma protônica (HBEA) com razão molar $\text{SiO}_2/\text{AlO}_3$ igual a 38 e de área superficial igual a 710 m^2/g .

Para a realização dos experimentos de determinação da cinética de adsorção foram utilizados 500 mL da solução contendo os metais (Zn^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{3+} , Ni^{2+}) adicionando 1g da zeólita HBEA, as soluções permaneceram com agitação magnética constante e foram coletadas alíquotas de 20 mL em intervalos de tempos pré-estabelecidos: 0,5, 1, 2, 4, 6 e 24 horas.

Para a realização do estudo de pH ótimo de adsorção foram utilizados 500 mL da solução contendo os metais (Zn^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{3+} , Ni^{2+}) adicionando 1g da zeólita HBEA, as soluções com concentrações em 100 mg/L permaneceram com agitação magnética constante pelo tempo apontado pelo estudo cinético para cada metal, a 25°C, variando pH em 5, 6, 7, 8, 9 e 10.

Os ensaios para determinação da isoterma de adsorção para cada metal (Zn^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{3+} , Ni^{2+}) foram realizados com 1 g de zeólita e 500 mL de solução em batelada com agitação constante, pH = 7, por 1 ou 2 horas, dependendo do cátion metálico e de seu tempo para atingir o equilíbrio de adsorção, em três temperaturas diferentes, 25°C, 35°C e 45°C, variando-se a concentração das soluções contendo metais em: 10, 35, 50, 100, 150, 200 e 500 mg/L para cada temperatura.

Todas as alíquotas obtidas foram filtradas à vácuo para separar a zeólita do filtrado para posterior análise por espectrofotometria de absorção atômica com chama.

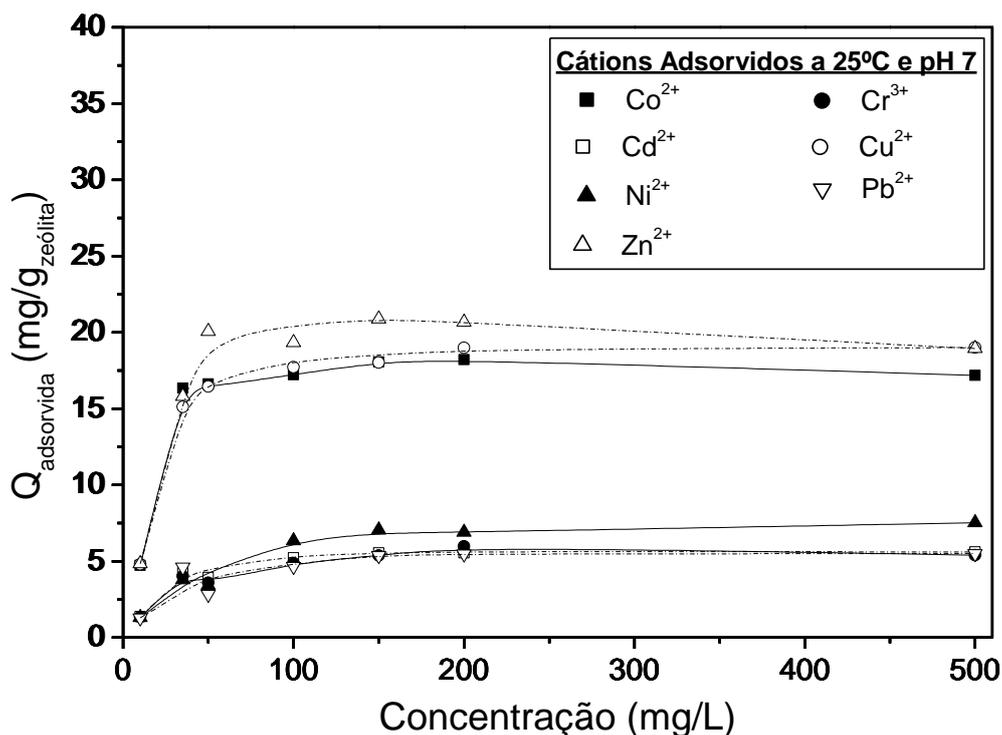
RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado do estudo cinético da adsorção dos cátions metálicos sobre a zeólita HBEA revelou que o tempo mínimo necessário para obtenção do equilíbrio de adsorção foi de 2 horas para o Zn^{2+} e Cu^{2+} e 1 hora para todos os outros cátions metálicos. Desta forma, para atingir o equilíbrio de adsorção foi utilizado o tempo de 2 horas para os ensaios com Zn^{2+} e Cu^{2+} e de 1 hora para os ensaios com os demais cátions.

O resultado do estudo do pH das soluções com cátions metálicos apontou que o pH não apresentou significativa influência na adsorção dos cátions na zeólita Beta, sendo utilizado para todos os ensaios posteriores o pH 7, pois, pela legislação vigente (Brasil, 2011), o valor do pH final do efluente deve ficar em torno desse valor.

As isotermas de adsorção dos cátions metálicos sobre a zeólita HBEA foram determinadas através das quantidades adsorvidas em função da concentração de equilíbrio das espécies em solução. Na Figura 1 são apresentadas as isotermas de adsorção de todos os cátions metálicos realizadas à 25°C e pH igual a 7,0.

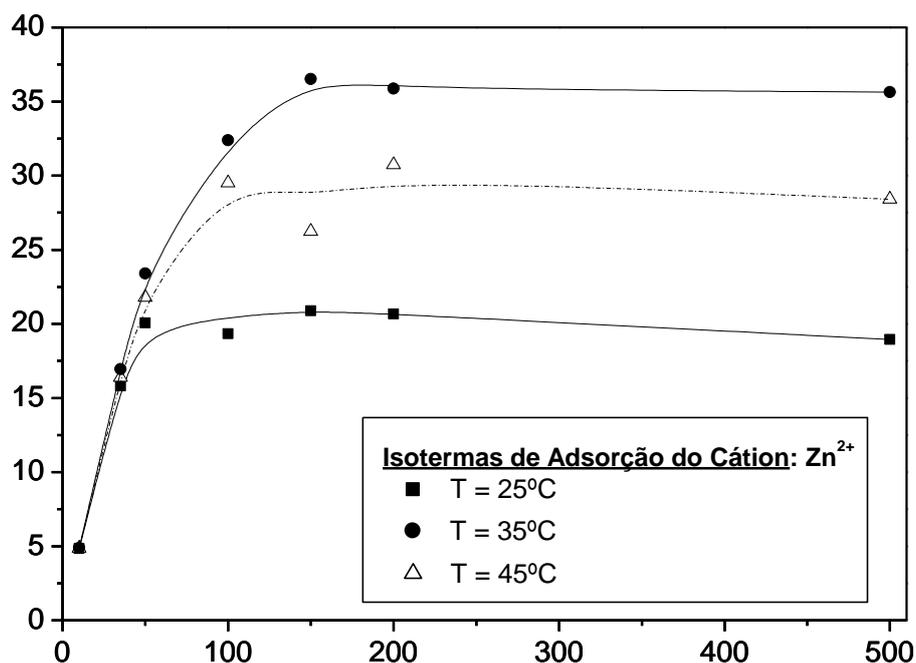
Figura 1 – Isotermas de adsorção dos cátions (Zn^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{3+} , Ni^{2+}) sobre zeólita HBEA na temperatura de 25°C e pH = 7.



À temperatura de 25°C o metal que adsorveu em maior quantidade de forma geral foi o zinco (chegando a pelo menos 12% a mais do que os demais metais em maiores concentrações de metais no efluente modelo) utilizando as mesmas condições de adsorção na zeólita HBEA. O cobre e o cobalto apresentaram quantidades adsorvidas semelhantes durante o experimento. O cádmio, cromo, chumbo e níquel apresentam quantidades adsorvidas menores de 8 mg/g de zeólita. Ainda é possível notar na Figura 1 que para todas as soluções contendo metais utilizadas as quantidades adsorvidas sobre a zeólita alcançam um patamar máximo da capacidade de adsorção diminuindo a percentagem de adsorção na zeólita mesmo aumentando a concentração do efluente, ou seja, pode-se inferir que a zeólita não consegue mais adsorver esses cátions metálicos indicando uma possível saturação da superfície e dos microporos da zeólita.

Na Figura 2 são apresentadas as isotermas de adsorção somente do cátion metálico Zn²⁺ realizadas em pH 7 e em três temperaturas diferentes 25°C, 35°C e 45°C.

Figura 2 – Isotermas de adsorção do cátion Zn^{2+} sobre zeólita HBEA nas temperaturas de 25°C, 35°C e 45°C em pH = 7.



A partir da Figura 2, percebe-se que com o aumento da temperatura de 25°C para 35°C temos um aumento significativo na quantidade adsorvida do cátion Zn^{2+} , aumentando posteriormente a temperatura para 45°C, não se evidencia o aumento na adsorção, indicando possivelmente que a zeólita atingiu sua máxima capacidade de adsorção, ou seja, com o aumento da temperatura os cátions conseguem adsorver em sítios antes inatingíveis em temperaturas mais baixas, localizados nos microporos mais internos das zeólitas. Esse mesmo comportamento foi verificado para os outros cátions metálicos estudados além do Zn^{2+} .

Recorreu-se a dois modelos de adsorção, o modelo de Langmuir e o modelo de Freundlich, para a interpretação dos dados experimentais obtidos, já que tais equações são facilmente linearizadas, permitindo assim determinar seus parâmetros graficamente.

Os dados experimentais obtidos para todos os metais apresentaram uma melhor adequação ao modelo de Langmuir, já que os valores de R^2 para os modelos linearizados variaram entre 0,9706 e 0,9996. Já o modelo de Freundlich não foi eficiente na representação dos dados obtidos, tendo como maior valor de R^2 de 0,8325 encontrado para o cobre a 25°C. Esses resultados indicam que o fenômeno de adsorção ocorre em superfície homogênea e forma uma camada superficial monomolecular, como propõe o modelo de Langmuir (Chaves, 2009).

CONCLUSÃO

O estudo do processo de adsorção de metais na zeólita HBEA consistiu na determinação da cinética de adsorção e na criação de isotermas de adsorção à 25°C. Através da cinética de adsorção determinou-se que o tempo mínimo necessário para obtenção do equilíbrio de adsorção foi de 2 horas para o cobre e o zinco e de 1 hora para os demais cátions estudados. O estudo da influência do pH na adsorção não mostrou importância significativa na zeólita HBEA. No estudo das isotermas de adsorção para os efluentes modelos contendo cátions metálicos percebe-se uma adequação dos dados experimentais ao modelo de Langmuir, indicando possíveis interações de caráter químico entre a zeólita e os cátions estudados.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, M.R.M.P.; Novaes, A.C. Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos. *Química Nova*. 2002, 25.
- Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de Maio de 2011.

- Chaves, J.A.P. Adsorção de Corantes Têxteis sobre Quitosana. Tese de Doutorado, Universidade Federal da Paraíba, 2009.
- Jimenez, R.S.; Bosco, S.M.D.; Carvalho, W.A. Remoção de metais pesados de efluentes aquosos pela zeólita natural esolecita – influência da temperatura e do pH na adsorção em sistemas monoelementares. Química Nova. 2004, 27.
- Pergher, S.B.C.; Caovilla, M.; Detoni, C.; Machado, N.R.C.F. Remoção de Cu+2 de soluções aquosas em zeólita Nax. Efeito da granulometria. Química Nova. 2005, 28.
- Shinzato, M.C. Remoção de metais pesados em solução por zeólitas naturais: revisão crítica. Revista do Instituto Geológico. 2007, 26-27.