

**ESTUDO DO pH NA ADSORÇÃO DE ETERAMINAS  
EM ZEÓLITA BETA**

PRISCILA FERREIRA DE SALES<sup>1</sup>, ZUY MARIA MAGRIOTIS<sup>2</sup>, LETÍCIA GAZOLA TARTUCI<sup>3</sup>,  
PAULO VITOR BRANDÃO LEAL<sup>4</sup>

**RESUMO**

Todas as formas de vida na terra dependem da água. Contudo, ela tem se tornado cada vez mais um prêmio. A tecnologia de lavra e beneficiamento mineral tem contribuído significativamente nesse sentido, uma vez que volumes expressivos são requeridos ao longo do processo. A etapa de flotação do minério de ferro se caracteriza pelo emprego de eteraminas como coletores catiônicos, que, entretanto, podem possuir efeitos maléficos. Desse modo, torna-se viável buscar alternativas que busquem o reaproveitamento da água utilizada. Desta forma, este trabalho estudou a influência do pH na cinética de adsorção de eteramina em zeólita BEA. Os testes de adsorção foram realizados em valores de 4, 10 e 12, à temperatura de 25°C, utilizando-se soluções de 200 mgL<sup>-1</sup> de eteramina e relação massa de adsorvente (g)/ volume de adsorvato (mL) de 1:100. Verificou-se que o parâmetro analisado não influenciou significativamente no processo de adsorção, já que as porcentagens médias de remoção do contaminante em zeólita BEA foram de 96%, 98% e 97% para os pHs de 4, 10 e 12, respectivamente.

**Palavras-chaves:** adsorção, eteramina, zeólita BEA

**INTRODUÇÃO**

Os processos de lavra e beneficiamento mineral são constituídos de diferentes etapas, às quais podem estar associadas probabilidades de contaminação ambiental. Normalmente, o volume de água envolvido na mineração, em particular no beneficiamento, é algumas vezes responsável pelo transporte de contaminantes, já que reagentes são empregados a fim de se viabilizar o processo. Dentre as substâncias tóxicas, podem-se citar as eteraminas, usadas como reagentes em diversos sistemas de flotação. Esses efluentes devem então ser tratados para que a água possa ser reutilizada no processo ou devolvida ao meio ambiente em condições físico-químicas aceitáveis (LEAL, 2010).

Diante de uma política ambiental cada vez mais severa, na qual se tem buscado o estabelecimento de padrões de concentração cada vez menores para os poluentes presentes nos efluentes, as indústrias têm sido levadas a ajustar os processos existentes, por meio da adoção de procedimentos que visam a menor geração ou a remoção de elementos tóxicos dos efluentes industriais (JIMENEZ et al, 2004).

Desse modo, diversas tecnologias vêm sendo desenvolvidas e aplicadas no tratamento de efluentes da indústria minero-metalúrgica, sendo o tratamento de águas residuais baseado em duas etapas: remoção de contaminantes e separação sólido-líquido. A adsorção tem sido empregada na remoção de compostos orgânicos para purificação da água de maneira econômica e eficiente, uma vez que é de fácil manuseio e tem apresentado resultados superiores às demais técnicas (VIJAYARAGHAVAN et al., 2008).

As zeólitas vêm sendo empregadas com êxito no processo de remoção de contaminantes da água. As zeólitas são minerais naturais ou sintéticos, apresentando estrutura cristalina tridimensional de tetraedros de silício e alumínio, ligados por átomos de oxigênio comuns que formam canais e cavidades com dimensões moleculares. A substituição isomórfica de Si<sup>4+</sup> por Al<sup>3+</sup> resulta em uma carga líquida negativa, o que é compensado cátions extra-rede sujeitos à troca iônica (BRECK, 1974),

---

<sup>1</sup> Mestranda em Agroquímica, DQI/ UFLA, priscilinha\_ferreirasa@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor Adjunto, DQI/UFLA, zuy@dqi.ufla.br

<sup>3</sup> Graduanda em Química, DQI/UFLA, leticiartuci@gmail.com

<sup>4</sup> Professor Auxiliar, Departamento de Ciências Agrárias e Tecnológicas, UFTO, pvitorufla@yahoo.com.br

o que culmina em uma aplicação potencial em vários campos da proteção ambiental (OSTROSKI et al,2009).

Desta forma, neste trabalho estudou-se influência do pH na adsorção de eteramina em zeólita beta (BEA) a fim de se otimizar condições para o reaproveitamento de água de rejeitos de mineração.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material

Os experimentos foram realizados utilizando-se de solução  $200 \text{ mg L}^{-1}$  de acetato de eteramina, com radical decila, neutralizada a 30% com ácido acético (Flotigan EDA da Clariant), zeólita BEA (sintetizada na Universidade Estadual do Maringá).

### Métodos

Os testes de adsorção foram realizados em  $\text{pH} = 4$ ,  $\text{pH} = 10$  e  $\text{pH} = 12$ , em duplicata, a  $25^\circ\text{C}$ , sob agitação de 100 rpm e utilizando-se 10,0 mL de solução contendo  $200 \text{ mg L}^{-1}$  da eteramina e 0,1 g de zeólita BEA. O pH foi ajustado para 10 e 12 com hidróxido de potássio 0,1M e para 4 com ácido acético concentrado. A cinética de adsorção da eteramina em zeólita BEA foi monitorada nos tempos de 15, 30, 45, 60, 90 e 120 minutos, sendo as concentrações de equilíbrio determinadas por espectroscopia no UV-visível (marca: Spectro Vision modelo: 800 XI) em um comprimento de onda de 410 nm, utilizando-se a metodologia do verde de bromocresol para a quantificação (LEAL, 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da influência do pH na adsorção de eteramina em zeólita BEA está apresentado na Figura 1.

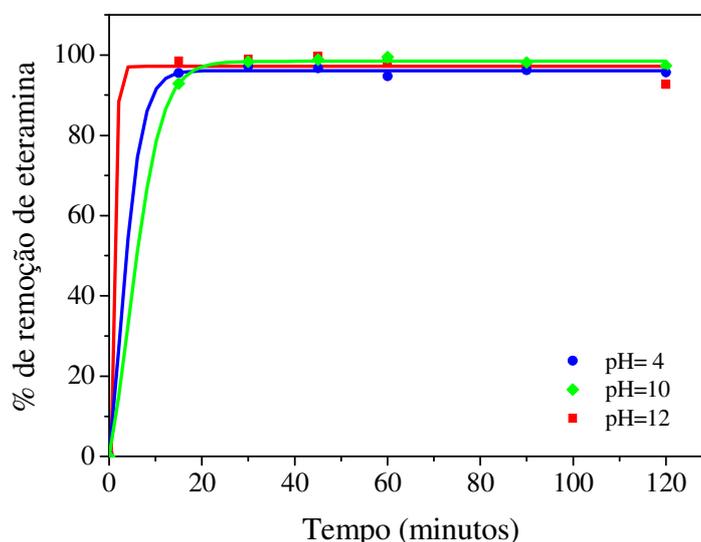


Figura 1- Cinética de adsorção de eteramina em zeólita BEA

A análise da Figura 1 mostra uma rápida velocidade de recobrimento da superfície da zeólita BEA pelas moléculas de eteramina, já que a concentração de equilíbrio foi atingida em apenas 30 minutos para o sistema em contato.

Observa-se, também, que o pH não influenciou significativamente no processo de adsorção, já que as porcentagens médias de recuperação para os valores de pH correspondentes a 4, 10 e 12 foram, respectivamente, 96,0%, 98% e 97%.

A proximidade dos resultados obtidos, bem como a eficiência verificada podem ser justificadas pelo fato de o adsorvente possuir elevada área superficial que permite, uma distribuição uniforme de carga na superfície. Entretanto, a extensão da ionização da superfície é uma função do pH na solução. Na faixa de pH ácido, a zeólita apresenta-se com superfície menos negativa em virtude da presença de íons  $H^+$  disponíveis para adsorção em seus sítios (ZHAO et al,2003), o que coincide com uma remoção um pouco inferior.

Nos modelos de adsorção de surfactantes, o mecanismo de adsorção por condensação capilar é frequente em sólidos porosos. Zhao et al (2003), sugerem que o processo de adsorção ocorre nos sítios ativos da zeólita por interações eletrostáticas e também por condensação do capilar. Nesse caso, próxima da superfície da zeólita, os átomos de oxigênio dos grupos  $Si-O^-$  e  $Al-O^-$  atraem o hidrogênio do grupo  $NH_2$ , formando ligações de hidrogênio entre os grupos  $O-Si-O$  e  $O-Al-O$  com o surfactante.

A eteramina, em valores de pH abaixo de 9,0 a concentração do cátion se aproxima de 100%, o mesmo ocorrendo com a forma molecular a partir de valores de pH de 11,5. Já em pH 10, a amina se encontra 50% na forma iônica e 50% molecular (LEJA, 1982). Verificou-se que a forma na qual a eteramina se encontra em cada valor de pH não influenciou no processo de adsorção para o sistema em estudo.

Os resultados obtidos estão em consonância com estudos de Teodoro & Leão (2004) que ao estudarem a remoção de Amina EDA-3B e Diamina F2835-2L em zeólitas naturais, verificaram que o pH não é um parâmetro influenciável na remoção do coletor catiônico, já que as porcentagens removidas nos valores de pH 3 e 10, foram respectivamente, 95% e 98%.

## CONCLUSÃO

O pH não foi um parâmetro que teve influência no processo de adsorção de eteramina em zeólita BEA, justificável pelo fato de o adsorvente possuir elevada área superficial, e a carga se distribuir uniformemente, garantindo uma remoção adequada de contaminante. Para os três valores de pH estudados, o processo se mostrou altamente eficiente, fato que se traduz numa aplicabilidade para a indústria mineira, aliando desenvolvimento à sustentabilidade.

## REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

BRECK, D. W. **Zeolites Molecular Sieves; Structure Chemistry and Use**, New York :Wiley, , 1974.

JIMENEZ, R.S., BOSCO, S.M.D.; CARVALHO, W.A. Remoção de metais pesados de efluentes aquosos pela zeólita natural escolécita- Influência da temperatura e do pH na adsorção em sistemas monoelementares. **Química Nova**, n. 5, p.734-738, 2004.

LEAL, P.V.B. **Estudo da adsorção de eteramina em adsorventes naturais e sintéticos**. 2010.Dissertação (Mestrado em Agroquímica)- UFLA, Lavras.

LEJA, J. **Surface chemistry of froth flotation**. New York: Plenum Press, 1982.p.265-269,301-306,522-532.

OSTROSKI, C. I.; BARROS, A. S. D. M., SILVA, A. E., DANTAS, H.J., ARROYO, P A., LIMA, C.M.O., A comparative study for the ion exchange of Fe(III) and Zn(II) on zeolite NaY, **J.Hazardous Materials**, 161, p.1404-1412, 2009.

TEODORO, A L.; LEÃO, V.A. Recuperação de aminas, utilizadas na flotação de minério de ferro, utilizando-se zeólitas naturais. **Escola de Minas**, n.57, p. 197-201, 2004.

**XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA**  
**27 de setembro a 01 de outubro de 2010**

---

VIJAYARAGHAVAN, K., WON, S.W., MAO, J., YUN, Y., Chemical modification of *Corynebacterium glutamicum* to improve methylene blue biosorption, **J. Chem. Eng.** 145, p.1-6, 2008.

ZHAO, S.M., WANG, D.Z., HU, Y.H., BAO, S.X., XU, J. Flotation of aluminosilicates using N-(2-aminoethyl)-1-naphthaleneacetamide. **Minerals Engineering**, n. 16, p. 1031-1033, 2003.