

REMOÇÃO DE CR (VI) PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS UTILIZANDO A MAGNETITA

Mitiko Yamaura, Ruth L. Camilo, Victor H. Cohen, Maria A. Gonçalves

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN-CNEN/SP
Travessa R, 400-Cidade Universitária
CEP 05508-900, São Paulo, Brasil

RESUMO

O presente trabalho estuda o comportamento de adsorção do Cr (VI) na magnetita sintética. A magnetita foi preparada com íons de Fe(II) e de Fe(III) em meio básico e caracterizada por difração de raios-x. Estudaram-se os coeficientes de distribuição e as isotermas de adsorção do cromo na magnetita. Verificou-se, ainda, a influência do campo magnético na capacidade de adsorção da magnetita no intervalo de 0,1 e 0,35 Tesla.

I. INTRODUÇÃO

A ferrita é uma mistura de óxido de ferro que apresenta a estrutura cristalina do tipo espinélio. Sua representação química é $MO.Fe_2O_3$, onde M é geralmente um cátion metálico divalente tais como Fe^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} e Mg^{2+} . Quando o M é o íon ferroso, o material $FeO.Fe_2O_3$ é chamado de magnetita ou ferrita de ferro. A ferrita é um sólido cristalino insolúvel em meio alcalino e facilmente removido da solução por filtração ou por separação magnética. O caráter fortemente magnético da ferrita a distingue de muito outros tipos de compostos.

A magnetita natural [1] e a magnetita sintética [2] são adsorventes inorgânicos de metais. Esta característica juntamente com o caráter fortemente magnético, faz com que este material possa ser aplicado nos processos de descontaminação da água [3] e na remoção de actinídeos do rejeito líquido provenientes da indústria nuclear [4]. Recentemente, observou-se que a aplicação de um campo magnético resulta numa melhoria significativa de sua capacidade de descontaminação [5, 6]. A magnetita tem sido estudada para a remoção de metais pesados, sólidos suspensos em meio aquoso, material particulado e compostos orgânicos e biológicos, como algas, bactérias e vírus [7].

Atualmente, a remoção principalmente de Cr (VI) dos efluentes industriais tem se tornado assunto de grande interesse ambiental devido à alta toxicidade e das propriedades carcinogênicas, mesmo em baixas concentrações. O Cr (III) forma óxidos insolúveis [8] e é considerado menos tóxico que o Cr (VI) [9]. O presente trabalho estuda o comportamento de adsorção do Cr(VI) na magnetita sintética. Estudaram-se os coeficientes de

distribuição e a isoterma de adsorção do cromo na magnetita. Verificou-se, também, a influência do campo magnético na capacidade de adsorção da magnetita, no intervalo de 0,10 a 0,35 Tesla.

II. PARTE EXPERIMENTAL

Preparação da Solução de Crômio. Obtiveram-se soluções de crômio, contendo traçador de ^{51}Cr , no intervalo de 0,5 a 500mg/L dissolvendo-se K_2CrO_4 em água destilada. O pH final das soluções variou de 5 a 7.

Preparação da Magnetita. Na solução aquosa contendo 0,015 mols de íons Fe^{2+} e 0,030 mols de íons de Fe^{3+} adicionou-se solução de NaOH 5 mol/L até atingir o pH 12. O óxido de ferro obtido de coloração preta foi filtrado, lavado com água e levado à estufa a 70°C durante 6 h. O precipitado seco foi ligeiramente moído e guardado no dessecador. Em todos os experimentos, utilizaram-se as partículas de óxido de ferro sem uma classificação granulométrica.

Caracterização da Ferrita. Obteve-se o difratograma de raios-x pelo método do pó utilizando-se o difratômetro de raios-x, modelo DMAX2000, Rigaku, Japão. A excitação foi efetuada com a radiação $CuK\alpha$, mantendo-se o tubo a 40 kV e 20 mA.

Determinação do Coeficiente de Distribuição. Todos os experimentos foram realizados em “batch” contactando-se 1 mL de solução de Cr contendo o traçador de ^{51}Cr com 0,050 g de partículas de magnetita durante 20 min, com

agitação, e 30 min de repouso. Todos os experimentos foram realizados à temperatura ambiente. Determinou-se o coeficiente de distribuição K_d do Cr segundo a equação abaixo:

$$K_d = \left(\frac{C_i - C_f}{C_f} \right) \times \frac{V}{m}$$

onde: C_i = contagem do traçador de ^{51}Cr na solução inicial antes da contatção

C_f = contagem do traçador de ^{51}Cr na solução final após a contatção

V = volume contatado da fase aquosa em mL

m = massa da magnetita em g

Controle Analítico do Traçador de ^{51}Cr . O controle analítico do ^{51}Cr foi realizado utilizando um detetor de NaI(Tl) acoplado ao analisadr multicanal Spectrum Master, modelo 920A, da Ortec, EUA.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização da Ferrita. A Fig. 1 e a Tabela 1 mostram o difratograma e os valores de d dos respectivos picos observados no precipitado preto obtido segundo o procedimento descrito para a preparação da magnetita. Comparando esses valores com os da magnetita, da hematita e da magemita da Tabela 2, verifica-se que o precipitado preto é a magnetita.

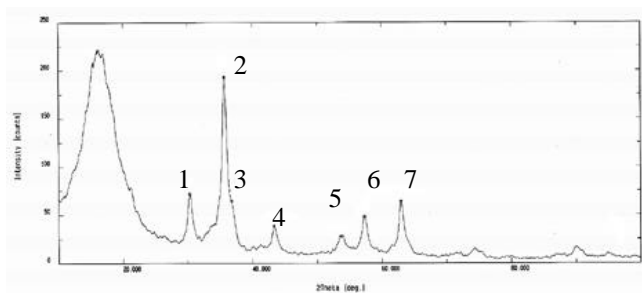


Figura 1. Difratograma da Ferrita Obtida.

TABELA 1. Valores de d do Difratograma de Raios-x da Ferrita Obtida.

pico	d (Å)	I/Io
1	2,9512	38
2	2,5143	100
3	2,4429	34
4	2,0888	20
5	1,706	16
6	1,6102	26
7	1,4763	34

TABELA 2. Valores de d da Magnetita, Hematita e Magemita.

	Magnetita		Hematita		Magemita	
pico	d (Å)	I/Io	d (Å)	I/Io	d (Å)	I/Io
1	2,9670	30	2,7000	100	2,9530	35
2	2,5320	100	2,5190	70	2,5177	100
3	2,4243	8	2,2070	20	2,0886	16
4	2,0993	20	1,8406	40	1,7045	10
5	1,7146	10	1,6941	45	1,6073	24
6	1,6158	30	1,5992	10	1,4758	34
7	1,4845	40	1,4859	30		

Não se observou a formação de hematita visto que os seus principais picos, em 2,7000 e 1,6941, não estão presentes no difratograma. A magemita não poderia ser uma vez que ela é um composto marrom.

Coeficiente de Distribuição do Cr na Ausência e Presença de Campo Magnético.

Para as condições estabelecidas, verifica-se pela Fig. 2 que os valores de K_d diminuem com o aumento da concentração de Cr. O aumento da intensidade do campo magnético até 0,22 Tesla durante a remoção de Cr pela magnetita aumenta acentuadamente os valores de K_d para solução de concentração 0,5 mg/L, como mostra a Fig. 3. Por outro lado, para um campo de 0,35 Tesla observou-se uma diminuição no K_d . Para concentrações maiores não se observou uma influência significativa do campo magnético.

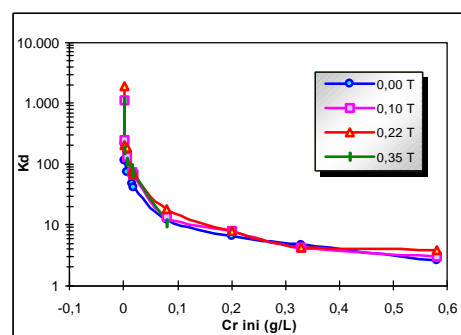


Figura 2. Variação de K_d com a Concentração Inicial de Cr e Intensidade do Campo Magnético.

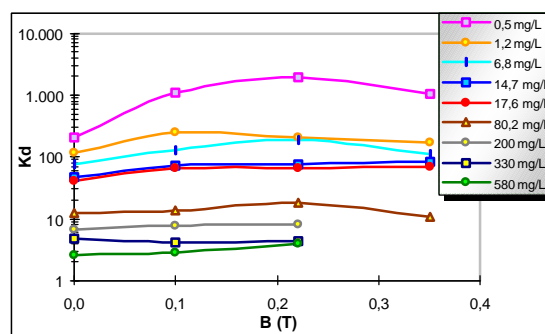


Figura 3. Variação de K_d com o Campo Magnético para Várias Concentrações de Cr.

Porcentagem de Remoção e Isotermas de Equilíbrio. A Fig. 4 mostra que a porcentagem de remoção diminui significativamente com o aumento da concentração de Cr a partir de 17,6 mg/L. As curvas de isoterma de equilíbrio que obedecem o modelo de Langmuir, ilustradas na Fig. 5, foram realizadas a 25°C e mostram que a aplicação de um campo magnético até 0,22 Tesla durante a remoção de Cr aumenta a capacidade de adsorção da magnetita.

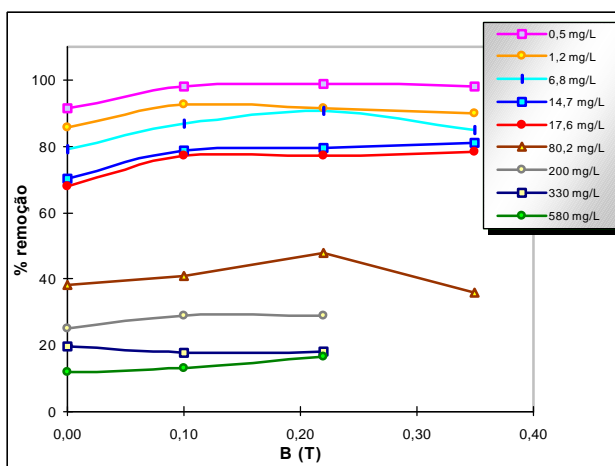


Figura 4. Porcentagem de Remoção de Cr com a Magnetita. B=intensidade do campo magnético.

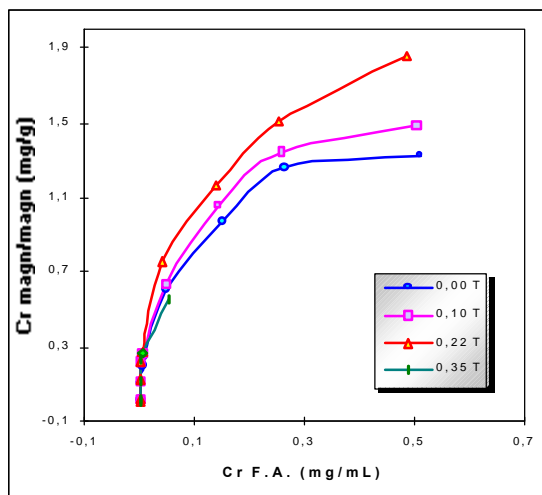


Figura 5. Isotermas de Equilíbrio do Cr pela Magnetita. Temperatura=25°C.

IV. CONCLUSÃO

A aplicação de um campo magnético de até 0,22 Tesla durante a remoção de Cr pela magnetita, nas condições definidas no presente trabalho, aumenta a capacidade de adsorção da magnetita. Por outro lado, com a aplicação de um campo de 0,35 Tesla, verificou-se um efeito negativo com diminuição nos valores de K_d .

REFERÊNCIAS

- [1] M. Todorovic, S.K. Milonjic, J.J. Comor, I.J. Gal. **Adsorption of radioactive ions ^{137}Cs , ^{85}Sr and ^{60}Co on natural magnetite and hematite.** *Separ. Sci. Technol.*, 27(5), p. 671-679, 1992.
- [2] H. Tamura. **Adsorption of Co^{2+} ions on spherical magnetite particles.** *J. Colloid and Interface Science*, 92(2), p. 303-314, 1983.
- [3] T. Iguchi, T. Kamura, M. Inoue. **Ferrite process for treatment of waste water containing heavy metals.** *Poll. Prev and Dev. Tech.*, 10, p. 49, 1979.
- [4] S.A. Slater, D.B. Chamberlain, S.A. Aase, B.D. Babcock, C. Conner, J. Sedlet, G.F. Vandegrift. **Optimization of magnetite carrier precipitation process for plutonium waste reduction.** *Separ. Sci. and Technol.*, 32(1-4), p. 127-147, 1997.
- [5] M.A. Gonçalves, A.C. Mindricz, M. Yamaura, F.J.G. Landgraf. **Influence of magnetic field properties on the metals adsorption capacity of synthetic magnetite in aqueous effluents treatment.** *Proceedings of 216th ACS National Meeting, Boston, Massachusetts, USA, 23-27 aug., 1998.*
- [6] A.D. Ebner, J.A. Ritter, H. J. Ploehn, R.L. Kochen, J.D. Navratil. **New magnetic field-enhanced process for the treatment of aqueous wastes.** *Separ. Sci. Technol.*, 34(6&7), p. 1277-1300, 1999.
- [7] T.E. Boyd, M.J. Cusick, J.D. Navratil. **Ferrite separation science and technology.** In: N.N. Li and J.D. Navratil (eds). *Recent Developments in Separation Science*, 8, CRC Press. p. 207-232, 1986.
- [8] C.B. Klein, in: L.W. Chang (Ed.), **Toxicology of Metals**, CRC Press, Boca Raton, FL, 1996.
- [9] M.L. Peterson, G.E. Brown Jr., G.A. Parks, **Colloids Surf.** 107 (1996) 77

ABSTRACT

This work deals of Cr (VI) adsorption behaviour on synthetic magnetite. Magnetite was prepared by adding an alkaline solution in an aqueous solution containing both Fe(II) and Fe(III) ions. Characterization by x-ray diffraction analysis was verified. Distribution coefficients and adsorption isotherms of chromium on magnetite were studied and magnetic field influence from 0 to 0.35 Tesla on adsorption capacity is also verified.