

Remoção de Mn por precipitação oxidativa utilizando KMnO_4

Thomaz Antônio Godoy Perilli e Ana Cláudia Queiroz Ladeira
Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - CDTN

INTRODUÇÃO

No Brasil um dos principais focos da drenagem ácida de mina (DAM) está no Complexo Mineiro-Industrial de Poços de Caldas (CIPC), que agora se encontra em fase de descomissionamento. O tratamento de efluentes do complexo apresenta alto custo, sendo um dos principais responsáveis o manganês, já que seu íon Mn(II) é solúvel em ampla faixa de pH. O processo atual de remoção de Mn dos efluentes do CIPC é feito pela adição de cal, elevando o pH até aproximadamente 10 e obtendo óxidos e hidróxidos do manganês, seguido por uma etapa de sedimentação.

A precipitação oxidativa surge como uma alternativa interessante para melhoria da etapa de oxidação, por apresentar menor tempo de reação, gerar menos precipitado e poder ser aplicada dentro do limite de pH estabelecido pelo CONAMA, eliminando a necessidade de tratamento posterior à remoção do manganês.

A escolha do agente oxidante é inerente à diversidade química do efluente. A presença de matéria orgânica na água é relevante, pois exerce demanda de oxidante e pode levar a formação de produtos indesejados [2].

O permanganato de potássio é um agente oxidante forte e foi escolhido para realização deste trabalho. Entre suas vantagens estão oxidação de ambos Mn e Fe, facilidade de transporte e uso, impacto limitado em outros processos, oxidação de compostos responsáveis por sabor e cheiro, remoção de alguns vírus e controle de algas [1].

OBJETIVO

- Determinar os fatores influentes no processo de precipitação oxidativa através de análise estatística (1ª etapa);
- Determinar as condições ótimas de remoção do Mn pela variação dos fatores influentes através de análise estatística (2ª etapa).

METODOLOGIA

Baseado em fontes anteriores os fatores selecionados para estudo foram: concentração da solução de permanganato, dose de KMnO_4 , pH e tempo de reação. Foi feito um planejamento fatorial 2^4 [3] que consiste na realização de 16 experimentos, utilizando combinações dos fatores em dois níveis, alto e baixo. Na 2ª etapa, uma vez determinados os fatores influentes na oxidação do manganês (pH e dose, sendo que os demais fatores foram mantidos constantes), foram feitos novos experimentos para obtenção de uma superfície de resposta, com o auxílio do programa Minitab 16. Este planejamento ampliado se chama planejamento estrela [3], e tem 11 experimentos no total. Para melhorar a resposta, a amplitude dos fatores foi dividida em duas regiões denominadas 1 e 2. Todos os experimentos foram realizados com solução sintética.

RESULTADOS

O planejamento 2^4 permite estimar o valor dos parâmetros associados a cada fator. Para que um parâmetro seja significativo, ele deve ser maior que o produto entre o erro padrão estimado (1,4) e o valor tabelado *t* de *student*. Com 95% de

confiança, para que o parâmetro seja significativo, ele deve ser maior que 3,6. Os valores estimados seguem na Tabela 1 abaixo:

TABELA 1: Fatores de Influência na Oxidação Precipitativa do Mn(II) Utilizando o KMnO_4 .

	Estimativa
M Média das respostas (% Extração Mn):	76,81 ± 0,7
Fatores Principais:	Efeitos
1 Concentração da solução KMnO_4	-0,2 ± 1,4
2 Dose de KMnO_4	31,4 ± 1,4
3 pH	15,9 ± 1,4
4 Tempo de reação	1,6 ± 1,4
Interação entre dois fatores (2ª ordem):	
12	1,1 ± 1,4
14	-0,1 ± 1,4
24	-1,6 ± 1,4
13	0,5 ± 1,4
23	-19,5 ± 1,4
34	1,8 ± 1,4
Interação entre três fatores (3ª ordem):	
123	-1,4 ± 1,4
124	-0,3 ± 1,4
134	0,3 ± 1,4
234	-2,2 ± 1,4
Interação entre quatro fatores (4ª ordem):	
1234	-0,2 ± 1,4

Região 1 (pH 2,3 - 3,7; dose 0,78 - 0,92)

O modelo e a superfície ajustados foram:

$$\sqrt{Y} = 0,52 + 0,12X_1 - 0,18X_2 + 0,45X_2^2 \quad (1)$$

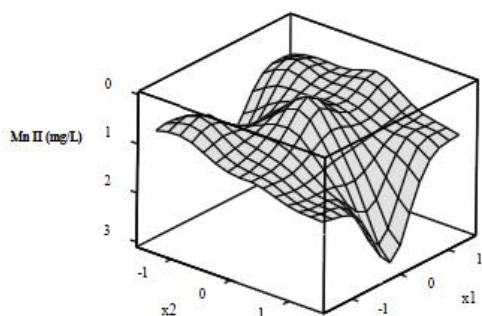


Figura 1: Superfície para a Região 1

Em que $X_1=(\text{pH}-3)/0,5$; $X_2=(\text{dose}-0,85)/0,05$; e Y =concentração final de Mn, em mg/L.

Região 2 (pH 3,6 – 6,4; dose 0,73 – 0,87)

O modelo e a superfície ajustados foram:

$$Y^{-2} = -91,0 + 21,0X_1 - 39,2X_2^2 \quad (2)$$

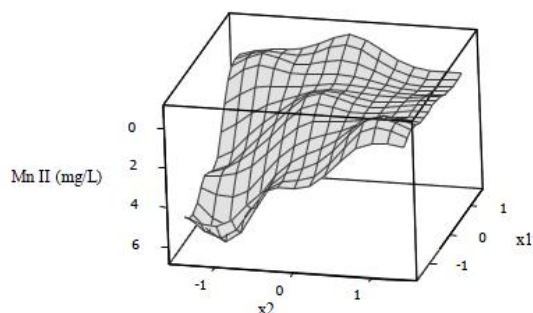


Figura 2: Superfície para a Região 2

Em que $X_1=(\text{pH}-5)/1$; $X_2=(\text{dose}-0,8)/0,1$; e Y =concentração final de Mn, em mg/L.

CONCLUSÕES

Entre os fatores de otimização do processo de precipitação oxidativa do manganês estudados apenas a dose de KMnO_4 e o pH apresentam influência significativa sobre a eficiência de remoção do metal.

As combinações (pH, dose de KMnO_4) que apresentaram melhores resultados foram (3,0, 0,85) e (5,0, 0,80). As remoções de Mn(II) observadas nestas condições foram 99,84% e 99,90%, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Roccaro, P., Barone, C., Mancini, G., Vangliasindi, F.G.A. Desalination, v.210, p.205–214, 2007
- [2] Moruzzi, R.B., Reali, M.A.P. Revista de Engenharia e Tecnologia, v.4, no. 1, p.29-43, 2012
- [3] Neto, B.B., Scarminio, I.S. & Bruns, R.E. *Como Fazer Experimentos*. Brasil: Bookman, 2010

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq, Fapemig, INCT-Acqua