

TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS CONTENDO METAIS PESADOS

Aluno: Victor Surerus Leal Costa
Orientador: Luiz Alberto Cesar Teixeira

Introdução

A extração de diversos metais, em geral, conduz à presença de manganês nos efluentes. Nos processos de extração, são gerados efluentes líquidos cuja composição pode conter: manganês, cobalto, níquel, ferro, arsênio, amônia, entre outros.

Os processos físico-químicos apresentam alta eficiência de remoção e precipitação de manganês, sendo que o processo de remoção utilizado atualmente consiste no aumento do pH, formando, assim, precipitados de hidróxido de manganês. Como a legislação atual estabelece a faixa de pH entre 5 e 9 para descarte em corpos d'água, após a precipitação de hidróxidos de manganês a pH elevado, é necessária uma etapa adicional de redução de pH para posterior lançamento nos corpos receptores.

O padrão de manganês para lançamento de efluentes regulamentado pelo CONAMA 357/2005 é de 1 mg/L.

Neste contexto, o processo oxidativo utilizando peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e percarbonato de sódio ($2Na_2CO_3 \cdot 3H_2O_2$), com a presença de carbonato de sódio (Na_2CO_3), apresenta-se como uma alternativa de tratamento de efluentes contendo manganês, o que, devido a altas eficiências de remoção observadas, permitindo a redução do volume de reatores e menor tempo de reação, possui custos relativamente baixos e facilidade operacional.

Após a precipitação do metal, o lodo é retirado e enviado ao filtro prensa para aumento da concentração de sólidos, diminuição da umidade, e o clarificado é encaminhado para o descarte final ou reuso nas águas de processo.

Metodologia experimental

Para cada experimento foi preparado 500 mL de solução sintética de manganês (II), contendo 1000 mg/L do metal.

Os testes de remoção de manganês foram realizados sem a adição de oxidante, precipitando o metal apenas com a variação de pH, e com a adição de oxidantes, que foram: peróxido de hidrogênio, peróxido de hidrogênio e carbonato de sódio, e percarbonato de sódio.

Em todos os testes utilizou-se um becher de 600 mL, agitador mecânico, e para o ajuste do pH, adicionou-se solução concentrada de hidróxido de sódio (NaOH).

A faixa de pH utilizada situou-se entre 7 e 10 nos primeiros testes, utilizando temperatura de 25 °C e tempo de reação de 1 hora. Com a definição do valor de pH com máxima eficiência de remoção permitido pela Resolução CONAMA 357/2005, foi avaliado o tempo de reação para a remoção de manganês utilizando pH igual a 9 e tempo de reação entre 0,5 e 4 h.

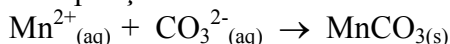
Estudo da eficiência de remoção pela variação de pH

Os ensaios foram feitos à temperatura de 25°C, com tempo de reação de 1 hora. O precipitado formado foi filtrado por filtro com diâmetro de 8 µm. O excesso de reagente utilizado foi de 50% e 200%. A menor concentração de manganês alcançada no efluente tratado, para todas as reações envolvidas no estudo, ocorreu com 200% em excesso dos reagentes, o que assegura ser um parâmetro importante na cinética das reações.

A faixa de pH estudada situou-se entre 7 e 10. Para a remoção de metais de efluentes líquidos, na forma de hidróxidos, a eficiência de remoção por precipitação aumenta com o aumento do pH; este comportamento não ocorre com os metais zinco e cobre, que apresentam caráter anfótero.

As reações químicas envolvidas no processo são:

Precipitação com Carbonato:



Precipitação com Peróxido de Hidrogênio:



Precipitação com Percarbonato de Sódio:



As concentrações de manganês do efluente ao final de cada experiência com os agentes precipitantes utilizados estão reportadas na tabela 1:

Tabela 1: [Mn] (mg/L) para diferentes reagentes precipitantes, valores de pH, excesso de reagente e quantidade dos agentes precipitantes

pH	Percarbonato de Sódio	Percarbonato de Sódio	Carbonato de Sódio	Carbonato de Sódio	Somente NaOH	Carbonato + H ₂ O ₂
Excesso de reagente	50%	100%	50%	200%	-	100%
Quantidade do reagente	8,56 g	11,42 g	2,89 g	5,78 g	-	2,89 g (Na ₂ CO ₃) 1,54 mL (H ₂ O ₂)
7	103,8	60,1	983	86	1221	248,8
8	21,7	7,21	330	28	1131	33,7
9	1,72	0,37	25	9,45	164,5	0,67
10	0,22	0,22	3,6	1,85	2,56	0,14

T = 25°C e Tempo de Reação = 1h

O gráfico a seguir ilustra os dados de concentração de manganês pelos valores de pH e de diferentes agentes precipitantes da Tabela 1:

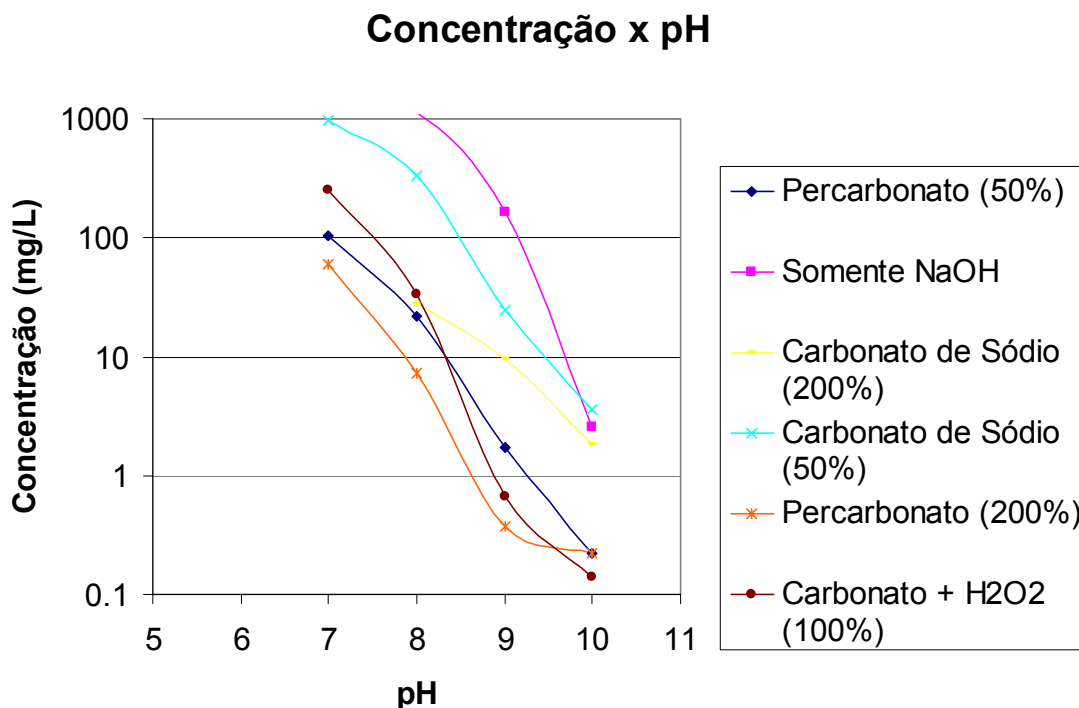


Gráfico 1: Concentração de manganês (mg/L) pela variação de pH utilizando diferentes agentes precipitantes com tempo de reação de 1 hora

Estudo da eficiência de remoção pelo tempo de reação

Os ensaios foram feitos à temperatura de 25°C, com tempo de reação de 0,5, 1, 2 e 4 horas. O pH = 9 foi mantido constante em todos os ensaios, pois apresentou máxima eficiência de remoção dentro do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, que é de pH = 9. O precipitado formado foi filtrado por filtros de diâmetro de 8 µm.

Utilizou-se excesso de 200% para os agentes precipitantes peróxido de hidrogênio, e carbonato de sódio com peróxido de hidrogênio devido à maior eficiência de remoção obtida comparando com o excesso de 50%; para o reagente percarbonato de sódio, foi utilizado excesso de 50% do reagente, pois a eficiência de remoção utilizando excessos de 50% e 200% foi a mesma.

As concentrações de manganês do efluente ao final de cada experiência com os agentes precipitantes utilizados estão apresentadas na tabela 2:

Tabela 2: [Mn] (mg/L) para diferentes reagentes precipitantes, tempo de reação e excesso de reagente

Tempo (h)	Percarbonato de Sódio	Somente NaOH	H ₂ O ₂	Carbonato + H ₂ O ₂
Excesso	50%	-	200%	200%
0,5	0,88	400	30	0,595
1,0	0,56	230	0,56	0,35
2,0	0,91	200	0,35	0,35
4,0	0,89	0,8	0,15	0,88

T = 25°C e pH = 9

O gráfico abaixo ilustra os dados obtidos na Tabela 2:

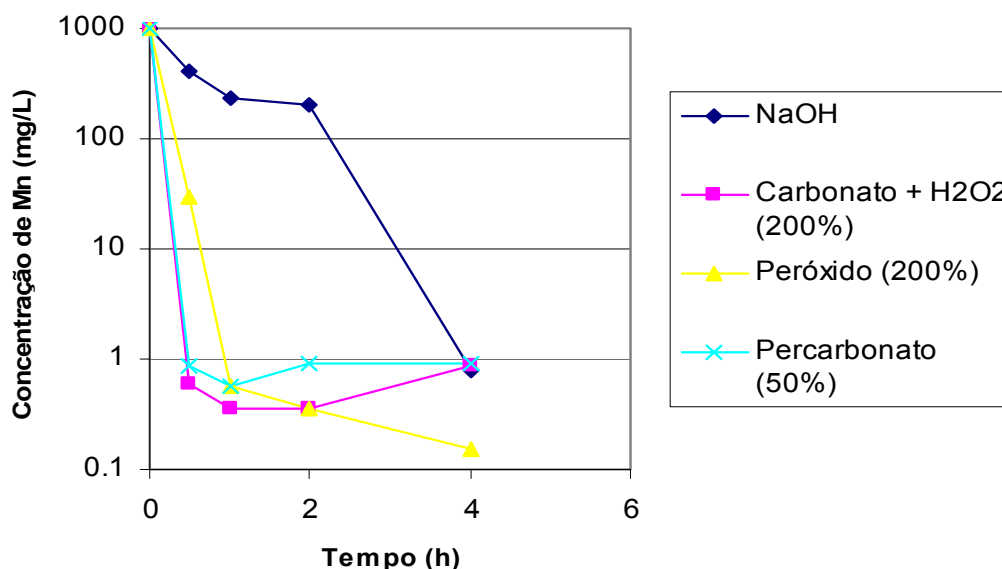


Gráfico 2: Concentração de manganês (mg/L) pelo tempo de reação utilizando diferentes agentes precipitantes a pH = 9 e temperatura = 25°C

Conclusão

Os resultados dos ensaios realizados encontram-se de acordo com os parâmetros estabelecidos para o descarte de efluentes contendo manganês, que são: $5 < \text{pH} < 9$ e $T < 40^\circ\text{C}$.

O pH da solução é um fator primordial para o alcance de remoção de manganês dissolvido em águas de processo, indicando que quanto maior este valor, maior a taxa de remoção de manganês.

O excesso de concentração dos reagentes precipitantes foi importante para obtenção de taxas maiores de remoção. Para todos os agentes precipitantes considerados, a eficiência de remoção alcançou taxas maiores com o aumento do excesso de reagentes.

O tempo de reação não foi um fator importante na remoção de manganês utilizando Peróxido de Hidrogênio e Percarbonato de Sódio, já que ambos apresentaram variação

mínima das concentrações com a variação do tempo de reação. Com o tempo de reação de 4 horas, todos os agentes precipitantes comprovaram resultados válidos, atingindo [Mn] final < 1 mg/L, de acordo com o padrão de descarte exigido pela Resolução CONAMA 357/2005.

Referências

1- Dos Santos Juliana Santos. **Remoção de Manganês de Águas e Efluentes Industriais com Utilização do Peróxido de Hidrogênio**. Rio de Janeiro, 2004. 89 p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Ciência dos Materiais e Metalurgia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.