

Efeito das Diferentes Composições das Drenagens Ácidas Sobre a Capacidade de Neutralização da Nefelina Sienito e Rocha Calcária

Franciane Martins de Carvalho
Bolsista de Inic. Científica, Eng. Química, UERJ

Miguel A. Díaz
Orientador Engº Metalúrgico, Ph.D.

RESUMO

Experimentos realizados indicam que a composição da drenagem ácida altera a capacidade de materiais alcalinos em neutralizar a acidez de tais drenagens. No caso da nefelina sienito, a capacidade de neutralização diminui quando comparada com o controle, solução de ácido sulfúrico, devido à precipitação de hidróxido férrico.

1. INTRODUÇÃO

A indústria de mineração, assim como qualquer outra atividade humana, apresenta uma série de problemas ambientais associados a ela. A contaminação e acidificação das águas superficiais e subterrâneas, decorrentes da atividade mineira, são os maiores problemas enfrentados pelas indústrias que operam com minerais sulfetados, pois os rejeitos contendo sulfetos, expostos às intempéries, geram o que é denominado drenagem ácida de minas (DAM).

A drenagem ácida é o resultado de um fenômeno natural que ocorre sempre em locais onde o material alcalino do solo é insuficiente, ou não efetivo, para neutralizar a acidez resultante da oxidação dos sulfetos presentes nos rejeitos e estéreis acumulados durante a extração mineral.

A pirita é a principal responsável pela geração de lixívia ácida, e a sua oxidação é representada pelas equações 1, 2 e 3.



Existem algumas rochas que são capazes de neutralizar drenagens ácidas, tais como a nefelina sienito (rocha natural composta de nefelina ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) e de feldspato ($\text{X}(\text{AlSi})_3\text{O}_8$, onde X pode ser substituído pelos elementos Na, Ba, K ou Ca) e a rocha fosfática; porém a rocha calcária é a mais eficiente, já que libera uma quantidade maior de alcalinidade em relação aos demais materiais alcalinos naturais.

O processo de neutralização da acidez das drenagens é geralmente representado pela equação abaixo:



A drenagem ácida de minas tem provocado impactos ambientais significativos em determinadas regiões, tal como a região do Appalachian (EUA), onde 10500 milhas de córregos, em oito estados, foram afetadas. Há 20 anos, calculou-se que 6000 toneladas de ácido sulfúrico foram produzidas todos os dias nessa região [2]. Drenagens de minas em Santa Catarina, com valores de pH em torno de 4, já foram registradas [3]. Em 1994, o Ministério de Recursos Naturais do Canadá informou que o custo com os problemas relacionados com as drenagens ácidas está entre 2 a 5 bilhões de dólares canadenses[4].

2. OBJETIVO

Comparar o efeito das diferentes composições das drenagens ácidas sobre a capacidade de neutralização da nefelina sienito e rocha calcária em função de distintas granulometrias.

3. METODOLOGIA

3.1 Materiais

3.1.1 Preparo da Amostra Sólida:

A amostra de nefelina sienito foi doada pela Pedreira Vigné Ltda., Nova Iguaçu - RJ, apresentando granulometria em torno de 9 mm. A rocha calcária foi cedida pela empresa Cimento Mauá, Cantagalo - RJ, e como apresentava granulometria superior a 9 mm foi necessário o uso do britador de mandíbulas e de rolo para uma cominuição apropriada. Uma amostra

representativa, de cada material utilizado, foi tomada para as respectivas análises química e mineralógica.

As Tabelas 1 e 2 apresentam os resultados das análises químicas por espectrometria de absorção atômica, após a abertura das amostras.

Tabela 1 - Análise química da nefelina sienito (em %)

Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂
4,50	4,10	2,60	0,60	1,42	23,80	3,30	58,40

Tabela 2 - Análise química da rocha calcária (em %)

CaCO ₃	C	SO ₃ ⁻	MgCO ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂
96,20	0,95	0,03	0,83	0,52	0,17	1,23

3.1.2 Sintetização da Drenagem Ácida:

Foram sintetizados três tipos de drenagens ácidas, que se distinguem pela concentração dos íons Fe⁺², Fe⁺³, Zn⁺², Mn⁺² e H₂SO₄. A acidez final foi correspondente a 2500 mg/L de CaCO₃, sendo essa ajustada pela adição de ácido sulfúrico concentrado, quando necessário.

A Tabela 3 descreve a composição aproximada das drenagens sintetizadas em laboratório:

Tabela 3 - Composição das drenagens ácidas sintetizadas

Tipo De Drenagem	Mina - Metais	Mina - Carvão	Controle
Composição	1	2	3
Fe ₂ SO ₄ .7 H ₂ O	0,535 g/L	4,983 g/L	-
Fe ₂ (SO ₄) ₃ .nH ₂ O	3,600 g/L	-	-
ZnSO ₄	0,440 g/L	-	-
MnSO ₄ . H ₂ O	-	0,995 g/L	-
H ₂ SO ₄ (98%)	0,167 mL/L	0,267 mL/L	1,500 mL/L

4. MÉTODOS

Os experimentos consistiram na adição do material sólido a 1,5 litros de drenagem sintetizada em um reator de capacidade de 2 litros e diferiam entre si pela quantidade e granulometria do material empregado. Foram utilizadas, aproximadamente, 75,0 g de nefelina sienito e 15,0 g de rocha calcária na realização dos experimentos.

Empregou-se agitação apropriada (600 rpm), para que todas as partículas permanecessem em suspensão. A medição do pH foi realizada através do aparelho "Digigraf led da Renè Graf", com eletrodo combinado da Analion V-620.

Após a medição do pH inicial do sistema, foram tomadas alíquotas em intervalos de tempo pré-determinados. Essas amostras foram filtradas, evitando-se o prolongamento da neutralização, seguindo o método padrão de AWWA para águas de drenagem ácida [5]. Posteriormente, foram tratadas com uma pequena quantidade de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), seguido de aquecimento durante 4 minutos, com o propósito de oxidar os íons metálicos de valência reduzida. Após o resfriamento das amostras, à temperatura ambiente, realizou-se a titulação, pela utilização de NaOH 0,05N até pH 8,3.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos experimentos realizados com os materiais alcalinos são apresentados pelos Gráficos 1, 2, 3 e 4. No Gráfico 1 são mostrados os resultados obtidos para a alcalinidade gerada pela nefelina sienito em função do tempo, frente a drenagem - controle e as diferentes frações apresentadas pelo material analisado. Como era esperado, o material mais fino possui um poder de neutralização mais elevado e em menor tempo de reação.

Uma forma mais concisa e com maior clareza, para uma melhor comparação, seria representar somente as alcalinidades máximas para cada fração do material empregado em um tempo determinado, como mostram os gráficos 2, 3 e 4.

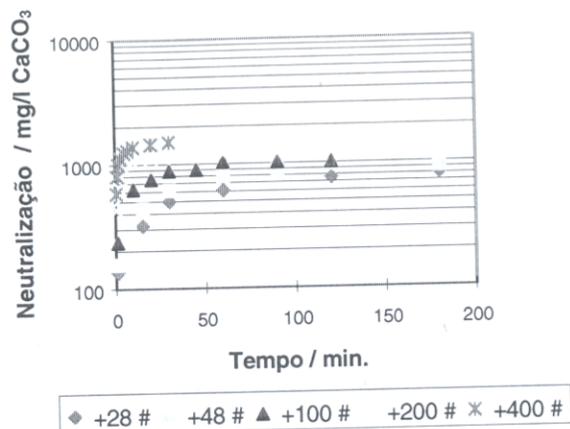


Gráfico 1 - Neutralização da drenagem - controle pela nefelina sienito classificada a úmido (75,0 g) em 30 minutos de reação e apresentando acidez inicial igual a 2.500 mg/L CaCO₃

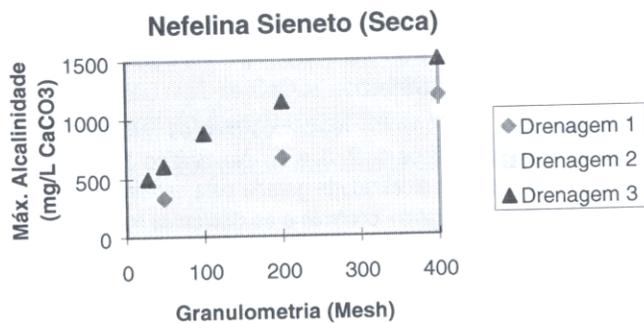


Gráfico 2 - Alcalinidades máximas obtidas pela nefelina sienito classificada a seco (75,0 g) em 30 minutos de reação e apresentando acidez inicial igual a 2.500 mg/L CaCO₃

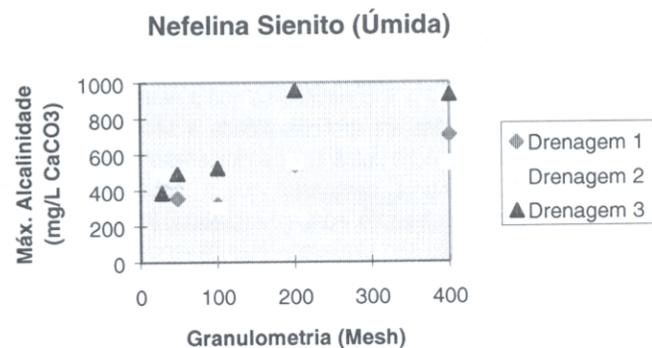


Gráfico 3 - Alcalinidades máximas obtidas pela nefelina sienito classificada a úmido (75,0 g) em 30 minutos de reação apresentando acidez inicial igual a 2.500 mg/L CaCO₃

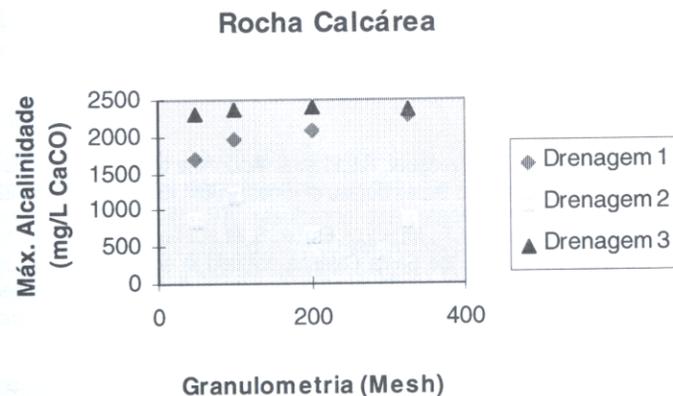


Gráfico 4 - Alcalinidades máximas obtidas pela rocha calcária (15,0 g) em 30 minutos de reação e apresentando acidez inicial igual a 2.500 mg/L CaCO₃

A partir da observação dos Gráficos 2 e 3, verificou-se que as neutralizações geradas pelas frações correspondentes às maiores granulometrias (+ 28 # e + 48 #) possuem valores bem próximos, independentes da composição da drenagem utilizada e, a medida que essas diminuem, os valores se afastam entre si, principalmente entre a drenagem - controle e as demais drenagens.

A fração correspondente a + 400 # apresenta-se como a mais eficiente na neutralização das diversas drenagens.

Comparando-se os Gráficos 2 e 3, constatou-se que a neutralização obtida a partir da utilização da nefelina sienito, classificada a seco, é maior que a úmido. O Gráfico 4, para a rocha calcária, quando comparado com o Gráfico 3, para a drenagem – controle, demonstra que a rocha calcária é mais eficiente na neutralização. Entretanto, com a drenagem 2 (mina de carvão) as capacidades de neutralização são similares. Não havendo, até o momento, explicação para tais resultados.

6. CONCLUSÕES

A neutralização das drenagens 1 e 2 não foi completa devido a precipitação de hidróxido férrico ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) sobre a superfície do nefelina sienito bem como da rocha calcária, comprometendo a eficiência do processo.

Os resultados apresentados indicam que a eficiência de neutralização dependerá da mineralogia da fonte geradora da drenagem ácida.

BIBLIOGRAFIA

1. KIM, A.G., HEISEY, B.S., KLEINMANN, R.L.P. et al. Acid mine drainage: control and abatement research. United States Bureau of Mines, USBM IC 8905, 1982, pp.22.
2. SANCHEZ, L.E., HENNIES, W.T., MÉDICI DE ESTON, S. et al. Cumulative impact and environmental liabilities in the Santa Catarina coalfield in southern Brazil. 3rd. *Int.Conf. on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production Proceedings*. 30th August-1st September 1994, Perth: Western Australia, pp.75-85.
3. NATURAL Resources Canada. Mend Programme. <http://www.NRCan.gc.ca/Mets/MEND>.
4. HAMILTON, W.R., WOOLLEY, A.R., BISHOP, A.C. The Hamlyn guide to minerals, rocks and fossils. London: Hamlyn Publishing Group Limited, 1974.
5. STANDARD methods for the examination of water and wastewater. In: CLESCERI, L.S., GREENBERG, A.E., TRUSSEL, R.R. (eds.). 17th ed., Washington, D.C: APHA, AWWA, WPCF, Part 2310, 1989

Tiosulfato como Reagente Alternativo para Lixiviação de Ouro (Parte II)

Gilcelia Borges David

Bolsista de Inic. Científica, Eng. Química, UERJ

Themis Carageorgos

Orientadora, Engenheira Química, Ph.D.

RESUMO

O presente trabalho apresenta resultados preliminares do estudo de recuperação de Au de solução amoniaca de tiosulfato de sódio. Foi usado o processo de extração por solventes, e o Aliquat 336 mostrou ser em extratante efetivo para o ouro contido em solução amoniaca de tiosulfato de sódio, atingindo 100% de Au extraído em um único estágio. A lixívia de tiosulfato continha 12-15 ppm de Au. A reextração do Au do orgânico carregado não apresentou os resultados esperados, recuperando apenas 15% do Au presente.

1. INTRODUÇÃO

O estudo da utilização da solução amoniaca de tiosulfato de sódio como reagente alternativo para lixiviação do ouro foi iniciado em 1996 (Parte I) e apresentado na JIC 97, resultando no estabelecimento das melhores condições de dissolução do ouro (0,4M de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$; 0,7M NH_4OH ; 0,018M CuSO_4), usando-se a técnica do disco rotativo. O ouro assim obtido necessita então ser recuperado dessa lixívia para os processos subseqüentes.

O ouro é convencionalmente recuperado no processo de cianetação por adsorção em carvão (CIP-Carbon in Pulp) ou cementação com pó de zinco (Merril Crowe Process)¹. Entretanto, segundo a literatura pesquisada^{2,3} esses processos não foram adequados para retirar o ouro das lixívias oriundas do processo de lixiviação com tiosulfato. Assim, dando continuidade ao estudo da solução de tiosulfato como reagente alternativo para lixiviação do ouro, o processo de extração por solventes, usando-se Aliquat 336, MIBK e Alamina 336 como extratantes, foi aplicado para a recuperação do ouro da lixívia de tiosulfato. A extração por solventes tem uma cinética de reação rápida e alta capacidade de carregamento com ouro. Esses fatores têm a capacidade de reduzir os equipamentos necessários e devem diminuir as exigências de refino do produto.