

7. AUGOOD, DEREK R. , Some handling considerations for spent potlining. *Light Metals*, 2: 979-992, (1986).
8. BELITSKUS, DAVID, Bench scale tests on reuse of spent potlining in cathodes. *Light Metals*, 299-303, (1992).
9. BLAYDEN, L. C.; HOHMAN, S. C.; ROBUCK, S. C., SPENT POTLINER Leaching and leachate treatment. *Light Metals*, 663-667, 1987.

Cinética de Dissolução dos Aluminossilicatos de Rocha Estéril Contendo Sulfetos

Inês Teodoro Sant'Anna

Bolsista de Inic. Científica, Eng. Química, UERJ

Vicente Paulo de Souza

Orientador, Eng. Químico, MSc.

RESUMO

O presente estudo objetivando verificar a competitividade entre as reações produtoras e consumidoras de ácido vem simulando, em laboratório, as reações de intemperismo ocorrentes no interior da pilha de estéril da mina de urânio de Poços de Caldas, operando dentro da faixa de pH estável (2.80 a 3.50) verificada no campo ao longo dos anos, ocasionando a liberação de elementos tóxicos ao meio ambiente.

1. INTRODUÇÃO

A liberação de elementos potencialmente tóxicos para o meio ambiente, carregados pelas drenagens ácidas provenientes das pilhas de estéril, cava da mina ou bacia de rejeitos, depende, em muitos casos, da combinação dos processos físico e químico que ocorrem nesses locais e que ainda não estão devidamente elucidados, necessitando, portanto, de serem melhor compreendidos e previstos⁽¹⁾.

Um dos fatores críticos é o processo geoquímico específico que por um longo período controla a evolução do pH com o tempo, no interior da pilha de estéril. Somando-se a isso, o pH, em muitas situações, em virtude de seus baixos valores, pode interferir na taxa e no mecanismo de intemperismo do sulfeto, como, por exemplo, promovendo o crescimento de bactéria acidofílica, acelerando a taxa de oxidação do sulfeto⁽²⁾.

Experimentos estão sendo conduzidos em colunas (também o serão em reatores agitados) e se propõem ao estudo das taxas relativas de produção de alcalinidade e acidez no estéril piritoso de Poços de Caldas, quando em contato permanente do estéril com uma solução aquosa. Cabe ressaltar que este estudo, envolvendo as reações de intemperismo dos aluminossilicatos predominantes no estéril, aborda um aspecto específico do estudo previamente realizado com o estéril piritoso da referida mina de urânio⁽³⁾.

2. OBJETIVO

Simular em laboratório região anóxica (inundada) da pilha de estéril, propondo-se ao estudo das reações de intemperismo dos aluminossilicatos, analisando a ocorrência da competitividade entre as reações produtoras e consumidoras de ácido, bem como as taxas relativas de alcalinidade e produção de ácido em função do tamanho da partícula.

3. MATERIAIS E MÉTODOS EXPERIMENTAIS

Ao todo foram coletadas amostras de nove pontos distintos da pilha de estéril, que após toda etapa de preparação formaram um única amostra composta que foi utilizada nos experimentos, bem como nas análises granulométrica, química e mineralógica.

O material foi classificado a úmido nas frações cascalho, areia, silte e argila, utilizando-se peneiras da Série Tyler, demonstrado na Tabela 1.

A caracterização mineralógica foi realizada empregando-se microscopia eletrônica de varredura acoplada ao analisador de imagens.

A composição elemental da amostra composta em granulometrias distintas (cascalho, areia e silte) foi determinada por espectrofotômetro de absorção atômica Varian e espectrometria por plasma - Perkin Elmer Emission Spectrometer Plasma 2000 ICP/AES. Os resultados podem ser verificados na Tabela 2.

Os experimentos estão sendo conduzidos em duplicata para as frações cascalho e areia, constando o sistema de 4 colunas de acrílico, com 3,5 cm de raio por 39,4 cm de altura. O material nas colunas é mantido continuamente em condições subaquáticas, sendo a relação (V:V) sólido:líquido de 1:3, e a solução é recirculada com o emprego de bombas peristálticas MASTERFLEX-COLE PARMER.

O monitoramento das colunas é feito diariamente, medindo-se os parâmetros físico-químicos de condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$ e/ou mS/cm), potencial de oxidação (mV) e pH, utilizando-se os equipamentos pH/conductivity da CHECK*MATE, digital pH/millivolt meter 611 da Orion Research e íon-analisador IA-601 da Analion.

Uma vez que a solução atinge o pH de estabilidade ~ 3.5 e não se mantém, o mesmo é corrigido para 2.80 com ácido nítrico 1, 2 ou 3N. Antes de se efetuar o ajuste, são retirados 30 mL de lixívia de cada coluna para o

controle químico da liberação dos íons sódio, magnésio, potássio, alumínio e cálcio. O volume retirado é repostado com a solução lixiviante de ácido nítrico.

4. RESULTADOS OBTIDOS

Tabela 1 - Análise granulométrica da amostra composta

Fração	Abertura		Passante Acumulado (%)	Retido Acumulado (%)
	Mm	Mesh		
CASCALHO	5,60	3 ½	70,78	29,22
	1,68	10	58,98	41,02
AREIA	0,210	65	44,65	55,35
	0,074	200	37,85	62,15
SILTE	0,038	400	31,88	68,12
ARGILA	< 0,038	- 400	-	-

4.1 Dados da caracterização mineralógica

— microclina $\text{K}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ - 73.5%, caolinita $\text{Al}(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$, - 24.9% nefelina, clinopyroxênio, além de outros em menores quantidades.

Tabela 2 - Composição elemental para as frações cascalho (10#), areia (200#) e silte (400#) da amostra composta

Amostra	K	Na	Al	Mn	Ca	SiO ₂	Mg	Cu	Zn	Fe
	%	%	%	%	%	%	%	mg/kg	mg/kg	%
AC-10	10,3	0,73	12,1	0,19	0,21	47,5	0,14	<0,05	88,2	2,4
AC-200	5,3	0,93	15,8	0,03	0,24	41,7	0,16	20,4	130,8	3,4
AC-400	9,4	0,77	12,9	0,10	0,22	47,5	0,13	<0,05	112,7	3,0

AC - amostra composta

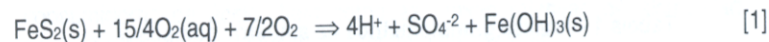
4.2 Discussão dos Resultados

Na ocasião em que o presente relatório foi redigido os dados ainda estavam incompletos não possibilitando portanto a discussão dos resultados.

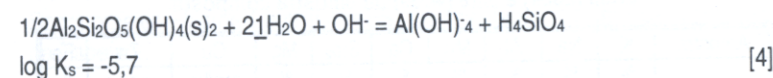
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como verificado através da caracterização mineralógica, o feldspato potássico e a caolinita são os principais aluminossilicatos constituintes da rocha sulfetada que constitui o material estéril da mina de urânio de Poços

de Caldas. Especificamente para o presente caso, o estudo da cinética ou de dissolução do feldspato potássico se reveste de importância, pois pode vir a ser uma útil ferramenta para se avaliar o potencial das drenagens ora em curso na pilha de estéril, como se observa na equação (1).

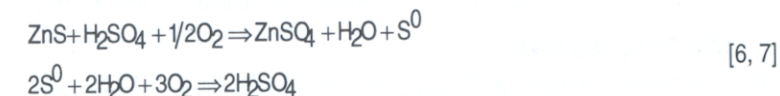


As equações (2) e (3), mostram a alteração do feldspato potássico para caolinita, com a formação do $\text{Al}(\text{OH})_3$ amorfo como produto intermediário. A contínua caolinização do feldspato ocorre, mas provavelmente a uma taxa crescente bastante lenta à medida que a espessura da camada de difusão diminui devido à própria reação de caolinização, e a concentração de sílica também aumenta devido ao excesso de sílica no feldspato além daquela requerida para formar a caolinita⁽⁴⁾.



As velocidades relativas das reações produtoras e consumidoras de ácido, que estão sendo estudadas, são utilizadas para avaliar o efeito global dos processos participantes no ciclo interno dos prótons.

Para que possamos aplicar o modelo matemático que nos fornece o balanço protônico, consideramos a estequiometria para o intemperismo da pirita, calcopirita e esfalerita nessas condições específicas aqui consideradas nas equações (1), (5), (6), (7).



Quanto ao ácido total adicionado nas colunas, o mesmo pode ser calculado de acordo com a equação (8), onde ηNO_3^- corresponde ao número de moles de ácido nítrico adicionado e V_T o volume total de água.

$$T_{\text{acid}} = n\text{NO}_3^- + 2V_T \left(\left[\text{SO}_4^{2-} \right] - \left[\text{Cu}^{2+} \right] - \left[\text{Zn}^{2+} \right] \right) \quad [8]$$

A alcalinidade total pode ser calculada pela equação (9)

$$T_{\text{alk}} = V_T \left(2 \left[\text{Ca}^{2+} \right] + 2 \left[\text{Mg}^{2+} \right] + \left[\text{Na}^+ \right] + \left[\text{K}^+ \right] + 3 \left[\text{Al}^{3+} \right] \right) \quad [9]$$

Alguns parâmetros relevantes para o estudo das reações de alcalinidade ainda não foram postos em prática, não se podendo tirar conclusões acerca do intemperismo dos aluminossilicatos. São eles:

- ensaios com as partículas < 0.075mm (silte), início previsto para abril/98.
- análise química para o sulfato, cobre e zinco, iniciando-se, em março/98, a montagem de duas colunas (areia e cascalho), somente para a obtenção desses dados.
- os dados da liberação dos metais básicos (Ca, Na, K e Mg), bem como do Al, provenientes do intemperismo dos aluminossilicatos, apresentam-se incompletos.

BIBLIOGRAFIA

1. KWONG, Y. T. J. Prediction and prevention of acid rock drainage from a geological and mineralogical perspective. *Mind Project* 1.32.1, 1993.
2. STROMBERG, B., BANWART, S. Laboratory investigation of alkalinity producing reactions in sulphide containing waste rock, p.39-48.
3. SOUZA, V. P. SÁNCHEZ, L.E.. Drenagens ácidas do estéril piritoso da mina de urânio de Poços de Caldas: interpretações e implicações ambientais. *Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP*, 1996.
4. WOLLAST, R. Kinetics of the alteration of K-feldspar in buffered solutions at low temperature. *Geochimica et Cosmochimica*, v.31, 1967.