



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

MOBILIZAÇÃO DE ARSÊNIO EM AMOSTRAS DE UM MINÉRIO DE VANÁDIO

Luiz dos Santos jr ⁽¹⁾, Priscila carvalho Moreira ⁽²⁾, Renato Welmer Veloso ⁽³⁾, Juscimar da Silva ⁽⁴⁾, Jaime Wilson Vargas de Mello ⁽⁵⁾, Bernardino Ribeiro Figueiredo ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Engenheiro Ambiental; Departamento de Solos, Centro de Ciências Agrárias e da Terra da UFV, Av. PH Rolfs s/n, Campus Universitário, Viçosa/MG, CEP 36.570-000 (luizdsjunior@hotmail.com);

⁽²⁾ Estudante de Graduação, Departamento de Solos, Centro de Ciências Agrárias e da Terra da UFV, Av. PH Rolfs s/n, Campus Universitário, Viçosa/MG, CEP 36.570-000;

⁽³⁾ Estudante de Doutorado, Departamento de Solos, Centro de Ciências Agrárias e da Terra da UFV, Av. PH Rolfs s/n, Campus Universitário, Viçosa/MG, CEP 36.570-000;

⁽⁴⁾ Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, EMBRAPA, Rod. BR 060, km 09, Brasília/Anápolis, 70359-970 Brasília, DF;

⁽⁵⁾ Professor Associado do Departamento de Solos, Centro de Ciências Agrárias e da Terra da UFV, Av. PH Rolfs s/n, Campus Universitário, Viçosa/MG, CEP 36.570-000

⁽⁶⁾ Professor Associado do Instituto de Geociências, Departamento de Geologia e Recursos Naturais, Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas, Cidade. Universitária Zeferino Vaz s/n, Barão Geraldo, 13083-970 - Campinas, SP - Brasil - Caixa-Postal: 6152

Resumo – A mineração é uma das atividades antrópicas que pode causar impacto ao meio ambiente podendo ter como relevante impacto a mobilização de elementos tóxicos em pilhas de estéréis e rejeitos. Este é um dos principais problemas relacionados à contaminação das águas decorrentes da mineração, principalmente quando esses materiais estão associados a sulfetos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a mobilização de As, em amostras de minério de Vanádio, por meio de testes dinâmicos, em colunas de lixiviações e ensaios de Lixiviação e Solubilização conforme as Normas Técnicas 10.005 e 10.006 da ABNT, respectivamente. Realizou-se também micro-análises de varredura para caracterizar a composição mineral das amostras, e possível associação com o As. Após a realização dos experimentos nenhum dos materiais apresentou sinais de geração de águas ácidas, o pH permaneceu entre 7 e 8. Não obstante, nos ensaios cinéticos, em colunas de lixiviação, foram detectadas, concentrações de As relativamente elevadas para um dos materiais avaliados. A fonte deste As foi também comprovada nas micro-análises de varredura.

Palavras-Chave: meio ambiente, geoquímica, drenagem ácida, contaminação,

INTRODUÇÃO

A mineração mesmo sendo de fundamental importância na economia brasileira, é uma atividade que pode causar impactos ao Meio Ambiente. Um impacto relevante refere-se à mobilização de elementos tóxicos, que podem contaminar aquíferos e solos e, eventualmente, acarretar riscos a saúde humana.

Depósitos de rejeitos e pilhas de estéril de mineração podem contaminar o ambiente graças à presença de metais pesados, principalmente quando esses materiais estão associados a sulfetos.

Os produtos da oxidação dos sulfetos, além de serem altamente solúveis, apresentam reação

fortemente ácida, de modo que são facilmente dissolvidos na fase líquida, acidificando as águas de drenagem (Mello & Abrahão, 1998). Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a mobilização de As em materiais provenientes de um minério de vanádio, por meio de testes dinâmicos e ensaios padronizados de solubilização e lixiviação. Também foi investigada a possível origem de As nas amostras por micro-análises de varredura eletrônica (MEV-EDS).

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de rochas e de um rejeito de minério de Vanádio foram submetidas a testes dinâmicos de intemperismo simulado, visando avaliar a cinética de oxidação dos sulfetos e a mobilização de As, em colunas de lixiviação. As amostras de rochas foram coletadas em furos de sondagem e o rejeito foi processado em teste piloto.

As amostras foram moídas para obter partículas com diâmetros entre 1 e 4 mm. As colunas de lixiviação consistiram de tubos de PVC com 25,4 mm de diâmetro e 30 cm de altura. As colunas foram preenchidas com massas equivalentes a 100 cm³ de cada material. Foram adicionados 50 gramas de quartzo, com diâmetro entre 1 e 2 mm, no topo e na base das colunas, sobre e sob o material.

Depois de montadas, as colunas foram dispostas em delineamento de blocos casualizados, com três repetições. O tratamento testemunha correspondeu a colunas preenchidas apenas com quartzo na granulometria entre 1 e 4 mm. Em cada coluna foi aplicado um volume de 60 mL de água ultra-pura a cada duas semanas, equivalente a 1,5 vezes a precipitação mensal do período de maior pluviosidade da região. As soluções lixiviadas foram coletadas na base das colunas para avaliação da geração de acidez e mobilidade dos elementos em estudo. Foram determinados os valores de pH e as concentrações de As por gerador de hidretos acoplado ao ICP (HG-ICP/OES), foi adicionado HCl (5 mols L⁻¹) nas soluções de leitura.

Além dos testes dinâmicos, foram realizados ensaios de lixiviação e solubilização para classificação de resíduos sólidos, conforme as Normas Técnicas 10.005 e 10.006 da ABNT, respectivamente. Os resultados obtidos foram comparados aos padrões máximos permitidos, constantes na Norma técnica NBR 10.004 (ABNT, 2004). Nestes ensaios, o As também foi determinado por gerador de hidretos acoplado ao ICP (HG-ICP/OES).

Para as análises de microscopia de varredura (MEV-EDS) utilizaram-se duas amostras das rochas e uma de rejeito. Neste material obtiveram-se imagens eletrônicas de espalhamento e mapeamento de raios X. As micro-análises eletrônicas (EDS) foram realizadas a 20 kV, contagem de pontos em 100 segundos e método quantitativo de correção ZAF. Nessas condições experimentais, as análises foram consideradas como semi-quantitativas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH dos lixiviados não apresentaram variações consideráveis no período experimental, permanecendo em sua maioria com valores entre 7,0 e 8,0 (FIGURA 1). Isto descarta a ocorrência de reações de oxidação de sulfetos capazes de gerar águas com pH ácido, pelo menos a médio prazo. Além disso, os valores de pH estão dentro dos padrões estabelecidos pelo CONAMA (2005) para lançamento de efluentes (entre 5 e 9).

As concentrações de As nos extratos dos testes de lixiviação e solubilização foram inferiores ao limite de quantificação da técnica analítica utilizada ($As < 0,21 \mu g L^{-1}$), exceto para a amostra 9, que apresentou concentração de As de $0,78 \pm 0,01 mg L^{-1}$ no teste de lixiviação. No entanto, essa concentração é inferior ao limite máximo estabelecido pela ABNT de $1,0 mg L^{-1}$.

O As não foi detectado na maior parte das amostras incluindo o rejeito ($As < 0,2 \mu g L^{-1}$) nas soluções lixiviadas das colunas. Por outro lado, foram detectadas concentrações entre $0,06 \pm 0,01 mg L^{-1}$ e $10,25 \pm 0,26 mg L^{-1}$ de As nos lixiviados em cinco amostras. Entre estas, somente a amostra 9 apresentou concentração acima do máximo permitido ($0,5 mg L^{-1}$) para lançamento de efluentes (CONAMA, 2005), cerca de 20 vezes o valor limite (FIGURA 2).

Estudo geoquímico realizado na região de ocorrência do minério aponta presença da platina e do paládio em corpos magnetíticos, sendo a esperrilita ($PtAs_2$) o mineral de platina mais abundante. Também foi relatada a presença de alguns arsenietos de Ni-Co (Sá et al., 2005). Tais ocorrências corroboram tanto a quantificação do elemento no lixiviado, quanto nas análises de microscopia de varredura na amostra 9, que apresentou em alguns pontos pequenas proporções de sulfetos e sulfo-arsenietos, principalmente de Co e Ni.

Considerando que o As ocorre em forma reduzida no mineral esperrilita, sua presença na água requer atenção, uma vez que as formas reduzidas são potencialmente mais tóxicas que as oxidadas (As^{+5}) e orgânicas (Smedley e Kinniburgh, 2002).

CONCLUSÕES

1. Os valores de pH permaneceram estáveis, entre 7,0 e 8,0, indicando ausência de risco de geração de drenagem ácida a curto e médio prazo.
2. Os teores de As mobilizados em uma das amostras avaliadas foram considerados elevados, tanto nos ensaios de solubilização e lixiviação quanto nos ensaios dinâmicos em colunas de lixiviação. A fonte do As também foi confirmada por meio de micro-análises de varredura nesta amostra.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e Largo Mineração LTDA. pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. (2004). NBR 10.004 Resíduo Sólido – Classificação. 2ª edição. 71p
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. (2005). Resolução No. 357. Classificação de corpos de água e diretrizes para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.
- MELLO, J.W.V. & ABRAHÃO, W.A.P. Geoquímica da drenagem ácida. In: DIAS, L.E. & MELLO, J.W.V., eds. Recuperação de áreas degradadas. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1998. p.45-57.
- Sa, J.H.S., Barnes, S.J., Prichard, H.M. and Fisher, P.C. (2005) The Distribution of Base Metals and Platinum-Group Elements in Magnetite and Its Host Rocks in the Rio Jacaré Intrusion, Northeastern Brazil. *Economic Geology* 100(2), 333-348.
- Smedley, P.L. and Kinniburgh, D.G. (2002) A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters. *Applied Geochemistry* 17(5), 517-568.

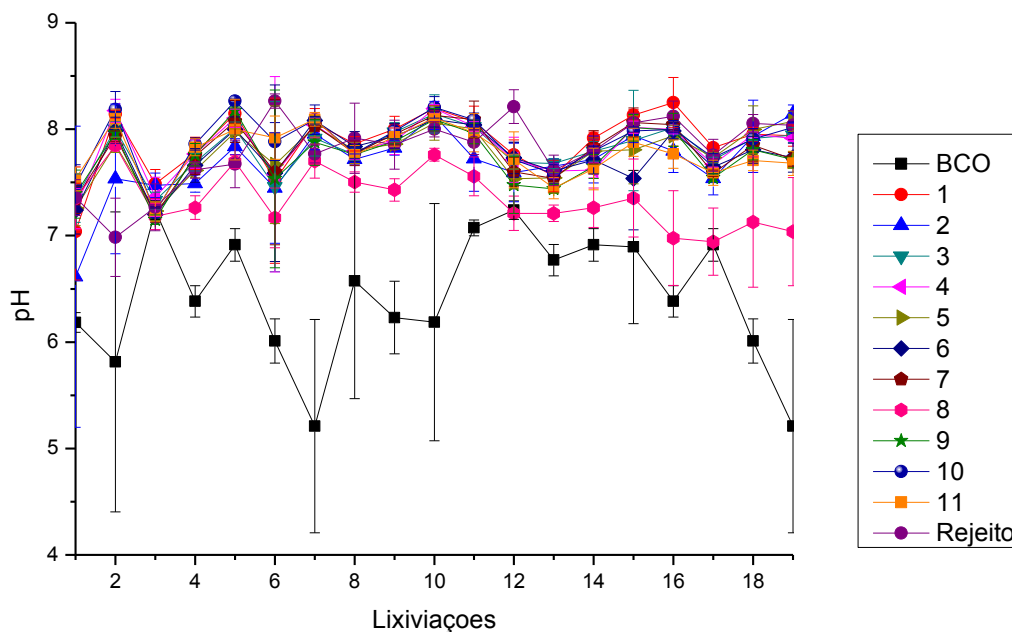


FIGURA 1 – Valores de pH das soluções lixiviadas de colunas contendo amostras de rochas e rejeito de minério de Vanádio e de uma testemunha (BCO), ao longo de 19 lixiviações.

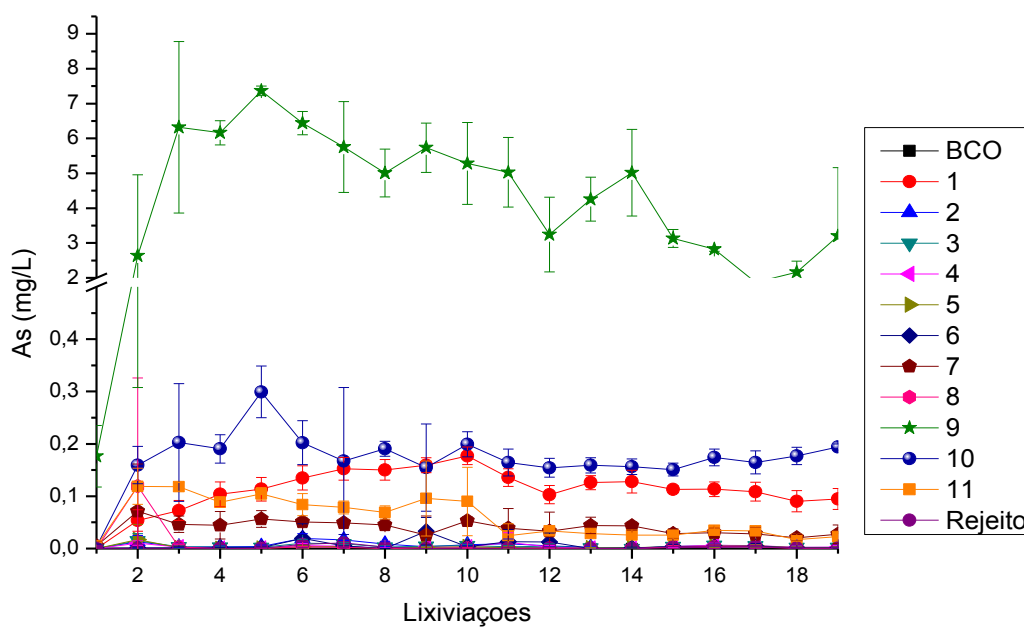


FIGURA 2 – Concentrações de As nas soluções lixiviadas de colunas contendo amostras de rochas e rejeito de minério de Vanádio e de uma testemunha (BCO), ao longo das 19 lixiviações.