

3.02.99 - Engenharia de Minas

ESTUDOS DE AVALIAÇÃO E ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO DA DRENAGEM ÁCIDA NA MINERAÇÃO

Ágatha Raiza Mendes Camargos¹, Fernanda Tátia Cruz², Fabrícia Nunes de Jesus Guedes³,
Izabella Martins Novais⁴

1. Estudante de Iniciação Científica da Faculdade de Engenharia da UEMG

2. Professora da FaEnge-UEMG/Orientadora

3. Professora da FaEnge/UEMG/Coordenadora

4. Estudante voluntária da Faculdade de Engenharia da UEMG

Resumo:

Em uma lavra a céu aberto, é inevitável o decapeamento, que consiste na remoção da porção de estéril, material presente no corpo mineralizado sem aproveitamento econômico.

A preocupação atual refere-se aos minerais sulfetados existentes na parte retirada, os quais são capazes de suscitar vastos riscos. Perante tais ameaças, considera-se a primordial de se instaurar alternativas mais seguras para dispor os estéréis nas pilhas e buscar métodos de retificar a oxidação dos minerais sulfetados, de maneira a controlar a acidificação e lixiviação dos metais no fluido regional.

O estudo investiga a natureza da matéria extraída na mineração de carvão mineral da Candiota-RS e da mineração de ferro da ArcelorMittal-Usina Monlevade/MG, observando até que ponto os diferentes elementos podem ser mobilizados quando expostos sob condições de teste de lixiviação, analisando-se o efeito da compactação e a possibilidade de ajustar a taxa de dissolução do carbonato à taxa de oxidação dos sulfetos presentes no estéril.

Autorização Legal: Nem todos os projetos necessitam de autorização legal para cumprimento, como neste caso, em que tais exigências não se aplicaram, uma vez que os empreendimentos minerários concederam a permissão para estudo do material extraído na mina e a FaEnge/UEMG dispôs de todo auxílio para concretização da pesquisa.

Palavras-chave: Mineração; Estéril; Drenagem Ácida de Mina.

Apoio financeiro: PAPq/UEMG

Trabalho selecionado para a JNIC pela instituição: FaEnge/UEMG

Introdução:

A atividade mineradora é um setor básico da economia do país, de tal forma que é impossível desassociá-la de nossas vidas, sendo indispensável para a manutenção da atividade industrial e para uma infinidade de aplicações (MMA, 2016). O Brasil detém inúmeros grupos de riquezas minerais, como as grandes reservas de minério de ferro e carvão presentes no país, substâncias minerais cruciais ao ser humano e que serão nosso alvo de estudo (CPRM, 2002).

Tanto a mineração de ferro quanto a de carvão mineral movem a economia brasileira, contribuindo de forma decisiva na melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações. Porém, tais atividades em si podem representar elevado comprometimento ambiental, como a questão da poluição hídrica por meio da oxidação de resíduos sólidos compostos por minerais sulfetados e lixiviação de metais pesados nas águas superficiais ou subterrâneas, característicos nessas jazidas (SILVA, 2007).

De acordo com a Resolução nº 404 da Lei 6.938, 31 de agosto de 1981 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, a disposição inadequada de resíduos sólidos é uma ameaça à saúde pública e acentua a degradação ambiental, afetando a qualidade de vida das populações. Em uma lavra a céu aberto, é inevitável o decapeamento, que consiste na remoção da porção de estéril, presente no corpo mineralizado, sem aproveitamento econômico (MELLO et.al, 2014). A preocupação refere-se aos minerais sulfetados existentes na parte retirada, os quais são capazes de suscitar vastos riscos.

A drenagem ácida de mina (DAM), por exemplo, é um dos maiores problemas oriundos da atividade mineradora, principalmente em mineração de metais como ferro e carvão mineral, podendo-se citar a região carbonífera de Santa Catarina e do Rio

Grande do Sul (CETEM, 2013).

Perante as ameaças ambientais no ecossistema, considera-se primordial instaurar alternativas mais seguras para disposição dos estéreis nas pilhas e buscar métodos de retificar a oxidação dos minerais sulfetados, de maneira a controlar a acidificação e lixiviação dos metais no fluido regional (BACCI, 2006).

O estudo consiste em avaliar o potencial de geração de drenagem ácida dos estéreis da mineração de carvão mineral da mina de Candiota-RS e da mineração de ferro da ArcelorMittal - Usina Monlevade /MG, propondo uma análise dos efeitos da DAM no solo, além de procurar métodos capazes de solucionar ou mitigar tal problema, evitando ou reduzindo consequências.

Metodologia:

Inicialmente realizou-se o ensaio de granulometria utilizando a técnica de peneiramento para a construção da curva de distribuição granulométrica referentes ao estéril do carvão, proveniente da Mina de Candiota- RS e do estéril de minério de ferro da Mina do Andrade-MG.

Após essa etapa, procedeu-se com a caracterização por difratometria de raios X, permitindo-se assim identificar todas as fases presentes, e conseqüentemente, a composição mineralógica das amostras.

Foram caracterizadas pela técnica de difração de raios X (DRX) pelo método do pó em difratômetro Rigaku Multiflex em operação no laboratório do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da UFMG.

Por fim, construíram-se seis colunas de lixiviação em escala laboratorial para simular a ocorrência da drenagem ácida de mina e assim propor medidas para mitigar a acidificação e a mobilização dos metais pesados nas águas de drenagem, assim como o comprometimento do solo e águas subterrâneas e superficiais do local.

Analisou-se o efeito da compactação, e a possibilidade de ajustar a taxa de dissolução do carbonato à taxa de oxidação dos sulfetos, dificultando o contato do ar atmosférico com os sulfetos presentes no estéril.

Utilizou-se para a construção de cada coluna de lixiviação uma amostra de estéril de carvão, e de minério de ferro (tais como obtidas na mina). As amostras compactadas, com adição e sem adição de carbonato de cálcio foram numeradas conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Descrição das amostras em cada coluna para o ensaio de lixiviação

Coluna	Composição
1	Carvão
2	Ferro
3	Carvão com carbonato
4	Ferro com carbonato
5	Carvão compactado com carbonato
6	Ferro compactado com carbonato

O ensaio de lixiviação ocorreu durante o período de 51 dias, utilizando 70 mL de água deionizada como agente lixiviador. Foi calculado o volume de água a ser lixiviada com base na precipitação média anual ocorrida na cidade de Candiota/RS (IRGA, 2016) e na cidade de João Monlevade/MG (INMET, 2016). Foram utilizados na construção da coluna uma massa de 30 g de minério na granulometria de 38 micrômetros, e 0,5 g de bicarbonato de cálcio. A Figura 1 apresenta o aparato experimental usado no experimento.



Figura 1 - Aparato experimental, a) coluna de lixiviação, b) manta geotêxtil, c) papel de filtro quantitativo d) recipiente para coleta

Nas soluções lixiviadas das colunas, foram determinadas as concentrações de sulfato por turbidimetria no espectrofotômetro modelo SP220 (BioSpectro), a condutividade da solução no condutivímetro modelo HMCDB 150 (Higmed) e o potencial hidrogeniônico no pHmetro modelo PG2000 (Gehaka). Estes ensaios visaram quantificar o potencial de drenagem ácida das amostras a fim de mitigar a acidificação e a mobilização dos metais pesados nos efluentes de drenagem, assim como o comprometimento do solo e águas subterrâneas e superficiais do local.

Resultados e Discussão:

Na Figura 2 estão apresentados os difratogramas de raios X identificando as fases

típicas presentes no mineral. Consta-se a presença significativa de hematita e quartzo na amostra de estéril de minério de ferro proveniente da Mina do Andrade, da ArcelorMittal – unidade de João Monlevade/MG (Figura 2a).

É válido citar que a hematita é uma importante fonte de ferro e o principal mineral da grande maioria das jazidas (UNESP, 2007). A Figura 2b mostra em comum na composição mineralógica do estéril de carvão da mina da Candiota e do estéril do minério de ferro (Figura 2a) o quartzo, mineral descrito anteriormente. Além disso, identificaram-se as substâncias minerais caulinita e grafita.

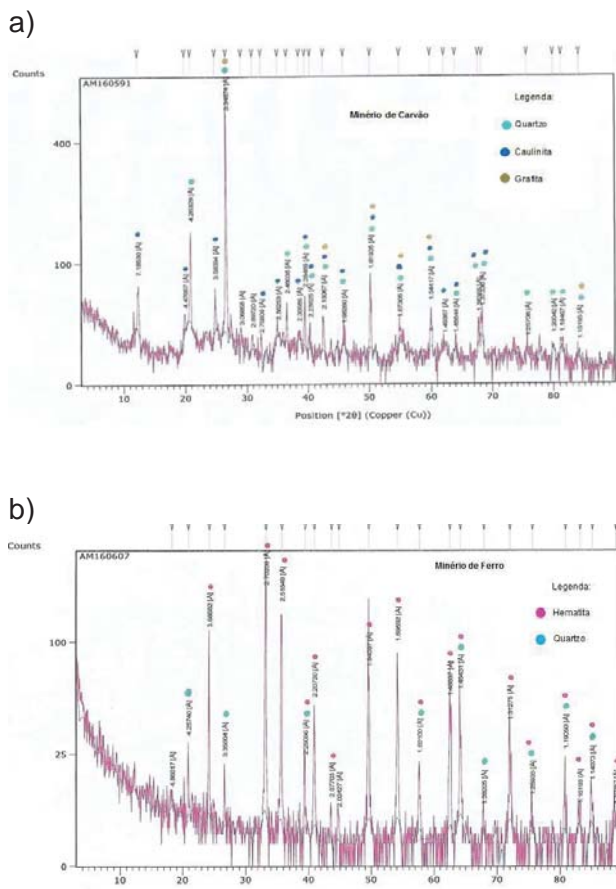


Figura 2 – Difratomogramas de raios X das amostras de estéril: a) minério de ferro da ArcelorMittal/MG; b) carvão da mina de Candiota/RS

A precipitação dos metais nas soluções pode ser controlada através do pH, pois o meio ácido propicia o ataque dos íons H_3O^+ aos minerais das rochas, solos e sedimentos, introduzindo a lixiviação e/ou solubilizando os seus constituintes (SOARES et. al, 2002).

A Figura 3 apresenta os valores de pH encontrados ao longo do período de monitoramento (51 dias) para as soluções das colunas 1 a 6.

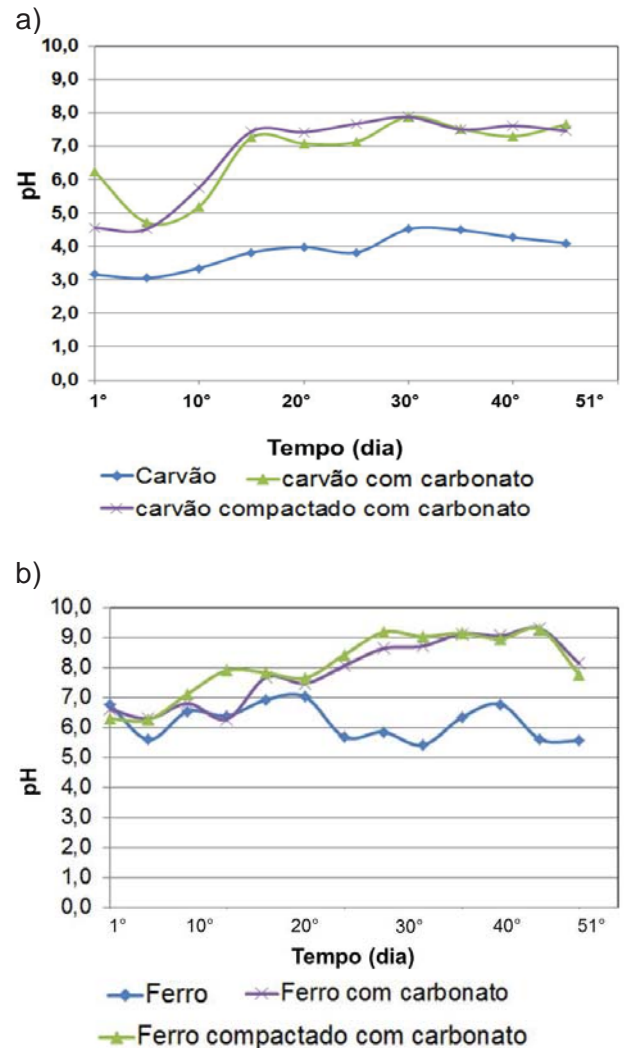
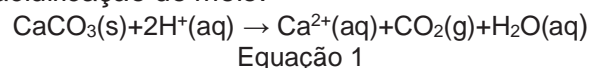


Figura 3 – Gráfico dos valores de pH nos lixiviados, considerando o tempo de execução do experimento para as amostras de estéril: a) carvão da mina de Candiota/RS; b) minério de ferro da ArcelorMittal/MG

Analisando a Figura 3 (a e b), nota-se uma tendência para a elevação do pH, ou seja, o meio tornou-se cada vez menos ácido no decorrer das lixiviações. Verificou-se que o procedimento para mitigar a acidificação através da adição de carbonato e a compactação das amostras mostrou-se de certa forma promissor, pois o carbonato de cálcio adicionado consumiu os íons H_3O^+ e neutralizou a acidez (Equação 1). A compactação proporcionou um acesso limitado do oxigênio no interior do estéril reduzindo a oxidação dos sulfetos e consequente acidificação do meio.



Mesmo com a ocorrência da elevação do pH das soluções lixiviadas, observou-se que o tempo para a execução do experimento não foi suficiente para se detectar quantidades significativas de sulfato e o valor das

condutividades apresentou-se bastante oscilantes. É necessário um período maior para que a drenagem ácida ocorresse nas amostras em questão de forma mais pronunciada, pois se trata de um processo lento para ser desencadeado.

Conclusões:

A bolsista e orientadora pretendem ainda dar continuidade no plano de trabalho, por meio de pesquisas bibliográficas, experimentos laboratoriais, construção de novas hipóteses e análises para a busca por soluções e métodos capazes de manter uma harmonia do desenvolvimento e ecossistema.

É notória a magnitude da inserção precoce do aluno em projetos acadêmicos diferenciados, em prol de crescimento pessoal e profissional, além de maior envolvimento com preocupações vivenciadas pelas indústrias, como a questão ambiental da poluição hídrica e contaminação do solo pela drenagem ácida de mina e lixiviação. É necessário um estudo mais profundo ao tema com intuito de evitar comprometimentos bióticos futuros que possam ser futuramente mais difíceis de reverter.

Referências bibliográficas

BACCI, D.L.C.; LANDIM, P.M.B.; ESTON; S.M.Aspectos e impactos ambientais de pedreira em área urbana. REM - Revista Escola de Minas, Ouro Preto, 59(1): 47-54, jan. mar. 2006

BRASIL. MMA,Ministério do Meio Ambiente,1997. Diretrizes ambientais para o Setor Mineral, Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em 07 de novembro de 2016.

CETEM,2013.Drenagem ácida de minas: um dos passivos ambientais das áreas de mineração de carvão no Sul do país. Revista eletrônica. Disponível em: <<http://verbetes.cetem.gov.br/verbetes/ExibeVerbetes.aspx?verid=110> > Acesso em 07 de outubro de 2015.

CRPM. Perspectivas do Meio Ambiente do Brasil – Uso do Subsolo, 2002. Disponível em:< <http://www.cprm.gov.br>.> Acesso em 18 de outubro de 2016.

CURI,Adilson ; FERREIRA,Guilherme Stopa; SILVA,José Margarida. Uma análise descritiva dos principais métodos empregados

para controle da DAM. Trabalhos técnicos do CBMina. Belo Horizonte: UFMG, 2010.p.1-10. Disponível em: <http://www.cbmina.org.br/media/palestra_6/T46.pdf> Acesso em 29 de dezembro de 2016.

INMET, 2016. Instituto Nacional de Meteorologia. Médias Climatológicas e Recordes de Temperatura. João Monlevade, MG.Disponível em:<https://pt.wikipedia.org/wiki/Jo%C3%A3o_Monlevade> Acesso em 30 de setembro de 2016.

IRGA, 2016. Previsão do Tempo. Médias Climatológicas.Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/766/media-s-climatologicas>> Acesso em 30 de setembro de 2016.

MELLO, J.W.V.; DUARTE, H. A.; LADEIRA, A. C. Q. Origem e Controle do Fenômeno Drenagem Ácida de Mina. Cadernos temáticos de Química Nova na Escola.QNEsc,24,No8,p.24-28,2014. Disponível em: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/08/0-CTN4.pdf>> Acesso em 14 de novembro de 2016.

SILVA, J.P.S. Impactos ambientais causados por mineração. Revista Espaço da Sophia, nº 08- UNESP,Universidade Estadual Paulista ,São Paulo,2007. Disponível em: <<http://www.registro.unesp.br/sites/museu/bas ededados/arquivos/00000429.pdf> > Acesso em 30 de outubro de 2016.

SOARES ,E. R.; MELLO,J. W. V.; CORRÊA,M. L. T.; COSTA,L. M.; SCHAEFER,C. E. G. R. Efeito da compactação e CaCO₃ na Oxidação da Pirita em Estéril de Mineração de Carvão.Tese de Doutorado (Doutor em Departamento dos Solos) - Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa,Minas Gerais. R. Bras. Ci. Solo, 26:65-73, 2002

UNESP,2007. Universidade Estadual Paulista. Museu DNPM. São Paulo, SP.Disponível em: <www.rc.unesp.br/museudpm/banco/oxidos/he matita.html> Acesso em 20 de outubro de 2016.