

## CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE SOLUÇÃO LIXIVIADA DE ESTÉRIL ORIUNDO DA ÁREA DE MINERAÇÃO DE CARVÃO DE CANDIOTA-RS TRATADO COM DIFERENTES DOSES DE CALCÁRIO

NUNES, Márcio Renato<sup>1</sup>; PINTO, Luiz Fernando Spinelli<sup>2</sup>; PAULETTO, Eloy Antonio<sup>2</sup>; PANZIERA, Wildon<sup>1</sup>; FERNANDES, Flávia Fontana<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Graduando do Curso de Agronomia FAEM/UFPel, <sup>2</sup> Professor do Deptº de Solos – FAEM/UFPel, Campus Universitário – Caixa Postal 354 – CEP 96010-900. marcio\_r\_nunes@yahoo.com.br

### 1 INTRODUÇÃO

O carvão mineral é a maior fonte de energia não renovável do Brasil, sendo as maiores jazidas encontradas no estado do Rio Grande do Sul, com um total de reservas de 21 bilhões de toneladas (90,9% do Brasil) (DNPM, 2006). Na lavra a céu aberto, há o revolvimento das camadas suprajacentes e a exposição das camadas sotopostas. Nestas camadas é encontrada a pirita ( $\text{FeS}_2$ ), que quando entra em contato com oxigênio e água, e na presença de bactérias do gênero *Acidithiobacillus* oxida-se, gerando um efluente com baixo pH e altas concentrações de ferro e sulfato, caracterizando a drenagem ácida de minas (DAM), que no âmbito dos problemas gerados em áreas degradadas pela mineração de carvão, é tida como o de maior relevância (EVANGELOU, 1995; DANIELS & DOVE, 1996).

Além do ferro e sulfato a DAM pode apresentar elevadas concentrações de Al, Zn, Mn, Cu, dentre outros. Isto ocorre devido ao aumento da solubilidade dos metais com o baixo pH da água. Com isso, tais elementos podem tornar-se tóxicos, contaminando o solo e fontes de água superficiais e subterrâneas, destruindo o habitat aquático local e tornando difícil a revegetação das áreas construídas (PINTO & KAMPF, 2002).

A acidez resultante da oxidação da pirita pode ser naturalmente tamponada pelos carbonatos, bases trocáveis e silicatos presentes no solo e nos materiais estéreis (DENT, 1986). Entretanto, a capacidade de neutralização da acidez irá depender da quantidade e natureza destes componentes. A estimativa de calagem para neutralizar a acidez potencial devida à oxidação da pirita estimada pelo PA (potencial de acidificação), resulta em valores extremamente altos (>100Mg por hectare de carbonato de cálcio). No entanto, essa acidez vai ser liberada ao longo de décadas ou até mesmo centenas de anos. Com o objetivo de avaliar o efeito da calagem sobre a acidificação produzida pela pirita no estéril desenvolveu-se o presente estudo.

### 2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

O experimento de lixiviação foi conduzido em laboratório. O estéril foi coletado na área de mineração de carvão de Candiota-RS, representando a camada subsuperficial dos solos construídos. O material de estéril foi tratado com 4 doses de calcário, 0, ½, 1, 2 vezes a dose indicada pelo método H+Al (5,29 g  $\text{kg}^{-1}$  no estéril, equivalendo a 15870  $\text{kg ha}^{-1}$ ).

As lixiviações foram efetuadas com água destilada em colunas com 10cm de diâmetro e 25cm de altura. A cada lixiviação colocou-se um volume

correspondente a 333mL (45mm de altura), adicionando-se um novo volume somente após a percolação completa. As lixiviações iniciaram em 06 de janeiro de 2005 e continuam sendo realizadas até o presente, com um intervalo médio de 9 dias, em um total de 226 lixiviações até o momento. Em todos os lixiviados foram feitas leituras de pH e condutividade elétrica. Nas soluções lixiviadas da 3<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup>, 16<sup>a</sup>, 20<sup>a</sup>, 30<sup>a</sup>, 37<sup>a</sup>, 44<sup>a</sup>, 56<sup>a</sup>, 79<sup>a</sup>, 100<sup>a</sup>, 140<sup>a</sup>, 162<sup>a</sup>, 185<sup>a</sup>, 200<sup>a</sup> e 226<sup>a</sup> lixiviação foram determinadas a concentração de sulfato e de cálcio. O sulfato foi determinado por turbidimetria com BaCl<sub>2</sub>-gelatina, sem fazer digestão da solução (modificado de TEDESCO et al., 1985). O Ca foi determinado por espectroscopia de absorção atômica.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na figura 1 (a, b, c e d) são mostradas a evolução do pH, condutividade elétrica e teores de sulfato e de cálcio presentes na solução lixiviada do material estéril oriundo da mina de Candiota – RS, ao longo do tempo.

O material estéril apresentou alto poder de acidificação, como já mencionado anteriormente, o que pode ser comprovado na figura 1a, onde o tratamento correspondente a dose 0 manteve os valores de pH entre 2 e 3 até a lixiviação de número 130. Este tratamento, ao contrário dos demais manteve leve tendência de elevação do pH ao longo das lixiviações, posteriormente vindo a unir-se a ½ e 1 dose, que vinham decrescendo. A partir de então, o pH dos três tratamentos passou a se elevar gradualmente. Porém ainda há calcário, como indicado pela presença de Ca na figura 1d, porém não em quantidade suficiente para elevar o pH. A dose dupla manteve o pH acima de 6 até a 77<sup>a</sup> lixiviação, decaindo então para valores um pouco acima de 5 até a 114<sup>a</sup> lixiviação, caindo para um patamar abaixo de 5 até a 226<sup>a</sup> lixiviação. Este dado juntamente com os teores mais elevados de Ca (figura 1d) indica que a dose dupla mesmo após 226 lixiviações ainda apresenta poder de neutralização da DAM.

A condutividade elétrica (CE) da solução lixiviada (figura 1b) foi bem mais elevada nas primeiras 12 lixiviações, decrescendo após. O tratamento sem calcário, até a lixiviação 77, foi o que apresentou os maiores valores. A partir daí os valores decresceram ficando muito próximos aos da meia dose, sendo na dose 0 os valores inferiores aos da meia dose até 226<sup>a</sup> lixiviação. O tratamento com uma dose manteve a CE abaixo da dose 0 até a 130<sup>a</sup>. A dose dupla a partir da 20<sup>a</sup> lixiviação passou a apresentar uma CE sensivelmente menor do que a dos outros tratamentos. Observa-se, ao longo das lixiviações, a presença de picos, sendo estes nas épocas mais quentes do ano, três deles no mês de fevereiro e três no mês de março. Isto pode ser explicado pelo favorecimento da cinética das reações produtoras de acidez (maior difusão de O<sub>2</sub> atmosférico) e pelo incremento da atividade microbiana (bactérias que mediam a reação de oxidação).

Na figura 1c encontram-se as concentrações de Sulfato, sendo as épocas com os maiores valores coincidentes com as de maiores valores de CE. Assim, as doze primeiras lixiviações foram as que apresentaram as maiores concentrações, de 28 a 17 mg.dm<sup>-3</sup>, caindo para valores da ordem de 2 a 3 mg.dm<sup>-3</sup> até a 185<sup>a</sup> lixiviação, diminuindo após para valores menores do que 1 mg.dm<sup>-3</sup> a partir da 200<sup>a</sup> lixiviação.

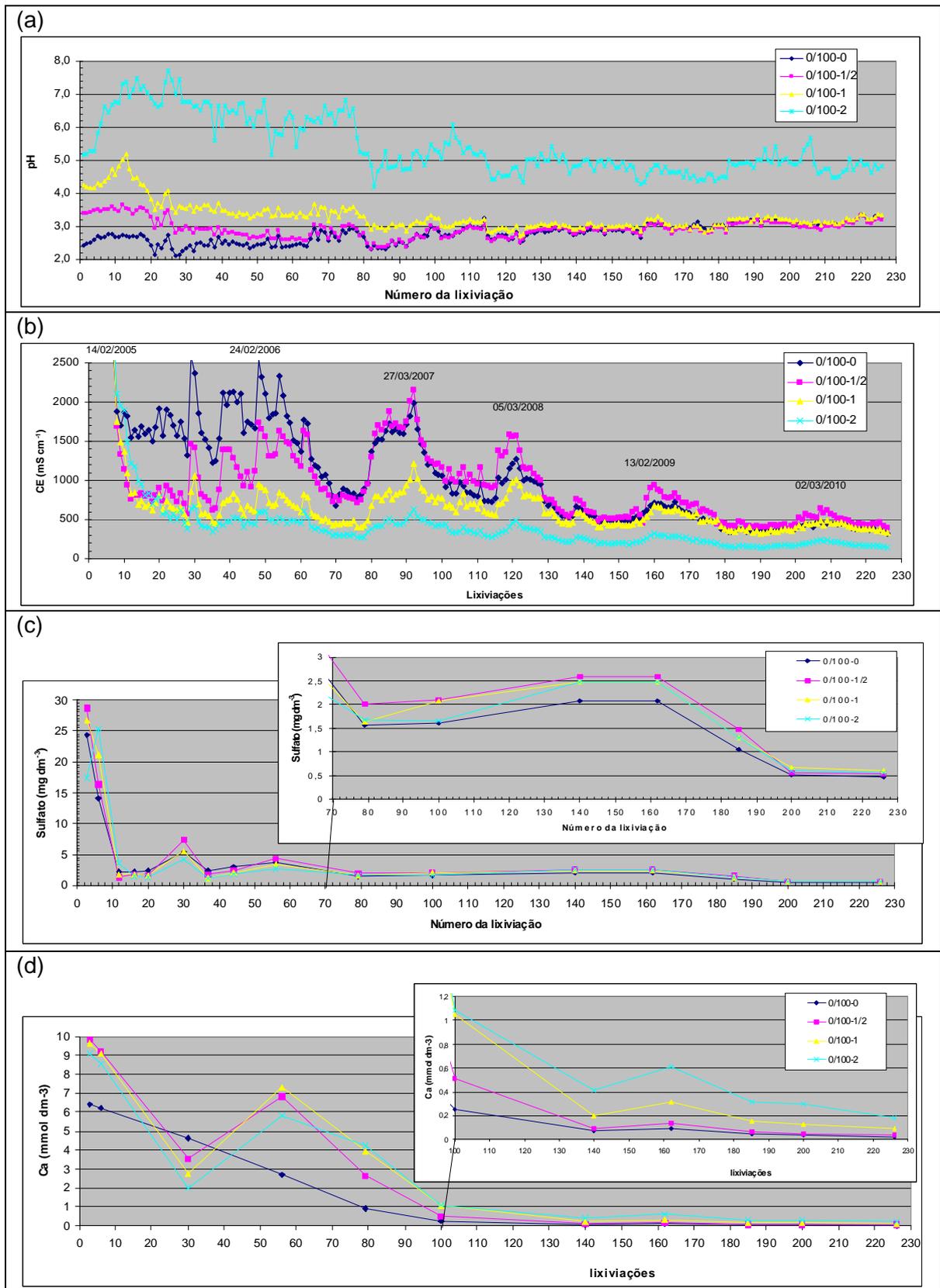


Figura 1. Evolução do pH, condutividade elétrica e concentração de Sulfato e de Cálcio na solução lixiviada em material composto por estéril tratado com quatro diferentes doses de calcário (0, 1/2, 1 e 2 vezes a dose recomendada) ao longo do tempo. Média de três repetições.

Salienta-se que na primeira fase os maiores valores entre os tratamentos foram encontrados na meia dose e na dose zero, já a partir da 56ª lixiviação a dose zero foi a que apresentou as menores concentrações e a meia dose permaneceu com os maiores valores. Isto, somado aos valores mais elevados de CE a partir da 76ª lixiviação pela meia dose, vem corroborar a hipótese de que o carbonato aumenta a taxa de oxidação da pirita, conforme sugerido por SOARES et al. (2002). Os valores de Cálcio (figura 1d) mostram que, a partir da 100ª lixiviação, os teores caíram drasticamente, sendo que a meia dose, a partir da lixiviação 200 praticamente se igualou a dose zero. Porém os teores de sulfato, pH e condutividade para este mesmo tratamento indicam que pirita continua oxidando e gerando DAM.

#### 4 CONCLUSÕES

- A dose dupla de calagem aplicada ao material de estéril é a única que após 226 lixiviações ainda apresenta poder de neutralização da DAM, porém com pHs próximos ou inferiores a 5.
- Picos de maior condutividade elétrica ao longo das lixiviações coincidem com as épocas mais quentes do ano (fevereiro e março), com maiores liberações de sulfato.
- Maiores liberações de sulfato na meia dose e menores no tratamento sem calagem sugerem que a presença de carbonato aumenta a taxa de oxidação da pirita.

#### 5 REFERÊNCIAS

- DANIELS, W.L. & DOVE, D. **Reclamation of Coal Refuse Disposal Areas**. Department of Crop and Soil Environment Science, Virginia State State University. Public. N. 460-131, June 1996.
- DENT, D. **Acid sulphate soils: A baseline for research and development**. Wageningen, ILRI. 1986. 200p. (ILRI Publ., 39)
- DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. Anuário Mineral Brasileiro 2006 (Ano base 2005). Disponível em : <http://www.dnpm.gov.br>
- EVANGELOU, V.P. **Pyrite oxidation and its control**. Editorial Press CRC, New York, 1995.
- PINTO, L. F. S.; KÄMPF, N. Contaminação dos solos construídos. In: TEIXEIRA, E. C.; PIRES, M. J. R. coord. **Meio ambiente e carvão**. Impactos da exploração e utilização. Porto Alegre, FINEP/CAPES/ PADCT/GTM/PUCRS/UFSC/FEPAM, 2002. p. 69-92.
- SOARES, E.R.; MELLO, J.W.V.; CORRÊA, M.L.T.; COSTA, L.M. & SCHAFFER, C.E.G.R. **Efeito da compactação e CaCO<sub>3</sub> na oxidação da pirita em estéril de mineração de carvão**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 2002.
- TEDESCO, M. J.; BASSANI, C.A.;BOHNEN, H.;VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia. Departamento de Solos Universidade Federal do Rio Grande do Sul. RS, p. 174, 1995.