

# EFICIÊNCIA DA CINZA DO CARVÃO MINERAL RESULTANTE DA DESSULFURAÇÃO NA CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

MARTINS, Jorge Luiz <sup>(1)</sup>, VAHL, Ledemar C. <sup>(2)</sup>, JABLONSKI, André <sup>(3)</sup>, NUNES, Henrique C. <sup>(4)</sup>, SOARES, Evaldo R. <sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Professor IQG/UFPEL, Cx. P. 354, 96010-900 Pelotas - RS ;E-mail: jmartins@ufpel.tche.br ;

<sup>(2)</sup> Professor FAEM/UFPEL; <sup>(3)</sup> Professor DEMIN/UFRGS; <sup>(4)</sup> Professores NEPAE/URCAMP  
(Recebido para publicação em 21/06/2000)

## RESUMO

Com o objetivo de avaliar a eficiência de cinzas volantes resultantes da queima de carvão mineral para a correção da acidez do solo, incubou-se por noventa dias um solo Podzólico Vermelho Amarelo. Na incubação utilizou-se calcário e dois tipos de cinza: uma proveniente da Usina Termelétrica Presidente Médici (UTPM), sem processo de dessulfuração; e outra da Universidade da Região da Campanha (URCAMP), com dessulfuração. O experimento constituiu-se de um fatorial 5x5x2 (cinco níveis de cinza 0, 5, 10, 20 e 30 t ha<sup>-1</sup>, cinco níveis de calcário 0, 2, 4, 6 e 8 t ha<sup>-1</sup> e dois tipos de cinza) em um delineamento inteiramente ao acaso com parcelas subdivididas, com duas repetições. Foram efetuadas quatro determinações do pH em água aos 21, 42, 63 e 90 dias de incubação. A cinza produzida na UTPM, apesar de possuir pH alcalino, não elevou o pH do solo, ocorrendo este efeito apenas com o calcário. A produzida na URCAMP elevou o pH do solo de 4.5 para 5.1, podendo assim substituir parcialmente o calcário na correção da acidez do solo.

Palavras-chave: cinza de carvão, acidez do solo, dessulfuração.

## ABSTRACT

THE EFFICIENCY OF CANDIOTA'S MINERAL COAL ASHES IN THE CORRECTION OF SOIL pH. A Red-yellow Podzolic soil (Paleudult) was incubated for 90 days with the purpose of evaluating the efficiency of fly ashes resulting from the burning of coal in the correction of soil acidity. Two kinds of ash have been used in the incubation: one from Usina Termelétrica Presidente Médici (UTPM), without desulfurization process; the other from Universidade da Região da Campanha (URCAMP), with desulfurization. The experiment consisted of a 5x5x2 factorial (five levels of ash 0,5,10,20 and 30t ha<sup>-1</sup>, five limestone levels and two types of ash) in a totally randomized design, with two replications, in a split-plot experiment. The pH was measured four times in water after 21,42,63 and 90 days of incubation. The ash produced at UTPM, even though it had alkaline pH, did not increase the pH of the soil, what happened only with limestone. As to the ash produced at URCAMP increased soil pH from 4.5 to 5.1, and so it can partially substitute limestone in soil amendment.

Key words: coal ashes, soil pH, desulfurization.

## INTRODUÇÃO

Em todo mundo, cada vez mais, as agências de proteção ambientais têm exigido dos governantes a aplicação de técnicas que evitem ou diminuam a emissão de poluente para a atmosfera. Portanto, no Brasil, torna-se imperioso que assim também possamos agir e, no que tange a queima do carvão mineral, por exemplo, diminuindo a emissão de óxidos de enxofre e nitrogênio para a atmosfera com o processo de dessulfuração, entre outros.

Com o processo de dessulfuração, a cinza produzida, em decorrência da quantidade de calcário aplicado e sua transformação em óxido de cálcio (CaO) que em parte não

reage com todo o enxofre presente, terá um pH elevado (em torno de 11,5). Além do teor de CaO presente na cinza, também haverá quantidades apreciáveis de sulfato de cálcio (gesso), originário da reação do dióxido de enxofre com o calcário.

A maioria dos solos brasileiros é ácido, sendo comum solos classificados como muitos ácidos por possuírem pH entre 4,0 e 5,5. A maioria das plantas cultivadas se desenvolvem melhor em solos levemente ácidos a neutro, isto é, solos com pH entre 6 e 7. Nesta faixa de pH não ocorre toxidez de alumínio e manganês para as plantas, a disponibilidade dos nutrientes minerais (principalmente fósforo) é mais equilibrada e a atividade dos microrganismos do solo é maior (VOLKWEISS *et alii*, 1992). Portanto espera-se que a aplicação de cinzas alcalinas ao solo venha a melhorar o rendimento das culturas por elevar o pH dos mesmos, entre outros fatores.

Como mostra o trabalho de STOUT *et alii* (1995), a cinza de combustão de leito fluidizado, produzida pela companhia Air Products and Chemical de Stockton na Califórnia, por possuir um alto teor de sulfato de cálcio (20%) e óxido de cálcio (14%), quando aplicadas em solo naturalmente ácido do leste do vale de San Joaquim, USA, elevaram seu pH para níveis situados entre 6,5 e 7,0. Mais de 30.000 toneladas dessa cinza, entre os anos de 1991 a 1994 foram aplicados em 16 diferentes locais agrícolas, cobrindo mais de 5.000 ha de solos deste vale, sendo esta aplicação um sucesso, tanto do ponto de vista ambiental como agrônomico.

Trabalhos têm também demonstrado que o uso de cinzas volantes na recuperação dos locais de mineração tem obtido sucesso pois elevam o pH do solo destes locais. Além disso, aumentam a capacidade de retenção de água dos refugos do carvão, visto que de maneira geral, estes refugos possuem baixa capacidade de retenção de água comportando-se como os solos de textura grosseira (STEWART & DANIELS, 1995; BHUMBLA *et alii*, 1995). A adição de cinza volante alcalina aumenta o pH do refugo ácido do carvão, permitindo assim que plantas se estabeleçam sobre os mesmos.

Dentre as reservas de carvão energético do Brasil, a mais importante é a jazida de Candiota (situada na Borda Sul da Bacia do Paraná) por possuir cerca de 8,4 bilhões de toneladas, contribuindo com 48,9% no total das reservas nacionais, e sendo também o maior jazimento do gênero da América latina (Brasil, 1988).

Diante da quantidade de cinza produzida, e não aproveitada, na queima de carvão mineral pela Usina Termelétrica Presidente Médici (UTPM), seria muito proveitoso dar-se um destino melhor a este material, transformando-o de rejeito causador de problemas ambientais a subproduto. Alguns trabalhos já realizados com esta cinza, mostraram que a mesma quando aplicada com conveniente adubação mineral, pode promover um acréscimo de rendimento em

cebola (GOEPFERT *et alii*, 1980), em arroz irrigado (MACHADO *et alii*, 1983) e em feijão (MARTINS *et alii*, 1998).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o poder de neutralizar a acidez do solo, da cinza produzida atualmente na UTPM e da cinza resultante do processo de dessulfuração com adição de calcário produzida experimentalmente na URCAMP.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em laboratório, usando-se um solo Podzólico Vermelho Amarelo, material de origem arenito, coletado do horizonte superficial a uma profundidade de até 20 cm no município de Candiota (RS), que apresentava característica de topografia, de localização e de morfologia de perfil semelhante à descrita para a unidade de mapeamento Alto das Canas (BRASIL, 1973). As amostras do solo foram homogeneizadas, secas ao ar, passadas em peneira de 5 mm de abertura de malha, sendo recolhidas subamostras e peneiradas em peneira de 2 mm de abertura de malha para a incorporação das doses de cinzas e do calcário. As cinzas utilizadas foram coletadas, respectivamente, dos precipitadores eletrostáticos da fase B da Usina Termelétrica Presidente Médici (UTPM) de Candiota-RS, e do equipamento de bancada de gaseificação de carvão da Universidade da Região da Campanha (URCAMP Bagé-RS), sendo que esta última foi resultante do processo de dessulfuração dos gases da combustão com a adição de calcário ao carvão na proporção de 10 %. Ambas as cinzas foram peneiradas em peneira de 2 mm de abertura de malha, sendo classificadas como volantes, não intemperizadas, originadas da queima do carvão mineral de Candiota, produzido pela Companhia Riograndense de Mineração (CRM).

Ao solo foram incorporados, separadamente, cinco níveis de cada cinza (UTPM e URCAMP) nas doses equivalentes a 0; 5; 10; 20 e 30 t ha<sup>-1</sup>, em vasos de 0,5 litro de capacidade que continham 400 gramas de solo (base seca). Nestes mesmos vasos foram incorporados ainda 5 níveis de calcário (CaCO<sub>3</sub> p.a. PRNT de 100%) nas doses equivalentes a 0; 2; 4; 6; e 8 t ha<sup>-1</sup>.

Após a mistura nos vasos das doses correspondentes de cinza e carbonato, os mesmos foram incubados durante 90 dias, com umidade correspondente a 80% da capacidade de campo através da adição de água deionizada, sendo mantidos fechados com polietileno para não perderem umidade, tendo no entanto, aberturas suficientes para permitir as trocas gasosas.

Em subamostras de cada vaso, foi determinado o pH em água (1:1) v/v aos 21; 42; 63 e 90 dias de incubação. Nas cinzas foram também determinados o pH em água (1:1) e o valor de neutralização. Estas determinações foram efetuadas segundo a técnica descritas por TEDESCO *et alii*, 1995.

O experimento constituiu-se de um fatorial 5 x 5 x 2 (5 níveis de cinza x 5 níveis de calcário x 2 tipos de cinza), em um delineamento inteiramente ao acaso com parcelas subdivididas, com duas repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial (ZONTA *et alii*, 1982).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve variação do pH em função do tempo de incubação para ambas as cinzas. Observou-se que aos 21 dias de incubação o pH do solo já havia alcançado valores máximos

em cada tratamento com calcário, tendendo a decrescer com o tempo de incubação, e praticamente estabilizando-se aos 63 dias. Isto provavelmente decorre do aumento da atividade microbiana com a elevação da umidade do solo, aumentando os processos de nitrificação e decomposição da matéria orgânica.

A determinação do valor de neutralização de ambas as cinzas, pelo método utilizado para calcário, não foi eficiente dando valores negativos. No entanto o pH em água das mesmas foi altamente alcalino (11,0 UTPM e 12,5 URCAMP).

A análise de regressão mostra que a cinza produzida na UTPM quando aplicada ao solo, mesmo na dose equivalente a 30 t ha<sup>-1</sup>, não elevou significativamente o pH do solo em nenhum nível de calcário e em nenhum tempo de incubação (Fig. 1). Apesar desta cinza possuir pH elevado (11,0), seu poder tamponante da acidez do solo não foi eficiente.

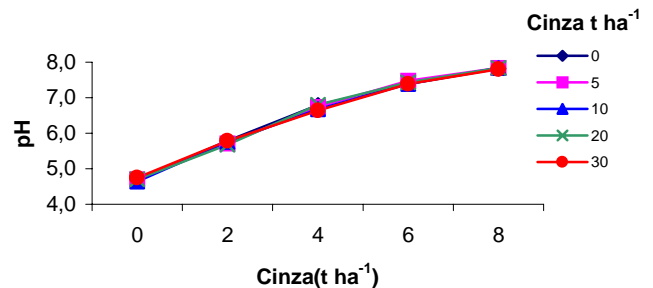


Figura 1- Efeito das doses de cinza volante de carvão mineral produzida na UTPM sobre o pH do solo Alto das Canas. Média de 21, 42, 63 e 90 dias de incubação

Já a cinza produzida na URCAMP em todos os períodos de incubação, e em praticamente todos os níveis de calcário (0, 2, 4 e 6 t ha<sup>-1</sup>), aumentou significativamente o pH do solo (fig. 2). Isto não ocorreu apenas quando se aplicou o equivalente a 8 t ha<sup>-1</sup> de calcário, provavelmente devido ao pH do solo já estar acima de 7,0 reduzindo o poder tamponante da cinza. Estes resultados já eram esperados, uma vez que dados de literatura com cinzas volantes obtidas em processo de dessulfuração, também se mostraram eficientes em reduzir a acidez do solo (TERMAN *et alii*, 1978; ADRIANO *et alii*, 1982; STOUT *et alii*, 1995).

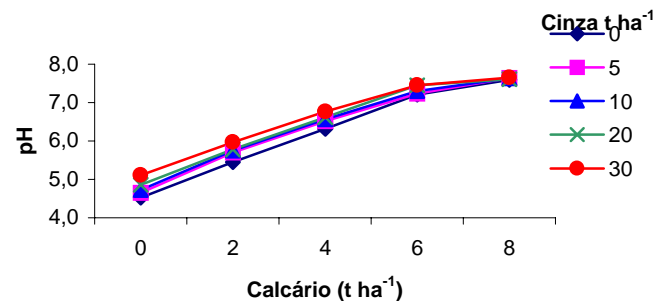


Figura 2 - Efeito das doses de cinza volante de carvão mineral produzida na URCAMP sobre o pH do solo Alto das Canas. Média de 21, 42, 63 e 90 dias de incubação

Como no processo de dessulfuração, parte do calcário aplicado que não reagiu com o enxofre transformou-se em CaO, estando este presente na cinza, provavelmente, o mesmo foi o responsável pela elevação do pH do solo.

Os efeitos da cinza URCAMP e do calcário para ambas as cinzas, sobre o pH do solo foram altamente significativos, principalmente nos níveis menores de calcário. Como mostra figura 2, a partir do nível 6 de calcário, começa a haver uma certa estabilidade do pH em decorrência de seu valor já um tanto elevado.

A análise de regressão para níveis de cinza da URCAMP dentro do nível zero de calcário, indica pela equação que a aplicação de 5 t ha<sup>-1</sup> de cinza ao solo aumentou o pH em 0,09 unidade (Fig. 3). A figura 3 mostra ainda, que o efeito da cinza sobre o pH do solo foi positivo, aumentando-o de 4,5 (no nível zero de cinza) para 5,1 no nível máximo da mesma (30 t ha<sup>-1</sup>).

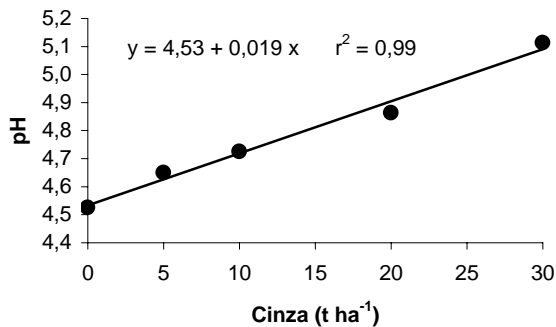


Figura 3 - Efeito das doses de CaCO<sub>3</sub> e cinza volante de carvão mineral produzido na URCAMP sobre o pH do solo Alto das Canas. Média de 21, 42, 63 e 90 dias de incubação

Como por titulação não foi possível determinar o valor corretivo da acidez da cinza, para avaliar sua eficiência em relação ao calcário e a quantidade de calcário que poderá ser diminuída da dose recomendada para elevar o pH do solo a 6,0, foi construída a figura 4, a partir das doses de calcário estimadas para cada nível de cinza.

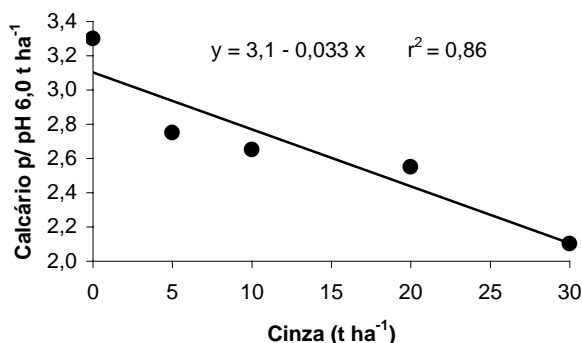


Figura 4 – Quantidade de cinza volante de carvão mineral produzido na URCAMP que poderá substituir as doses de calcário necessárias para elevar o pH do solo Alto das Canas a 6,0

Como se pode observar pela equação de regressão (Fig. 4), para cada tonelada de cinza URCAMP aplicada ao solo

Alto das Canas, pode-se reduzir em 33 kg a dose de calcário (PRNT 100%) necessária para elevar o pH deste solo a 6,0. Ainda por esta equação e para este solo e nas condições em que a cinza foi produzida, pode-se afirmar que a mesma possui PRNT igual a 3,3 %.

## CONCLUSÕES

A cinza produzida na UTPM não é efetiva em neutralizar a acidez do solo.

A cinza produzida experimentalmente na URCAMP aumenta o pH do solo e pode substituir o calcário na correção da acidez do solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADRIANO, D.C.; PAGE, A.L.; ELSEEWI, A.A.; CHANG, A.C. Cadmium availability to sudangrass grown on soils amended with sewage sludge and fly ash. **Journal Environmental Quality** 11: 197-203, 1982.
- BRASIL. MME-DNPM. **Informativo Anual da Indústria Carbonífera**, DNPM, Brasília, 1988.
- BRASIL. Divisão de Pesquisa. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973 (Boletim Técnico, 30).
- BHUMBLA, D.K.; SINGH, R.N.; KEEFER, R.F.; SENCINDIVER, J.C.; DHALIWAL, S.S.. Use of Fly Ash Sandust Mistures for Establishing Vegetation on Mine Soil Slopes. Part IX. Agricultural Applications. In: INTERNATIONAL ASH UTILIZATION SYMPOSIUM, 1995, Lexington. **Proceedings...** Lexington: University of Kentucky, Center for Applied Energy Research, 1995.
- GOEPFERT, C.F.; BENDJOYA, B.; POMBO, L.A. Efeito da cinza de carvão de pedra sobre o rendimento de bulbos de cebola (*Allium cepa* L.) e as propriedades físicas e químicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 4: 96-99, 1980.
- MACHADO, M.O.; GOMES, A.S.; TURATTI, A. L.; PAULETTO, E. A.; SILVEIRA JUNIOR, P. Efeito da adubação orgânica e mineral na produção de arroz irrigado e nas propriedades químicas e físicas do solo de Pelotas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 18:583-591, 1983.
- MARTINS, J. L.; VAHL, L.; JABLONSKI, A. Efeito de cinza volante do carvão mineral de Candiota sobre o rendimento de feijão em casa de vegetação. In: Reunião Sul brasileira de Ciência do Solo, 2, Resumos expandidos, Santa Maria, RS. SBCS- NRS, 1998. p. 102-105.
- STEWART, B.R. & DANIELS, W.L. Beneficial Resue of coal fly ash to improve plant growth on coarse refuse. Part IX. Agricultural Applications. In: INTERNATIONAL ASH UTILIZATION SYMPOSIUM, 1995, Lexington. **Proceedings...** Lexington: University of Kentucky, Center for Applied Energy Research, 1995.
- STOUT, W.L.; DAILY, M.R.; NICKESON, T.L.; SVENDSEN, R.L.; THOMPSON, G.P. Agricultural uses of alkaline fluidized bed combustion ash: case studies. Part IX. Agricultural Applications. In: INTERNATIONAL ASH UTILIZATION SYMPOSIUM, 1995, Lexington. **Proceedings...** Lexington: University of Kentucky, Center for Applied Energy Research, 1995.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, 1995, 174p. Boletim Técnico, 5.
- TERMAN, G.L.; V.J. KILMER; C.M. HUNT; W.BUCHANAN. Fluidized bed boiler waste as a source of nutrients and lime. **Journal Environmental Quality**.07: 147-150, 1978
- VOLKWEISS, S.J.; TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. **A calagem dos solos ácidos: Prática e Benefícios**. 2 ed. Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, 1992.
- ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A.; SILVEIRA JR., P. Sistema de Análise Estatística – **SANEST**. Pelotas, 1982. Registro SEI nº 066060.