

# Efeitos no solo do gesso produzido em diferentes reações químicas da solução de ácido sulfúrico reciclada com carbonato de cálcio residual e óxido de cálcio

Alexandre Sylvio Vieira da Costa<sup>1</sup>; Adolf Heinrich Horn<sup>2</sup>; Guilherme Kangussu Donagemma<sup>3</sup>; José Carlos Polidoro<sup>3</sup>; Rodrigo Pimenta Giacomini<sup>4</sup>; Almir dos Santos Trindade<sup>4</sup>

1. Universidade Vale do Rio Doce

2. Universidade Federal de Minas Gerais

3. Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Solos

4. Antares Reciclagem Ltda

e-mail: [asylvio@univale.br](mailto:asylvio@univale.br)

## Introdução

Desde a era greco-romana o gesso tem sido utilizado como fertilizante (Collings, 1955). No Brasil, os primeiros registros de utilização do gesso agrícola são do Instituto Agrônomo de Campinas no século XIX. Na década de 70, na Embrapa CPA Cerrado verificou-se que no cultivo do milho que recebeu superfosfato simples as plantas resistiram melhor ao veranico quando comparado às plantas que receberam superfosfato triplo. Verificou-se que o sistema radicular das plantas estava mais profundo com a utilização de superfosfato simples. Este fato foi atribuído ao gesso que faz parte da composição deste adubo (Ritchey et al, 1980).

Os solos brasileiros em geral são ácidos, apresentando baixos níveis de cálcio e enxofre. Outro grande problema de nossos solos é a elevada saturação de alumínio trocável nas camadas sub-superficiais, principalmente nas regiões de Cerrado (Malavolta e Kliemann, 1985). Estas condições comprometem o desenvolvimento adequado das raízes das plantas, limitando a absorção de água e nutrientes. Considerando que a saturação de alumínio dos solos acima de 20% prejudica o crescimento das raízes e o desenvolvimento das plantas, verificou-se nas camadas subsuperficiais (20-50 centímetros) dos solos de Cerrado que 70% das áreas encontravam-se com índices superiores a este valor e 86% dos solos com teor de cálcio inferior a  $0,4 \text{ cmolc/dm}^3$ , valores extremamente reduzidos (Sousa et al., 1996). Em São Paulo, no ano de 1985,

o laboratório de solos Minerca demonstrou que das 9657 amostras de solo analisadas, cerca de 69% apresentavam níveis de enxofre muito baixos ou baixos o que compromete o desenvolvimento e a produtividade das culturas.

A maior concentração de raízes nas camadas superficiais do solo devido à restrição do seu aprofundamento no solo é um sério problema, principalmente em regiões onde a ocorrência de veranicos é freqüente. Estes efeitos se tornam mais severos em solos de textura mais arenosa devido a sua reduzida capacidade de retenção de água. Segundo Sousa et al. (1996), em uma camada de 0 a 50 centímetros de profundidade, o solo com 12% de argila armazena uma lâmina de água disponível de 25,4 mm enquanto um solo com 68% de argila armazena 59,5mm. Com o emprego dos corretivos agrícolas é possível resolver grande parte dos problemas químicos que estes solos apresentam, incluindo a sua acidez. Entretanto, as reações químicas promovidas no solo por este insumo ficam restritas a camada arável do solo, até 20 centímetros de profundidade.

Segundo Paolinelli et al (1987) a penetração do calcário no solo em profundidades superiores a 20 centímetros ocorre somente quando são utilizados doses relativamente pesadas de corretivos ou quando o mesmo é incorporado mecanicamente. Apesar do uso de implementos para incorporação profunda do calcário, o mesmo deve ser bem avaliado devido à dificuldade de operação das

máquinas e do alto custo do sistema operacional.

Diferente dos calcários, o gesso agrícola pode ser usado na melhoria das condições químicas dos solos nas camadas sub-superficiais, regiões onde os calcários não atingem devido a sua reduzida mobilidade. O gesso agrícola, após a sua dissolução no solo, apresenta uma rápida mobilidade pela camada arável, fixando nas camadas mais profundas do solo, favorecendo o desenvolvimento das raízes em profundidade, tornando as plantas mais adaptadas aos veranicos, aumentando a eficiência de uso dos nutrientes aplicados no solo.

Apesar das características favoráveis, o gesso é um sal neutro não apresentando efeitos diretos e práticos na redução da acidez dos solos. Mesmo assim, o gesso foi recomendado e aplicado com esta finalidade no final da década de 70 e início da década

de 80. Contradizendo a citação anterior, Wang et al (1999) citam em seu trabalho que o gesso é capaz de elevar o pH do solo, apesar de ser uma alteração pouco expressiva e dependente do tipo de solo.

## Metodologia

O experimento foi conduzido no laboratório de solos da Universidade Vale do Rio Doce – Univale. Foram utilizados copos plásticos de 200 ml para acondicionar os solos. O solo utilizado foi um B textural de baixa fertilidade. O solo coletado foi secado e peneirado em peneira de malha de 0,5 centímetro. Após a preparação, foi retirada uma amostra de solo para determinação da sua fertilidade e composição textural. A análise textural apresentou as seguintes características: 19,68% de areia grossa, 4,05% de areia fina, 52,48% de silte e 23,80% de argila. A análise química do solo encontra-se descrita no Quadro abaixo:

**Quadro 1 - Análise química do solo utilizado no experimento**

	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O.	C	Prem	S	T	t	V	m
		(mg/dm <sup>3</sup> )		(cmolc/dm <sup>3</sup> )				(dag)	(%)	(mg/L)	(cmolc/dm <sup>3</sup> )		(%)		
<b>Amostra</b>	5,60	5,20	119,7	0,67	0,56	0,12	2,30	0,54	0,31	18,0	1,54	3,84	1,66	40,10	7,23

Foram utilizados seis preparados de gesso agrícola oriundos da reação da solução de ácido sulfúrico reciclada da Antares Reciclagem com o carbonato de cálcio residual da Cenibra Celulose Nipo Brasileira S.A. e óxido de cálcio. Os tratamentos utilizados Foram: reação da solução de ácido sulfúrico reciclada com carbonato de cálcio até atingir os pHs 7,0; 7,5 e 8,0. No outro tratamento a reação da solução de ácido sulfúrico reciclada ocorreu com o óxido de cálcio para obtenção dos mesmos pHs citados anteriormente.

Os materiais de gesso foram mantidos em suspensão em água na concentração de 12,6g/litro e aplicados no solo nas concentrações pré determinadas. A quantidade utilizada foi equivalente a 25%; 50%; 75% e 100% da recomendação do

calcário, baseado na análise de solo que foi de 2,5 ton/ha de calcário 100% PRNT. Os solos foram irrigados até a obtenção de 80% da capacidade de campo. A irrigação dos solos foi mantida durante 14 dias, período em que o experimento foi conduzido. Os copos foram mantidos em sala de incubação a 30° C, mantendo o solo com, no mínimo, 80% da capacidade de campo.

Após o período de condução do experimento, os copos foram coletados e os solos secados e peneirados, seguido de envio ao laboratório de solos da Univale para determinação química (pH, cálcio, sulfato, alumínio livre e acidez potencial). O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições. O esquema foi um fatorial 4 x 2 x 3 correspondendo a quatro doses de

gesso aplicado, duas fontes de reação com solução de ácido sulfúrico reciclada (carbonato de cálcio e óxido de cálcio) e três pHs (7,0; 7,5; 8,0), além da testemunha sem aplicação. Foi utilizada a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Resultados e discussão

No Quadro 2 observa-se o quadrado médio

dos fatores analisados e suas interações. Na avaliação do pH do solo, apenas o resultado da interação entre o tipo de gesso avaliado e suas dosagens não apresentaram diferenças significativas, o mesmo não ocorrendo com os demais fatores avaliados e suas interações.

Nas demais variáveis analisadas (cálcio, saturação de bases, saturação de alumínio e sulfato) o único fator simples que não apresentou significância foi o pH do gesso.

**Quadro 2 - Quadrado médio e o grau de significância dos fatores analisados e suas interações**

Tratamentos	pH	Cálcio	Saturação de bases	Saturação de alumínio	Sulfato
Gessos	18,993**	5,037**	467,725**	90,559**	25662,140**
Dosagens	1,428**	4,265**	145,354**	16,641**	3478,707*
pH	0,235**	0,072n.s.	12,624n.s.	0,151n.s.	2414,250n.s.
Gesso x dosagens	0,067n.s.	1,270**	16,339n.s.	2,082n.s.	1778,864n.s.
Gesso x pH	0,123**	0,090n.s.	14,981n.s.	0,264n.s.	401,232n.s.
Dosagens x pH	0,095*	0,615n.s.	29,505**	1,318n.s.	320,969n.s.
CV (%)	2,770	38,66	3,57	19,20	58,84

\* significativo a 5% de probabilidade - \*\* significativo a 1% de probabilidade

Os resultados mostram no Gráfico 1 que o gesso oriundo da reação do carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) com a solução de ácido sulfúrico reciclada ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) é mais reativo no solo quando comparado ao gesso processado da reação do óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ). Em média, os valores de pH do solo obtidos

com o gesso oriundo da reação do  $\text{CaCO}_3$  ficaram acima de 7,0, enquanto o gesso da reação do  $\text{CaO}$  não foi superior a 6,2. Apesar da diferença dos resultados, ambos os materiais apresentaram valores superiores a testemunha, sem aplicação, indicando o valor corretivo dos materiais. Em relação às quantidades utilizadas, as dosagens foram baseadas no cálculo das doses de corretivo 100% PRNT. Neste caso, verifica-se que a resposta do pH do solo foi gradual em função das dosagens de gesso aplicadas. A aplicação de apenas 25% das necessidades do solo em corretivo na forma do gesso promoveu um aumento significativo no pH em relação a testemunha, atingindo valores em torno de 6,3. As doses de 50% e 75% não apresentaram diferenças estatísticas entre si com os valores de pH variando entre 6,5 e 6,6, diferente do resultado obtido no tratamento com 100% de gesso onde a diferença foi significativa com os valores de pH atingindo 6,9.

Gráfico 1. Efeito dos diferentes tipos de gessos na alteração do pH dos solos

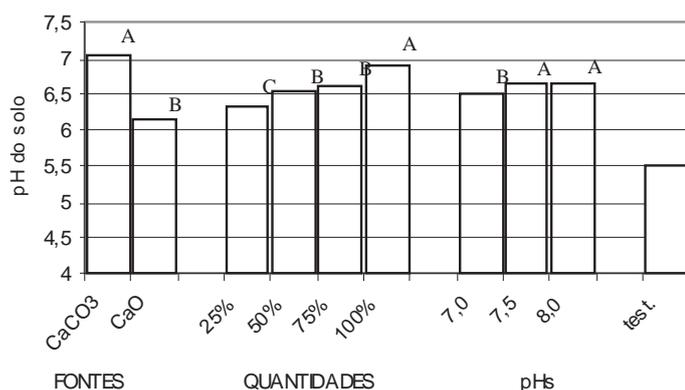
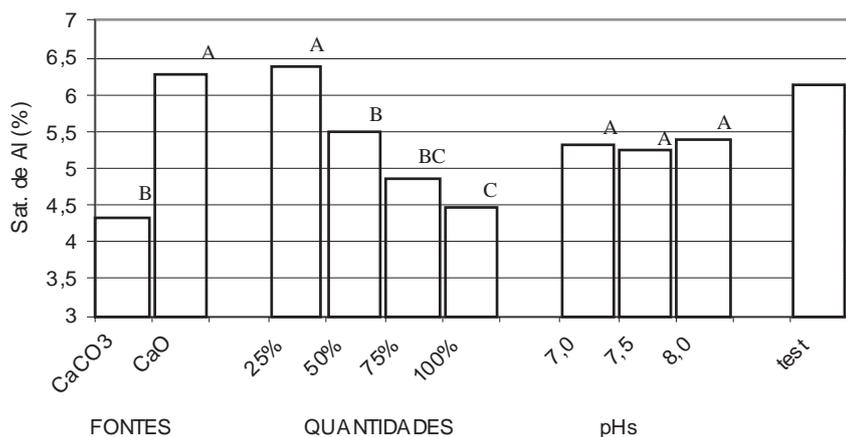


Gráfico 2. Efeito dos diferentes tipos de gessos na saturação de alumínio dos solos



Em relação aos pHs em que os gessos foram preparados, os que estavam com pHs 7,5 e 8,0 não apresentaram diferenças estatísticas entre eles em relação a alteração do pH do solo com valores variando entre 6,6 e 6,7, mas foram estatisticamente superiores ao gesso preparado com pH 7,0 onde as reações no solo elevaram o pH para valores próximos a 6,5, mas um ponto acima do pH do solo no tratamento testemunha.

A saturação de alumínio do solo é um dos principais problemas que as espécies agrícolas enfrentam durante o seu processo de desenvolvimento, pois o alumínio é um dos principais causadores da toxidez das plantas. No Gráfico 2 verifica-se que a testemunha apresentou um baixo valor de saturação de alumínio (6,12%). Apesar disto, o uso do gesso oriundo da reação do CaCO<sub>3</sub> promoveu uma redução significativa de seu valor para 4,3%. Este mesmo desempenho não foi observado com o gesso oriundo do CaO onde os valores foram semelhantes ao solo testemunha. Em relação às quantidades utilizadas, o uso de 25% de gesso em relação à quantidade de corretivo recomendada, não promoveu qualquer alteração no solo em relação à testemunha, mas a partir da dose 50% esta redução mostrou-se evidente com a queda na saturação de alumínio até a dose de 100% da recomendação onde os valores foram de

aproximadamente 4,45%. Esta queda ocorreu principalmente devido ao acréscimo de cálcio e a alteração da saturação de bases dos solos.

Em relação ao nível de pH em que os gessos foram preparados, não foram observados diferenças significativas entre os valores deste tratamento mas inferiores aos valores de saturação de alumínio no solo testemunha.

A saturação de bases é outro fator importante avaliado das

características químicas do solo, fator fundamental no desenvolvimento vegetal. Inicialmente, o solo avaliado apresentou bons resultados com valores acima de 74% (Gráfico 3). Mesmo com estes elevados valores, a aplicação do gesso oriundo da reação do CaCO<sub>3</sub> promoveu efeitos positivos na saturação com valores atingindo 78,5%, significativamente superior ao gesso produzido da reação do CaO que não alterou o seu valor, mantendo-se semelhante ao solo testemunha. Em relação às dosagens aplicadas, a ação do gesso agrícola na alteração da saturação de bases do solo foi observada a partir de 50% da dose de corretivo recomendada, aumentando sucessivamente, até atingir valores superiores a 79%, diferente estatisticamente das demais doses aplicadas no solo.

Gráfico 3. Efeito dos diferentes tipos de gessos na saturação de bases dos solos

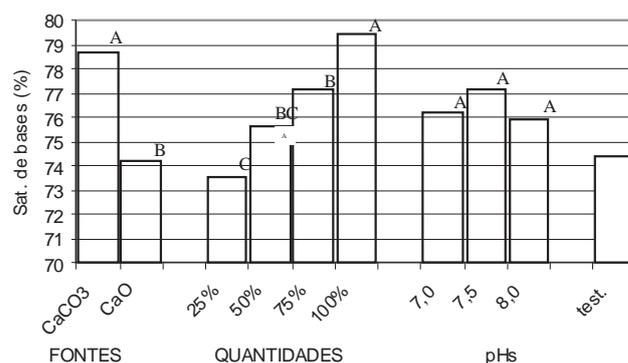
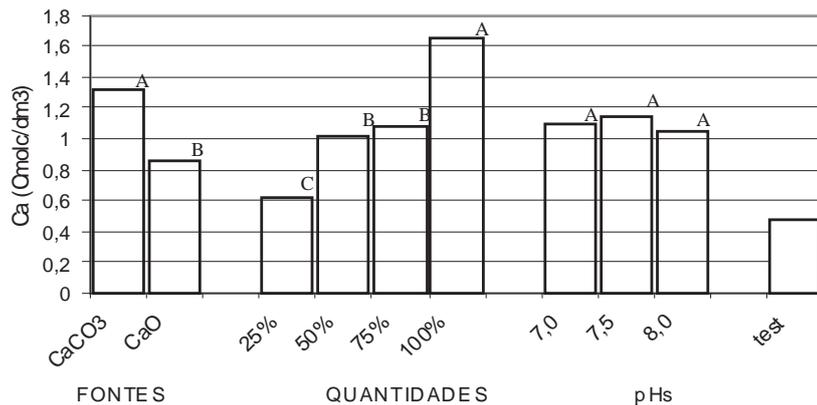


Gráfico 4. Efeito dos diferentes tipos de gessos no nível de cálcio dos solos



Em relação aos diferentes pHs dos gessos, observou-se que não houveram diferenças estatísticas entre eles, mostrando que a alteração da saturação de bases do solo independe do pH inicial do gesso produzido.

No Gráfico 4, observa-se que a quantidade de cálcio disponível no solo, macro elemento essencial no desenvolvimento das plantas e presente no gesso agrícola. Os resultados mostram que ambos os gessos disponibilizaram cálcio no solo para as plantas com valores superiores a testemunha, mas com efeitos diferenciados entre eles. O gesso oriundo da reação do CaCO<sub>3</sub> disponibilizou maior quantidade de cálcio no solo, com valores atingindo 1,3 cmolc/dm<sup>3</sup> enquanto o gesso oriundo da reação do CaO disponibilizou cerca de 0,85 cmolc/dm<sup>3</sup> de cálcio. Estes resultados podem estar associados à maior quantidade de cálcio presente no gesso preparado com CaCO<sub>3</sub>.

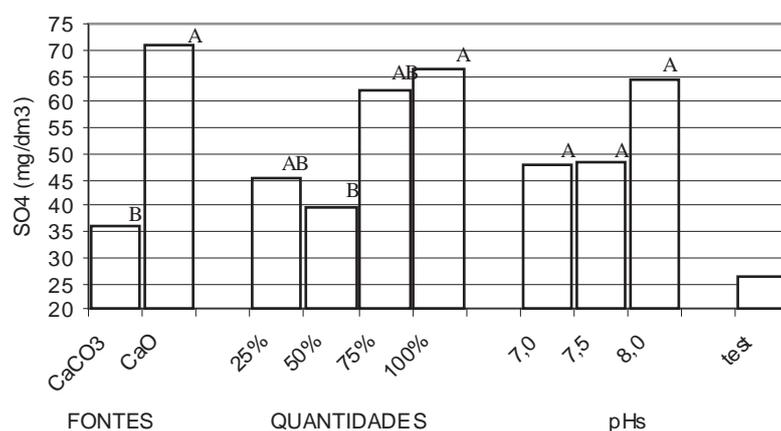
Em relação às quantidades aplicadas, verifica-se que, mesmo nas menores quantidades de gesso utilizadas (25%), o nível de cálcio no solo foi superior a 0,6 cmolc/dm<sup>3</sup>. Com o aumento da quantidade de gesso aplicado o nível de cálcio disponível elevou-se até atingir valores acima de 1,6 cmolc/dm<sup>3</sup> na dosagem de 100% da recomendação do corretivo.

Em relação aos diferentes pHs de

preparação do gesso não foram verificadas diferenças estatísticas entre os tratamentos, mas com todos os valores superiores a testemunha. Em relação ao nível de sulfato no solo (Gráfico 5), os resultados mostraram uma maior liberação deste composto no solo como o uso do gesso da reação do CaO, com valores gerais próximos a 70 mg/dm<sup>3</sup>, enquanto os resultados do gesso proveniente da reação do CaCO<sub>3</sub> ficaram em torno de 35mg/dm<sup>3</sup>. Estes resultados podem ser explicados pela concentração

de sulfato do gesso da reação do CaO que apresentou valores sete vezes superior ao nível de sulfato do gesso oriundo do CaCO<sub>3</sub>. Em relação as quantidades utilizadas, todas as aplicações apresentaram valores superiores a testemunha, mas os aumentos de maior significância foram observados a partir da aplicação de gesso na dose de 75% da recomendação do corretivo onde os valores foram acima de 60 mg/dm<sup>3</sup>. Em relação aos pHs dos gessos, os tratamentos foram significativamente iguais, mas com maior destaque para os gessos com pH 8,0 onde os valores foram próximos a 65 cmolc/dm<sup>3</sup>. Todos os tratamentos de pH do gesso apresentaram valores superiores a testemunha.

Gráfico 5. Efeito dos diferentes tipos de gessos no nível de sulfato dos solos



## Conclusões

Os resultados obtidos pela ação do gesso na alteração das características químicas dos solos mostraram-se bastante promissores, principalmente do gesso produzido da reação da solução de ácido sulfúrico reciclada da Antares Reciclagem com o carbonato de cálcio residual da Cenibra Celulose Nipo Brasileira S.A. O gesso produzido da reação com o óxido de cálcio apresentou-se menos efetivo. O gesso produzido da reação da solução de ácido sulfúrico reciclado com o carbonato de cálcio apresentou excelente ação corretiva, semelhante aos produtos existentes atualmente no mercado podendo substituí-los parcialmente sem comprometimento das reações químicas do solo.

## Referências bibliográficas

COLLINGS, G. H. Comercial fertilizants. 5ª ed. Mc Graw Hill Book Co. 1955.

MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. Desordens nutricionais do Cerrado. Piracicaba, SP. Potafós, 1985. 136p.

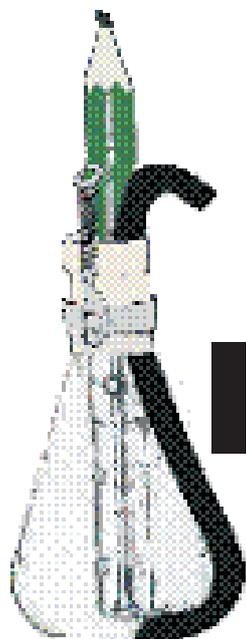
PAOLINELLI, M. T.; OLIVEIRA, P. M. de; SANTOS, P. R. R.; SÁ LEANDRO, V. de P.; MORAES, W. W. de. Aplicação direta do fosfogesso. In: Anais do I Seminário sobre o uso do fosfogesso na agricultura. P.197-207. Brasília. Embrapa-DDT, 1986.

RITCHEY, K. D.; SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E.; CORREA, O. Calcium leaching to increase rooting depth in a Brazilian savannah Oxisol. Agronomy Journal. 72:40-44, 1980.

SOUZA, D. M. G. de; LOBATO, E.; REIN, T. A. Uso do gesso agrícola em solos de Cerrados. Planaltina: Embrapa CPAC. Circular Técnica 32. 1996. 20p.

WANG, H. L.; HEDLEY, M. J.; BOLAN, N. S.; HORNE, D. J. The influence of surface incorporated lime and gypsiferous by products on surface and sub surface soil soil acidity. 1. soil solution chemistry. Australian Journal of soil Research, Melbourne, 37:165-180, 1999.

**Hotel Praiamar Natal  
17 a 19 de julho de 2011**



# IMPEQUI

## 9º Simpósio Brasileiro de Educação Química

**Se voce é da área de Educação ou Ensino, não deixe de participar.  
Inscrições em condições especiais para Professores.**

**Inscrições e informações: [www.abq.org.br/simpequi](http://www.abq.org.br/simpequi)**