



## Calibração do método SMP para recomendação de calagem em solos da região central da Amazônia.

**José Zilton Lopes Santos**<sup>(1)</sup>; **Matheus da Silva Ferreira**<sup>(2)</sup>; **Iza Maria Paiva Batista**<sup>(3)</sup>; **Arnon Afonso de Souza Cardoso**<sup>(4)</sup>; **Tainah Manuela Benlolo Barbosa**<sup>(3)</sup> e **Nonato Junior Ribeiro dos Santos**<sup>(3)</sup>.

<sup>(1)</sup> Professor Adjunto, Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Manaus - AM, ziltonlopes@ufam.edu.br; <sup>(2)</sup> Estudante de iniciação científica-Agronomia, UFAM, Manaus-AM, matheus3ferreira@gmail.com; <sup>(3)</sup> Pós-Graduandos Faculdade de Ciências Agrárias, UFAM, Manaus-AM, im\_paiva@hotmail.com; tainahbenlolo@hotmail.com e nonatojr.rs@gmail.com; <sup>(4)</sup> Mestrando em solos e Nutrição de Plantas, Escola de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP, arnon@usp.br.

**RESUMO:** A estimativa rápida da quantidade de corretivo pode ser realizada com eficiência através do método SMP, porém seu uso requer regionalização edafológica. Objetivou-se com o presente estudo, calibrar o método SMP para determinar a recomendação de calcário para solos amazônicos. O requerimento de calcário foi estimado através do método tampão SMP, utilizando 13 solos, coletados na camada superficial de 0-20 cm de profundidade em seis municípios do estado do Amazonas. O requerimento de calcário foi determinado para três valores de pHs alvos: 6,5; 6,0 e 5,5. Os valores foram então avaliados através de análise de regressão utilizando valores de requerimento de calcário obtido por incubação úmida de calcário visando atingir pH alvos de 6,5; 6,0 e 5,5 como método referência. O método tampão SMP correlacionou satisfatoriamente com o método referência mostrando-se eficaz em prever a necessidade de calagem para elevar o pH dos solos a valores agricultáveis.

**Palavras chaves:** pH do solo; requerimento de calcário, análise de solo.

### INTRODUÇÃO

A avaliação do requerimento de calcário pode ser feita através de vários métodos, sendo a busca por métodos convenientes e precisos para quantificar as doses de calcário, amplamente relatada. Dentre estes, destaca-se o método tampão SMP (Schoemaker et al., 1961), no qual a necessidade de calcário é obtida a partir da determinação dos valores de pH após o equilíbrio da solução tampão com o solo.

O método SMP é muito utilizado em vários países, e com apropriada calibração é considerado um método bastante eficaz pela simplicidade, rapidez e acurácia na estimação do requerimento de calcário para solo. Este método é bem adaptado para solos com pH abaixo de 5,8; menos que 10% de matéria orgânica e elevada quantidade de alumínio solúvel, características comuns dos solos da região central da Amazônia. As vantagens do

tampão SMP como método de estimativa da necessidade de calagem têm sido bastante relatadas: em avaliação de métodos para determinação do requerimento de calagem para solos em Nova Zelândia os autores verificaram que dos quatro métodos tampões avaliados o SMP foi o melhor na predição do requerimento de calcário em campo; resultado semelhante foi comprovado em solos da região da Austrália. No Brasil os resultados não foram diferentes, o método SMP vem sendo utilizado com grande eficiência na estimativa da necessidade de calcário para os solos das regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste e especialmente para a região sul (Gama et al., 2002), respectivamente.

No entanto, apesar da ampla divulgação deste método para recomendação de calagem, o seu uso está condicionado a calibrações próprias para diferentes regiões. Pois, solos com diferentes teores de matéria orgânica, textura, tipo e quantidade de minerais da fração argila e pH podem afetar o poder tampão dos solos (Escosteguy e Bissani, 1999), clima e conseqüentemente a eficiência do método Quaggio e Rajj (2001).

Diante disso, objetivou-se com o presente estudo calibrar o método SMP para recomendação de calcário para solos da região central da Amazônia.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em casa de vegetação, e laboratório no Departamento de Engenharia Agrícola e Solos da Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM. Utilizando-se 13 solos coletados na camada de 0-20 cm de profundidade, em seis municípios do estado do Amazonas: Manacapuru, Presidente Figueiredo, Itacoatiara, Iranduba, Rio Preto da Eva e Manaus. A seleção dos locais foi feita procurando abranger ampla faixa de solos que já vindo sendo explorados com fins agrícolas na região. Em cada município foi coletado dois solos, exceto em Manaus que foram coletados três. A coleta foi efetuada em único ponto sob vegetação



nativa (floresta ombrófila aberta), onde os solos estavam mais preservados e que mantinham suas características físicas e químicas originais. Os solos foram destorroados, homogeneizados, secos à sombra e passados em peneira de 2 mm para análise química conforme Embrapa (2009) e granulométrica pelo método do hidrômetro (Tabela 1). Nessas mesmas amostras foi determinado o pH SMP, utilizando uma solução onde previamente havia sido determinado o pH  $\text{CaCl}_2$  0,01 mol na relação solo:solução de 1:2,5 (Embrapa, 2009). Após a leitura do pH do solo, adicionaram-se 5,0 mL da solução-tampão SMP a pH 7,5 modificado por Raij & Quaggio, (1983), agitando por 15 min a 220 rpm. Após repouso de uma hora, procedeu-se à leitura do pH da suspensão de solo com a solução SMP pH 7,5. Desse modo, preservou-se a proporção solo: $\text{CaCl}_2$ :solução SMP de 10:25:5 adotada por Quaggio & Raij (2001).

Visando avaliar o método tampão SMP, foi feita a incubação de cada solo com 0; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10 t  $\text{há}^{-1}$  de uma mistura de  $\text{CaCO}_3 + 4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (p.a.) na relação estequiométrica Ca:Mg de 3:1. Após a homogeneização completa, os solos foram umedecidos até 70% da capacidade de campo e acondicionados vasos plásticos de polietileno, sem poro de drenagem, com capacidade de 1  $\text{dm}^3$ .

Após 56 dias, os solos foram secos ao ar, passados em peneira de 2 mm e o pH em  $\text{H}_2\text{O}$  na relação solo:água 1:2,5 (Embrapa, 2009), determinado. Todas as análises foram efetuadas em triplicata.

O pH dos solos incubados com doses crescentes de  $\text{CaCO}_3$  em casa de vegetação foi plotado e ajustado a regressão polinomial linear, usando SigmaPlot, para determinar o requerimento de calcário. O requerimento de calcário pelo método de incubação (56 dias) foi plotado contra pH tampão SMP e ajustado a regressão polinomial linear, usando SigmaPlot, para determinar uma nova calibração para o tampão SMP para um pH alvo de 5,5; 6,0 e 6,5.

## RESULTADOS

Os solos apresentaram um alcance de pH em  $\text{H}_2\text{O}$  de 3,9 a 4,7; capacidade de troca catiônica variando de 4,3 a 13,3; Al trocável variou de 0,8 a 1,8; teor de material orgânica do solo variou entre 1,2 e 3,3% e teor de argila variou de 19,0 a 74,0%.

Após o contato da solução tampão SMP 7,5 com as amostras de solo, os valores de pH variaram entre 5,5 e 6,2. De acordo com a tabela de recomendação de calcário SMP (Tabela 1), o limite superior de pH tampão para o qual nenhum calcário

é requerido foi 6,1 e 6,3 para alcançar pH em  $\text{H}_2\text{O}$  de 5,5 e 6,0, respectivamente. Apesar deste limite, todos os solos avaliados tiveram requerimento de calcário baseado no tampão SMP (Tabela 1). As reduções nas quantidades de calcário recomendadas para elevar o pH a 5,5 são, em média, de 1,7 e 3,4t  $\text{ha}^{-1}$  inferiores àquelas necessárias para elevar o pH a 6,0 ou 6,5. As reduções são mais expressivas quando são considerados somente os solos, com pH SMP inferior a 6,0 (Tabela 1).

Relacionando os valores da curva de incubação dos solos com calcário por 56 dias com o pH SMP, o requerimento de calcário para atingir o pH  $\text{H}_2\text{O}$  de 5,5; 6,0 e 6,5 são observados através das seguintes equações de regressão:  $Y = 6,027 - 0,168x$   $R^2 = 0,60$  (Figura 1);  $Y = 6,298 - 0,166x$   $R^2 = 0,74$  (Figura 1) e  $Y = 6,592 - 0,167x$   $R^2 = 0,76$  (Figura 3).

Em relação à necessidade de calcário nos solos avaliados pelo método SMP, nota-se que os treze solos utilizados na curva de incubação apresentaram uma acidez potencial média de 9,33  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  (Tabela 1) e que a acidez potencial estimada pela equação  $H + Al = 35,572 - 4,818 \text{ SMP}$  (Figura 3) ficou em torno de 8,56  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , resultados aparentemente semelhantes. É pertinente afirmar que as doses de calcário requeridas para atingir os valores de pH 5,5; 6,0 e 6,5 são 2,24; 4,44 e 6,65 t  $\text{ha}^{-1}$ , respectivamente, pelo método da curva de incubação enquanto pelo SMP as doses correspondem a 2,5; 4,2 e 5,9 t  $\text{ha}^{-1}$ , respectivamente. Sugerindo que, de modo geral, não houve super ou subestimação quanto ao requerimento de calcário com o uso do pH SMP.

Tal premissa é comprovada pelos aceitáveis valores dos coeficientes de determinação 0,6; 0,74 e 0,76, sugerindo que a incubação úmida dos solos com  $\text{CaCO}_3$  foram bem correlacionados com a recomendação pelo tampão SMP para atingir o pH 5,5; 6,0 e 6,5, respectivamente.

## Discussão

Considerando que o método SMP foi designado para solos com alto requerimento de calcário e que tem uma considerável quantidade de alumínio trocável (Alatas et al., 2005). Os baixos valores de pH e altos teores de alumínio trocável e argila indica potencial para o requerimento de calcário nesses solos. Pois apesar de não ser avaliada no presente estudo, é provável que haja uma boa correlação desses atributos com requerimento atual de calcário.

Os maiores valores do coeficiente de correlação  $r$  apresentados nos ajustes das equações para atingir os maiores valores de pHs alvos (6,0 e 6,5), possivelmente dão-se em função da maior acurácia



do método SMP ser encontrada em condições de maior necessidade de calcário. E mostram que os valores de requerimento de calcário (para pHs 6,0 e 6,5) obtidos usando 56 dias de incubação foram bem correlacionados ( $R^2 = 0,74$  e  $0,76$ ) (**Figuras 1b e c**), com aqueles obtidos por tampão SMP.

O aumento do pH foi devido a liberação de hidroxila e bicarbonato do calcário e neutralização dos elementos de caráter ácido como  $H^+$ ,  $Al^{3+}$  e  $Mn^{2+}$ .

O comportamento linear do pH SMP em função da recomendação de calagem pela curva de incubação foi semelhante ao obtido em outros estudos. Resultados condizente com o esperado, uma vez que, a solução tampão SMP fornece uma relação linear negativa entre pH e ácido consumido. Por outro lado, as doses recomendadas nesse estudo são bem inferiores quando comparado ao recomendado para solos de outras regiões, possivelmente em função de características específicas como mineralogia dos solos em estudo.

Quanto às doses recomendadas pelo método SMP, a similaridade com as doses recomendadas no estudo anterior pela curva de incubação, era esperada já que o primeiro foi calibrado com o segundo. Convém lembrar que, o critério SMP permite fazer a recomendação de calagem bastando ler o pH em uma suspensão, tornando-se um método simples e com alta acurácia. Nota-se que apenas no pH alvo de 5,5, o método SMP recomendou uma dose de calcário superior àquela recomendada pelo método da curva de incubação, o que provavelmente deve estar relacionado ao fato deste método tampão não ser um bom preditor de calcário para condições com baixo requerimento.

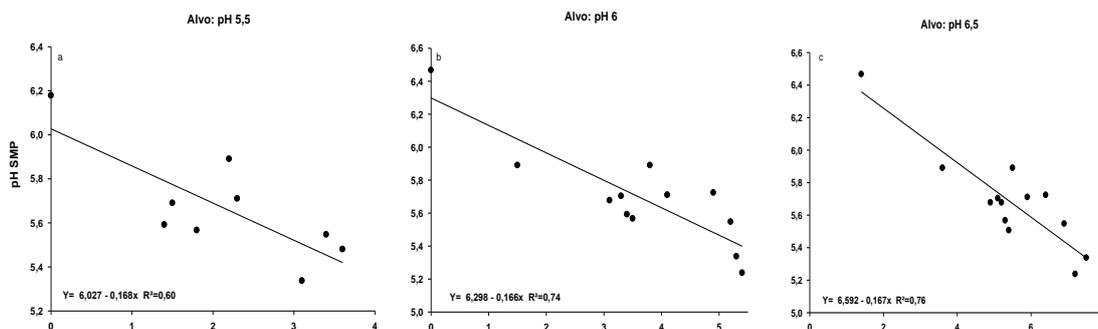
Apesar da pouca variação entre o requerimento de calcário do SMP e incubação por 56 dias, este comportamento indica que o requerimento de calcário para os solos amazônicos, determinados pelo tampão SMP, pode ser melhorado, possivelmente com adição de mais solos em estudos.

## CONCLUSÃO

O método SMP correlaciona satisfatoriamente com as necessidades de calcário dos solos estudados e mostra-se eficaz em prever a necessidade de calagem para elevar o pH  $H_2O$  do solo a valores de 6,5; 6,0 e 5,5.

## REFERÊNCIAS

- ALATAS, J.; TSADILAS, C.D.; SGOURAS, J. Comparison of Two Methods of Lime Requirement Determination. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36:1-3, 183-190, 2005. DOI: [10.1081/CSS-200043028](https://doi.org/10.1081/CSS-200043028).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. EMBRAPA, Brasília. 2009.
- ESCOSTEGUY, P. A. V.; BISSANI, C. A. Estimativa de H +Al pelo pH SMP em solos do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. *Rev. Bras. Ci. do Solo*, 23:175-179, 1999.
- GAMA, M.A.P.; PROCHNOW, L.I.; GAMA, J.R.N.F. Estimativa da acidez potencial pelo método SMP em solos ocorrentes no nordeste paraense. *Rev. Bras. Ci. do Solo*, 26:1093-1097, 2002.
- QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. VAN. Determinação do pH em cloreto de cálcio e da acidez total. In: Raji, B. van; Andrade, J. C; Cantarella, H.; Quaggio, J. A. (ed.). *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas: IAC, 2001. p.181-188.
- RAIJ, B. VAN E QUAGGIO, S. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas: Instituto Agrônomo. 31p. (Boletim Técnico, 81). 1983.
- SHOEMAKER, H.E.; MCLEAN, E.O.; PRATT, P.F. Buffer methods for determining lime requirement of soils with appreciable amounts of extractable aluminum. *Soil Sci. Soc. Am. Journal*, 25:274-277, 1961.



**Figura 1.** Relação entre a necessidade de calagem determinado pelo tampão SMP e o requerimento de calcário determinado pelo método da incubação, visando atingir pHs em água 5,5 (a), 6,0 (b) e 6,5 (c), utilizando-se 13 solos da região central da Amazônia.

**Tabela 1.** Necessidade de calcário estimada pelo método tampão SMP para elevar o pH em água do solo a 5,5; 6,0 e 6,5, utilizando-se 13 solos da região central da Amazônia.

pH SMP	pH H <sub>2</sub> O		
	pH 5,5	pH 6,0	pH 6,5
	-----Necessidade de calcário (t ha <sup>-1</sup> )-----		
6,5	-	-	0,5
6,4	-	-	1,2
6,3	-	-	1,7
6,2	-	0,6	2,3
6,1	-	1,2	2,9
6,0	0,2	1,8	3,5
5,9	0,7	2,4	4,1
5,8	1,3	3,0	4,7
5,7	1,9	3,6	5,3
5,6	2,5	4,2	5,9
5,5	3,1	4,8	6,5