



BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônomo, Campinas

Vol. 38

Campinas, abril de 1979

N.º 7

O MÉTODO TAMPÃO SMP PARA DETERMINAÇÃO DA NECESSIDADE DE CALAGEM DE SOLOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (1)

BERNARDO VAN RAIJ (2), HEITOR CANTARELLA e MARCO ANTONIO TEIXEIRA ZULLO,
Seção de Fertilidade do Solo, Instituto Agrônomo

SINOPSE

O método tampão SMP de determinação da necessidade de calagem foi estudado em 23 amostras de solos do Estado de São Paulo. A calibração do método foi feita através das necessidades de calagem para valores de pH de 5,5, 6,0 e 6,5 obtidos de curvas de neutralização dos solos com CaCO_3 . Foram testadas três relações de solução-tampão e solo, optando-se por uma modificação que deu ao método maior sensibilidade para baixas necessidades de calagem, se comparada com a metodologia original.

Foi feita a comparação do método SMP com outros critérios de determinação da necessidade de calagem. O método SMP é eficaz para determinar a quantidade de CaCO_3 para atingir determinado valor de pH do solo. Tal não acontece com o cálculo baseado na relação entre pH e saturação em bases, que leva a valores muito baixos. O critério $\text{Al} \times 1,5$ permite chegar a valores de pH em torno de 5,5. A elevação dos valores de $\text{Ca} + \text{Mg}$ a 2 ou 3 meq/100cm³ de terra não permite prever o pH a ser obtido no solo, consistindo, deste ponto de vista, em um critério muito inseguro para calcular a necessidade de calagem dos solos.

1. INTRODUÇÃO

No Estado de São Paulo empregava-se, antes de 1965, um critério de recomendação de calagem baseado na correlação entre o pH e a porcentagem de saturação em bases (3). A

meta, por aquele critério, seria elevar o pH dos solos a 6,5.

Posteriormente, com a difusão da idéia de que o teor de alumínio trocável em solos seria o critério mais

(1) Recebido para publicação em 30 de novembro de 1978.

(2) Com bolsa de suplementação do CNPq.

adequado para recomendar calagem em solos tropicais (5), passou-se, em 1965, a utilizá-lo em São Paulo e na maioria dos estados do Brasil, exceto no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina. Esse critério é complementado por outro, que visa elevar os teores de Ca + Mg a valores de 2 ou 3 meq/100cm³ de terra no caso de solos com baixos teores de alumínio, mas que não apresentam teores considerados suficientes de cálcio e magnésio.

Um critério diferente é utilizado nos dois estados do extremo Sul, onde a necessidade de calagem é determinada através da solução-tampão SMP (7). Esta solução é colocada em contato com o solo, e a leitura de pH da suspensão indica a necessidade de calagem para pH 6,0, através de uma tabela construída com base em prévia calibração com solos da região incubados com CaCO₃. A solução-tampão SMP, cuja sigla é baseada nas iniciais dos autores SHOE-MAKER, McLEAN & PRATT (14), apresenta uma variação linear do pH com a adição de ácido. Ela é bastante sensível para indicar, com precisão, a necessidade de calagem de solos. Contudo, foi constatado que o método é menos eficaz para necessidades de calagem abaixo de 4t/ha (6), o que seria um obstáculo para o seu uso em solos de baixo poder tampão, como a maioria dos solos paulistas.

FREITAS; PRATT & VETTORI (4) fizeram um estudo comparativo dos critérios de avaliar a necessidade de solos do Estado de São Paulo, considerando os seguintes métodos: tampão Woodruff; tampão SMP; acetato de cálcio a pH 7; cálculo a partir da correlação pH e saturação em bases; incubação com CaCO₃ para atingir valores de pH de

5,5, 6,0 e 6,5; neutralização do Al trocável; elevação do Ca + Mg trocáveis. Esses autores mostraram haver boa correlação entre os métodos de estimar a necessidade de calagem, exceto no caso dos critérios baseados na neutralização de alumínio ou elevação de cálcio e magnésio.

No trabalho de FREITAS; PRATT & VETTORI (4), foi introduzida uma modificação, aumentando a relação entre o volume de tampão e peso do solo, o que levou a uma diminuição na sensibilidade do método. A necessidade mínima de CaCO₃ apresentada na tabela publicada pelos autores é de 3,2t/ha, e as diferenças de recomendações de calagem são da ordem de 1,2t/ha para depressões de 0,1 unidade de pH. São valores de necessidade de calagem muito elevados em face dos atuais níveis de recomendação do Estado de São Paulo.

O método SMP tem duas grandes vantagens: é de fácil execução no laboratório e apresenta um fundamento teórico muito bom. Por essas razões, estudou-se, neste trabalho, a viabilidade do seu uso. Procurou-se torná-lo mais preciso para baixas necessidades de calagem e mais versátil, adaptando-o para necessidades de calagem para pH 5,5, além de 6,0 e 6,5. Também adaptou-se toda a sistemática a medidas de volume de solo, as quais são normalmente realizadas em laboratórios de rotina de análise de terra.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas 23 amostras superficiais de solos bastante ácidos em diversos locais do Estado de São

Paulo, procurando abranger ampla faixa de variações que afetam a necessidade de calagem e, dentro de certos limites, representar os solos do Estado. No quadro 1 são apresentadas as classificações e os locais de coleta dos solos.

Amostras de 1dm³ de cada solo foram incubadas por 60 dias com

CaCO₃ p. a. finamente moído, em quantidades correspondentes a 0, 0,25, 0,5, 1,0 e 2,0 vezes a acidez extraída do solo por uma solução de acetato de cálcio 1N a pH 7. Na incubação os teores de água foram mantidos entre 20 e 40% em relação ao volume da terra, os maiores teores para solos mais argilosos.

QUADRO 1. — Amostras do solo utilizadas no estudo de necessidade de calagem

Número	Classificação segundo a Comissão de Solos, BRASIL (2) ou conforme referência citada	Local de coleta Município
18.801	Latossolo vermelho-amarelo, fase arenosa	Casa Branca
18.807	Podzólico vermelho-amarelo, orto	Mococa
18.813	Aluvião (várzea)	Mococa
18.819	Latossolo vermelho-escuro, orto	Capão Bonito
18.825	Solo com horizonte B cámbico unidade Urutu (9)	Itararé
18.837	Regossolo	Itirapina
18.843	Podzolizado de Lins e Marília, variação Lins	Matão
18.849	Latossolo vermelho-escuro, fase arenosa (1)	Jaboticabal
18.855	Latossolo vermelho-escuro, fase arenosa	Jaboticabal
18.861	Podzolizado de Lins e Marília, variação Marília	Pindorama
18.867	Latossolo roxo	São Simão
18.873	Latossolo roxo	São Simão
18.879	Latossolo vermelho-escuro, fase arenosa	São Simão
18.891	Latossolo vermelho-amarelo, húmico	Campinas
18.897	Latossolo vermelho-amarelo, húmico	Paulínia
18.903	Podzólico vermelho-amarelo, variação Piracicaba	Americana
18.909	Latossolo vermelho-escuro, orto, unidade Goiabeira (8)	Limeira
18.915	Latossolo vermelho-escuro, orto, unidade Limeira (8)	Limeira
18.921	Terra roxa estruturada (8)	Limeira
18.927	Podzólico vermelho-amarelo, orto (13)	Monte Alegre do Sul
18.933	Podzolizado de Lins e Marília, variação Marília	Pindorama
18.939	Podzolizado de Lins e Marília, variação Marília	Pindorama
18.831	Solo com horizonte B cámbico, unidade Coruja (9)	Itararé

Terminado o período de incubação, as amostras foram secas ao ar e analisadas. Constatou-se que em diversos solos os valores de pH estavam muito baixos, o que pode ser atribuído à existência de sais decorrentes da mineralização da matéria orgânica ocorrida durante a incubação. As amostras foram, devido a isso, lavadas com água para remoção do excesso de sais solúveis e novamente secas e preparadas para análise.

No quadro 2 encontram-se os dados analíticos dos solos utilizados. Esses resultados se referem às amostras que sofreram o processo de incubação, mas que não receberam calagem. As análises foram feitas segundo metodologia descrita por RAIJ & ZULLO (12). Os resultados de H + Al correspondem à acidez extraída das amostras antes da incubação com solução de acetato de cálcio 1N a pH 7, na relação de 5cm³ de terra para 100ml de solução.

QUADRO 2. — Resultados analíticos das amostras de solos utilizadas no estudo de necessidade de calagem

Amostra n.º	M.O.	pH	H ⁺ + Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺
	g/100 cm ³		meq/100 cm ³ de terra				
18.801	2,2	5,1	3,0	0,7	0,2	0,1	0,1
18.807	4,6	5,8	3,0	0,0	2,5	1,6	0,3
18.813	4,4	5,0	4,9	0,6	2,1	0,4	0,2
18.819	5,6	4,5	7,8	2,1	0,2	0,0	0,1
18.825	6,0	5,4	8,7	1,3	0,2	0,1	0,2
18.837	1,3	5,5	2,1	0,3	0,1	0,0	0,0
18.843	2,3	6,3	2,1	0,1	1,3	0,4	0,1
18.849	2,9	5,9	2,9	0,1	0,9	0,5	0,1
18.855	2,3	5,2	3,2	0,6	0,2	0,1	0,0
18.861	2,7	5,6	3,1	0,5	0,8	0,4	0,1
18.867	3,1	5,9	4,5	0,0	4,8	1,0	0,4
18.873	2,7	5,2	5,0	0,8	0,3	0,0	0,1
18.879	2,5	5,1	4,8	1,0	0,1	0,0	0,0
18.891	2,7	5,6	3,0	0,5	0,6	0,1	0,1
18.897	4,8	5,0	6,1	1,1	0,4	0,2	0,1
18.903	2,9	5,5	2,3	0,1	1,8	0,7	0,3
18.909	5,3	5,3	7,4	1,3	0,9	0,2	0,1
18.915	4,6	4,8	7,1	1,6	0,2	0,0	0,0
18.921	2,9	5,6	3,7	0,2	2,5	0,5	0,1
18.927	2,6	5,6	3,2	0,3	2,3	0,3	0,2
18.933	1,6	5,6	3,1	0,4	1,2	0,2	0,4
18.939	2,2	5,0	4,5	0,7	1,0	0,1	0,2
18.831 (1)	21,7	4,6	16,5	1,9	0,4	0,1	0,2

(1) Esta amostra, representando um caso extremo de elevada necessidade de calagem, não foi incluída na calibração do método SMP.

Nas amostras de solo incubadas, determinou-se o pH e construiu-se, para cada amostra, uma curva de neutralização com CaCO_3 . Das curvas, obteve-se a necessidade de calagem para atingir valores de pH de 5,5, 6,0 e 6,5.

A solução-tampão SMP foi preparada dissolvendo 1,8g de p-nitrofenol, 2,5ml de trietanolamina, 3,0g de K_2CrO_4 , 2,0g de $\text{Ca}(\text{OAC})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ e 53,1g de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ em água, completando o volume a 1 litro. O p-nitrofenol foi dissolvido previamente em cerca de 100ml de água quente. O pH da solução foi ajustado a 7,5 com HCl ou NaOH. Suspensões de solo, água e solução-tampão foram agitadas por dez minutos e, o pH, determinado com potenciômetro munido de eletrodo combinado para medida de pH. Antes de cada série, o valor de 7,5 do pH da solução SMP era verificado. Foram determinados os valores de pH em suspensões com as seguintes relações, em volume, de solo:água:solução-tampão SMP: 10:10:20, 10:20:10 e 10:20:5.

Também foram feitos cálculos das necessidades de calagem baseados na correlação entre pH e saturação em bases (V), através da equação:

$$\text{pH} = 4,50 + 0,025 V$$

Essa equação foi baseada no trabalho de RAIJ; SACCHETTO & IGUE (11). O cálculo da necessidade de calagem para atingir valores de pH de 5,5, 6,0 e 6,5 foi similar àquele descrito por CATANI & GALLO (3) para calagem até pH 6,5.

As calagens para elevar os teores de Ca + Mg ou neutralizar alu-

mínio foram feitas considerando diretamente os miliequivalentes necessários. No caso do Al, introduziu-se um fator de 1,5, admitindo-se que parte do CaCO_3 adicionado iria neutralizar outras fontes de acidez.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas de neutralização com CaCO_3 obtidas por incubação dos solos, não são apresentadas, mas apenas as necessidades de calagem para três valores de pH, obtidas por interpolação. Contudo, para demonstrar as grandes diferenças que existem entre o tamponamento dos diversos solos, diferenças essas que irão refletir-se nas necessidades de calagem, foi preparada a figura 1, com as curvas de neutralização com CaCO_3 de cinco solos tomados como exemplos, incluindo no caso os extremos.

Para os demais solos, curvas similares foram plotadas, determinando-se as necessidades de calagem para pH 6,5, 6,0 e 5,5.

As necessidades de calagem determinadas por incubação com CaCO_3 serviram de referência para calibrar o tampão SMP. Para isso foram estabelecidas as correlações entre os valores de pH das suspensões de solo e solução SMP, nas três relações solo:água:solução SMP consideradas, e as necessidades de CaCO_3 para atingir valores de pH respectivamente de 6,5, 6,0 e 5,5. Os resultados são apresentados no quadro 3. Essa forma de calibração difere da apresentada na publicação original sobre método SMP, na qual só uma calagem, a pH 6,8, foi considerada (14).

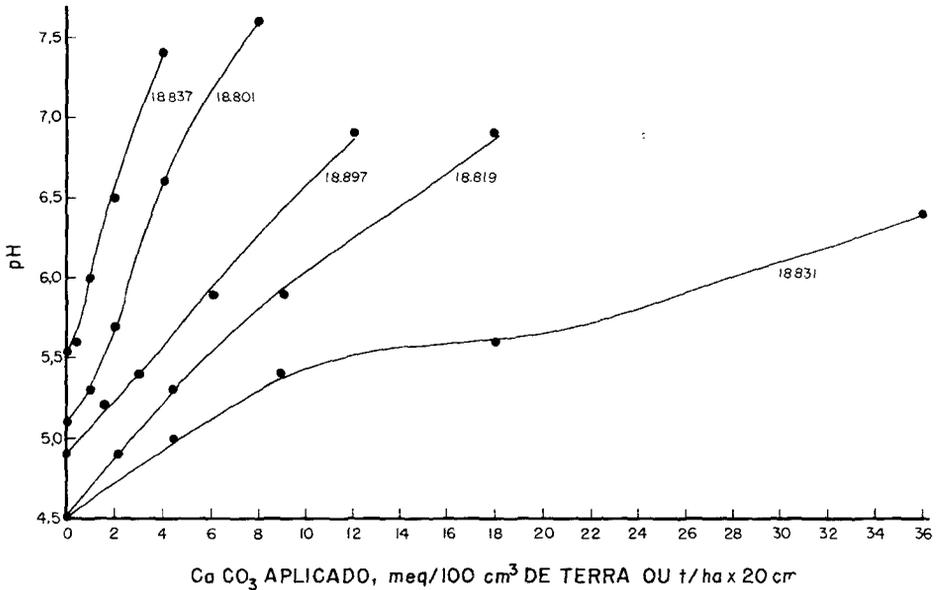


Figura 1. - Curvas de neutralização de cinco amostras de solos com CaCO_3 . 18.837 - regossolo; 18.801 - latossolo vermelho-amarelo, fase arenosa; 18.897 - latossolo vermelho-amarelo, húmico; 18.819 - latossolo vermelho-escuro, orto; 18.831 - solo com B câmbico

Nota-se que o uso das três relações de solo: água: solução SMP não afetou muito a qualidade das correlações. A relação 10:10:20 é similar à usada no trabalho inicial onde foi proposto o método (14). As relações 10:20:10 e 10:20:5 têm a vantagem de aumentar a sensibilidade do método, significando isto que para depressões idênticas de pH correspondem valores de necessidade de calagem menores. A relação 10:20:5 tem, contudo, a desvantagem de utilizar um volume reduzido de tampão, insuficiente para solos de necessidades de calagem mais elevadas.

Optou-se pela relação 10:20:10 como a mais adequada para os solos do Estado. Ela leva a uma relação

de reativos e solo similar à em uso do Rio Grande do Sul (7). Cabe mencionar que no trabalho feito anteriormente com solos do Estado de São Paulo (4), a modificação introduzida no método SMP, passando a relação para 10:10:40, diminuiu extraordinariamente a sensibilidade do método (4), tornando-o de difícil aplicabilidade a solos de baixo poder tampão.

Uma vantagem a mais em utilizar a relação 10:20:10 é que a determinação do pH com a solução SMP pode ser realizada posteriormente à determinação de pH do solo, feita na relação de solo e água de 10:25, bastando, para tanto, adicionar 5ml de uma solução SMP

QUADRO 3. — Correlações entre o pH medido na solução-tampão SMP, para três relações de solo:água:tampão, e a necessidade de calagem determinada pela incubação dos solos com CaCO₃ (em t/ha x 20cm)

X	Y	Necessidade de calagem determinada pela incubação com CaCO ₃ para o pH do solo indicado abaixo	Equação de regressão	Coefficiente de correlação
10:10:20	6,5		$Y = 194,0 - 50,7X + 3,30X^2$	-0,967
10:20:10	6,5		$Y = 181,5 - 52,0X + 3,75X^2$ (1)	-0,952
10:20:5	6,5		$Y = 164,1 - 51,7X + 4,12X^2$ (1)	-0,935
10:10:20	6,0		$Y = 135,1 - 36,1X + 2,40X^2$	-0,940
10:20:10	6,0		$Y = 128,0 - 37,4X + 2,74X^2$	-0,947
10:20:5	6,0		$Y = 107,8 - 3,40X + 2,69X^2$	-0,949
10:10:20	5,5		$Y = 46,8 - 11,2X + 0,642X^2$ (2)	-0,888
10:20:10	5,5		$Y = 69,2 - 20,5X + 1,53X^2$ (2)	-0,908
10:20:5	5,5		$Y = 18,8 - 3,04X - 0,039X^2$ (2)	-0,904

(1) Nestes casos, a equação não deve ser utilizada para valores de pH da solução-tampão acima de 6,5.
 (2) Nestes casos, foram consideradas apenas 14 das 22 amostras.

com o dobro da concentração da descrita ou 10ml da descrita, ignorando, neste caso, a pequena diferença do volume final, que pouco deve afetar a leitura do pH.

A figura 2 mostra as relações entre as necessidades de calagem expressas em termos de CaCO_3 , para três valores preestabelecidos de pH, e os valores de pH da suspensão de solo com a solução SMP. Embora a

a solução-tampão SMP forneça uma relação linear entre pH e ácido consumido, as relações neste caso foram curvilíneas, o que se deve provavelmente às quantidades menores de tamponante adicionado ao solo. Em face do aumento da sensibilidade do método SMP para os valores menores de necessidade de calagem, pode-se perfeitamente optar pelo uso do esquema proposto para os solos do Es-

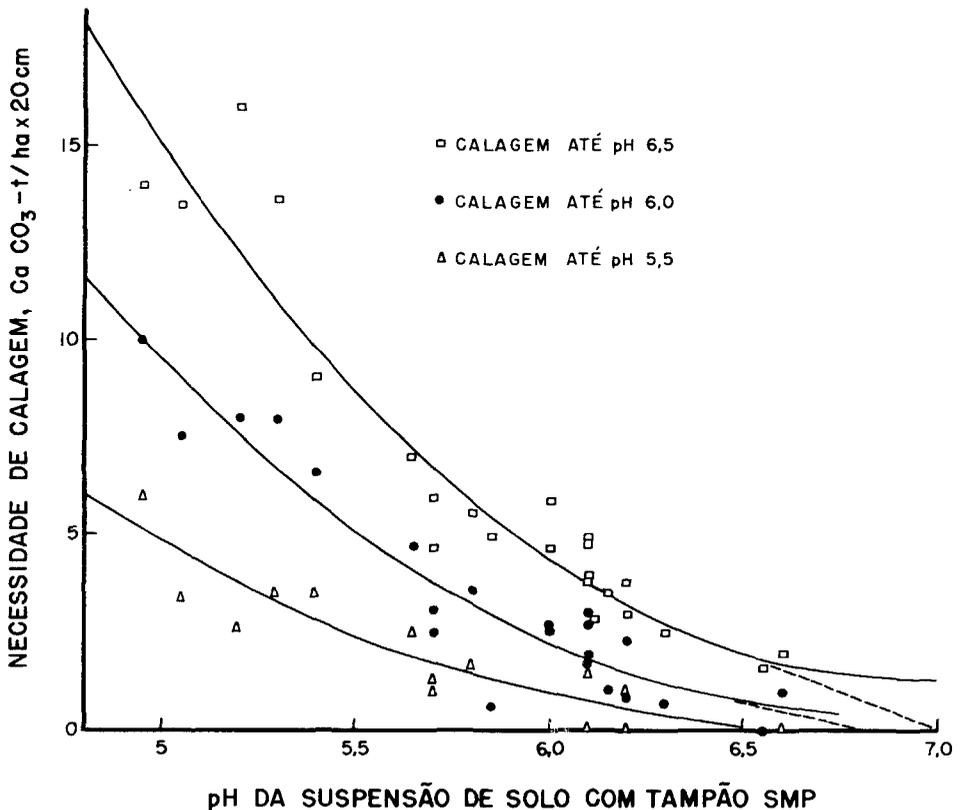


Figura 2. - Necessidade de calagem de solos com base na depressão do pH da solução SMP, para valores de pH dos solos de 5,5, 6,0 e 6,5. As curvas valem para a relação solo:água:solução SMP de 10:20:10; e equações correspondentes apresentadas no quadro 3

tado de São Paulo, que, por via de regra, apresentam baixa necessidade de calagem. A pequena sensibilidade do método SMP para recomendações baixas de calagem tem sido um aspecto negativo (4, 6, 14).

No quadro 4 são apresentados os valores de necessidade de calagem determinados pelos diferentes critérios definidos em Materiais e Métodos. Nota-se que os valores para incubação com CaCO_3 e pelo método SMP são bastante similares, o que era de esperar, já que o segundo foi calibrado contra o primeiro. Os valores obtidos pela correlação saturação em bases e pH são menores. Convém lembrar que, para a determinação da saturação em bases dos solos, o componente acidez, ou $\text{H} + \text{Al}$, é extraído com uma solução de acetato de cálcio a pH 7. Como esta solução apresenta um tamponamento deficiente ao redor de pH 7, a extração da acidez é incompleta e, conseqüentemente, a necessidade de calagem é subestimada.

No quadro 5 são dados os valores de pH que seriam obtidos se fossem utilizadas as quantidades de CaCO_3 indicadas no quadro 4. Os valores de pH foram obtidos das curvas de neutralização dos solos, do tipo apresentado na figura 1. No caso, o método SMP foi mais eficiente para chegar ao pH desejado, pelas razões já expostas. O critério do $\text{Al} \times 1,5$ permite chegar, com bastante precisão, a valores de pH em torno de 5,5. Como seria de esperar, pela elevação dos teores de $\text{Ca} + \text{Mg}$ a valores predeterminados, não se chega a valores determinados de pH.

O método SMP é, pelo visto, uma excelente alternativa para reco-

mendar calagem visando corrigir o pH a determinados valores. Os valores desejados em muito dependem da cultura e variedade, e ainda há falta de dados experimentais para que se defina o problema com segurança. O método é, contudo, muito simples, bastando ler o pH em uma suspensão, como a descrita anteriormente, e obter a necessidade de calagem, em termos de CaCO_3 com P.R.N.T. de 100% do quadro 6.

Sugere-se que, para utilizar a tabela, estabeleça-se um limite de 5,4 para pH em água como um mínimo abaixo do qual adiciona-se a solução SMP e determina-se a necessidade de calagem para pH 5,5. Da mesma forma, pode-se colocar, como mínimos de pH em água 5,8 e 6,2, valores abaixo dos quais se utilizaria o tampão para determinar as necessidades de calagem para pH 6,0 e 6,5 respectivamente.

Observou-se excelente correlação entre o pH da solução SMP, na relação proposta 10:20:10, e os valores de $\text{H} + \text{Al}$, com um coeficiente de correlação de -0,975. Isto significa que o valor de pH lido na suspensão solo e solução SMP pode ser utilizado para achar o valor de $\text{H} + \text{Al}$. Para tanto, utiliza-se a equação de regressão $Y = 28,8 - 4,18X$. Esta equação não deve, contudo, ser utilizada para valores de $\text{H} + \text{Al}$ maiores do que os utilizados no estabelecimento da correlação, ou seja, acima de 8 meq/100cm³ de terra. Neste caso, os valores de capacidade de cátions, que podem ser determinados através de $\text{H} + \text{Al}$ e da soma de bases, são expressos por volume de terra.

QUADRO 4. — Valores da necessidade de calagem determinados por diversos métodos

Amostra n.º	Necessidade de calagem													
	Para pH 6,5			Para pH 6,0			Para pH 5,5			Para elevar Ca + Mg				
	Incubação com CaCO ₃	SMP	pH x V% Incubação com CaCO ₃	SMP	pH x V% Incubação com CaCO ₃	SMP	pH x V% Incubação com CaCO ₃	SMP	pH x V% Incubação com CaCO ₃	SMP	pH x V%	2,0	3,0	Al x 1,5
----- meq/100cm ³ ou t/ha x 20cm de CaCO ₃ -----														
18.801	3,8	3,3	2,3	2,7	1,8	1,6	1,5	1,1	1,0	1,7	2,7	1,1	2,7	1,1
18.807	3,6	3,0	1,5	1,0	1,6	0,1	1,0	1,0	0,3	—	—	—	0,5	0,9
18.813	7,1	6,9	3,4	4,7	4,2	1,8	2,5	2,2	0,3	—	—	—	1,8	2,8
18.819	14,0	13,5	6,2	10,0	10,0	4,6	6,0	5,2	2,9	1,7	1,7	1,7	2,7	2,0
18.825	13,5	14,0	6,9	7,5	9,0	5,0	3,4	4,7	3,2	1,7	1,7	1,7	2,7	2,0
18.837	2,0	1,2	1,7	1,0	0,5	1,2	0,0	0,5	0,8	1,9	2,9	0,5	2,9	0,5
18.843	1,6	1,3	1,3	0,0	0,6	0,5	—	0,6	—	0,3	1,3	0,2	1,3	0,2
18.849	2,5	2,2	2,0	0,7	1,1	1,1	—	0,8	0,3	0,6	1,6	0,2	1,6	0,2
18.855	3,8	2,8	2,5	2,3	1,4	1,8	1,0	0,9	1,1	1,7	2,7	0,9	2,7	0,9
18.861	5,0	3,3	2,2	3,0	1,8	1,3	0,0	1,1	0,4	0,8	1,8	0,8	1,8	0,8
18.867	5,0	5,1	2,4	0,6	3,0	0,2	—	1,6	—	—	—	—	—	—
18.873	4,7	6,4	3,9	3,2	3,8	2,8	1,3	2,1	1,8	1,7	2,7	1,2	2,7	1,2
18.879	6,0	6,4	3,8	2,5	3,8	2,8	1,0	2,1	1,9	1,9	2,9	1,5	2,9	1,5
18.891	4,0	3,3	2,2	1,5	1,8	1,5	—	1,1	0,7	1,3	2,3	0,8	2,3	0,8
18.897	9,1	9,6	4,7	6,6	5,9	3,4	3,5	3,1	2,0	1,4	2,4	1,7	2,4	1,7
18.903	3,0	2,8	1,3	0,8	1,4	0,3	0,0	0,9	—	—	—	—	—	0,5
18.909	16,0	12,0	5,7	8,0	7,6	4,0	2,6	4,0	2,2	0,9	1,9	2,0	1,9	2,0
18.915	13,7	10,7	5,6	8,0	6,7	4,0	3,5	3,5	2,7	1,8	2,8	2,4	2,8	2,4
18.921	5,9	4,0	2,3	2,6	2,2	1,0	1,3	1,3	—	—	—	—	—	0,3
18.927	4,7	4,0	2,0	2,5	2,2	0,8	—	1,3	—	—	—	—	—	0,5
18.933	2,7	3,3	2,1	1,9	1,8	1,1	1,7	1,1	0,1	0,6	1,6	0,6	1,6	0,6
18.939	5,6	5,6	2,3	3,6	3,3	2,2	1,7	1,8	1,0	0,9	1,9	1,1	1,9	1,1

QUADRO 5. — Valores de pH que seriam obtidos na incubação com CaCO₃ se fossem utilizadas as quantidades do corretivo indicadas no quadro 4

Amostra n.º	pH obtido									
	Calagem para pH 6.5		Calagem para pH 6.0		Calagem para pH 5.5		Calagem para elevar Ca + Mg a		Calagem para Al x 1,5	
	SMP	pH x V%	SMP	pH x V%	SMP	pH x V%	2,0	3,0	2,0	3,0
18.801	6,3	5,9	5,6	5,5	5,3	5,3	5,6	6,0	5,3	5,3
18.807	6,4	6,1	6,1	5,8	—	—	—	—	—	—
18.813	6,5	5,7	5,9	5,4	5,2	5,2	—	5,1	5,2	5,2
18.819	6,6	5,5	6,0	5,3	5,4	5,4	4,7	5,0	5,1	5,1
18.825	6,6	6,0	6,1	5,8	5,7	5,7	5,3	5,4	5,3	5,3
18.837	6,1	6,3	5,6	6,1	5,6	5,6	6,5	6,9	5,6	5,6
18.843	6,4	6,4	6,2	6,2	6,2	6,2	6,1	6,4	6,1	6,1
18.849	6,4	6,4	6,2	6,2	6,0	6,0	6,0	6,3	5,9	5,9
18.855	6,2	6,1	5,7	5,8	5,5	5,5	5,8	6,1	6,1	5,5
18.861	6,2	5,8	5,7	5,6	5,5	5,5	5,5	5,7	5,5	5,5
18.867	6,5	6,3	6,3	5,9	—	—	—	—	—	—
18.873	6,8	6,2	6,2	5,9	5,6	5,6	5,6	5,9	5,5	5,5
18.879	6,6	6,2	6,2	6,0	5,8	5,8	5,8	6,1	5,7	5,7
18.891	6,4	6,1	6,1	6,0	5,9	5,9	6,0	6,2	6,0	6,0
18.897	6,5	5,7	5,9	5,5	5,4	5,4	5,1	5,3	5,2	5,2
18.903	6,5	6,1	6,1	5,7	6,0	6,0	—	5,8	5,6	5,6
18.909	6,2	5,8	6,0	5,7	5,7	5,7	5,3	5,4	5,4	5,4
18.915	6,3	5,8	5,9	5,6	5,5	5,5	5,3	5,4	5,3	5,3
18.921	6,2	5,0	6,0	5,8	—	—	—	—	—	—
18.927	6,3	5,9	6,0	5,7	5,8	5,8	—	5,7	5,7	5,7
18.933	6,7	6,2	6,0	5,8	5,8	5,8	5,7	5,8	5,7	5,7
18.939	6,5	5,9	5,9	5,7	5,5	5,5	5,3	5,6	5,3	5,3
Média	6,41	6,02	5,99	5,77	5,72	5,72	5,49	5,79	5,53	5,53
Desvio-padrão	0,19	0,24	0,20	0,24	0,26	0,26	0,41	0,48	0,28	0,28
Intervalo	6,1-6,8	5,5-6,4	5,6-6,3	5,3-6,2	5,3-6,2	5,3-6,2	4,7-6,5	5,0-6,9	5,1-6,1	5,1-6,1

QUADRO 6. — Tabela para determinação da calagem de solos com base no pH lido na solução SMP, baseada em calibração com solos utilizando a relação solo: água: solução-tampão SMP de 10:20:10 (Figura 2). Válida para CaCO_3 com P.R.N.T. = 100%

pH da suspensão solo: solução SMP	Necessidade de calagem para		
	pH 6,5	pH 6,0	pH 5,5
	CaCO_3 , meq/100 cm ³ terra ou t/ha x 20 cm		
6,9	0,4	—	—
6,8	0,8	—	—
6,7	1,2	0,3	—
6,6	1,5	0,5	—
6,5	2,0	0,7	0,1
6,4	2,3	0,9	0,2
6,3	2,8	1,1	0,3
6,2	3,3	1,4	0,5
6,1	3,8	1,8	0,7
6,0	4,5	2,2	0,9
5,9	5,2	2,7	1,1
5,8	6,1	3,2	1,4
5,7	6,9	3,8	1,7
5,6	7,9	4,4	2,0
5,5	8,9	5,1	2,4
5,4	10,1	5,8	2,8
5,3	11,2	6,7	3,2
5,2	12,5	7,6	3,7
5,1	13,8	8,5	4,4
5,0	15,3	9,5	5,0
4,9	16,7	10,5	5,5
4,8	18,3	11,6	6,1

THE SMP-BUFFER METHOD FOR THE DETERMINATION OF LIME REQUIREMENT
OF SOILS OF THE STATE OF SÃO PAULO

SUMMARY

The SMP-buffer method for the determination of lime requirement was studied with 23 soil samples of the State of São Paulo. The method was calibrated against lime requirements to increase pH values to 5.5, 6.0 and 6.5 based on CaCO_3 neutralization curves of the soils.

A modification of the ratio of SMP-buffer to soil, which gives lower lime requirements per unit of pH depression is suggested for the use of soils that have rather low buffer capacities.

The method proved to be satisfactory to predict amounts of lime needed to increase soil pH to values of 6.5, 6.0 and 5.5. Neutralization of aluminum, using a factor 1.5, increases the pH of the soils to values around 5.5.

LITERATURA CITADA

1. ALOISI, R. R. & DEMATTÉ, J. L. T. Levantamento dos solos da Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal. Científica, Jaboticabal, 2:123-126, 1974.
2. BRASIL. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1960. 634p. (Boletim, 12)
3. CATANI, R. A. & GALLO, J. R. Avaliação da exigência em calcário dos solos do Estado de São Paulo, mediante correlação entre o pH e a porcentagem de saturação em bases. R. Agricultura, Piracicaba, 30:49-60, 1955.
4. FREITAS, L. M. M.; PRATT, P. F. & VETTORI, L. Testes rápidos para estimar as necessidades em calcário de alguns solos de São Paulo. Pesq. agropec. bras., Brasília, 3:159-164, 1968.
5. KAMPRATH, E. J. Exchangeable aluminum as a criterion for liming leached mineral soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 34:252-254, 1970.
6. MEHLICH, A.; BOWLING, S. S. & HATFIELD, A. L. Buffer pH acidity in relation to nature of soil acidity and expression of lime requirement. Commun. Soil Sci. Plant Analysis, 7:253-263, 1976.
7. MIELNICZUK, J.; LUDWICK, A. & BOHNEN, H. Recomendações de adubo e calcário para os solos e culturas do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, 1971: 29p. (Boletim técnico, 2)
8. OLIVEIRA, J. B. & ROTTA, C. L. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Limeira, São Paulo. Bragantia, Campinas, 32:1-60, 1973.
9. —————; VALADARES, J. M. A. S. & ROTTA, C. L. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Itararé, São Paulo. Bragantia, Campinas, 35:295-333, 1976.
10. PEARSON, R. W. Soil acidity and liming in the humid tropics. Ithaca, New York State College of Agriculture and Life Sciences, 1975. 66p. (Cornell International Agriculture Bulletin, 30)
11. RAIJ, B. van; SACCHETTO, M. T. D. & IGUE, T. Correlações entre o pH e o grau de saturação em bases nos solos com horizonte B textural e horizonte B latossólico. Bragantia, Campinas, 27:193-200, 1968.
12. ————— & ZULLO, M. A. T. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agronômico, 1977. 16p. (Circular, 63)
13. ROTTA, C. L.; JORGE, J. A.; OLIVEIRA, J. B. & KÜPPER, A. Levantamento pedológico da Estação Experimental de Monte Alegre do Sul, São Paulo. Bragantia, Campinas, 30:215-276, 1971.
14. SHOEMAKER, H. E.; McLEAN, E. O. & PRATT, P. F. Buffer methods for determining lime requirements of soils with appreciable amounts of extractable aluminum. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 25:274-277, 1961.