

CALIBRAÇÃO DO MÉTODO SMP PARA SOLOS ORGÂNICOS

GALVÃO, Francisco de A. D. & VAHL, Ledemar C.

UFPEL/FAEM - Deptº de Solos - Campus Universitário - Caixa Postal 354 - CEP 96010-900 - Tel. (0532) 757346 - Pelotas, RS - Brasil.

(Recebido para publicação em 16/12/95)

RESUMO

O trabalho calibra o método SMP para determinação de calagem em solos orgânicos. Foram coletadas amostras da camada superficial (0 a 20cm) de sete solos orgânicos da planície costeira do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Os solos foram secos ao ar e peneirados em malha de 2 mm. Instalou-se um ensaio de incubação do solo com doses crescentes de Ca(OH)_2 , determinadas em função dos teores de H + Al de cada solo, durante o tempo necessário para a estabilização do pH. Observou-se que há significativa correlação entre o pH-SMP e as necessidades de calagem dos solos, e que as quantidades de calcário requeridas para esses solos são semelhantes às demandadas para solos minerais, com os mesmos níveis de acidez.

Palavras-chave: solos orgânicos, calagem, calibração SMP.

ABSTRACT

CALIBRATION OF SMP METHOD IN ORGANIC SOILS FROM RIO GRANDE DO SUL AND SANTA CATARINA COAST. This work has made the calibration of SMP method in organic soils for determining liming requirements. It was used the upper layer (0 - 20cm) of seven organic soils of Rio Grande do Sul and Santa Catarina coast. The samples were air dried and sieved (2 mm). For method SMP calibration, was installed an experiment of soil incubation with increasing dosis of Ca(OH)_2 , determined in relation to H + Al, during the necessary time to pH stabilization. It was observated a significant correlation between SMP pH method and the liming necessity from these soils. The lime requirements of this soils are similar to those required in mineral soils, with the same acidity levels.

key words: organic soils, liming, SMP, method calibration.

INTRODUÇÃO

Os solos orgânicos do litoral do Rio Grande do Sul e Santa Catarina são muito ácidos em seu estado

natural, com pH variando de 3,6 a 4,7 (GALVÃO & VAHL, 1996). A acidez do solo limita o desenvolvimento das culturas em grande parte devido à toxidez de Al, Mn e Fe, que são mais solúveis em pH baixo. Em solos orgânicos, a toxidez desses elementos é amenizada pela matéria orgânica, que os complexa (QUAGGIO *et al.*, 1985), dificultando sua absorção. Em função disso, o pH em que as culturas alcançam os máximos rendimentos nos solos orgânicos é em torno de 5 (MENGEL & KAMPRAH, 1978; LUCAS, 1982). Embora este seja um valor inferior ao indicado para solos minerais, é maior do que o pH verificado nos solos orgânicos do RS e SC. Isto faz com que a acidez seja o fator mais limitante do rendimento das culturas nestes solos, depois de nitrogênio e fósforo (KNOBLAUCH, 1994).

A calagem é prática consagrada para correção da acidez dos solos. A quantidade de calcário a aplicar pode ser estimada por vários métodos. Nos laboratórios do RS e SC é usado o método SMP, criado por SHOEMAKER *et al.*, (1961) e descrito por TEDESCO *et al.* (1985). O método baseia-se na diminuição do pH de uma solução tamponada a pH 7,5 quando em contato com o solo. Tal diminuição do pH é proporcional à acidez potencial do solo, que é o fator determinante da quantidade de corretivo necessária para neutralizar a acidez. Para ser usado, o SMP é calibrado contra um método padrão. O padrão normalmente usado para este fim é a incubação de amostras de solo de uma região com níveis crescentes de carbonato de cálcio puro durante o tempo necessário para sua reação completa. Após tal incubação, o pH das amostras é medido e relacionado aos níveis de carbonato aplicado. São obtidas curvas de neutralização da acidez que possibilitam calcular a dosagem de calcário necessária para aumentar o pH do solo a qualquer valor desejado. As dosagens são relacionadas ao pH-SMP. A partir desta solução as dosagens de calcário podem ser calculadas com base no pH-SMP de qualquer solo.

O método SMP foi calibrado para os solos minerais do RS e SC e as tabelas foram elaboradas para recomendações de calcário para atingir pH, 5,5, 6,0 e 6,5. Quando usado em solos orgânicos muito ácidos, entretanto, com freqüência surgem valores de pH-SMP abaixo do limite inferior da tabela usada (COMISSÃO

DE FERTILIDADE DO SOLO, 1989). Por outro lado, a tabela atual não contempla a recomendação de calcário para atingir pH 5,0, mais adequado para solos orgânicos. Em função disso, o objetivo deste trabalho é calibrar o método SMP para determinação da necessidade de calagem para solos orgânicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e preparo das amostras de solo

Foram coletadas, em outubro de 1992, ao longo da planície litorânea do RS e SC, amostras superficiais (0 a 20cm) de solos orgânicos hidromórficos nas seguintes localidades: 51 - Viamão, RS; 52 - Capão da Porteira, RS; 53 - São João do Sul, SC; 54 - Araranguá, SC; 55 - Tubarão, SC; 56 - Biguaçu, SC e 57 - Itajaí, SC. Os solos foram denominados em função dos locais de coleta.

Após a coleta, os solos foram expostos ao ar, à sombra, para perderem o excesso de umidade. Logo em seguida, foram peneirados em malha de 8 mm e posteriormente em malha de 2 mm, e armazenados em baldes plásticos tampados, para evitar o secamento. Para todas as análises, determinou-se a umidade gravimétrica dos solos, sendo os resultados expressos com base em massa de solo seco.

Determinação da necessidade de calagem dos solos

Medida do pH SMP

Devido ao forte tamponamento dos solos orgânicos, foram feitas dois ensaios para se avaliar o efeito da relação entre o volume de solução SMP e o volume de solo e do tempo de contato da solução SMP com o solo, nos valores de pH-SMP. No primeiro ensaio, aplicou-se volumes crescentes de solução SMP (5, 10, 15, 20 e 25 ml) sobre a suspensão solo (10 ml)/água (10 ml) e mediu-se o pH após 20 minutos. No segundo, aplicou-se 5 ml de solução SMP sobre a suspensão solo/água e deixou-se em repouso durante 5, 10, 20, 40 e 80 minutos, agitando-se eventualmente antes de medir o pH. Ambos os ensaios foram feitos com duas repetições.

Calibração do método SMP

Para este ensaio, amostras de solo foram incubadas com doses crescentes de hidróxido de cálcio - $\text{Ca}(\text{OH})_2$, estipuladas em função do teor de H + Al de cada solo. Os tratamentos corresponderam às doses zero, 0,15; 0,30; 0,45; 0,60; 0,75; 0,90; 1,05; 1,20; e 1,35 vezes o H + Al, em cmol_+/ Kg de cada solo, a fim de se obter as curvas de neutralização, com duas repetições. Os tratamentos foram, portanto, fatoriais resultantes da combinação de 7 solos com 10 níveis de $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Cada unidade experimental foi constituída por

um frasco de plástico, com tampa, com capacidade de 300 ml. Os frascos foram distribuídos numa bancada, ao abrigo da luz, seguindo-se um delineamento completamente casualizado, com duas repetições. As doses de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ foram misturadas ao solo, em cada frasco, adicionando-se água o suficiente para manter a umidade gravimétrica do solo, com base em pesagens semanais, quando os frascos eram destampados e pesados, adicionando-se água, quando necessário. Nessas ocasiões, o solo era revolvido para garantir uma completa homogeneização e promover a aeração. Frascos adicionais, com a dose máxima de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ em cada solo, foram mantidos com a finalidade de indicar a estabilização do pH. Após 30 dias, foi medido o pH desses frascos, sendo essa determinação repetida em intervalos semanais até que se verificou a estabilização, a qual ocorreu aos 71 dias. Após a estabilização, foi medido o pH em água e em CaCl_2 0,01 M, em todos os tratamentos, na relação solo/água ou solo/ CaCl_2 1:1.

As amostras correspondentes aos tratamentos zero, 0,3, 0,6, 0,9 e 1,2 de cada solo foram divididas em duas partes. Uma porção de 40 ml foi lavada, com o objetivo de eliminar os efeitos dos sais na medida de pH, colocando-se a terra em funis de vidro com papel de filtro e percolando-se água sobre a amostra em volume duas vezes a do solo (quatro porções de 20 ml). Após a lavagem, as amostras foram secas ao ar e, após, em estufa a 60 °C durante 5 h. Determinou-se, então, o pH em água na relação 1:1, pH-SMP, usando-se 5 e 10 ml de solução SMP sobre a suspensão solo/água e pH em CaCl_2 0,01 M, na relação solo/solução de 1:1. Com os resultados de pH em água obtidos traçou-se a curva de neutralização dos solos, relacionando-se as doses de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ aplicadas aos valores de pH obtidos. Com tais curvas, estimou-se a necessidade de calagem para elevar o pH de cada solo até 5, 5,5 e 6.

As necessidades de calagem dos solos estimadas através das curvas de neutralização foram relacionadas aos valores de pH-SMP, medidos com 5 ou 10 ml de solução SMP, para calibrar o método SMP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação da acidez potencial pelo pH-SMP

O procedimento convencional utilizado para determinar a necessidade de calagem do solo nos Estados do RS e SC é o método SMP (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO, 1989), o qual dá uma medida da acidez potencial. O método baseia-se na variação do pH em uma solução tampão-pH 7,5, em contato com os ácidos do solo. O pH da suspensão solo/água/SMP é algum valor entre o pH do solo em água e o pH da solução SMP.

No entanto, ao se medir o pH dos solos em estudo, verificou-se que em alguns deles o pH-SMP era menor que o pH em água. Em solos de elevada acidez, como é

o caso dos solos orgânicos, é possível que o poder tampão (PT) seja tão alto de modo que venha a superar o PT da solução SMP. Para contornar tal problema, uma das maneiras é aumentar a quantidade da solução SMP em contato com a amostra.

O efeito da relação solo/solução nas determinações do pH-SMP dos solos é mostrado na Figura 1. Os resultados foram submetidos à análise da variância mediante estatística F e à comparação de médias através do teste de Tukey a 5% de probabilidade. A análise da variância foi significativa ($P < 0,01$) e os tratamentos diferiram estatisticamente ao nível indicado.

Observa-se que o pH medido aumentou em relação direta com o aumento da proporção da solução tampão na suspensão solo/água/SMP (Figura 1a), mas o incremento tende a diminuir, aproximando-se da estabilização nos maiores volumes de SMP. Isso ocorre porque quando o solo é posto em contato com o tampão, seus ácidos são neutralizados pelas bases do tampão, com conseqüente diminuição do pH da mistura. Esse decréscimo é proporcional à quantidade de ácidos do solo. Assim, à medida que se aumenta o volume da solução tampão, maior quantidade de ácidos do solo pode ser neutralizada. Eventualmente, toda a acidez do solo poderia ser neutralizada, até o "esgotamento". De acordo com Schnitzen & Gupta (1965), citados por DOLMAN & BUOL (1977), os valores de pH em solos minerais variam consideravelmente com a relação sólido-líquido, tipo de reagente e tempo de reação. Mas, para eles, em solos orgânicos, esses fatores não têm grande importância. Por outro lado, DOLMAN & BUOL (1967) consideram que o pH dos solos orgânicos depende de vários fatores tais como Al hidrolisável, drenagem e ácidos orgânicos livres e, inclusive, do método de determinação, como também salientam

LIONG & SIONG (1967). Para YUAN (1979), o pH e o poder tampão do reagente são de importância fundamental na determinação da acidez potencial dos solos orgânicos.

O efeito do tempo de reação da solução SMP com o solo está mostrado na Figura 1b. A análise da variância dos resultados foi significativa ($P < 0,01$) e os tratamentos diferiram pelo teste de Tukey ao nível de 5%. Nesse ensaio, usou-se apenas quatro dos solos. Preferiu-se aqueles que apresentavam maiores diferenças de valores de pH para melhor caracterizar a variável em questão. A determinação do pH foi a convencional (10 ml de solo para 5 ml de solução SMP). Observa-se na Figura 1b que os valores de pH-SMP decrescem à medida que aumenta o tempo de contato do solo com o tampão. Isso também foi verificado em solos orgânicos por YUAN (1974). Quanto maior o tempo de repouso, maior quantidade de acidez é possível de ser deslocada pelo tampão. Observa-se que há pouca diferença entre a determinação imediata e a determinação feita aos 20 minutos após (tempo preconizado pelo método). Conclui-se que o tempo de repouso de 20 minutos do método convencional é adequado para solos orgânicos.

Verifica-se uma relação quase linear entre o tempo de reação e os valores de pH-SMP (Figura 1b), com maior linearidade nos solos de maior acidez (52 e 54) e menor linearidade nos solos que receberam calagem (51 e 57). Aos 80 minutos de repouso, o pH-SMP, em dois dos solos (51 e 57) foi menor que o pH em água. Isto ratifica a afirmação anterior de que a quantidade de ácidos presentes na amostra do solo é muito alta em relação à capacidade de neutralização da solução SMP, no volume usado. Isto, por si só, não levaria a obtenção de um pH-SMP menor do que o pH em água. Seriam iguais, em princípio, se não fosse o efeito salino da solução SMP, que diminui ainda mais o valor do pH da suspensão em relação ao medido em água.

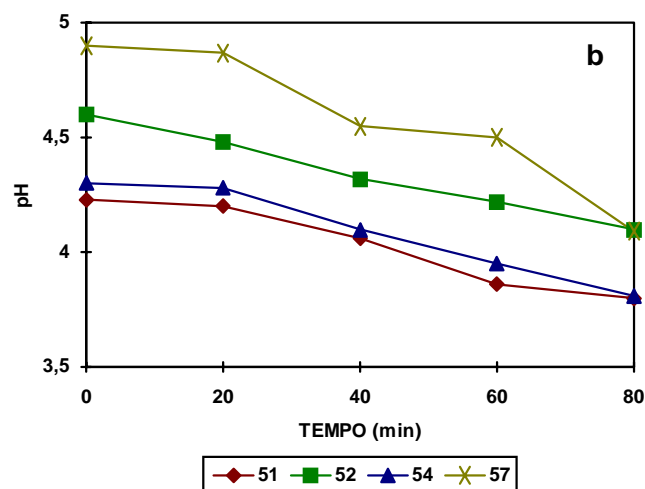
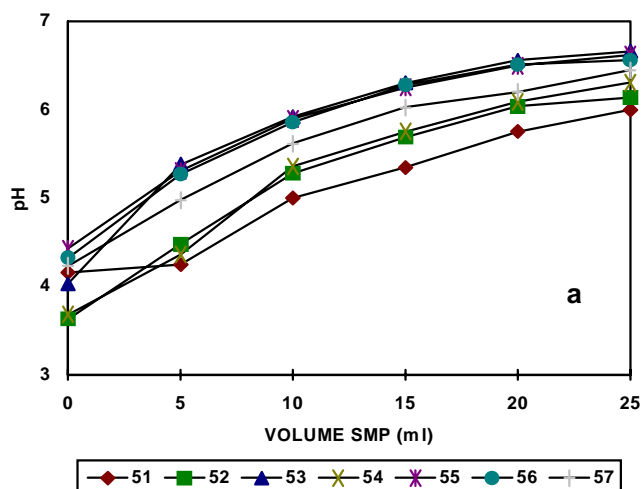


Figura 1. Relação entre o volume de solução SMP e os valores de pH e entre o tempo de contato do solo com a solução SMP e os valores de pH de sete solos orgânicos do litoral do RS e SC.

Conforme os resultados obtidos e, em decorrência da alta acidez dos solos orgânicos e do seu alto poder tampão, parece ser conveniente a utilização de 10 ml de solução SMP, ao invés de 5 ml, como é usado para solos minerais na metodologia de análise de rotina, para a determinação do pH-SMP desses solos.

Calibração do método SMP

Efeito da lavagem das amostras de solo na determinação do pH-H₂O e pH- CaCl₂

A lavagem das amostras aumentou os valores de pH em água e em CaCl₂ 0,01 M em todos os solos. As diferenças não são grandes, e são maiores no pH em água do que no pH em CaCl₂. Por outro lado, o pH em CaCl₂ foi menor do que o pH em água, tanto nas amostras lavadas quanto nas não lavadas, em todos os solos e níveis de calagem. As diferenças entre pH-CaCl₂ e pH-H₂O foram iguais ou levemente superiores nas amostras lavadas.

O pH é uma medida da atividade dos íons H⁺ na solução do solo. Normalmente é medido numa suspensão solo-água por causa de dificuldades práticas na obtenção da solução verdadeira do solo. A concentração de sais na solução do solo ou na água afeta o pH. Conforme VOLKWEISS (1989), quanto maior a concentração de sais no solo menor será o seu pH em água, porque os sais deslocam o H⁺, principalmente o trocável, aumentando a concentração desse íon na solução do solo. Além disso, aumentam a hidrólise de compostos de Fe e Al, o que também contribui para aumentar a concentração de H⁺ na solução. Durante a incubação dos solos ocorre acumulação de sais, liberados pela decomposição da matéria orgânica (ERNANI & ALMEIDA, 1986). Assim, a lavagem das amostras após a incubação deve ter diminuído a concentração de sais, aumentando o pH medido.

A medida do pH em CaCl₂ 0,01 M no lugar do pH em água tem sido sugerida para padronizar o efeito da concentração de sais nos valores de pH obtidos (RAIJ, 1991). Se isso fosse plenamente verdadeiro, os valores de pH em CaCl₂ não seriam afetados pela lavagem das

amostras. Nos resultados obtidos, verifica-se que o efeito dessa lavagem é menor no pH em CaCl₂ do que no pH em água, mas ainda assim mensurável. É provável que a concentração do CaCl₂ (0,01 M) não tenha sido suficiente para sobrepujar a variação das concentrações naturais de sais nas amostras.

Embora os valores de pH tenham variado em função da lavagem e em função do meio em que foram obtidos, água ou CaCl₂ 0,01 M, as diferenças foram pequenas entre estes procedimentos. Além disso, os valores de pH medidos pelos quatro procedimentos foram altamente correlacionados entre si (Tabela 1). Como, a priori, nenhum dos procedimentos mede o pH verdadeiro da solução (todos são aproximações), qualquer um deles pode ser usado, desde que devidamente interpretado. Entretanto, de acordo com DOLMAN & BUOL (1967), a determinação do pH de solos orgânicos em suspensão solo-água é a que melhor reflete o seu pH. Essa constatação pode ser devida ao alto poder tampão desses solos. Assim, para os propósitos deste trabalho, as curvas de neutralização foram estabelecidas em função do pH em água nas amostras lavadas. Como só foram lavadas amostras de níveis alternados de calagem em cada solo, o pH dos pontos correspondentes aos níveis cujas amostras não foram lavadas, foram calculados em função do pH-H₂O medido nas amostras não lavadas, baseado nas equações de regressão entre estas duas variáveis, estabelecidas para cada solo, apresentadas na Tabela 2.

Curvas de neutralização

Os valores de pH em água das amostras de solos lavadas em função das doses de Ca(OH)₂ adicionadas, estão plotados na Figura 2. Para traçar a curva de neutralização, considerou-se os valores de pH em água das amostras lavadas. Na Figura 2a, estão plotados os dados de todos os solos. Neste caso, os níveis de calagem foram considerados como frações dos teores de H + Al de cada solo, para facilitar as comparações entre os solos numa mesma Figura. Nos demais gráficos da Figura 2b (solos individualizados), os níveis de calagem foram expressos em cmol₊ de Ca(OH)₂ por litro de solo seco.

TABELA 1. Equações de regressão (y) e coeficientes de determinação (r²) dos procedimentos de medida do pH de sete solos orgânicos do litoral do RS e SC após incubação com dez níveis de hidróxido de cálcio.

Métodos	equações	r ²
pH em água não lavado vs pH em água lavado	y = -0,437 + 1,025x	0,97
pH em água não lavado vs pH em CaCl ₂ não lavado	y = 0,616 + 0,949x	0,98
pH em água não lavado vs pH em CaCl ₂ lavado	y = 0,928 + 0,918x	0,98
pH em CaCl ₂ não lavado vs pH em CaCl ₂ lavado	y = -0,180 + 1,006x	0,99

Houve um acentuado aumento de pH com a adição do corretivo em todos os solos, o que era esperado, dada à alta acidez destes solos. Isto também foi constatado para solos orgânicos por MILLETE & BRONGHTON (1984) e por MENGEL & KAMPRATH (1978).

Verifica-se que a dose máxima de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ - equivalente a 1,35 vezes o teor de H + Al elevou o pH de todos os solos a valores superiores a 6, enquanto que a dose equivalente à metade da máxima foi suficiente para elevar o pH a valores maiores que 5, mesmo nos solos de elevada acidez como o 52 e 54 (Figuras 2c e 2e). Mas, como as doses de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ adicionadas foram calculadas em função dos teores de H + Al dos solos, teoricamente, era de se esperar que no nível equivalente a 1,05 de vezes o H + Al de cada

solo, o pH atingisse valores em torno da neutralidade (pH 7). Porém, em nenhum dos solos isto ocorreu. Nos solos de maior acidez, como o 51, 52 e 54, naquela dose, o pH em água foi inferior a 6. Duas hipóteses podem ser levantadas para explicar este fato: o $\text{Ca}(\text{OH})_2$ não reagiu totalmente ou os teores de H + Al foram subestimados. A primeira pode ser descartada, pois, conforme o monitoramento feito em amostras adicionais, houve estabilização dos valores de pH após 71 dias de incubação, quando todos os dados foram então obtidos. A segunda hipótese é viável, pois, os teores de H + Al foram extraídos com CaOAc N a pH 7, conforme a metodologia convencional. É provável que o poder tampão dessa solução não seja suficientemente alto para sobrepujar o tamponamento desses solos, que é alto. Em conseqüência, o pH final do extrato pode ter sido muito aquém de 7, o que conduz à extração parcial dos ácidos do solo.

TABELA 2. Equações de regressão e coeficientes de determinação (r^2) do pH medido em água de amostras lavadas (com água destilada) e de amostras não lavadas de solos orgânicos do litoral do RS e SC após a incubação com dez níveis de hidróxido de cálcio.

Solo	equações	r^2
51	pH lav = 0,446 + 0,952 pH nat	0,996
52	pH lav = 0,547 + 0,943 pH nat	0,993
53	pH lav = 0,680 + 0,899 pH nat	0,993
54	pH lav = 0,602 + 0,929 pH nat	0,998
55	pH lav = 0,750 + 0,951 pH nat	0,987
56	pH lav = -0,106 + 1,091 pH nat	0,982
57	pH lav = 0,634 + 0,953 pH nat	0,993

A relação entre os níveis de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ adicionados e os valores de pH é praticamente linear em todos os solos, inclusive no solo 51, que recebeu calagem anteriormente. SHOEMAKER *et al.* (1961) relatam que essa relação é mais linear em solos nunca calcareados. De acordo com esses autores, a linearidade da relação é devida ao fato de que, quando o calcário é adicionado ao solo (úmido), o Ca reage lentamente com o Al, causando apenas uma mudança gradual no pH. Todo o Al poderia ser deslocado dos sítios de troca (eventualmente) e reagir quantitativamente com o calcário adicionado.

As doses de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ necessárias para elevar o pH a valores desejados foram estimadas graficamente a partir das curvas de titulação, como exemplificado na Figura 2c (solo 52) para elevar o pH a 5, 5,5 e 6. As necessidades de corretivo a aplicar a cada solo estimadas desta forma, para atingir aqueles valores de pH, constam na Tabela 3. Nos dados desta Tabela, as quantidades de calcário necessárias foram calculadas

em função do volume de cada solo, considerando-se a densidade de laboratório (TFSA), e os resultados expressos em t/ha.

De acordo com a Tabela 3, observa-se que é muito grande a variabilidade dos solos em relação à necessidade de calcário, o que condiz com a variação que os solos orgânicos apresentam em suas propriedades químicas. Os solos requereram quantidades de calcário variando de 2,1 (solo 55, para atingir pH 5) a 22,3 t/ha (solo 51, para atingir pH 6). Considerando-se a alta acidez dos solos, nota-se que estas quantidades não são altas. Verificam-se que os solos que exigiram maior quantidade de calcário foram os que apresentam maior conteúdo de matéria orgânica e, conseqüentemente, maior acidez potencial, como o 51, 54 e 57 (103,75, 124,83 e 68,25 $\text{cmol}_+ \text{ de H} + \text{Al/Kg}$ de solo, respectivamente). Como a maior parte da acidez potencial advém da MO, essa é a razão da relação entre teores de MO e teores de $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$

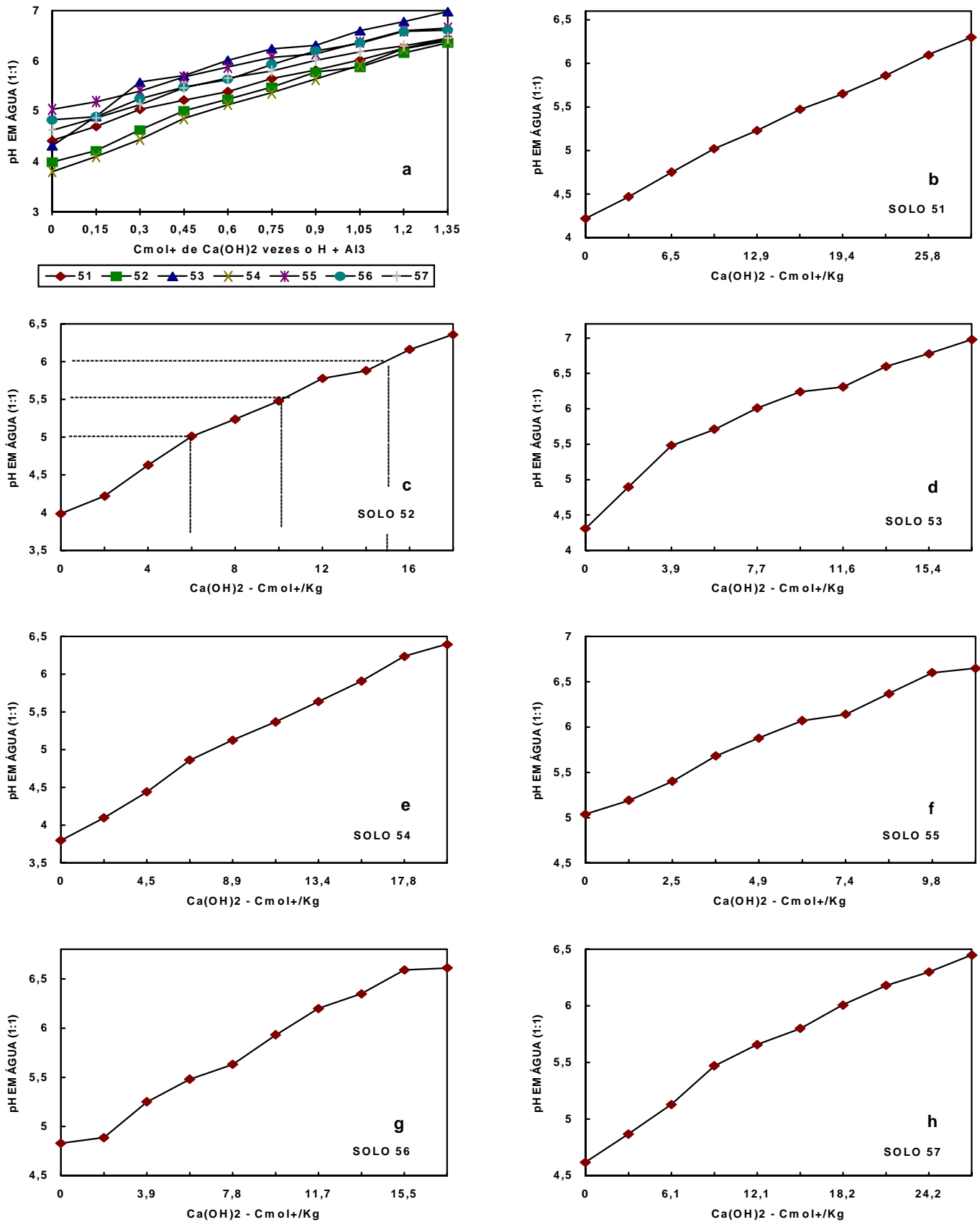


Figura 2. Curva de titulação de sete solos orgânicos do litoral do RS e SC, pH em água (relação 1:1) após a incubação vs hidróxido de cálcio adicionado.

TABELA 3 - Doses de calcário (PRNT 100%) necessárias para elevar o pH de sete solos orgânicos de litoral do RS e SC a 5, 5,5 e 6, estimadas pelas curvas de neutralização.

Solo	pH em água a atingir		
	5,0	5,5	6,0
	----- t/ha -----		
51	6,5	14,5	22,3
52	6,2	9,8	14,4
53	2,1	4,0	7,8
54	7,8	12,2	16,0
55	-	3,0	5,6
56	2,5	6,2	10,1
57	4,7	9,7	18,2

Nota-se que solos com pH semelhantes diferiram muito na necessidade de calagem. O solo 51, por exemplo, com pH 4,26 exigiu 2,3 vezes mais calcário que o solo 56, que tem praticamente o mesmo pH (4,34). Mas, isso parece ser comum nos solos orgânicos. De acordo com LUCAS (1982), a quantidade de calcário requerida por unidade de pH varia entre os diferentes solos. Schickluna & Davis (1952), citados por aquele autor, aplicaram igual quantidade de calcário em dois solos de mesmo pH inicial. Num solo, o calcário aplicado elevou o pH de 3,7 para 7, mas no outro o pH aumentou apenas de 3,6 para 5,6. Assim, solos com um mesmo pH podem ter diferentes quantidades de ácidos ligados à fase sólida, que compõem a acidez potencial e então exigir diferentes necessidades de calagem, ou seja, depende do poder tampão do solo, que é muito variável nos solos orgânicos. Disso, é possível deduzir que pequenas variações no pH podem significar bastante com relação à necessidade de calagem e, conseqüentemente, na disponibilidade de nutrientes às plantas, em razão da relação entre calagem e nutrientes

disponíveis.

De maneira geral, observa-se que os solos não cultivados, com exceção do 53, foram os que exigiram mais calcário. No entanto, o solo 51, apesar de ter recebido calagem (cerca de 20 t/ha) foi o que exigiu maior necessidade de corretivo, o que pode ser decorrência do alto poder tampão desse solo, já que possui elevado teor de MO. No solo 55, a pouca quantidade de calcário requerida parece ter sido em função do acúmulo de sais proveniente de águas marinhas.

3.2.3. Relação entre pH SMP e necessidade de calcário

A calibração do método SMP para os solos em estudo foi feita através da relação entre os valores de pH-SMP e as doses de calcário estabelecidas pelas curvas de neutralização, para elevar o pH-H₂O a valores pré-determinados.

TABELA 4. Coeficientes de determinação (r^2), e equações de regressão de cada método (x) e a necessidade de calcário (y), obtida por incubação, para elevar o pH de solos orgânicos do litoral do RS e SC a valores de 5, 5,5 e 6.

Métodos	r^2	equações
para elevar o pH-H ₂ O a 5,0		
pH SMP ₅	0,92	$y = 29,2 - 5,11x$
pH SMP ₁₀	0,92	$y = 37,0 - 6,23x$
para elevar o pH-H ₂ O a 5,5		
H SMP ₅	0,88	$y = 47,6 - 8,12x$
pH SMP ₁₀	0,88	$y = 59,7 - 9,85x$
para elevar o pH-H ₂ O a 6,0		
pH SMP ₅	0,93	$y = 76,6 - 11,98x$
pH SMP ₁₀	0,88	$y = 61,6 - 9,87x$

Como no experimento utilizou-se apenas sete solos, o número de pontos para estabelecer a relação entre pH-SMP e a necessidade de calagem (NC) pelas curvas de neutralização são poucos. Para aumentar este número utilizou-se pontos adicionais de cada solo, obtidos pela medida do pH-SMP nos níveis intermediários de calagem, após a incubação. As doses de calcário necessárias para aumentar o pH-H₂O dos valores em que se encontravam após a incubação para os valores pré-estabelecidos (5, 5,5 e 6) foram calculados pela diferença entre a dose total e a previamente adicionada para alcançar o pH atual. As relações entre o pH-SMP, usando-se 5 ou 10 ml do tampão, e as doses de calcário necessárias para elevar o pH dos solos para 5, 5,5 ou 6 são apresentadas na Figura 3. As equações de regressão e os coeficientes de determinação destas relações constam na Tabela 4.

Não há diferenças marcantes entre o uso de 5 ou 10 ml da solução tampão na estimativa da NC. Embora os valores de pH-SMP medidos com 10 ml de tampão

sejam maiores do que os medidos com 5 ml, ambos são igualmente bem correlacionados às necessidades de calcário, determinadas pelas curvas de titulação (Figura 3 e Tabela 4). Em função destes resultados e considerando-se o alto poder tampão dos solos orgânicos, que podem dificultar a determinação do pH SMP convencional (5 ml da solução tampão) como discutido no item 3.1, os valores de pH SMP determinados utilizando-se 10 ml de SMP parecem ser mais adequados como referenciais na recomendação da necessidade de calagem dos solos orgânicos.

As quantidades de calcário exigidas pelos solos orgânicos não foram altas em relação às quantidades requeridas para solos minerais de pH-SMP semelhantes. Para solos minerais, por exemplo, com pH SMP de 4,4, recomenda-se 21 t/ha de calcário (PRNT 100%) para atingir pH-H₂O 6 (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO, 1989), enquanto que para solos orgânicos de mesmo pH SMP, a recomendação é de 18,2 t/ha (Tabela 5 - com 5 ml de solução tampão).

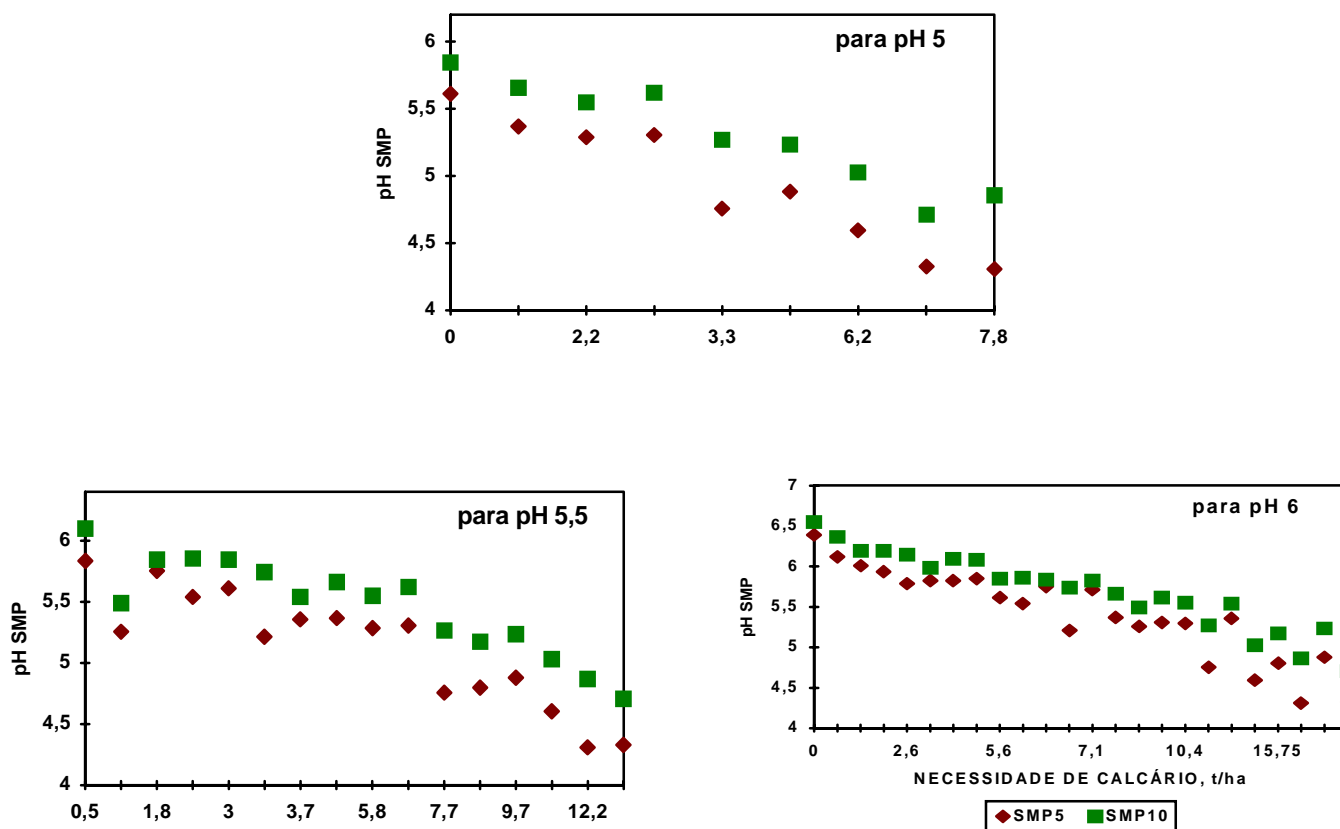


Figura 3. Relação entre os valores de pH SMP sobre a suspensão solo-água e a necessidade de calcário, obtida pela incubação, para elevar a 5,0, 5,5 e 6,0 o pH-H₂O de solos orgânicos do RS e SC.

TABELA 5. Quantidade de calcário (PRNT 100%) necessária para a correção da acidez de solos orgânicos do RS e SC, em função do pH-SMP.

pH SMP	pH em água a atingir					
	5,0		5,5		6,0	
	SMP ₅	SMP ₁₀	SMP ₅	SMP ₁₀	SMP ₅	SMP ₁₀
	----- t/ha -----					
6,0	-	0,5	-	0,6	2,4	4,7
5,9	-	1,1	-	1,6	3,4	5,9
5,8	-	1,8	0,5	2,6	4,4	7,1
5,7	-	2,4	1,3	3,6	5,3	8,3
5,6	0,6	3,0	2,1	4,5	6,3	9,5
5,5	1,1	3,6	2,9	5,5	7,3	10,7
5,4	1,6	4,3	3,8	6,5	8,3	11,9
5,3	2,1	4,9	4,6	7,5	9,3	13,1
5,2	2,6	5,5	5,4	8,5	10,3	14,3
5,1	3,1	6,1	6,2	9,5	11,3	15,5
5,0	3,6	6,7	7,0	10,4	12,2	16,7
4,9	4,2	7,4	7,8	11,4	13,2	17,9
4,8	4,7	8,0	8,6	12,4	14,2	19,1
4,7	5,2	8,6	9,4	13,4	15,2	20,3
4,6	5,7	9,2	10,2	14,4	16,2	21,5
4,5	6,2	9,9	11,1	15,4	17,2	22,7
4,4	6,7	10,5	11,9	16,4	18,2	23,9
4,3	7,2	11,1	12,7	17,4	19,2	25,1
4,2	7,7	11,7	13,5	18,3	20,1	26,3
4,1	8,2	12,4	14,3	19,3	21,1	27,5
4,0	8,8	13,0	15,1	20,3	22,1	28,7
3,9	9,3	13,6	15,9	21,2	23,1	29,9
3,8	9,8	14,2	16,7	22,7	24,1	31,1
3,7	10,3	14,8	17,6	23,3	25,1	32,3
3,6	10,8	15,5	18,4	24,2	26,1	33,5
3,5	11,3	16,1	19,2	25,2	27,1	34,7

CONCLUSÕES

Há boa correlação entre o pH-SMP e as necessidades de calcário dos solos orgânicos;

As necessidades de calcário destes solos são semelhantes às de solos minerais de mesmo pH-SMP. As recomendações de calcário para elevar o pH de solos orgânicos a valores pré-determinados, baseados no pH-SMP são listados na Tabela 5, elaborada a partir da calibração do método para estes solos;

O uso de 5 ou 10 ml de solução SMP dá a mesma exatidão na recomendação de calcário, pois ambos apresentam alta correlação com os níveis de calagem estabelecidos pelas curvas de neutralização; deve ser dada atenção, entretanto, ao fato de que o pH-SMP obtido com 5 ml é menor do que aquele obtido com 10 ml, num mesmo solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADRIESSE, J. **Nature and management of tropical peat soils.** FAO, Food and agriculture organization of the United Nations. Roma: FAO, 1988. 165 p. (Bulletin Soils, 59).
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 2 ed. Passo Fundo: EMBRAPA/CNPT, 1989. 128p.
- DOLMAN, J.D.; BUOL, S.W. A study of organic soils (Histosols): In the tidewater region of North Carolina. North Carolina Agricultural experiment station, **Tech.Bul.**, n.181, dez/1967. 47p.
- ERNANI, P. R. & ALMEIDA, J.A. Comparação de métodos analíticos para avaliar a necessidade de calcário dos solos do Estado de Santa Catarina. **R. bras. Ci. Solo**, v. 13, p.139-143, 1986.
- GALVAO, F. de A. D. Propriedades químicas e calibração do método SMP para solos orgânicos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1994. 110p. (Dissertação de Mestrado).
- KNOBLAUCH, R. **Disponibilidade de nutrientes para o arroz irrigado por inundação em solos orgânicos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.**

- Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1994. 133p. (Dissertação de Mestrado).
- LIONG, T.Y. & SIONG, K.H. A review of lowland organic soils of Sarawak: Research Branch Department of Agriculture sarawak. out/1979. 49 p. (**Technical Paper, 4**).
- LUCAS, R. E. Organic soils (Histosols): formation, distribution, physical and chemical properties and management for crop production. **Research Report, Farm Science**, Michigan State University. n.435, 80p, jun/1982.
- MENGEL, D.R. & KAMPRATH, E.J. Effect of soil pH and liming on growth and nodulation of soybeans in Histosols. **Agronomy Journal**, v. 70, n.6, p.959-963, nov/dez/1978.
- MILLETTE, J. A. & BROUGHTON, R. S. The effect of water table depth in organic soil on subsidence and swelling. **Can. J. Soil. Sci.**, v. 64, p.273-282, mai/1984.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do Solo e Adubação**. Ceres, São Paulo, 1991. 343p. il.
- QUAGGIO, J.A. *et al.* Calagem para a rotação feijão-milho verde em solo orgânico do Vale do Rio Ribeira de Iguape (SP). **R. bras. Ci. Solo**, v. 9, p.255-261, 1985.
- SHOEMAKER, H.E.; McLEAN, E.O.; PRATT, P.F. Buffer methods for determining lime requirement of soils with appreciable amounts of extractable aluminum. **Soil Science Society Proceedings**, v.25, p.274-77, 1961.
- TEDESCO, M.J. *et al.* **Análises de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia-Departamento de Solos, 1985. 188p. (Boletim Técnico, 5).
- VOLKWEISS, S.J. Química da acidez dos solos. In: ANAIS DO II SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS DO SOLO. Santa Maria, RS, 1989, 224p.
- YUAN, T. L. A double buffer method for the determination of lime requirement of acid soils. **Soil Science Society Proceedings**, v.38, p.438-440, 1974.