

ESTIMATIVA DA ACIDEZ POTENCIAL PELO MÉTODO DO pH SMP EM SOLOS COM ELEVADO TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA ⁽¹⁾

MARCOS GERVASIO PEREIRA ^(2*,6); ADIERSON GILVANI EBELING ^(3,6); GUSTAVO SOUZA VALLADARES ⁽⁴⁾; LÚCIA HELENA CUNHA DOS ANJOS ^(2,6); ADEMAR ESPÍNDULA JÚNIOR ⁽⁵⁾

RESUMO

Apesar do potencial para uso agrícola e das características edáficas peculiares, poucos são os métodos desenvolvidos para a recomendação de adubação e calagem para os solos com elevado teor de matéria orgânica. O objetivo deste estudo foi definir um modelo matemático que estime a acidez potencial (H+Al) a partir do pH SMP medido em água e em solução de CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ em solos com elevado teor de matéria orgânica. Foram utilizadas 41 amostras de horizontes superficiais de solos com elevado teor de matéria orgânica de vários Estados do Brasil. Os resultados demonstraram que a acidez potencial pode ser estimada por meio da regressão da solução-tampão SMP (r = 0,85**). Também foi observada correlação significativa (r = 0,65**) entre o pH em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ e o pH SMP.

Palavras-chave: pH do solo, matéria orgânica, análise química de solos.

ABSTRACT

ESTIMATION OF POTENCIAL ACIDITY BY THE pH SMP METHOD IN SOILS WITH HIGHER ORGANIC MATTER CONTENT IN BRAZIL

In spite of agricultural potential for use and the peculiar edaphic characteristics, there are few methods developed for manuring and liming recommendation for soils with high organic matter contents. The objective of this study was to determine a mathematical model that estimates the potential acidity with pH SMP measured in water and in solution of CaCl₂ 0.01 mol L⁻¹ in soil with high organic matter content. Forty one surface soil samples of Histosols and other soils with higher organic matter content of different states of Brazil were utilized. The results showed that potential acidity can be estimated by pH SMP buffer suspension regression (R=0.85**) and that in pH determined in CaCl₂ 0.01 mol L⁻¹ was significantly correlated (R= 0.65**) to pH determined in SMP.

Key words: soil pH, organic matter, chemical soil analysis.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em março de 2005 e aceito em 1.º de junho de 2006.

⁽²⁾ Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR 465 km 7, 23890-000 Seropédica (RJ). E-mail: lanjoso@ufrj.br; gervasio@ufrj.br. *Autor correspondente.

⁽³⁾ Aluno do Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo, UFRRJ, 23890-000 Seropédica (RJ).

⁽⁴⁾ Embrapa Monitoramento por Satélite, Av. Dr. Júlio Soares de Arruda, 803, Parque São Quirino, 13088-300 Campinas (SP).

⁽⁵⁾ Aluno do Curso de Agronomia, UFRRJ, 23890-000, Seropédica (RJ). Bolsista do CNPq - Pibic.

⁽⁶⁾ Bolsista do CNPq.

INTRODUÇÃO

Embora o método do pH SMP tenha sido inicialmente desenvolvido para a determinação da necessidade de calagem (RAU et al., 1979; ERNANI e ALMEIDA, 1986), no Brasil, vários estudos foram realizados com ajustes de regressões e possibilitam estimar a acidez potencial a partir do pH da solução SMP (FREITAS et al., 1968; SOUZA et al., 1980; PEREIRA et al., 1998; SAMBATTI et al., 2003). Entretanto, poucos desses estudos incluíram solos com elevados teores de matéria orgânica.

O método SMP indica uma série de vantagens, quando comparado à solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹, pH 7,0, que é a mais comumente empregada na maioria dos laboratórios brasileiros. Dentre as principais limitações no emprego do método do acetato de cálcio, destacam-se: a difícil visualização do ponto de viragem do indicador durante a titulação (PEREIRA et al., 1998); o custo de análise (SILVA et al., 2000) e o tempo operacional para a realização da análise (ESCOSTEGY e BISSANI, 1999). Em função dessas limitações, o método do pH SMP vem sendo cada vez mais empregado no Brasil para a avaliação da acidez potencial. SAMBATTI et al. (2003) destaca fatores tais como simplicidade e rapidez do método associados ao baixo custo e eficiência como os principais responsáveis pela a difusão do emprego do método SMP.

Embora vários trabalhos tenham sido realizados com o objetivo de ajustar equações para estimar a acidez potencial pelo método do pH SMP, tais como: QUAGGIO et al. (1985), para o Estado de São Paulo; CORRÊA et al. (1985), para Minas Gerais; SOUSA et al. (1989), para os cerrados; PAVAN et al. (1996), para o Paraná; MAEDA et al. (1997) para o Mato Grosso do Sul; PEREIRA et al. (1998), para o Rio de Janeiro; ESCOSTEGUY e BISSIANI (1999), para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina; NASCIMENTO (2000), para Pernambuco; SILVA et al. (2000), para os solos do semi-árido do Nordeste brasileiro; SILVA et al. (2002), para os solos da Região Norte de Minas Gerais; e SAMBATTI et al. (2003), para os solos do arenito Caiuá no noroeste do Paraná, poucos estudos foram realizados com solos com elevado conteúdo de matéria orgânica.

Este trabalho teve como objetivo ajustar um modelo matemático que estime o H+Al a partir do pH SMP, e medido em água e em solução de CaCl₂ e na solução-tampão SMP, em amostras de horizontes superficiais de Organossolos e de solos com elevados conteúdos de matéria orgânica provenientes de diferentes regiões do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de Organossolos e solos que possuíam horizonte diagnóstico superficial O ou H hístico ou A húmico, coletados de diferentes estados do Brasil: Rio Grande do Sul (5), Santa Catarina (3), Paraná (1), Espírito Santo (1), Bahia (2), Alagoas (3), São Paulo (1), Rio de Janeiro (4), Distrito Federal (1). Foram descritos e coletados 21 perfis, sendo utilizados para as análises 41 horizontes.

A acidez potencial (H+Al) foi extraída com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹, pH 7,0 e determinada por titulação com NaOH 0,025 mol L⁻¹. A solução de acetato de cálcio teve seu pH ajustado com ácido acético. Em um erlenmeyer de 125 mL, adicionaram-se 5 cm³ de terra fina seca ao ar (TFSA) e 75 mL de solução extratora, agitando-se por 15 minutos e deixando-se em repouso por uma noite, sendo também preparada uma prova em branco. Após este período, foram retirados 25 mL do sobrenadante, e procedeu-se à titulação com NaOH 0,025 mol L⁻¹ em presença de fenolftaleína alcoólica 30 g L⁻¹.

O método SMP foi aplicado segundo RAU e QUAGGIO (1983). Para o preparo da solução SMP em um balão de um 1 L, foram colocados 3,6 g de p-nitrofenol dissolvidos em 100 mL de água destilada sob aquecimento, 6,0 g de cromato de potássio (K₂CrO₄) e 106,2 g de cloreto de cálcio (CaCl₂ 2H₂O), elevando-se o volume para, aproximadamente, 500 mL com água destilada. Agitou-se a mistura por 15 minutos, adicionando-se em seguida 4,0 g de acetato de cálcio [Ca(CH₃COO)₂ H₂O] previamente dissolvidos em 300 mL de água destilada. A solução foi homogeneizada por mais 10 minutos e, após a adição de 5 mL de trietanolamina, foi novamente agitada. Ajustou-se o pH para 7,5 e completou-se o volume com água destilada.

Para determinar o pH SMP nas amostras de terra, foram adicionadas 10 cm³ de TFSA, em frasco plástico de 50 mL, 25 mL de solução de CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ e 5 mL da solução-tampão SMP, sendo homogeneizada por 15 minutos a 220 rpm. Após repouso por uma hora, procedeu-se à leitura do pH de equilíbrio na suspensão do solo com a solução-tampão.

Para a caracterização química dos perfis foram realizadas análises dos teores de Ca, Mg, K, Na, Al e H +Al. Com base nos resultados foram calculadas a soma de bases (SB) e a capacidade de troca catiônica (CTC) a pH 7,0. O carbono orgânico foi determinado após oxidação com K₂Cr₂O₇ 0,2 mol L⁻¹ e titulação com (NH₄)FeSO₄ 0,05 mol L⁻¹. As análises seguiram os métodos definidos conforme EMBRAPA (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de Al variaram entre 0 e 65 mmol_c kg⁻¹ de solo, para os perfis DF Hd1e RJ Ho1 respectivamente (tabela 1). A SB variou entre 7 mmol_c kg⁻¹ de solo para o perfil RJ A2 e 525 mmol_c kg⁻¹ de solo para o perfil RJ Ho1. Quanto aos valores da capacidade de troca catiônica do solo (CTC) estiveram entre 136 mmol_c kg⁻¹ de solo perfil AL Hpo2 e 1008 mmol_c kg⁻¹ de solo para o perfil RJ Ho1. VALLADARES

(2003) estudando Organossolos e solos com elevado conteúdo de carbono orgânico verificou que estes podem ter uma grande variabilidade em seus atributos, sendo essa condicionada pelas características ambientais e pela ação antrópica.

Para os valores de carbono orgânico observaram-se teores entre 61 g kg⁻¹ para os perfis AL Hpo2, RJ A1eRJ A2; e 369 g kg⁻¹ para o perfil BA Hdj, caracterizando esses solos com a ocorrência de horizontes superficiais hístico (H ou O) ou A húmico.

Tabela 1. Localização e algumas propriedades químicas dos solos estudados

Solo /Perfil	Estado*/ Horizonte	Al	Soma de Bases (SB)	CTC
			mmol _c dm ⁻³	
Organossolo	AL / Hop1	6	30	149
	AL / Hpo2	13	22	136
Organossolo	AL/ Hdoj1	60	25	425
	AL / Hdoj2	61	23	517
Organossolo	AL / H1	3	74	202
	AL / H2	7	83	251
Organossolo	BA / Hdj	33	95	883
	BA / Hdoj1	37	43	722
Organossolo	BA / Hdopj2	16	123	572
	BA / Hdoj	26	52	487
Organossolo	DF / Hd1	0	210	333
	DF / Hdp	3	59	350
Organossolo	ES / Hdp1	8	28	241
	ES / Hdp2	15	79	391
Cambissolo Húmico	RJ / A1	5	22	262
	RJ / A2	2	7	204
Organossolo	RJ / Hdp	24	232	488
	RJ / Hdo2	11	278	477
Organossolo	RJ / Hdp1	1	76	279
	RJ / Hdp2	0	26	229
Organossolo	RJ / Ho1	65	525	1008
	RJ / Ho2	25	23	186
Organossolo	SP / Hp1	4	32	614
	SP / Hp2	3	15	433
Organossolo	PR / H1	7	84	286
	PR / H2	7	63	278
Organossolo	SC / Hp1	4	170	364
	SC / H2	5	233	397
	SC / H3	2	214	377
Organossolo	SC / Hdoj1	22	69	237
	SC / Hdoj2	21	79	467
Organossolo	SC / Hp1	47	89	488
	SC / H2	15	207	665
Gleissolo	RS / A1	13	77	472
	RS / H1	30	47	186
Gleissolo	RS / A1	45	21	240
	RS / A2	45	11	290
Organossolo	RS / Hd1	29	24	333
Organossolo	RS / Hpj1	55	80	980
Organossolo	RS / Hdj2	38	182	885
	RS / Hdpj	6	219	612

*Estado: AL – Alagoas; BA – Bahia; DF – Distrito Federal; ES- Espírito Santo; RJ – Rio de Janeiro; SP – São Paulo; SC – Santa Catarina; RS – Rio Grande do Sul.

Os valores de pH SMP obtidos pela leitura em potenciômetro variaram de 2,3 a 5,1 e os de acidez potencial (H + Al), determinados por titulometria, de 104,0 a 891,0 mmol_c dm⁻³ (Tabela 2). Estes valores foram superiores aos mencionados por DOLMAN e BUOL (1965). Segundo esses autores, o teor de H⁺ nos solos orgânicos varia de 0 a 25 mmol_c kg⁻¹, em solos bem drenados, e

de 20 a 120 mmol_c kg⁻¹ nos solos com má drenagem. A maior parte da acidez trocável extraída com KCl, em solos minerais deve-se à hidrólise do Al³⁺. Mas, nos Organossolos, é provável que grande parte dessa acidez seja decorrente do teor de H⁺, o que significa que a relação Al/(H+Al) nestes solos pode ser ainda menor do que observada por GALVÃO e VAHL (1995).

Tabela 2. Teor de carbono orgânico, pH SMP e acidez potencial (H + Al) nos solos estudados

Solo	Estado* / Horizonte	C orgânico g kg ⁻¹	pH SMP	H + Al mmol _c dm ⁻³
Organossolo	AL / Hop1	237	4,3	118,8
	AL / Hpo2	61	4,4	113,9
Organossolo	AL / Hdoj1	239	3,6	399,8
	AL / Hdoj2	239	2,8	493,4
Organossolo	AL / H1	155	4,5	104,0
	AL / H2	187	4,4	122,0
Organossolo	BA / Hdj	369	2,6	788,7
	BA / Hdoj1	232	2,3	678,2
Organossolo	BA / Hdopj2	207	3,4	448,8
	BA / Hdoj	219	3,4	435,6
Organossolo	DF / Hd1	117	5,1	122,1
	DF / Hdp	89	4,2	290,4
Organossolo	ES / Hdp1	130	4,0	244,2
	ES / Hdp2	114	4,1	212,9
Cambissolo Húmico	RJ / A1	61	4,5	240,9
	RJ / A2	61	4,9	196,4
Organossolo	RJ / Hdp	222	3,8	255,8
	RJ / Hdo2	214	3,9	199,7
Organossolo	RJ / Hdp1	65	4,8	203,0
	RJ / Hdp2	55	4,9	203,0
Organossolo	RJ / Ho1	317	2,8	414,2
	RJ / Ho2	138	3,8	295,4
Organossolo	SP / Hp1	164	4,6	582,5
	SP / Hp2	112	4,2	417,5
Organossolo	PR / H1	172	4,2	157,0
	PR / H2	157	4,4	104,0
Organossolo	SC / Hp1	207	4,4	159,0
	SC / H2	308	4,4	136,0
	SC / H3	257	4,4	161,0
Organossolo	SC / Hdoj1	227	3,2	496,7
	SC / Hdoj2	222	3,3	442,2
Organossolo	SC / Hp1	194	3,7	374,0
	SC / H2	199	3,9	416,0
Gleissolo	RS / A1	49	3,7	300,0
	RS / H1	115	4,3	249,0
Gleissolo	RS / A1	77	4,2	198,0
	RS / A2	68	4,4	180,0
Organossolo	RS / Hd1	84	3,9	275,6
Organossolo	RS / Hpj1	238	2,4	891,0
	RS / Hdj2	220	2,8	702,9
Organossolo	RS / Hdpj	238	3,4	529,7

*Estado: AL - Alagoas; BA - Bahia; DF - Distrito Federal; ES - Espírito Santo; RJ - Rio de Janeiro; SP - São Paulo; SC - Santa Catarina; RS - Rio Grande do Sul.

Foi verificada correlação curvilínea simples entre as estimativas da acidez potencial e as leituras do pH SMP ($r = -0,85^{**}$) (Figura 1). Ainda nessa figura observa-se um ponto, que corresponde ao perfil SP1 Hp1, que se afasta do modelo exponencial. Uma possível explicação para este comportamento pode ser atribuída ao elevado valor de pH em CaCl_2 (5,4) observado nesta amostra em comparação com as

demais avaliadas. Na tabela 2, os valores de H + Al estimados a partir da equação, permitem estimar os valores de H + Al, com base em leituras do pH SMP em solos com elevado teor de matéria orgânica. Ajustes exponenciais também foram verificados por QUAGGIO et al. (1985) para os solos do Estado de São Paulo, SOUSA et al. (1989) para os solos de Cerrado e PAVAN et al. (1996) nos solos do Estado do Paraná.

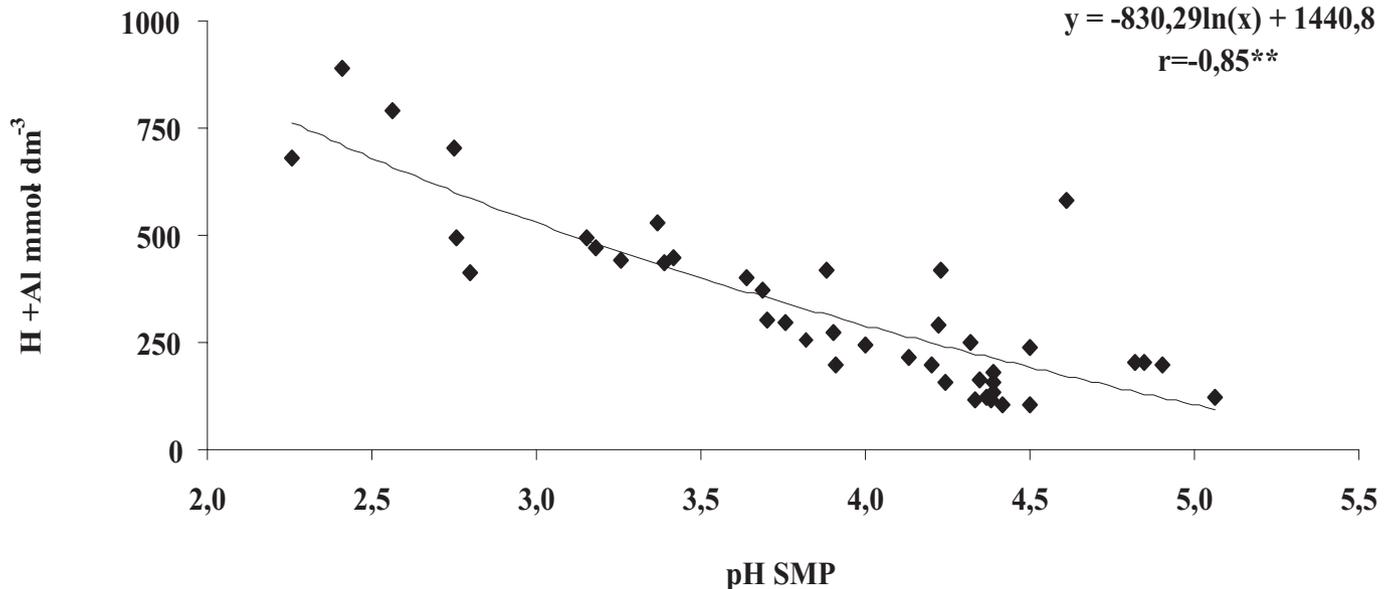


Figura 1. Relação entre a acidez potencial (H + Al) e o pH SMP em solos com elevado teor de matéria orgânica.

As diferenças entre a equação utilizada neste trabalho e as relacionadas anteriormente, provavelmente devem-se aos elevados teores de carbono orgânico verificados nesses solos (Tabela 2). Segundo ESCOSTEGUY e BISSANI (1999) as variações constatadas entre as equações determinadas nas diversas regiões são decorrentes das variações na granulometria (tipo de mineral e teor de argila), no teor e tipo de matéria orgânica e pH entre outros.

SILVA et al. (2002), estudando a estimativa da acidez potencial pelo pH SMP em solos da Região Norte do Estado de Minas Gerais, verificaram que a aplicação de equações desenvolvidas para outras regiões e Estados do Brasil proporcionaram uma superestimativa das quantidades de H+Al.

Pela análise de correlação entre o pH do solo em CaCl_2 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ e a solução-tampão SMP, pode-se verificar que o aumento dos valores de pH da

solução é diretamente proporcional aos valores de pH da solução SMP. PEREIRA et al. (1998) estudando 103 amostras de solos do Estado do Rio de Janeiro verificou correlação significativa ($r = 0,95^{**}$) entre o pH de equilíbrio da suspensão de acetato de cálcio $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ e o pH SMP.

A correlação obtida entre as características analisadas foi positiva ($r = 0,65^{**}$) (Figura 2); nessa figura, verifica-se que alguns pontos se afastam do modelo linear, especialmente os pontos referentes ao perfil ES horizontes Hdp1 e Hdp2, com os menores valores de pH em CaCl_2 , respectivamente, 2,7 e 2,3. Ainda, observa-se outro ponto não ajustado a essa tendência, perfil RJ Ho1, com o maior valor de alumínio trocável $65 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Tal fato sugere que para amostras com elevada acidez, seja identificada pelos baixos valores de pH seja pelos maiores teores de alumínio trocável, os valores de pH da suspensão de CaCl_2 não podem ser utilizados na avaliação do pH SMP.

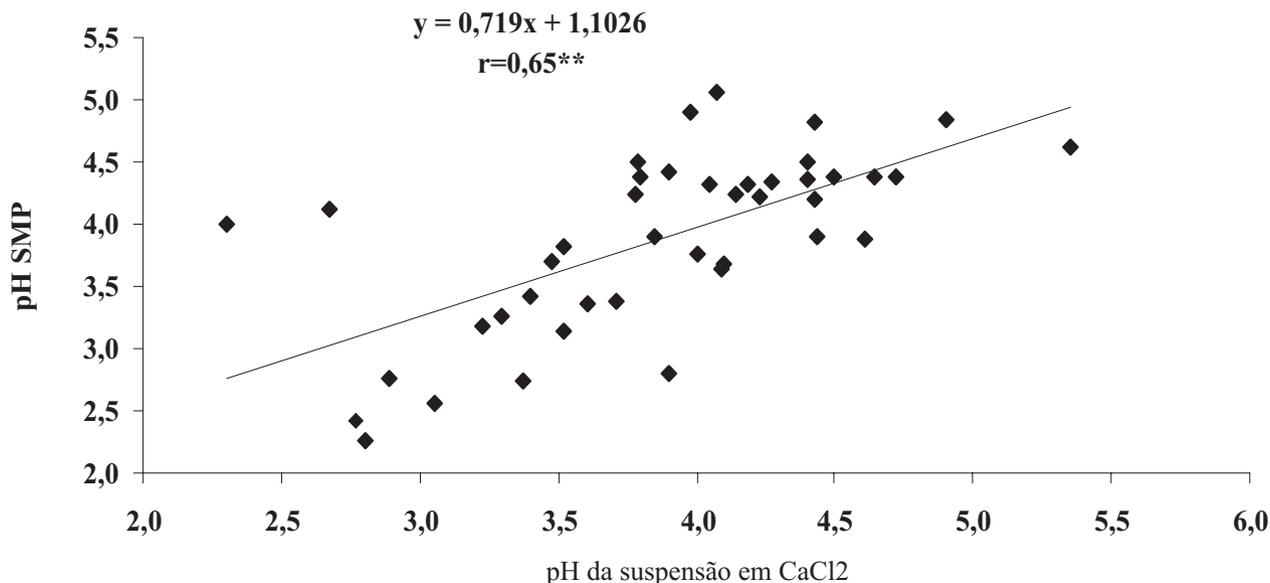


Figura 2. Relação entre o pH SMP e o pH da suspensão em CaCl_2 em solos com elevado teor de matéria orgânica.

CONCLUSÃO

A acidez potencial (H+Al) dos solos com elevado conteúdo de matéria orgânica pode ser estimada satisfatoriamente por meio da solução-tampão SMP, o que facilitará a quantificação laboratorial deste parâmetro.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo financiamento do projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- CORRÊA, J.B.; COSTA, P.C.; LOPES, A.S.; CARVALHO, J.G. Avaliação de H +Al pelo método SMP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12, Caxambu, 1985. *Anais...* Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, 1985. p.111-112.
- DOLMAN, J. D.; BUOL, S. W. **A study of organic soils (Histosols):** in the tidewater region of North Caroline. North Caroline Agricultural Experiment Station, 1967. 47p. (Technical Bulletin, n. 181)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de métodos de análise de solos.** Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A. Comparação de métodos analíticos para avaliar a necessidade de calcário dos solos do estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, p.143-150, 1986.
- 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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.175-179, 1999.
- FREITAS, L.M.M.; PRATT, P.F.; VETTORI, L. Testes rápidos para estimar a necessidade de calcário em alguns solos do estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.3, p.159-164, 1986.
- GALVÃO, F. A. D.; VAHL, L. Calibração do método SMP para solos Orgânicos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.2, p.121-131, 1996.
- MAEDA, S.; KURIHRA, C. H.; HERNANI, L. C.; FABRICIO, A. C.; SILV, W. N. **Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP, em solos do Mato Grosso do Sul.** Dourados: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997. 25p. (Boletim de Pesquisa)
- NASCIMENTO, C. W.A. Acidez potencial estimada pelo pH SMP em solos do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.679-682, 2000.
- PAVAN, M. A.; OLIVEIRA, E. L.; MIYAZAWA, M. Determinação indireta da acidez extraível do solo (H+Al) por potenciometria com solução-tampão SMP. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.39, p.307-312, 1996.
- PEREIRA, M. G.; VALLADARES, G. S.; SOUZA, J. M. P. F.; PÉREZ, D. V.; ANJOS, L. H. C. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, p.159-162, 1998.

- QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van; MALAVOLTA, E. Alternative use of the SMP-buffer solution to determine lime requirement of soils. **Communication of Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.16, p.245-260, 1985.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H; ZULLO, M. A. T. O método tampão SMP para a determinação da necessidade de calagem de solos do estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.38, p.57-69, 1979.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81)
- SAMBATTI, J. A.; SOUZA JUNIOR, I. G.; COSTA, A. C. S.; TORMENA, C. A. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos da formação Caiuá-Noroeste do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.257-264, 2003.
- 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 America Proceedings**, Madison, v.25, p.274-277, 1961.
- SILVA, C. A.; AVELLAR, M. L.; BERNARDI, A. C. C. Estimativa da acidez potencial pelo pH SMP em solos do semi-árido do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.689-692, 2000.
- SILVA, E. B.; DIAS, M. S. C.; GONZAGA, E. I. C.; SANTOS, N. M. Estimativa da acidez potencial pelo pH SMP em solos da Região Norte do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.561-565, 2002.
- SOUSA, D. M.G.; MIRANDA, L. N.; LOBATO, E.; KLIEMAN, H. J. Avaliação de métodos para determinar as necessidades de calcário em solos do cerrado de Goiás e do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.4, p.144-148, 1980.
- SOUSA, D. M.G.; MIRANDA, L. N.; LOBATO, E.; CASTRO, L. H. R. Métodos para estimar as necessidades de calagem em solos do cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, p.193-198, 1989.