

Acidez potencial estimada pelo método do pH SMP em solos do Estado do Paraná

Fábio Steiner¹, Maria do Carmo Lana¹, Jucenei Fernando Frandoloso¹ e Tiago Zoz¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Rua Pernambuco, 1777, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon – PR.

fsteiner_agro@hotmail.com, mclana@unioeste.com, neiff@bol.com.br, tiago_zoz@hotmail.com

Resumo: Os componentes da acidez potencial dos solos ($H + Al$) são determinados, geralmente, mediante extração com soluções de sais tamponantes ou misturas de sais neutros com solução-tampão. No Brasil, o método considerado padrão é a extração com a solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0. Por outro lado, a acidez potencial pode ser estimada pelo uso do pH SMP, o qual apresenta boa correlação com o teor de $H + Al$ extraído com acetato de cálcio. A utilização do pH SMP na estimativa da acidez potencial tem vantagens em relação ao método do acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹, pH 7, mas requer regionalização edafológica prévia para estimar, com segurança, os valores de $H + Al$. O objetivo deste trabalho foi definir uma equação de regressão que estime o teor de $H + Al$ a partir do pH SMP medido na suspensão solo-solução SMP, associada à determinação do pH em $CaCl_2$, para solos do Estado do Paraná. As análises dos teores de $H + Al$, extraídos por acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0, e dos valores de pH SMP foram realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo e de Nutrição Mineral de Plantas da UNIOESTE, em 12 amostras de solos, com valores de pH em $CaCl_2$ variando de 3,6 a 6,4 e teores de carbono orgânico de 5 a 24 g kg⁻¹. A acidez potencial para os solos do Estado do Paraná, expressa em $cmol_c \text{ dm}^{-3}$, pode ser estimada pelo uso do pH SMP, por meio da equação: $\ln (H + Al) = 8,4125 - 1,143551 \text{ pH SMP}$ ($R^2 = 0,98$).

Palavras-Chave: pH do solo, $H + Al$, solução-tampão, necessidade de calagem.

Estimated potential acidity by pH SMP method in soils of Paraná

Abstract: The components of the potential acidity of the soil ($H + Al$) are determined, usually by extraction with solutions of salts or mixtures of buffering salts with neutral buffer solution. In Brazil, the standard method is extraction with a solution of calcium acetate 0.5 mol L⁻¹ at pH 7.0. Moreover, the potential acidity can be estimated by using the pH SMP, which correlates well with the concentration of $H + Al$ extracted with calcium acetate. The use of pH SMP to estimate the potential acidity has advantages over the method of calcium acetate 0.5 mol L⁻¹, pH 7, but requires previous edaphic regionalization to estimate with certainty the values of $H + Al$. The objective of this study was to establish a regression equation to estimate the concentration of $H + Al$ from pH SMP measured in the soil-SMP solution, coupled with the determination of pH in $CaCl_2$, for soils Paraná state. The analysis of the levels of $H + Al$ extracted by calcium acetate 0.5 mol L⁻¹ at pH 7.0 and pH SMP were performed at the Laboratory of Soil Fertility and Plant Nutrition the Unioeste, 12 samples of soil, with pH in $CaCl_2$ ranging from 3.6 to 6.4 and organic carbon content from 5 to 24 g kg⁻¹. The potential acidity for the soils of Paraná state, expressed in $cmol_c \text{ dm}^{-3}$, can be estimated by using the pH SMP, from the equation: $\ln (H + Al) = 8.4125 - 1.143551 \text{ pH SMP}$ ($R^2 = 0.98$).

Key words: soil pH, $H + Al$, buffer solution, the need for liming.

Introdução

Uma das propriedades mais importantes do solo é a de reter íons na interface sólido/solução do solo. Esta propriedade, quando se trata da troca de cátions, é denominada capacidade de troca catiônica (CTC). O conhecimento de sua magnitude é de grande relevância tanto do ponto de vista agrícola quanto ambiental. Vários métodos, diretos e indiretos, têm sido utilizados para a determinação da CTC; contudo, o procedimento freqüentemente utilizado nos laboratórios brasileiros de análises de solo para fins de fertilidade é o da soma de bases, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , mais a acidez potencial ($\text{H} + \text{Al}$), extraídos por diferentes métodos químicos.

Os componentes da acidez potencial dos solos, H e Al , são determinados, geralmente, mediante extração com soluções de sais tamponantes ou misturas de sais neutros com solução-tampão. Nessa análise, as soluções mais empregadas são o cloreto de bário tamponado com trietanolamina a pH 8,2, o acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0 e a solução-tampão SMP (Raij, 1991).

No Brasil, o método de determinação da acidez potencial com a solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0 é considerado como padrão (Raij *et al.*, 1987). A solução de acetato de cálcio, por ter o pH tamponado a 7,0, pode extrair grande parte da acidez potencial (Vettori, 1969). Esse método, entretanto, tem apresentado algumas limitações, tais como: consumo de grande quantidade de reagente por amostra (Moreira *et al.*, 2004); difícil visualização do ponto de viragem do indicador (fenolftaleína) (Pereira *et al.*, 1998); custo e tempo operacional elevados, por envolver as etapas de extração e determinação titulométrica do $\text{H} + \text{Al}$ (Pavan *et al.*, 1996; Escosteguy e Bissani, 1999), e subestimação dos teores de $\text{H} + \text{Al}$ de solos de pH mais alto (acima de 6,0), o que se deve ao tamponamento deficiente da solução em solos com valores de pH próximos a pH 7,0 (Raij, 1991).

Segundo Raij *et al.* (1987) e Ciprandi (1993), a acidez potencial pode ser estimada pelo uso do pH SMP, o qual apresenta boa correlação com o teor de $\text{H} + \text{Al}$ extraído com acetato de cálcio. O pH SMP corresponde ao valor do pH de equilíbrio obtido na suspensão entre o solo e a solução-tampão SMP, que foi utilizado, inicialmente, como método rápido de determinação da necessidade de calagem (Schoemaker, 1961). Considerando a facilidade e a eficiência apresentada na estimativa da acidez potencial, esse método tem sido utilizado por vários laboratórios brasileiros em substituição ao método da solução de acetato de cálcio.

Com vistas em estimar a acidez potencial de solos de diferentes estados e regiões brasileiras, vários estudos têm sido desenvolvidos por meio do pH SMP. Quaggio *et al.* (1985) apresentaram o modelo de equação para o estado de São Paulo, Corrêa *et al.* (1985), para o estado de Minas Gerais; Sousa *et al.* (1989), para os cerrados; Pavan *et al.* (1996), para o estado do Paraná; Maeda *et al.* (1997), para o estado do Mato Grosso do Sul; Escosteguy e Bissani (1999), para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina; Nascimento (2000), para o estado de Pernambuco; Silva *et al.* (2000), para solos do semi-árido do nordeste brasileiro, Silva *et al.* (2002), para os solos da região norte do estado de Minas Gerais; Sambatti *et al.* (2003), para os solos da região noroeste do estado do Paraná; e Silva *et al.* (2006), para solos da região do Vale do Jequitinhonha no estado de Minas Gerais.

Nestes trabalhos, observou-se, que dentre os modelos matemáticos utilizados para relacionar os valores de H + Al e o pH SMP, predominam os que usam regressão exponencial e polinomial de segunda ordem. As diferentes equações de correlação obtidas nesses trabalhos evidenciam a influência de algumas características dos solos na relação entre estas variáveis. Neste contexto, Escosteguy e Bissani (1999), ressaltaram a necessidade de regionalização dos estudos, em virtude das variações do poder-tampão entre solos de diferentes composições, com destaque a granulometria (teor e qualidade da argila), no teor e na qualidade da matéria orgânica e no pH, entre outros. Ainda, de acordo com Pavan *et al.* (1996) e Quaggio e Raij (2001), o uso deste método deve ser precedido de uma regionalização edafológica prévia, para obter curvas de calibração específicas.

Fato este evidenciado, por Silva *et al.* (2002) e Silva *et al.* (2006), os quais estudando a estimativa da acidez potencial pelo pH SMP em solos minerais das regiões norte e Vale do Jequitinhonha, ambas no Estado de Minas Gerais, verificaram que a aplicação de equações desenvolvidas para outras regiões do Brasil proporcionou uma superestimativa das quantidades de acidez potencial desses solos.

Assim, o presente estudo teve por objetivo comparar os métodos do pH SMP e o do acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹, pH 7, visando estabelecer uma equação que estime a acidez potencial (H + Al) dos solos do Estado do Paraná, por meio da obtenção do pH de equilíbrio da suspensão com a solução SMP.

Material e Métodos

O estudo foi realizado no Laboratório de Fertilidade do Solo e de Nutrição Mineral de Plantas da UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon/PR. Foram selecionadas 12

amostras de solos das classes provenientes de vários municípios do Estado do Paraná. A seleção dos solos para amostragem foi definida com base em diferentes materiais de origem e classe textural (Tabela 1). As amostras foram coletadas na camada superficial de 0-20 cm, secas ao ar, destoroadas, passadas em peneira de malha de 2 mm e analisadas. Os valores de pH em CaCl_2 0,01 mol L⁻¹, pH SMP, Al trocável, acidez potencial, C orgânico (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação dos solos selecionadas e valores de pH em CaCl_2 (0,01 mol L⁻¹), pH SMP, acidez potencial (H + Al) e carbono orgânico (C.O.) das amostras utilizadas

Classificação do Solo ⁽¹⁾	Textura ⁽²⁾	pH CaCl_2	pH SMP	H + Al	C.O.
				cmol _c dm ⁻³	g dm ⁻³
Latossolo Vermelho eutroférico	Muito argilosa	5,09	5,87	6,39	13,25
Latossolo Vermelho Amarelo distrófico	Média	6,37	6,47	3,33	11,78
Latossolo Vermelho distrófico	Argilosa	5,89	6,14	4,78	12,43
Latossolo Vermelho Amarelo distrófico	Média	3,60	4,85	17,17	17,07
Argissolo Vermelho Amarelo distrófico	Arenosa	5,48	5,68	7,26	16,75
Argissolo Vermelho Amarelo álico	Argilosa	5,90	7,03	2,04	5,33
Nitossolo Vermelho eutroférico	Muito argilosa	5,56	6,35	3,56	8,96
Nitossolo Vermelho distrófico	Argilosa	4,47	4,82	17,14	24,32
Neossolo Regolítico eutrófico	Argilosa	4,99	5,60	7,91	9,10
Plintossolo Argilúvico distrófico	Argilosa	4,99	4,96	14,61	18,10
Gleissolo Háplico alumínico	Argilosa	5,21	5,53	9,00	11,99
Cambissolo Háplico distrófico	Média	6,20	6,25	3,81	9,35

¹ EMBRAPA (2006). ² Textura arenosa: < 200 g kg⁻¹ de argila; textura média: entre 200 e 350 g kg⁻¹ de argila; textura argilosa: entre 350 e 600 g kg⁻¹ de argila e textura muito argilosa: > 600 g kg⁻¹ de argila. pH em CaCl_2 0,01 mol L⁻¹ – relação solo:água 1:2,5; pH SMP - na suspensão solo-solução associada à determinação do pH em CaCl_2 ; H + Al - extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ e dosagem titulométrica ácido-base; C.O. – método Walkley & Black.

O pH em CaCl_2 foi determinado em uma relação solo:solução de 1:2,5, após 10 min de agitação e 30 min de repouso. Para medir o pH SMP, 10 cm³ de TFSA foram colocados em copos plásticos, adicionando-se 25 mL de solução de CaCl_2 0,01 mol L⁻¹ e 5 mL de solução-tampão SMP. A solução SMP foi preparada de acordo com Raij e Quaggio (1983). O conjunto foi agitado por 15 min. a 160 rpm e, após repouso de uma hora, procedeu-se à leitura do pH da suspensão de solo com a solução SMP pH 7,5.

A acidez potencial (H + Al) foi extraída com solução de $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0 e determinada por titulação com NaOH 0,025 mol L⁻¹. Em copos plásticos foram adicionados 5 cm³ de TFSA e 75 mL de solução extratora. Após 15 min de agitação e repouso de 16 h, retirou-se uma alíquotas de 25 mL do sobrenadante para determinar o teor de H + Al por titulação com NaOH 0,025 mol L⁻¹, utilizando fenolftaleína como solução indicadora (Embrapa, 1997). Todos os procedimentos adotados para a extração da acidez potencial (H +

Al) nas amostras foram efetuados também nas provas em branco, com vistas em quantificar a acidez proveniente de outras fontes, de modo que a acidez potencial foi determinada subtraindo-se do volume consumido na titulação de cada amostra o volume médio consumido nas provas em branco. O carbono orgânico foi determinado pelo método Walkley – Black (Embrapa, 1997).

Os dados obtidos, concentração de H + Al e pH SMP, foram submetidos à análise de regressão, utilizando programa estatístico SISVAR versão 5.1.

Resultados e Discussão

As amostras de solo apresentaram ampla variação de pH, em CaCl_2 0,01 mol L^{-1} , de reação fortemente ácida (pH 3,6) até próximo a neutralidade (pH 6,4) (Tabela 1). O pH SMP variou de 4,8 a 7,0. Evidenciando que não houve grande variação dos valores de pH SMP em relação a acidez ativa. Resultados estes se devem a alta capacidade tamponante das frações (inorgânicas e orgânicas) desses solos, que possuem altos teores de argila, na grande maioria. Os teores de carbono orgânico variaram de 5 a 24 g kg^{-1} (Tabela 1).

A equação exponencial foi a que melhor expressou a relação entre o H + Al e o pH SMP ($R^2 = 0,98$) (Figura 1). Com essa equação estimou-se a acidez potencial a partir do pH SMP de 4,70 a 7,20 (Tabela 2), que pode ser aplicável para solos do Estado do Paraná.

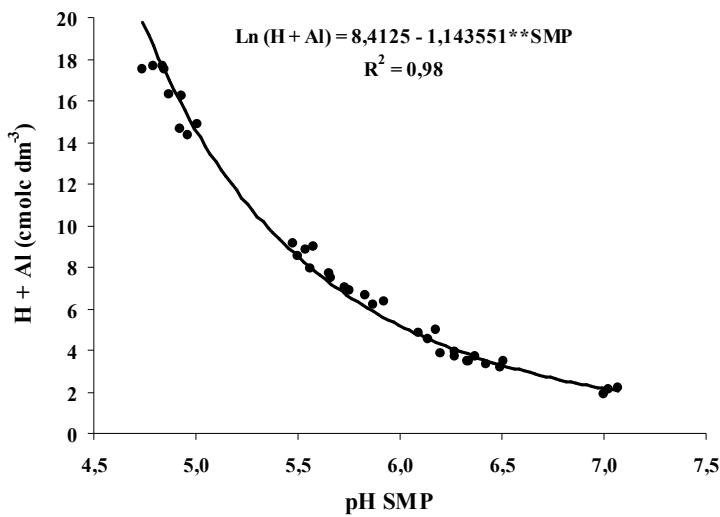


Figura 1. Relação entre acidez potencial (H + Al) extraídos com acetato de cálcio e pH SMP para solos do Estado do Paraná. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon, PR, 2009. (** significativo a 1% de pelo teste t).

Tabela 2. Estimativa da acidez potencial a partir do pH SMP para solos do Estado do Paraná. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon, PR, 2009

pH SMP	H + Al cmol _c dm ⁻³	pH SMP	H + Al cmol _c dm ⁻³
4,70	20,86	6,00	4,72
4,75	19,70	6,05	4,45
4,80	18,61	6,10	4,21
4,85	17,57	6,15	3,97
4,90	16,59	6,20	3,75
4,95	15,67	6,25	3,54
5,00	14,80	6,30	3,35
5,05	13,98	6,35	3,16
5,10	13,20	6,40	2,99
5,15	12,47	6,45	2,82
5,20	11,78	6,50	2,66
5,25	11,12	6,55	2,51
5,30	10,50	6,60	2,38
5,35	9,92	6,65	2,24
5,40	9,37	6,70	2,12
5,45	8,85	6,75	2,00
5,50	8,36	6,80	1,89
5,55	7,89	6,85	1,78
5,60	7,45	6,90	1,69
5,65	7,04	6,95	1,59
5,70	6,65	7,00	1,50
5,75	6,28	7,05	1,42
5,80	5,93	7,10	1,34
5,85	5,60	7,15	1,27
5,90	5,29	7,20	1,20
5,95	4,99		

Em solos do Noroeste do Paraná, Sabatti *et al.* (2003), avaliaram a relação entre os teores de H + Al, determinados com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ e os valores de pH SMP, e verificaram que a equação linear ($R^2 = 0,90$) foi a que melhor estimou a acidez potencial dos solos pertencentes à Formação Caiuá.

Trabalhando com solos da Região do Vale do Jequitinhonha do Estado de Minas Gerais, Silva *et al.* (2006) verificaram que para solos com valores de H + Al acima de 8 cmol_c dm⁻³, ocorreu maior dispersão dos dados. Os referidos autores explicaram essa tendência de dispersão, pela menor sensibilidade do método SMP quando se utiliza relações solo:água:solução SMP de 10:25:5. O reduzido volume de tampão é insuficiente para solos de maior tamponamento, sendo que nesse caso recomenda-se a relação 10:20:10 (Raij *et al.*,

1979). Entretanto, cabe ressaltar que para os solos do Estado do Paraná tal evidencia não foi observado no presente estudo.

Evidenciou-se no presente estudo que houve correlação significativa entre o pH em CaCl_2 (Figura 2a) e carbono orgânico (Figura 2b) com os teores de $\text{H} + \text{Al}$, apresentando coeficiente de correlação de 0,83 e 0,80, respectivamente. A elevada correlação positiva entre a acidez potencial e os teores de carbono orgânico, também verificada por Pavan (1983), foi atribuída à capacidade da solução de acetato de cálcio em extrair não somente a acidez trocável, mas também aquela dependente de pH, associada aos grupos funcionais carboxílicos e fenólicos da matéria orgânica.

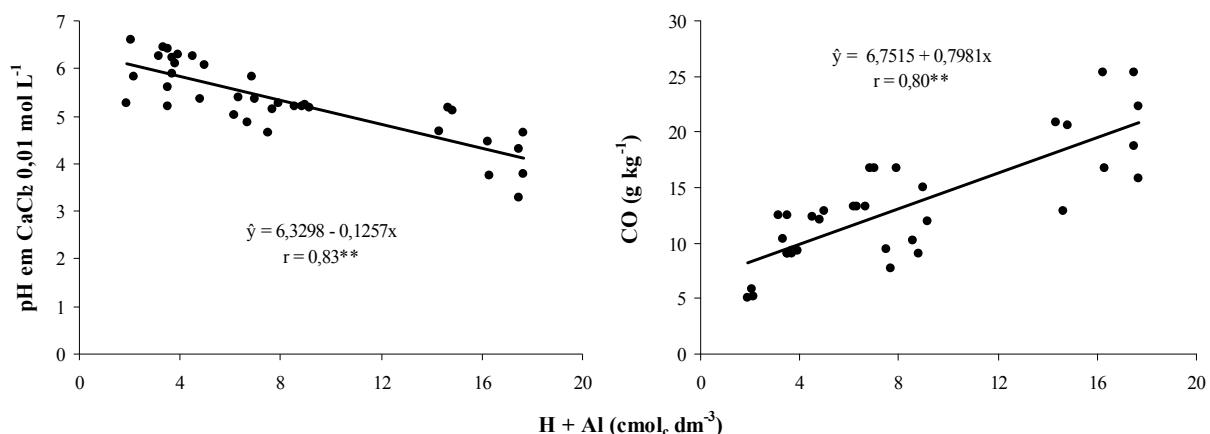


Figura 2. Correlação linear simples entre pH em CaCl_2 , carbono orgânico (CO) e a acidez potencial ($\text{H} + \text{Al}$). (** significativo a 1% de pelo teste t).

A acidez potencial por meio das regressões em que o pH SMP é medido no sobrenadante, em CaCl_2 0,01 mol L^{-1} (Sousa *et al.*, 1989), bem como as estimadas pelas equações de Escosteguy e Bissani (1999) e Kamiski *et al.* (2002), foram significamente diferentes da estimada pela equação obtida neste estudo, o que já era esperado em decorrência das diferentes características dos solos, tais como: CTC, matéria orgânica, pH do solo, teor e tipo de argila, dentre outras.

Conclusões

Os teores de $\text{H} + \text{Al}$ ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) dos solos do Estado do Paraná podem ser estimados por meio da equação de regressão: $\ln (\text{H} + \text{Al}) = 8,4125 - 1,143551 \text{ pH SMP}$ ($R^2 = 0,98$), para o pH SMP medido na suspensão solo:solução associado à rotina de determinação do pH em CaCl_2 0,01 mol L^{-1} .

Referências

- CIPRANDI, M.A.O. **Avaliação da metodologia de determinação da acidez ativa e potencial em solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993. 90p. (Tese de Mestrado).
- 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.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, RJ. **Manual de métodos de análise do solo.** Brasília, SPI, 1997. 212p.
- ESCOSTEGUY, P.A.; BISSANI, C.A. Estimativa de H + Al pelo pH SMP em solos do estado do Rio Grande de Sul e de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** Campinas, v. 23, p. 175-179, 1999.
- KAMINSKI, J.; GATIBONI, L.C.; RHEINHEIMER, D.S.; MARTINS, J.R.; SANTOS, E.J.S; TITSSOT, C.A. Estimativa da acidez potencial em solos e sua implicação no cálculo da necessidade de calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** Viçosa, v. 26, p.1107-1113, 2002.
- MAEDA, S.; KURIHRA, C.H.; HERNANI, L.C.; FABRICIO, A.C.; SILVA, W.M. **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, 3).
- MOREIRA, A.; ALMEIDA, M.P.; COSTA, D.G.; SANTOS, L.S. Acidez potencial pelo método do pH SMP no Estado do Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 39, p.89-92, 2004.
- 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. Alumínio em alguns solos ácidos do Paraná. Relação entre o alumínio não trocável e solúvel com o pH, CTC, percentagem de saturação de Al e matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** Campinas, v. 7, p. 39-46, 1983.
- PAVAN, M.A.; OLIVEIRA, E.L.; MIYAZAWA, M. Determinação indireta da acidez extraível do solo (H + Al) por potenciometria com a solução-tampão SMP. **Brazilian Archives of Biology and Technology,** Curitiba, v. 39, p. 307-312, 1996.
- PEREIRA, M.G.; VALLADARES, G.S.; SOUZA, J.M.P.F.; PÉREZ, D.V.; DOS 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,** Campinas, v. 22, p. 159-162, 1998.
- QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van. Determinação do pH em cloreto de cálcio e da acidez total. In: RAIJ, B van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A., (Eds.). **Análise**

química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agronômico, 2001. 285p.

QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van.; MALAVOLTA, E. Alternative use of the SMP-buffer solution to determine lime requirement of soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, London, v. 16, p. 245-260, 1985.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubaçāo.** Piracicaba, Ceres: Potafos, 1991. 343p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; ZULLO, M.A.T. O método tampão SMP para 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.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. **Análise química do solo para fins de fertilidade.** Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170p.

RAIJ, B. van.; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade.** Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 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 em 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 the lime requirement of soils with appreciable amounts of extractable aluminum. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, 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.; COSTA, H.A.O.; FARNEZI, M.M.M. Acidez potencial estimada pelo método do pH SMP em solos da região do vale do Jequitinhonha no estado de minas gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 751-757, 2006.

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.; CASTRO, L.H.R. Métodos para determinar as necessidades de calagem em solos dos cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, p. 193-198, 1989.

VETTORI, L. **Métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7).