

## Comissão 2.4 - Química do solo

# ACIDEZ POTENCIAL ESTIMADA PELO MÉTODO DO pH SMP EM SOLOS DO ESTADO DA PARAÍBA

Agenor Bezerra de Almeida Júnior<sup>(1)</sup>, Clístenes Williams Araújo do Nascimento<sup>(2)\*</sup> e Felipe Martins do Rêgo Barros<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Instituto Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil.

<sup>(2)</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife, Pernambuco, Brasil.

\* Autor correspondente.

E-mail: cwanascimento@yahoo.com

### RESUMO

O método do pH SMP, em virtude de sua praticidade analítica, tem sido amplamente utilizado na estimativa da acidez potencial (H+Al), em substituição à solução de acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> a pH 7,0, em laboratórios de análise de solo no Brasil. No entanto, tornam-se imprescindíveis estudos regionalizados para estimar com segurança os valores da acidez potencial. Este trabalho objetivou ajustar uma equação de regressão com boa capacidade preditiva dos valores de H+Al, a partir da medida do pH(SMP), para solos do Estado da Paraíba, visando sua utilização em análises de rotina para estimar a acidez potencial. Foram utilizadas 90 amostras de solo coletadas nas várias regiões do Estado. Essas amostras foram analisadas para pH(H<sub>2</sub>O), pH(SMP), H+Al e pH do sobrenadante da solução de acetato de cálcio. Foram observadas estreitas correlações quadrática simples do pH de equilíbrio da suspensão de acetato de cálcio com a acidez potencial e linear simples com o pH(SMP), com elevada capacidade preditiva (R<sup>2</sup> = 0,93 e R<sup>2</sup> = 0,95, respectivamente). Os resultados permitiram concluir que a acidez potencial (H+Al), expressa em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> pode ser estimada pelo método do pH(SMP), por meio da equação  $H+Al = 57,108 - 13,338^{**} SMP + 0,7637^{**} SMP^2$  (R<sup>2</sup> = 0,87).

**Palavras-chave:** pH do solo, reação do solo, análise de solo, solução-tampão.

**ABSTRACT:** *POTENCIAL ACIDITY ESTIMATED BY THE SMP BUFFER SOLUTION METHOD IN SOILS OF PARAIBA, BRAZIL*

*Due to its analytical practicality, the SMP buffer solution method has been widely used in Brazilian soil laboratories in estimation of soil potential acidity (H+Al) instead of the extracted by 0.5 mol L<sup>-1</sup> calcium*

Recebido para publicação em 23 de maio de 2014 e aprovado em 13 de fevereiro de 2015.

DOI: 10.1590/01000683rbc20140307

acetate solution. However, regionalized studies are indispensable for reliably estimating values of potential acidity. The aim of this study was to fit a regression equation with good predictive capacity of the H+Al values based on measurement of the pH(SMP) for soils of the State of Paraíba, Brazil so as to use it in routine analyses for determination of potential acidity. We used 90 soil samples taken from several regions of the state. These samples were analyzed for pH(H<sub>2</sub>O), pH(SMP), H+Al, and pH of the supernatant of the calcium acetate solution. Close simple quadratic correlation was observed of the equilibrium pH of the calcium acetate suspension with potential acidity, and simple linear correlation with pH(SMP), with high predictive capacity ( $R^2 = 0.93$  and  $R^2 = 0.95$ , respectively). The results indicated that the equation  $H+Al = 57.108 - 13.338^{**} SMP + 0.7637^{**} SMP^2$  ( $R^2 = 0.87$ ), expressing the H+Al values in  $cmol_c dm^{-3}$ , can be used to predict potential acidity using the pH SMP method.

*Keywords:* soil pH, soil reaction, soil testing, buffer solution.

## INTRODUÇÃO

A acidez do solo é um dos principais fatores capazes de reduzir o potencial produtivo dos solos tropicais, resultando em uma preocupação constante para os agricultores (Quaggio, 2000) e podendo ser dividida em acidez ativa e acidez potencial (Quaggio e Raij, 2001). A acidez ativa refere-se à atividade de íons hidrogênio (H<sup>+</sup>) que se encontram livres ou dissociados na solução do solo, sendo medida diretamente pelo potenciômetro e expressa em valores de pH (Catani e Gallo, 1955), enquanto a acidez potencial é constituída pelos íons H<sup>+</sup> e Al<sup>3+</sup> adsorvidos aos colóides do solo e que podem ser extraídos com soluções de sais tamponantes ou misturas de sais neutros com solução-tampão (Peech, 1965).

No Brasil, o método-padrão para determinar a acidez potencial é a solução de acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> a pH 7,0 (Embrapa, 1997). No entanto, esse método apresenta alguns inconvenientes. Dentre eles, podem-se destacar o consumo de grande quantidade de acetato de cálcio por amostra e conseqüente aumento do custo da análise (Silva et al., 2000), o tempo operacional decorrente das etapas de extração e titulação (Escosteguy e Bissani, 1999) e a dificuldade para visualizar o ponto de viragem do indicador durante a titulação (Pereira et al., 1998). Além disso, apesar do ânion acetato e do ajuste do pH da solução para 7,0, visando extrair a maior parte do H+Al (Vettori, 1969), Raij (1991) alertou para a baixa eficiência tamponante dessa solução entre pH 6,5 e 7,0, condição que subestimaria os valores da acidez potencial.

Em diversos países, a solução-tampão denominada SMP (acrônimo para Shoemaker-McLean-Pratt, os desenvolvedores do método), em virtude de sua simplicidade, rapidez e eficiência, vem sendo amplamente empregada na estimativa da acidez potencial e na recomendação de calagem para solos agrícolas, propósito para o qual foi inicialmente desenvolvida (Shoemaker et al., 1961). O valor obtido corresponde ao valor do pH de equilíbrio obtido na suspensão entre o solo e a

solução-tampão SMP. Vários estudos comprovam a eficiência do método em diversas regiões do Brasil (Pavan et al., 1996; Pereira et al., 1998; Escosteguy e Bissani, 1999; Nascimento, 2000; Kaminski et al., 2002; Sambatti et al., 2003; Moreira et al., 2004; Pereira et al., 2006; Silva et al., 2006; Chaves et al., 2007; Silva et al., 2006; Moline et al., 2011; Gama et al., 2013) e também corroboram a necessidade de trabalhos regionalizados para adequar o uso da solução SMP para estimativa da acidez potencial (Pavan et al. 1996; Nascimento, 2000; Quaggio e Raij, 2001), dada a grande variabilidade de solos no país.

A estimativa da acidez potencial pelo uso do pH(SMP) deve ser ajustada por região, buscando-se encontrar equações que expressem essa relação de modo satisfatório em virtude das variações encontradas entre tipos de solo (Pereira et al., 1998; Escosteguy e Bissani, 1999; Gama et al., 2013). Um motivo também para definir uma equação que relaciona o teor de H+Al com o pH(SMP), para solos ou regiões ainda não incluídos nesses estudos, seria o crescente interesse na utilização do método da saturação de bases para estimar a necessidade de calagem, o qual exige a determinação dos teores de H+Al nas análises de rotina (Wiethölter, 1997; Kaminski et al., 2002).

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo ajustar uma equação de regressão com boa capacidade preditiva dos valores de H+Al, a partir da medida do pH(SMP), em solos do Estado da Paraíba, visando sua utilização em análises de rotina para determinar a acidez potencial dos solos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionados e amostrados 90 pontos distribuídos em toda a extensão do Estado da Paraíba (Figura 1), que foram selecionados por apresentarem ampla variação em pH e por serem representativos das várias regiões e classes de solo do Estado. Essas amostras foram coletadas na

profundidade de 0-20 cm e submetidas às análises de pH(H<sub>2</sub>O), pH(SMP), H+Al e pH do sobrenadante da solução de acetato de cálcio e caracterizadas química e fisicamente de acordo com Embrapa (1997) (Quadro 1).

O pH(H<sub>2</sub>O) foi medido em uma relação solo:solução de 1:2,5 (Embrapa, 1997). A acidez potencial (H+Al) foi extraída com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> tamponado a pH 7,0. A solução extratora teve seu pH ajustado com ácido acético. Para essa determinação, foram adicionados 75 mL

da solução extratora a um erlenmeyer de 125 ml contendo 5 cm<sup>3</sup> de terra fina seca ao ar (TFSA). Após 15 min de agitação e repouso durante 16 h, foram tomadas alíquotas de 25 mL do sobrenadante, que foram submetidas à titulação com NaOH 0,025 mol L<sup>-1</sup> em presença de três gotas de fenolftaleína alcoólica a 30 g L<sup>-1</sup> (Embrapa, 1997). O valor da acidez potencial (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) foi obtido pela subtração do volume de NaOH gasto na titulação de cada amostra pelo volume de NaOH gasto na titulação da prova em branco. Efetuou-se também

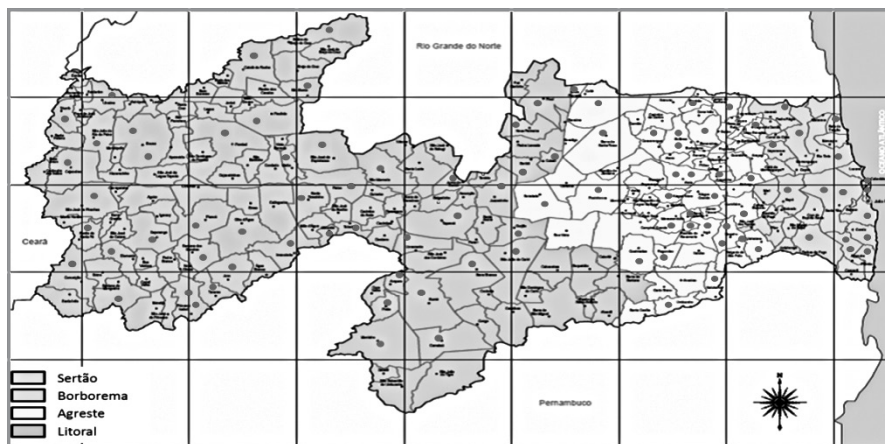


Figura 1. Localização dos pontos selecionados para coleta das amostras de solo nas diferentes mesorregiões do Estado da Paraíba.

Quadro 1. Estatística descritiva das características físicas e químicas das amostras de solo do Estado da Paraíba utilizadas no estudo

Variável	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio-padrão
pH (H <sub>2</sub> O) <sup>(1)</sup>	5,7	5,8	3,9	7,2	0,72
pH(SMP) <sup>(2)</sup>	4,7	4,7	2,8	6,3	0,71
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>(3)</sup>	3,67	3,04	0,21	15,88	2,54
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>(4)</sup>	0,27	0,10	0,05	2,80	0,42
Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>(5)</sup>	0,14	0,08	0,02	1,69	0,21
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>(5)</sup>	0,36	0,33	0,02	1,02	0,21
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>(4)</sup>	4,60	3,70	0,20	25,80	4,40
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>(4)</sup>	2,90	2,20	0,10	21,80	3,00
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	8,10	6,40	0,60	48,50	7,30
t (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	8,30	6,60	1,70	48,60	7,20
T (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	11,70	9,80	3,70	51,50	7,08
V (%)	63,9	71,00	8,30	98,00	22,70
m (%)	7,80	1,50	0,20	69,90	14,60
CO (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>(6)</sup>	11,9	9,8	2,3	39,6	6,6
Areia (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>(7)</sup>	685	727	152	932	168
Silte (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>(7)</sup>	125	96	19	485	102
Argila (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>(7)</sup>	190	162	40	465	98

<sup>(1)</sup> pH em água, relação solo:solução 1:2,5 (Embrapa, 1997); <sup>(2)</sup> pH em solução SMP, relação solo:solução 1:3 (Raij e Quaggio, 1983); <sup>(3)</sup> Extraído com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> a pH 7,0; <sup>(4)</sup> Extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; <sup>(5)</sup> Extraídos com solução extratora Mehlich-1; <sup>(6)</sup> Método Walkey-Black modificado; <sup>(7)</sup> Método da pipeta (Embrapa, 1997).

a leitura pH da suspensão do extrato com acetato de cálcio.

O método SMP seguiu o método preconizado por Rajj e Quaggio (1983). A solução-tampão SMP continha, por L, 3,6 g de *p*-nitrofenol; 6,0 g de dicromato de potássio ( $K_2CrO_4$ ); 106,2 g de cloreto de cálcio ( $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ ); 4,0 g de acetato de cálcio [ $Ca(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$ ]; e 5 mL de trietanolamina [ $(HOCH_2CH_2)_3N$ ], tendo seu pH ajustado para 7,5. O pH(SMP) foi medido em uma suspensão com 10 cm<sup>3</sup> de solo, 25 mL de água destilada e 5 mL da solução-tampão SMP após agitação por 15 min a 10,75 g e repouso de 1 h. Todas as análises deste trabalho foram realizadas em triplicatas.

O pH(H<sub>2</sub>O), pH(SMP), H+Al e pH do sobrenadante da solução de acetato de cálcio foram submetidos à análise de regressão, utilizando o *software Statistica* versão 7.0 (Statsoft, 2004). Das equações obtidas, foi selecionada a que melhor descrevia a relação entre as duas variáveis; portanto, com maior capacidade preditiva dos teores de H+Al, usando como critério de escolha o maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de solo apresentaram ampla variação quanto ao pH(H<sub>2</sub>O) (Quadro 1). Foram observadas reações do solo desde extremamente ácida (pH = 3,9) até à alcalinidade fraca (pH = 7,2), o que reflete as características edafológicas das regiões fisiográficas do Estado da Paraíba.

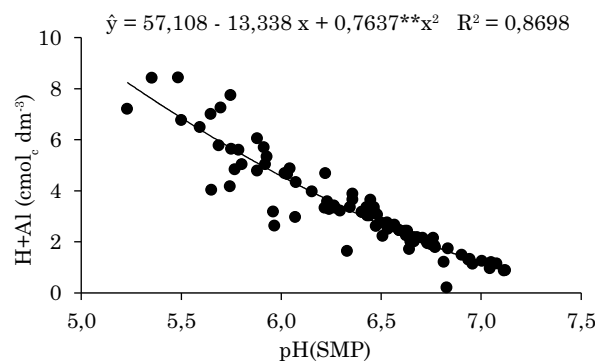
Os valores de acidez potencial determinados por titulação do extrato da solução de acetato de cálcio variaram de 0,21 a 15,88 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, enquanto os de pH(SMP) variaram de 4,41 a 7,12. Verificou-se que essas variáveis associaram-se inversamente ( $r = -0,93^{**}$ ), isto é, a diminuição nos valores do pH(SMP) foi acompanhado pelo aumento na concentração de H+Al (Figura 2). Resultado semelhante foi observado por Pereira et al. (1998) e Nascimento (2000) para os solos dos Estados do Rio de Janeiro e Pernambuco, respectivamente.

O modelo quadrático foi o que melhor se ajustou entre as variáveis (Figura 2). Essa equação torna possível estimar a acidez potencial a partir dos valores de pH(SMP) de 4,40 a 7,10 para solos do Estado da Paraíba (Quadro 2). O modelo obtido neste estudo confirma os resultados para outros estados e regiões do país, entre esses Pernambuco (Nascimento, 2000), semiárido da Região Nordeste (Silva et al., 2000), nordeste do Paraná (Gama et al., 2002), Microrregião Homogênea do Brejo paraibano (Chaves et al., 2007) e Pará (Gama et al., 2013). Contudo, nas demais regiões brasileiras, as equações lineares (Sambatti et al., 2003; Moreira et al., 2004) e as exponenciais e logarítmicas (Pereira et al., 1998;

Escosteguy e Bissani, 1999; Pereira et al., 2006; Silva et al., 2006; Steiner et al., 2009) foram as que apresentaram as melhores estimativas da acidez potencial. De acordo com Escosteguy e Bissani (1999), as variações nos modelos matemáticos utilizados para descrever a relação entre acidez potencial e pH(SMP) decorrem das diferentes condições edafoclimáticas, como solos com teores elevados de matéria orgânica (Pereira et al., 2006). Silva et al. (2006) observaram que o carbono orgânico foi o atributo químico que mais influenciou a acidez potencial de Organossolos. Segundo Kaminski et al. (2002), essa influência ocorre pelo fato de que a diferença entre a acidez potencial real e a estimada ser maior em solos com elevado teor de matéria orgânica.

Os resultados evidenciam uma correlação negativa e significativa entre a acidez potencial e o pH da suspensão de acetato de cálcio ( $r = -0,94^{**}$ ), ou seja, menores valores de pH em acetato de cálcio correspondem aos maiores níveis de acidez potencial nesses solos. O modelo quadrático ajustou-se aos resultados (Figura 3). Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Pereira et al. (1998) e Nascimento (2000), inclusive na pequena variação encontrada para os valores de pH da suspensão de acetato de cálcio. Foi observada ainda uma relação direta entre os valores pH da suspensão de acetato de cálcio e os do pH(SMP) (Figura 4), similarmente aos resultados obtidos por Nascimento (2000) e Gama et al. (2002).

Para efeito de comparação com a equação obtida para o Estado da Paraíba, no quadro 3 apresenta-se a estimativa da acidez potencial com equações desenvolvidas para diferentes estados e regiões brasileiras. Observou-se que no intervalo de pH(SMP) entre 4,5 e 7,0, os valores de H+Al estimados para os solos da Paraíba apresentam tendência similar àqueles obtidos para os solos do nordeste Paranaense (Gama et al., 2002), do Pará (Gama et al., 2013) e de Pernambuco (Nascimento, 2000), embora com leve tendência para subestimação em solos deste último

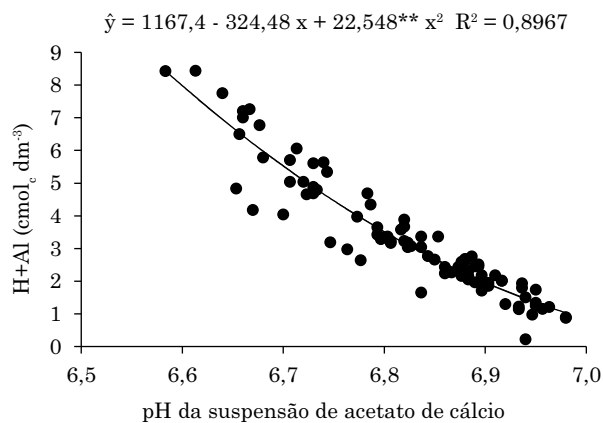


**Figura 2. Relação entre a acidez potencial (H+Al) e o pH(SMP) para solos do Estado da Paraíba. \*\* significativo ( $p < 0,01$ ).**

**Quadro 2. Estimativas do H+Al a partir dos valores de pH(SMP) utilizando a equação de regressão ajustada<sup>(1)</sup> para solos do Estado da Paraíba**

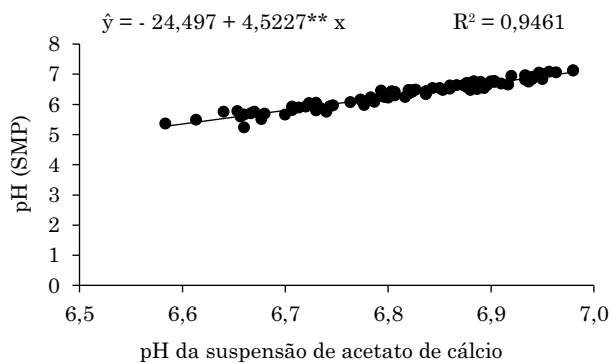
pH(SMP)	H+Al	pH(SMP)	H+Al	pH(SMP)	H+Al
	cmolc dm <sup>-3</sup>		cmolc dm <sup>-3</sup>		cmolc dm <sup>-3</sup>
5,00	9,51	5,95	4,78	6,90	1,44
5,05	9,23	6,00	4,57	6,95	1,30
5,10	8,95	6,05	4,37	7,00	1,16
5,15	8,67	6,10	4,16	7,05	1,03
5,20	8,40	6,15	3,96	7,10	0,91
5,25	8,13	6,20	3,77		
5,30	7,87	6,25	3,58		
5,35	7,61	6,30	3,39		
5,40	7,35	6,35	3,21		
5,45	7,10	6,40	3,03		
5,50	6,85	6,45	2,85		
5,55	6,61	6,50	2,68		
5,60	6,36	6,55	2,51		
5,65	6,13	6,60	2,34		
5,70	5,89	6,65	2,18		
5,75	5,66	6,70	2,03		
5,80	5,44	6,75	1,87		
5,85	5,22	6,80	1,72		
5,90	5,00	6,85	1,58		

<sup>(1)</sup>  $H+Al = 57,108 - 13,338^{**} SMP + 0,7637^{**} SMP^2$  ( $R^2 = 0,87$ ).



**Figura 3. Relação entre os teores de H+Al e o pH da suspensão da solução de acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0, para solos do Estado da Paraíba. \*\* significativo (p<0,01).**

Estado nos pHs(SMP) de 4,5 e 5,0. A equação obtida para o Estado do Rio de Janeiro (Pereira et al., 1998), no entanto, quando utilizada para os solos deste estudo, evidencia tendência a superestimativa da acidez potencial, principalmente para solos mais ácidos (pH≤5,5). Tal superestimativa indica tendência de menor acidez potencial dos solos da Paraíba em relação aos solos do Rio de Janeiro. Isso decorre, provavelmente, dos menores teores



**Figura 4. Relação entre o pH(SMP) e o pH da suspensão da solução de acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0. \*\* significativo (p<0,01).**

de matéria orgânica, com conseqüente menor capacidade-tampão, bem como das diferenças em textura e tipo de minerais presentes nos solos caracteristicamente menos intemperizados da Região Nordeste. Nas condições de menor acidez [pH(SMP)>6,0], menores variações na estimativa dos teores de H+Al são obtidas pelas diferentes equações.

De modo geral, os resultados demonstraram que os valores de pH(SMP) variam para os solos de diversos estados e regiões do país, evidenciando a influência das propriedades físicas, químicas e

**Quadro 3. Comparação entre os teores de H+Al no solo estimados pelo valor de pH(SMP) na faixa de 4,5 a 7,0, utilizando equações ajustadas para diferentes estados e em quatro regiões específicas (semiárido do Nordeste, nordeste paraense, Brejo paraibano e Vale do Jequitinhonha)**

Região ou estado	Referência	Equação	pH(SMP)					
			4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
			H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )					
Rio de Janeiro	Pereira et al. (1998)	$\hat{y} = e^{10,05-1,02x}$	23,45	14,08	8,46	5,08	3,05	1,83
Semiárido	Silva et al. (2000)	$\hat{y} = 140,04 - 39,43x + 2,80x^2$	-	15,53	9,50	5,04	2,16	0,86
Pernambuco	Nascimento (2000)	$\hat{y} = 38,448 - 8,4855x + 0,4837x^2$	10,06	8,11	6,41	4,95	3,73	2,75
Nordeste Paranaense	Gama et al. (2002)	$\hat{y} = 78,63 - 20,173x + 1,3294x^2$	14,77	11,00	7,89	5,45	3,67	2,56
Amazonas	Moreira et al. (2004)	$\hat{y} = 30,646 - 3,848x$	12,80	11,41	9,62	7,56	5,42	3,71
Jequitinhonha	Silva et al. (2006)	$\hat{y} = 8,26 - 1,124312x$	-	13,99	7,97	4,55	2,59	1,48
Brejo paraibano	Chaves et al. (2007)	$\hat{y} = 164,31 - 47,26x + 3,4717x^2$	-	14,18	9,40	5,73	3,80	3,54
Pará	Gama et al. (2013)	$\hat{y} = 38,448 - 8,4855x + 0,4837x^2$	14,08	10,60	7,82	5,77	4,43	3,82
Paraíba	Este estudo	$\hat{y} = 57,108 - 13,338^{**}x + 0,7637^{**}x^2$	-	9,51	6,85	4,57	2,68	1,16

mineralógicas dos solos no seu tamponamento. Esse fato é relatado por diversos pesquisadores (Escosteguy e Bissani, 1999; Nascimento, 2000; Silva et al., 2000), embora quando são comparadas as equações de estados mais próximos e com características edafoclimáticas mais semelhantes, como Paraíba e Pernambuco, ocorre uma semelhança maior entre os valores de H+Al estimados pelas respectivas equações (Quadro 3). Portanto, valores de pH(SMP) estimados por equações de determinada região resultaria na estimativa inadequada dos valores da acidez potencial em solos de outra região, tornando imprescindível a necessidade de se ajustar, regionalmente, a relação entre os teores de H+Al e os valores de pH(SMP).

Como demonstrado pela comparação dos dados deste estudo com aqueles gerados por Chaves et al. (2007) para solos da Microrregião do Brejo paraibano, as influências de características dos solos sobre os valores de pH(SMP) podem ser observadas mesmo para solos dentro de um mesmo estado (Quadro 3); por exemplo, o Brejo paraibano apresenta precipitação pluvial média (1.200 mm) maior que a média do Estado da Paraíba. Essa condição faz com que os solos do Brejo apresentem reação mais ácida que os do sertão e do agreste paraibanos, o que explica os valores mais elevados de H+Al para essa microrregião e as diferenças nas equações que estimam a acidez potencial.

## CONCLUSÃO

A acidez potencial (H+Al) dos solos do Estado da Paraíba pode ser estimada com alta capacidade preditiva pelo método do pH da solução-tampão SMP, empregando-se a equação  $H+Al = 57,108 - 13,338^{**}SMP + 0,7637^{**}SMP^2$  ( $R^2 = 0,87$ ).

## REFERÊNCIAS

- Catani RA, Gallo JR. Avaliação da exigência de calcário dos solos do Estado de São Paulo mediante a correlação entre pH e saturação de bases. *R Agric.* 1955;30:49-60.
- Chaves LG, Chaves IB, Vasconcelos CF. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos da Microrregião Homogênea Brejo Paraibano. *R Bras Eng Agríc Amb.* 2007;11:398-403.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise do solo. 2ª.ed. Rio de Janeiro: 1997.
- Escosteguy PAV, Bissani CA. Estimativa de H+Al pelo pH SMP em solos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. *R Bras Ci Solo.* 1999;23:175-9.
- Gama MAP, Matos GSB, Silva GR, Brasil EC, Nunes OF. Potential acidity estimated by SMP pH in soils of the State of Pará. *R Bras Ci Solo.* 2013;37:199-203.
- Gama MAP, Prochnow LI, Gama JRNF. Estimativa da acidez potencial pelo método SMP em solos ocorrentes no Nordeste Paranaense. *R Bras Ci Solo.* 2002;26:1093-7.
- Moline EFV, Barboza E, Ferreira Filho GS, Fiorelli-Pereira EC, Schindwein JA. Estimativa do valor de H + Al por correlação com o pH SMP em solos de Rondônia. *Enc Biosfera.* 2011;12:1-6.
- Moreira A, Almeida MP, Costa DG, Santos LS. Acidez potencial pelo método do pH SMP no Estado do Amazonas. *Pesq Agropec Bras.* 2004;39:89-92.
- Nascimento CWA. Acidez potencial estimada pelo pH SMP em solos do Estado de Pernambuco. *R Bras Ci Solo.* 2000;24:679-82.
- Pavan MA, Oliveira EL, Miyazawa M. Determinação indireta da acidez extraível do solo (H+Al) por potenciometria com a solução tampão SMP. *Arq Biol Tecnol.* 1996;39:307-12.
- Peech M. Exchange acidity. In: Black CA, editor. *Methods of soil analysis.* Madison: American Society of Agronomy; 1965. p.905-13.
- Perreira MG, Ebeling AG, Valladares GS, Anjos LHC, Espíndula Júnior A. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos com elevado teor de matéria orgânica. *Bragantia.* 2006;65:487-93.

- Perreira MG, Valladares GS, Souza JMPF, Pérez DV, Anjos LHC. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos do Estado do Rio de Janeiro. *R Bras Ci Solo*. 1998;22:159-62.
- Quaggio JA, Raij Bvan. Determinação do pH em cloreto de cálcio e da acidez total. In: Raij Bvan, Andrade JC, Cantarella H, Quaggio JA, editores. *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas; 2001. p.181-8.
- Quaggio JA. *Acidez e calagem em solos tropicais*. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas; 2000.
- Raij Bvan, Quaggio JA. *Métodos de análise de solo para fins de fertilidade*. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas; 1983. (Boletim técnico, 81).
- Raij Bvan. *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991.
- Sambatti JA, Souza Junior IG, Costa ACS, Tormena CA. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos em formação Caiuá – noroeste do Estado do Paraná. *R Bras Ci Solo*. 2003;27:257-64.
- Shoemaker HE, Mclean EO, Pratt PF. Buffer methods for determining the lime requirement of soils with appreciable amounts of extractable aluminum. *Soil Sci Soc Am Proc*. 1961;25:274-7.
- Silva CA, Avellar ML, Bernardi ACC. Estimativa da acidez potencial pelo pH SMP em solos do semi-árido do Nordeste brasileiro. *R Bras Ci Solo*. 2000;24:689-92.
- Silva EB, Costa HAO, Farnezi MM. Acidez potencial estimada pelo método do pH em solos da região do Vale do Jequitinhonha no Estado de Minas Gerais. *R Bras Ci Solo*. 2006;30:751-7.
- Statsoft Inc. *Statistica*. 2004. (Data analysis software system). version 7. Available: <http://www.statsoft.com>.
- Steiner F, Lana MC, Frandoloso JF, Zoz T. Acidez potencial estimada pelo método do pH SMP em solos do Estado do Paraná. *R Cultiv Saber*. 2009;2:33-41.