

ESTIMATIVA DA ACIDEZ POTENCIAL PELO pH_{SMP} EM SOLOS DA REGIÃO NORTE DO ESTADO DE MINAS GERAIS⁽¹⁾

E. B. SILVA⁽²⁾, M. S. C. DIAS⁽³⁾, E. I. C. GONZAGA⁽⁴⁾ & N. M. SANTOS⁽⁴⁾

RESUMO

A acidez potencial tem grande importância pela sua utilização na determinação da saturação por bases e auxílio na recomendação da necessidade de calagem. Este estudo teve por objetivo avaliar a relação entre o teor de H + Al e o pH_{SMP} , visando estabelecer uma equação para estimar a acidez potencial de solos da Região Norte de Minas Gerais. As análises dos teores de H + Al (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 da EPAMIG/CTNM em 50 amostras de solo, com valores de pH em água variando de 4,6 a 7,8, teores de carbono orgânico de 3 a 45 g kg⁻¹ e os de argila de 80 a 610 g kg⁻¹. A acidez potencial, expressa em cmol_c dm⁻³, pode ser estimada pelo uso do pH_{SMP} , utilizando para isso a seguinte equação: $H + Al = 0,00359 + 1556,5806 e^{-pH_{SMP}}$ ($R^2 = 0,96^{**}$).

Termos de indexação: pH do solo, solução-tampão, hidrogênio, alumínio trocável.

SUMMARY: *ESTIMATION OF POTENCIAL ACIDITY BY pH_{SMP} METHOD IN SOILS FROM NORTHERN MINAS GERAIS, BRAZIL*

Potential acidity is of great importance for the base saturation determination and for the recommendation of liming. The objective of this study was to evaluate the relationship between pH SMP and H + Al contents, in order to establish an equation for the potential acidity estimation of soils from Northern Minas Gerais, Brazil. The H + Al concentration (0.5 mol L⁻¹ calcium acetate pH 7.0) and pH SMP were analysed at EPAMIG/CTNM soil

⁽¹⁾ Trabalho apresentado no XXVIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Londrina (PR), de 01 a 06 de julho de 2001. Recebido para publicação em junho de 2001 e aprovado em outubro de 2001.

⁽²⁾ Professor Adjunto, Faculdades Federais Integradas de Diamantina – FAFEID/FAFEOD. Rua da Glória 187, CEP 39100-000 Diamantina (MG). E-mail: ebsilva@fafeod.br

⁽³⁾ Pesquisador EPAMIG/CTNM. Caixa Postal 12, CEP 39440-000 Janaúba (MG).

⁽⁴⁾ Graduanda do Curso de Agronomia da Universidade de Montes Claros – UNIMONTES. Caixa Postal 91, CEP 39440-000 Janaúba (MG).

*fertility laboratory, in 50 soil samples. The pH in water of the soil samples ranged from 4.6 to 7.8, organic carbon contents varied from 3 to 45 g kg⁻¹ and clay contents from 80 to 610 g kg⁻¹. The potential acidity, expressed in cmol_c dm⁻³, can be estimated by measuring the pH SMP using the following equation: $H + Al = 0.00359 + 1556.5806 e^{-pH_{SMP}}$ ($R^2 = 0.96^{**}$)*

Index terms: soil pH, buffer solution, hydrogen, exchangeable aluminum.

INTRODUÇÃO

No cálculo da necessidade de calagem (NC), são usados, em Minas Gerais, os métodos de neutralização do Al trocável e elevação dos teores de Ca e de Mg trocáveis e o da elevação da saturação por bases (Alvarez V. & Ribeiro, 1999). Este último leva em consideração a capacidade de troca de cátions (CTC) a pH 7,0 dos solos, valor T, cujo cálculo leva em conta, dentre outras características, a acidez potencial.

A acidez potencial é constituída pelos íons H⁺ e Al³⁺ presentes nos colóides do solo, sendo, geralmente, avaliada pela extração com soluções de sais tamponantes ou misturas de sais neutros com solução-tampão (Peech, 1965). 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).

O método de determinação da acidez potencial pela solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ (pH = 7,0) é considerado como padrão (Raij et al., 1987). A solução de acetato de cálcio, por conter o ânion acetato e ter o pH ajustado a 7,0, pode extrair grande parte da acidez potencial (Vettori, 1969). Entretanto, esse método tem apresentado algumas limitações, tais como: o ponto de viragem do indicador (fenolftaleína) de difícil visualização (Pereira et al., 1998); os maiores custos e tempo operacional, por envolver as etapas de extração e determinação titulométrica do H + Al (Escosteguy & Bissani, 1999); além da subestimação dos valores de H + Al de solos de pH mais alto, acima de 6,0, o que se deve ao tamponamento deficiente da solução em solos com pH em água em torno de 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 a quantidade de H + Al extraída com acetato de cálcio. O pH_{SMP} corresponde ao valor do pH de equilíbrio obtido na suspensão do solo com a solução-tampão SMP, desenvolvida inicialmente para ser utilizada em um método rápido de determinação de calagem proposto por Shoemaker et al. (1961). Considerando a facilidade e eficiência apresentada na estimativa da acidez potencial, esse método tem sido utilizado por vários laboratórios brasileiros em substituição ao método de determinação com o uso de solução de acetato de cálcio.

A estimativa da acidez potencial por meio do pH_{SMP}, apesar de considerada eficiente para solos oriundos de diferentes estados e regiões brasileiras, conforme consta em estudos feitos por Quaggio et al. (1985), Corrêa et al. (1985), Sousa et al. (1989), Pavan et al. (1996), Maeda et al. (1997), Pereira et al. (1998), Gama et al. (1998), bem como por Escosteguy & Bissani (1999), Nascimento (2000) e Silva et al. (2000), deve ser ajustada por região, em virtude da influência das características físicas e mineralógicas dos solos, que conferem ampla variação nos componentes e modelos de equação, para os diferentes estados e regiões brasileiras.

Este estudo teve como objetivo avaliar o grau de associação entre os valores de H + Al, determinados pela solução de acetato de cálcio, e os valores de pH_{SMP}, visando estabelecer uma equação de ajuste para estimar a acidez potencial dos solos da Região Norte do Estado de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no laboratório de fertilidade do solo da EPAMIG/CTNM em Nova Porteirinha (MG). Foram selecionadas 50 amostras de solo retiradas da camada de 0-20 cm de profundidade, provenientes de vários municípios da Região Norte do Estado de Minas Gerais, sendo as amostras separadas nas seguintes classes texturais: 32 - textura arenosa, 7 - textura média, 9 - textura argilosa, 1 - textura muito argilosa e 1 - textura siltosa (EMBRAPA, 1999). Os valores de pH em água destas amostras situaram-se na faixa de 4,6 a 7,8, os de carbono orgânico de 3 a 45 g kg⁻¹ e os de argila de 80 a 610 g kg⁻¹.

A acidez potencial (H + Al) foi extraída com solução de acetato de cálcio a 0,5 mol L⁻¹ pH 7,0 e determinada por titulação com NaOH 0,025 mol L⁻¹. O procedimento analítico usado nas etapas de extração e quantificação do H + Al é descrito em Silva (1999). O pH_{SMP} foi determinado segundo Raij et al. (1987). Para obter o pH_{SMP} das amostras de solo, foram adicionados 10 cm³ de TFSA em frasco plástico de 50 mL, 25 mL de água destilada e 5 mL de solução-tampão SMP, agitando por 15 min, a 220 rpm. Após repouso por uma hora, procedeu-se à leitura do pH de equilíbrio da suspensão de solo com a solução-tampão. As análises de pH_{SMP} e

acetato de cálcio foram realizadas em triplicatas, tendo sido utilizada a média para o ajuste do grau de associação entre pH_{SMP} e $H + Al$.

O grau de associação entre os valores médios de pH_{SMP} e $H + Al$ foi determinado com o uso de "Software Table Curve", sendo escolhida a equação de melhor ajuste de acordo com o maior coeficiente de determinação. Para verificar a diferença entre a equação ajustada entre pH_{SMP} da Região Norte de Minas Gerais com outras de diferentes estados e regiões brasileiras, aplicou-se um teste de Wilcoxon a 5 % (Campos, 1983), sendo as repetições as 50 amostras de solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH_{SMP} variaram de 4,90 a 7,50, enquanto os teores de $H + Al$ situaram-se entre 0,83 e 11,35 $cmol_c\ dm^{-3}$ (Quadro 1), correlacionando-se inversamente, isto é, o aumento do pH_{SMP} foi acompanhado por uma diminuição nos teores de $H + Al$. A relação verificada entre os valores de $H + Al$ e o pH_{SMP} é descrita de forma significativa a 1 % pelo teste de t ($R^2 = 0,96^{**}$) pela equação representada na figura 1. Esta equação permite estimar os valores de $H + Al$ a partir dos índices de pH_{SMP} de solos da Região Norte de Minas Gerais.

A estimativa da acidez potencial das amostras de solo utilizadas no presente trabalho com as equações ajustadas para diferentes estados e regiões brasileiras encontra-se no quadro 2. As médias da acidez potencial estimada pelas equações de Maeda et al. (1997), Gama et al. (1998), Pereira et al. (1998), Pavan et al. (1996) foram cerca de 49, 45, 38 e 33 %, respectivamente, superiores e significativas (χ^2) à estimada pela equação do presente estudo. As equações propostas por Escosteguy & Bissani (1999), Quaggio et al. (1985), Corrêa et al. (1985), Souza et al. (1989) e Silva et al. (2000) apresentaram certa variação, mas não houve diferença significativa nos valores de $H + Al$.

No geral, comparando as equações propostas para várias regiões e estados com a do presente estudo para os solos do Norte de Minas, verificou-se uma superestimação das quantidades de $H + Al$ encontradas nos solos desta região, com exceção da equação de Escosteguy & Bissani (1999), para solos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Tal superestimação revela tendência de menor acidez potencial dos solos da Região Norte de Minas em relação à de outras regiões e estados.

É provável que essa tendência possa ser atribuída à maior percentagem de solos com baixo teor de carbono orgânico, e, conseqüentemente, com menor poder tampão, com diferenças de teor de argila e tipo de minerais (Quadro 2). Isso demonstra a necessidade de obter, de forma regional, a relação

Quadro 1. Valores de pH_{SMP} e de acidez potencial ($H + Al$) em solos da Região Norte do Estado de Minas Gerais

pH_{SMP}	$H + Al$	pH_{SMP}	$H + Al$
	$cmol_c\ dm^{-3}$		$cmol_c\ dm^{-3}$
4,90	11,35	6,25	2,93
4,95	10,79	6,30	2,78
5,00	10,27	6,35	2,65
5,05	9,76	6,40	2,52
5,10	9,28	6,45	2,39
5,15	8,83	6,50	2,28
5,20	8,40	6,55	2,16
5,25	7,99	6,60	2,06
5,30	7,60	6,65	1,96
5,35	7,22	6,70	1,86
5,40	6,87	6,75	1,77
5,45	6,53	6,80	1,68
5,50	6,21	6,85	1,60
5,55	5,91	6,90	1,52
5,60	5,62	6,95	1,45
5,65	5,34	7,00	1,38
5,70	5,08	7,05	1,31
5,75	4,83	7,10	1,25
5,80	4,60	7,15	1,19
5,85	4,37	7,20	1,13
5,90	4,16	7,25	1,07
5,95	3,95	7,30	1,02
6,00	3,76	7,35	0,97
6,05	3,58	7,40	0,92
6,10	3,40	7,45	0,88
6,15	3,23	7,50	0,83
6,20	3,08		

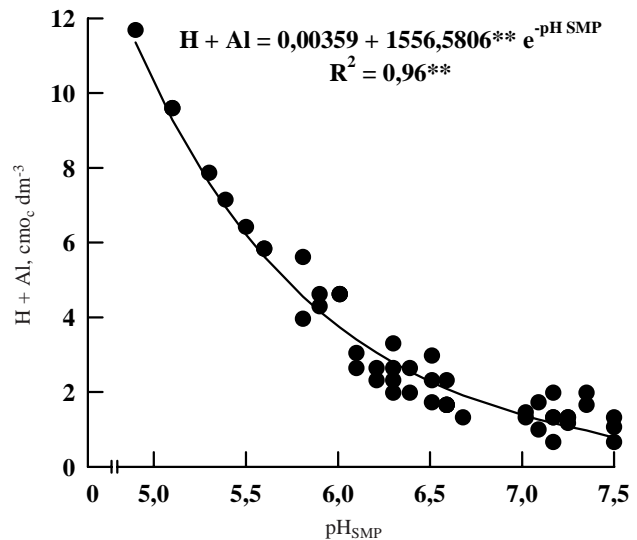


Figura 1. Relação entre acidez potencial ($H + Al$) e o pH_{SMP} , em solos da Região Norte de Minas Gerais. (Significativo a 1 % pelo teste de t).**

entre a acidez potencial e o pH_{SMP} , considerando a diversidade de características químicas e mineralógicas dos solos do País (Escosteguy & Bissani, 1999),

Quadro 2. Comparação dos valores médios de H + Al obtidos por meio de equações ajustadas para diferentes estados e regiões brasileiros

Região ou estado	Referência ⁽¹⁾	H + Al			Índice	χ^2
		Máximo	Mínimo	Média		
		cmol _c dm ⁻³			%	
Rio de Janeiro	Pereira et al. (1998)	15,99	0,76	4,30	138	2,24*
Rio G. Sul e S. Catarina	Escosteguy & Bissani (1999)	9,68	0,66	2,97	95	0,04
São Paulo	Quaggio et al. (1985)	13,64	0,58	3,54	114	0,84
Paraná	Pavan et al. (1996)	11,40	1,23	4,15	133	2,91**
Nordeste Paraense	Gama et al. (1998)	11,71	2,10	4,52	145	3,64**
Minas Gerais	Corrêa et al. (1985)	13,86	0,50	3,40	109	0,19
Mato Grosso Sul	Maeda et al. (1997)	18,10	0,75	4,66	149	2,27*
Cerrados	Sousa et al. (1989)	13,05	0,53	3,34	107	0,18
Semi-árido do Nordeste	Silva et al. (2000)	16,94	0,77	4,01	128	0,19
Norte de Minas Gerais	Presente trabalho	11,37	0,57	3,12	100	

** e * Significativo a 1 e 5 %, respectivamente. ⁽¹⁾ As equações utilizadas para estimar os teores de H + Al a partir do pH_{SMP} foram: RJ: Ln (H + Al) = 10,05-1,02 pH_{SMP}; RS e SC: H + Al = 7968,4 e^{-0,9004pH_{SMP}}; SP: Ln (H + Al) = 7,76-1,053 pH_{SMP}; PR: Ln (H + Al) = 6,068-0,744 pH_{SMP}; Nordeste Paraense: H + Al = 13,294 (pH_{SMP})² - 201,73 pH_{SMP} + 786,3; MG: Ln (H + Al) = 8,06-1,111 pH_{SMP}; MS: Ln (H + Al) = 8,086-1,062 pH_{SMP}; Cerrados: Ln (H + Al) = 7,719-1,068 pH_{SMP}; Semi-árido do Nordeste: H + Al = 31,521 (pH_{SMP})² - 451,61 pH_{SMP} + 1625,3; Norte de Minas Gerais: H + Al = 0,00359 + 1556,5806 e^{-pH_{SMP}}.

visando à melhor recomendação de corretivos e adubos e, por conseguinte, à maior produção e rentabilidade do produtor.

CONCLUSÃO

Os teores de H + Al (cmol_c dm⁻³) dos solos da Região Norte de Minas Gerais podem ser estimados por meio do pH_{SMP}, usando-se a seguinte equação: H + Al = 0,00359 + 1556,5806e^{-pH_{SMP}} (R² = 0,96**).

LITERATURA CITADA

- ALVAREZ V., V.H. & RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H., eds. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª Aproximação. Viçosa, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.43-60.
- CAMPOS, H. Estatística experimental não paramétrica. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1983. 349p.
- 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.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos Rio de Janeiro. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 1999. 412p.
- ESCOSTEGUY, P.A. & BISSANI, C.A. Estimativa de H + Al pelo pH SMP em solos do estado do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. R. Bras. Ci. Solo, 23:175-179, 1999.
- GAMA, M.A.P.; PROCHNOW, L.I. & GAMA, J.R.N.F. Avaliação da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos do Nordeste Paraense. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23., Caxambu, 1998. Anais. Lavras, Universidade Federal de Lavras/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1998. p.548.
- 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)
- NASCIMENTO, C.W.A. Acidez potencial estimada pelo pH SMP em solos do Estado de Pernambuco. R. Bras. Ci. Solo, 24:679-682, 2000.
- PAVAN, M.A.; OLIVEIRA, E.L. & MIYAZAWA, M. Determinação indireta da acidez extraível do solo (H + Al) por potenciometria com a solução-tampão SMP. Arq. Biol. Tecnol., 39:307-312, 1996.
- PEECH, M. Exchange acidity. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p.905-913.
- PEREIRA, M.G.; VALLADARES, G.S.; SOUZA, J.M.P.F.; PÉREZ, D.V. & DOSANJOS, L.H.C. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos do estado do Rio de Janeiro. R. Bras. Ci. Solo, 22:159-162, 1998.

- QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van & MALAVOLTA, E. Alternative use of the SMP-buffer solution to determine lime requirement of soils. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 16:245-260, 1985.
- RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba, Ceres/Potafos, 1991. 343p.
- 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.
- 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.*, 25:274-277, 1961.
- SILVA, C.A.; AVELLAR, M.L. & BERNANDI, A.C.C. Estimativa da acidez potencial pelo pH SMP em solos do semi-árido do nordeste brasileiro. *R. Bras. Ci. Solo*, 24:689-692, 2000.
- SILVA, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999. 370p.
- SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; LOBATO, E. & CASTRO, L.H.R. Métodos para determinar as necessidades de calagem em solos dos cerrados. *R. Bras. Ci. Solo*, 13:193-198, 1989.
- VETTORI, L. Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim técnico, 7)

