

Acidez potencial estimada pelo método SMP em solos da região central da Amazônia

Matheus da Silva Ferreira ⁽¹⁾; José Zilton Lopes Santos ⁽²⁾; Iza Maria Paiva Batista ⁽³⁾; Tainah Manuela Benlolo Barbosa ⁽⁴⁾; Silvio Vieira da Silva ⁽⁵⁾. Arnon Afonso de Souza Cardoso ⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus-AM, matheus3ferreira@gmail.com; ⁽²⁾ Professor adjunto-UFAM, Manaus-AM, ziltonlopes@ufam.edu.br; ^(3,4,5) Doutorandos em Agronomia Tropical - UFAM, izajuba_paiva@yahoo.com.br; ⁽⁶⁾ Mestrando em Ciência do Solo e Nutrição de Plantas - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, USP, Piracicaba-SP, arnon@usp.br.

RESUMO: A estimativa da acidez potencial pode ser realizada de forma rápida e eficiente através do método SMP, porém seu uso requer regionalização edafoclimática. Objetivou-se com o presente estudo, definir um modelo matemático que estime o teor de H + Al a partir de valores de pH SMP, em solos da região central da Amazônia brasileira. Determinações de pH SMP em solução de CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ e H + Al em acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ foram realizadas em amostras de 13 de solos, coletados na camada superficial de 0-20 cm de profundidade, em seis municípios do estado do Amazonas. Esses solos apresentavam valores de pH em água variando entre 3,90 a 4,70, teores de matéria orgânica de 1,2 a 3,3 % e teores de argila de 19,0 a 74,0 %. Os valores de H + Al em acetato de cálcio e pH SMP foram relacionados por análise de regressão. Os valores de acidez potencial real desses solos variaram de 0,03 a 12,62 cmol_c kg⁻¹ de solo, refletindo ampla variação de acidez. A acidez potencial dos solos da região central da Amazônia brasileira, expressa em cmol_c dm⁻³, pode ser estimada pelo uso do pH SMP por meio da equação linear: H+Al = 35,57 - 4,81pH SMP (R² = 0,93).

Termos de indexação: solução-tampão, acidez do solo, métodos analíticos.

INTRODUÇÃO

A determinação da acidez potencial (H+Al) em amostras de solo, pelo método titulométrico apresenta algumas limitações, com destaque para custo operacional e a dificuldade na perfeita visualização do ponto de viragem da titulação do extrato de acetato de cálcio (Nascimento, 2000). Inconvenientes, que podem ser superados com o uso do método SMP, que apesar de ser inicialmente desenvolvido para determinar a necessidade de calagem, vem sendo cada vez mais empregado no Brasil para estimar a acidez potencial (Sambatti et al., 2003). Em virtude de sua grande simplicidade analítica e também por que demonstra estreita correlação com o método do acetato de cálcio (Moreira et al., 2004).

No entanto, apesar da ampla divulgação do método SMP para recomendação de calagem e estimativa da acidez potencial. Seu uso é condicionado a calibrações regionais, em virtude das variações climáticas e outros fatores que levam a formação de solos com propriedades específicas.

Fatos que inviabilizam a generalização do seu uso, sendo necessário calibrar para condições locais (Souza et al., 1989).

Em vista disso, vários estudos de estimativa da acidez potencial do solo através do pH SMP têm sido desenvolvidos: Quaggio et al. (1985) apresentaram um modelo de equação para solos do estado de São Paulo; Silva et al. (2002), para solos do estado de Minas gerais; Silva et al. (2000), para os solos do nordeste brasileiro; Sambatti et al. (2003), para solos do estado do Paraná.

As diferentes equações obtidas nos estudos acima citados, evidenciam a influência das características específicas dos solos de cada região, especialmente aquelas relacionadas ao poder tampão do solo como teor de matéria orgânica, textura, tipo e quantidade de minerais da fração argila e pH (Escosteguy e Bissani, 1999). Em função disso, Quaggio e Raij (2001) recomenda regionalização edafológica previamente ao uso deste método, visando obter curvas de calibração específicas.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo calibrar o método SMP para estimar a acidez potencial em solos da região central da Amazônia.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório Temático de Solos do Instituto Nacional de Pesquisa na Amazônia (INPA). Utilizando amostras de 13 solos, coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade, nos municípios de Manacapuru, Presidente Figueiredo, Itacoatiara, Iranduba, Rio Preto da Eva e Manaus, no estado do Amazonas. A seleção dos locais foi feita procurando abranger ampla faixa de solos que já vindo sendo explorada com fins agrícolas na região. Em cada município foi coletado dois solos, exceto em Manaus-AM que foram

coletados três. A coleta foi efetuada em único ponto sob vegetação nativa (floresta ombrófila aberta), onde os solos estavam mais preservados e que mantinham suas características físicas e químicas originais.

Após a coleta, as amostras de solos foram destorroadas, homogeneizadas, secas à sombra e subamostras foram passadas em peneira de 2,0 mm de abertura para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA) e posteriormente submetidos a análises químicas e granulométrica (Tabela 1).

Na determinação da acidez potencial (H + Al), foram utilizados 5,0 cm³ de terra fina seca ao ar e 75 mL da solução de Ca(CH₃COO)₂.H₂O 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0, em erlenmeyer de 125 mL. Após agitação por 15 min e repouso de 16 h, retirou-se uma alíquota 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.

Para medir o pH SMP, foi utilizada uma solução onde previamente havia sido determinado em suspensão o pH CaCl₂ 0,01 mol na relação solo:solução de 1:2,5 (Embrapa, 2009). Após a leitura do pH do solo, adicionaram-se 5,0 mL da solução-tampão SMP a pH 7,5 modificado por Raij e Quaggio, (2001), agitando por 15 min a 220 rpm. Após repouso de uma hora, procedeu-se à leitura do pH da suspensão de solo com a solução SMP pH 7,5. Desse modo, preservou-se a proporção solo:CaCl₂:solução SMP de 10:25:5 adotada por Quaggio e Raij (2001). As análises de pH SMP e de H + Al em acetato de cálcio foram efetuadas em três repetições.

As análises de pH SMP e de acidez potencial foram efetuadas em três repetições. Os dados médios de concentração de H + Al e pH SMP foram submetidos à ajustes de modelos de regressão, utilizando-se o Software estatístico Sistema para Análises Estatísticas – SISVAR 5.3 (Ferreira, 2011).

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. Tendo-se como critério de escolha, a significância do modelo a 5% de probabilidade pelo teste de F e o maior valor do coeficiente de determinação. Por meio dessa equação estimaram-se os valores de H + Al nos solos estudados.

RESULTADOS

De acordo com a caracterização química dos solos, os valores de pH (H₂O) variaram de 3,9 a 4,7, com valor médio de 4,2. A acidez potencial obtida pelo método do acetato de cálcio variaram de 0,40 a 9,07 cmol_c dm⁻³ e os estimados pelo pH SMP determinados em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ variaram de 4,0 a 12,3 cmol_c dm⁻³.

O teor de argila variou entre 19,0 e 74,0 %. A matéria orgânica do solo (MOS) apresentou valores médios de 2,2%, com valores mínimos de 1,2% e máximos de 3,3%.

Os dados de pH da solução tampão SMP e a concentração de H + Al extraída do solo com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ ajustaram-se a um modelo de regressão com redução linear do pH SMP em função do aumento da concentração de H + Al (Figura 1).

A equação linear H + Al = 35,57 - 4,81pH SMP foi a que melhor descreveu a relação entre a concentração de H + Al e o pH SMP (Figura 1). A alta confiabilidade da mesma dá-se em função do elevado coeficiente de determinação (R² = 0,93).

Entre os atributos dos solos analisados (tabela 1), notou-se, através de correlação simples, que a matéria orgânica e o alumínio trocável foram os atributos que mais influenciaram a acidez potencial (dados não apresentados), pela melhor correlação dessas com os atributos da tabela 1.

DISCUSSÃO

O valor médio de pH observado nos solos do presente estudo são menores do que aqueles observados em solos tropicais do Brasil por Abreu Jr. et al. (2003), que, encontraram valor médio de pH=4,58. Contudo é próximo ao valor médio (4,4) encontrado por Moreira e Fageria (2009), em solos do Estado do Amazonas.

A variação da acidez potencial observada no presente estudo demonstrou uma grande variação da acidez dos solos (Tabela 1), sendo os valores considerados altos de acordo com classificação de Alvarez Venegas et al. (1999).

Os valores médios de MOS encontrada na maioria dos solos estudados podem estar relacionados a elevadas temperaturas e umidade do ar, típicas da região causando uma maior atividade e rápida mineralização restringindo o acúmulo de matéria orgânica (Davidson et al., 2000).

Quanto a equação (H+Al = 35,57 - 4,81pH SMP) encontrada no presente estudo, esta assemelha com aquelas obtidas em solos de diversas regiões do Amazonas (Moreira et al., 2004) e solos do noroeste do estado do Paraná (Sambatti et al., 2003), os quais também melhor se ajustaram ao modelo linear.

Contudo, verifica-se que os coeficientes angulares obtidos em solos amazônicos tanto por Moreira et al (2004) quanto no presente estudo, situaram em torno de -4,8 e -5, respectivamente. Enquanto que em estudos realizados nos solos paranaenses foram em torno de -2,6, demonstrando assim a existência de peculiaridades entre solos de regiões diferentes.

Em outras regiões do Brasil, as equações que apresentaram as melhores estimativas da acidez potencial foram à quadrática, a exponencial e logarítmica (Souza et al., 1989; Escosteguy e Bissani, 1999; Silva et al., 2000; Gama et al., 2002; Kaminski et al., 2002). Fato que demonstra a necessidade de calibração de curvas para solos de cada região Kaminski et al., 2002; Escosteguy e Bissani, 1999).

Tal comportamento dá em função das diferentes características dos solos entre as regiões, tais como: CTC, matéria orgânica, pH do solo, teor e tipo de argila, dentre outras. (Silva et al., 2006).

Nesse sentido, ao comparar a equação obtida nesse estudo com aquelas obtidas para diferentes regiões (Kaminski et al., 2002; Silva et al., 2006) e estados próximos como o Pará (Gama et al., 2013), verifica-se que a aplicação das equações de diferentes regiões superestima as quantidades de acidez potencial dos solos do estado do Amazonas.

Em solos da Região Sul do Brasil, Escosteguy e Bissani (1999) concluíram que as diferenças observadas entre as equações determinadas nos diversos locais decorriam de variações nos solos quanto à granulometria, ao tipo de mineral, ao teor e tipo de matéria orgânica e ao pH, entre outros atributos.

A boa correlação apresentada pela acidez potencial com os atributos alumínio trocável e o teor de matéria orgânica, corroboram o estudo de Kaminski (2002). No caso do Al^{3+} trocável, a correlação positiva dar-se pelo fato da acidez potencial referir-se ao total de H^+ preso a fase sólida do solo por ligação covalente mais o Al^{3+} preso por ligação eletrostática, ou seja, a soma da acidez não trocável e trocável (Silva et al., 2006). Dessa forma os altos teores de Al^{3+} seriam responsáveis por contribuir consideravelmente com acidez potencial.

Quanto ao influencia da matéria orgânica no comportamento da acidez do solo, parece estar ligado ao H^+ , uma vez que esse íon pode estar associado às cargas negativas dependentes de pH dos colóides orgânicos (Galvão & Vahl, 1996), contribuindo assim com o aumento da acidez não trocável, e conseqüentemente com a acidez potencial na camada de 0 – 20 cm dos solos estudados.

Essas características influem no tamponamento destes solos. Dessa forma os solos estudados apresentam maior tamponamento que os solos do nordeste e são menos tamponados do que os solos da região sul e sudeste (Escosteguy e Bissani, 1999; Silva et al., 2006). Corroborando a necessidade de ajuste regional para a estimativa da acidez potencial, pelo método pH SMP.

CONCLUSÕES

A acidez potencial dos solos da região central do estado do Amazonas pode ser estimada por meio do pH da solução-tampão SMP, através da equação linear: $H+Al = 35,57 - 4,81pH\ SMP$ ($R^2 = 0,93$).

REFERÊNCIAS

ABREU, S. L.; ET AL.. Variabilidade espacial de propriedades físico-hídricas do solo, da produtividade e da qualidade de grãos de trigo em Argissolo Franco

Arenoso sob plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, 33: 275-282, 2003.

ALVAREZ VENEGAS, ET AL. Recommendations For Use of Amendments and Fertilizers in Minas Gerais, 5th ed., ed. Viçosa, Brazil: Soil Fertility Commission for the State of Minas Gerais. p.25–32, 1999.

DAVIDSON, E., ET AL. Effects Of Soil Water Content On Soil Respiration In Forest And Cattle Pastures Of Eastern Amazonia. *BIOGEOCHEMISTRY*, 48, 52-69. 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. EMBRAPA, Brasília. 2009.

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.

FERREIRA, D.F. SISVAR - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2011.

GALVÃO, F.A.D. & VAHL, L.C. Calibração do método SMP para solos orgânicos. *R. Bras. Agroci.*, 2:121-130, 1996.

GAMA, M.A.P.; PROCHNOW, L.I.; GAMA, J.R.N.F. Estimativa da acidez potencial pelo método SMP em solos ocorrentes no nordeste paraense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26, p.1093-1097, 2002.

GAMA, M.A.P.; et al. Potential acidity estimated by SMP pH in soils of the state of Pará. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 199-203, Feb. 2013.

KAMINSKI, J.; ET AL. Estimativa da acidez potencial em solos e sua implicação no cálculo da necessidade de calagem. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26, p.1107-1113, 2002.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. Soil Chemical Attributes of Amazonas State, Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 40:17,2912 - 2925, 2009.

MOREIRA, A., ET AL. Acidez potencial pelo método do pH SMP no Estado do Amazonas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39:89-92. 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.

QUAGGIO, J.A.; ET AL. Calagem para sucessão batata-triticale-milho usando calcário com diferentes teores de magnésio. *Bragantia*, v.44. 1985. p.391-406.

SAMBATTI, J.A., ET AL. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos em formação Caiuá – Noroeste do Estado do Paraná. *R. Bras. Ci. Solo*, 27:257-264. 2003.

SILVA, C. A.; ET AL. 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., ET AL. Acidez potencial estimada pelo método do pH SMP em solos da região do Vale do Jequitinhonha no estado de Minas Gerais. *R. Bras. Ci. Solo*, 30:751-757. 2006.

SILVA, E.B.; ET AL. Estimativa da acidez potencial pelo pH SMP em solos da região norte do Estado de Minas Gerais. *R. Bras. Ci. Solo*, 2002. 26:561-565.

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*, v.13, p.193-198, 1989

Tabela 1. Classes texturais e atributos relacionados com acidez, na camada de 0-20 cm dos solos estudados.

Solo	Classe textural	pH	Al ³⁺	H+Al	V	Argila	MOS
		(H ₂ O)	-----cmol _c dm ⁻³ -----		---%---	-----g Kg ⁻¹ -----	
1	Média	4,2	1,4	9,8	3,4	190,0	27,4
2		4,4	0,8	4,0	5,2	220,0	11,8
3		4,1	1,4	10,9	2,0	220,0	24,8
4		4,4	1,3	6,3	3,7	232,0	14,0
5	Argilosa	4,4	1,4	9,8	3,4	360,0	26,1
6		4,2	1,2	8,8	2,4	360,0	18,7
7		4,1	1,8	12,3	1,8	360,0	28,7
8		4,0	1,6	10,9	2,1	390,0	24,8
9		3,9	1,4	9,8	3,3	550,0	18,7
10		3,9	1,6	8,8	2,4	570,0	21,1
11	Muito argilosa	4,7	1,8	12,3	7,9	620,0	32,8
12		4,1	1,2	8,8	3,6	670,0	16,4
13		4,1	1,2	8,8	2,5	740,0	21,1

1, 4 e 9: coletado em Manaus-Am; 2 e 13: coletado em Presidente Figueiredo-AM; 3 e 8: coletado em Iranduba-AM; 5 e 11: coletado em Manacapuru-AM; 6 e 7: coletado em Itacoatiara-AM; 10 e 12: coletado em Rio Preto da Eva-AM.

Tabela 2. Conversão de valores de pH SMP para acidez potencial (H⁺ + Al³⁺) nos solos da região central da Amazônia brasileira, utilizando a equação: H+Al = 35,57 - 4,81pHSMP.

pH SMP	H + Al
	cmol _c dm ⁻³
7,3	0,40
7,0	1,85
6,5	4,25
6,2	5,70
5,9	7,15
5,6	8,59
5,5	9,07

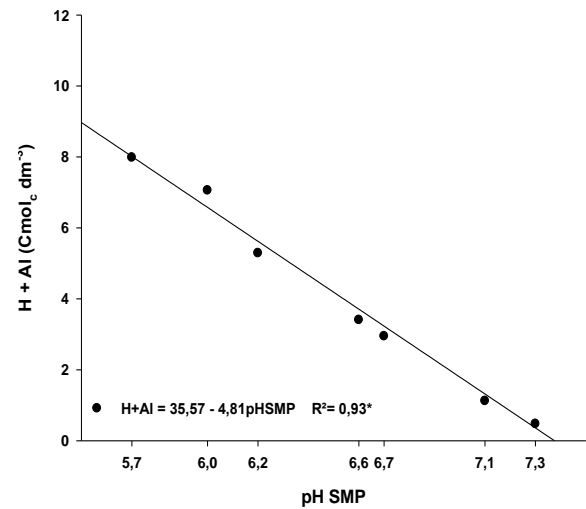


Figura 1: Relação entre concentração de H + Al extraídos com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ e pH SMP, em solos da região central da Amazônia brasileira.