

AVALIAÇÃO DE MÉTODOS PARA ESTIMATIVAS DA NECESSIDADE DE CALAGEM EM SOLOS DO ESTADO DA BAHIA, BRASIL

Agna Almeida Menezes^{1}, José Olímpio de Souza Junior¹, George Andrade Sodrê^{1,2}, Jorge Antonio Gonzaga Santos³, Luciano da Silva Souza³*

¹Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Rod. Ilhéus-Itabuna, km 16, 44650-000 Ilhéus Bahia. ²CEPLAC/CEPEC - Km 22, Rod. Ilhéus/Itabuna, 45600970, Itabuna, Bahia. ³Centro de Ciências Agrárias e Biológicas da UFRB

*Autor para correspondência: agna@uesc.br

De maneira geral, a definição da necessidade de calagem (NC) para o Estado da Bahia segue métodos preconizados para outras regiões do país. Para contribuir na definição de um método adequado para o Estado, o trabalho teve o objetivo de conhecer a relação entre o pH e outras características de acidez dos solos da Bahia e validar essa relação por meio da comparação de curva de neutralização da acidez e métodos de estimativa de necessidade de calagem. Inicialmente, relacionou-se, por meio de regressão linear simples, os valores de pH com Al^{3+} , saturação por Al^{3+} (m), soma de bases (SB) e saturação por bases (V%). Nessa etapa foram usados 287 perfis de solos obtidos em levantamento exploratório descritos e publicados no ano de 1979. Adicionalmente, amostras de dez solos representativos do Estado da Bahia receberam quantidades de $CaCO_3$ p.a., estimadas a partir de métodos de determinação de calagem, sendo: 1) Testemunha, onde sem aplicação de calcário; 2) Aumento do valor de saturação por bases para 70%; 3) SMP pH 7,5, para elevação do pH do solo para 6,5; e 4) Curva de neutralização da acidez, que consistiu em adição de doses de $CaOH_2$ (0, 5, 10, 15, 20 e 25 mL de $CaOH_2$ 0,015 mol L⁻¹) com medição do pH e ajuste de regressão em função das doses de $CaOH_2$ de modo a possibilitar a estimativa da NC para elevação do pH para 6,5. De modo geral, as características de acidez analisadas correlacionaram-se significativamente com o pH. A relação entre o pH e o valor V foi maior no horizonte A. As estimativas de NC pelo método da curva de neutralização foram maiores para todos os solos em relação aos outros métodos, seguido da elevação de saturação por bases e SMP pH 6,5. O método de saturação por bases foi o que melhor estimou a necessidade de calagem para solos avaliados, apresentando correlações significativas e doses semelhantes às da curva de neutralização.

Palavras-chave: Característica de acidez, necessidade de calagem.

Evaluation of methods to estimate lime requirements in soils of Bahia State, Brazil. In general, the definition of estimation of lime requirement (LR) for the State of Bahia following methods advocated for other regions of the country. To contribute on a more appropriate method of LR, this paper aims to ascertain the relationship between pH and other characteristics of soil acidity of Bahia and validate this relationship through the curve, compared to neutralize the acidity and methods for estimating of LR. Relations by simple linear regression to the horizon A and B or C horizons, with pH values of Al^{3+} , saturation by aluminum (m), bases saturation (V%) and total bases (SB), 287 profiles described. Samples of soil in 10 representing the state of Bahia received different amounts of $CaCO_3$ pa, estimated from different methods of determining shooting. Since, 1) Witness, where no application was made of limestone, 2) increase in the value of base saturation to 70%, 3) SMP pH 7.5, Use of buffer solution SMP, to increase the soil pH to 6.5, and 4) Turn to neutralize the acidity, which consisted of adding doses of $CaOH_2$ (0, 5, 10, 15, 20 and 25 mL of $CaOH_2$ 0015 mol.L⁻¹) with measurement of pH and adjust the regression of soil pH depending on the doses of $CaOH_2$ to enable the estimation of CN for raising the pH to 6.5. In overall the characteristics of acidity examined correlated significantly with the pH, except for sums of bases (SB) on the horizon of the soil with Al^{3+} . The relationship between the pH value and V was higher in the horizon, we subsurface horizons. Estimates of LR by the method of neutralization of the curve were higher for all land, that all other methods, followed by the lifting of base saturation and SMP pH 6.5. The method of base saturation was the best estimated to lime requirements for soils class of in Bahia, showed significant correlations with the curve of neutralization.

Key words: Characteristics of soil acidity, lime requirement.

Introdução

Os solos intemperizados de ambiente tropical, em geral, apresentam acidez alta, o que limita o estabelecimento e o desenvolvimento dos sistemas de produção de grande parte das culturas, por isso, para obtenção de altas produtividades a prática da calagem torna-se determinante. O estado da Bahia, maior produtor agrícola da região nordeste, ainda não definiu um método próprio de recomendação da calagem que considerasse características variadas dos solos em diferentes regiões, principalmente aqueles que se relacionam como o tamponamento da acidez.

Existem diferentes métodos para caracterizar o tamponamento da acidez dos solos e avaliar a necessidade de calagem, no entanto, esses métodos são variáveis segundo objetivos e princípios analíticos envolvidos. Os métodos de recomendação de calagem utilizados no Brasil são baseados na neutralização do alumínio trocável e elevação dos teores de cálcio e magnésio (Alvarez e Ribeiro, 1999); na elevação do pH, pelo método SMP proposto por Shoemaker et al. (1961) e na elevação da saturação por bases (Raij et al., 1997).

Para definição de um método de estimativa da necessidade de calagem é necessário conhecer a relação entre o pH e outras características de acidez dos solos. Um método simples para determinar a necessidade de calagem é baseado na neutralização do Al^{3+} e elevação dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} trocáveis (Lopes et al., 1990; Alvarez e Ribeiro, 1999; Fullin, 2001). Modificações deste método realizadas por estes autores, consideraram fatores que estimam a capacidade tampão de acidez, como o teor de argila do solo, a susceptibilidade ou a tolerância das culturas à acidez e exigência em Ca^{2+} e Mg^{2+} , características que são adotadas de forma diferente em cada um dos métodos de necessidade de calagem.

A calibração do método SMP (Shoemaker et al., 1961) adotado principalmente nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul foi realizada correlacionando o pH_{SMP} de solos representativos dessa região com a necessidade de calagem para elevar o pH entre 5,5 e 6,5, sendo a necessidade de calagem determinada por incubação com $CaCO_3$. Diversos autores têm verificado para solos de diferentes regiões do Brasil, correlações altas e significativas entre acidez

potencial e o pH_{SMP} (Escosteguy e Bissani, 1999; Sambatti et al., 2003; Silva et al., 2000; Silva et al., 2002; Moreira et al., 2004; Silva et al., 2006).

O método da saturação por bases baseia-se na relação existente entre pH do solo e a saturação por bases. Nesse contexto, são considerados CTC a pH 7,0, e a saturação por bases do solo que se deseja alcançar (Raij et al., 1997). Por ser um método bastante flexível e que pode ser adaptado de acordo com a exigência de cada cultura, isso justifica o seu uso frequente do método de saturação de bases em diferentes regiões do Brasil. O uso adequado deste método, entretanto, exige que se conheçam os valores de saturação em bases ideais para cada cultura.

No Estado da Bahia não há um método oficial de determinação da necessidade de calagem. De maneira geral, os cálculos seguem métodos preconizados para outras regiões do país. Na cultura do cacaueteiro, por exemplo, a recomendação de calagem para o sul do estado, em Latossolos distróficos, visa elevar os teores trocáveis de $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ para $3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, quando os teores de Al^{3+} estão em torno de $1,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Chepote et al., 2005). Esses autores sugerem ainda que em solos aluviais argilosos distróficos e Argissolos distróficos, que apresentem baixos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} e Al^{3+} superior a $2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, a quantidade de corretivo recomendada tem por finalidade também reduzir a saturação de alumínio para 30%.

O trabalho teve como objetivo definir um método de calagem adequado para o Estado da Bahia por meio da relação entre o pH e outras características de acidez dos solos e ainda validar essa relação usando a curva de neutralização da acidez e métodos de estimativa de necessidade de calagem.

Material e Métodos

Relações entre pH e características da acidez dos solos do estado da Bahia

Relacionou-se, por meio de regressão linear simples, os valores de pH com Al^{3+} , saturação por Al^{3+} (m%), soma de bases (SB) e saturação por bases (V%). Foram usados resultados de análises dos horizontes A, B e C de 287 perfis de solos que foram descritos por EMBRAPA (1979). Esta mesma análise foi processada inicialmente excluindo os solos que apresentaram $V=100\%$ e posteriormente excluindo

aqueles sem a presença de Al^{3+} . A característica de acidez que melhor se correlacionou com o pH foi novamente analisada para as principais classes de solos do Estado, com o objetivo de inferir sobre a capacidade tampão de acidez (CTH).

Comparação entre métodos de estimativa de necessidade de calagem (NC)

Com base no levantamento exploratório, reconhecimento de solos da margem direita do Rio São Francisco (EMBRAPA, 1979), amostras de dez solos representativos do Estado da Bahia foram coletadas, como: 1) PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico arênico, 2) LATOSSOLO AMARELO Coeso típico, 3) ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Alumínico alissólico, 4) LATOSSOLO AMARELO Coeso típico, 5) PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, 6) CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico, 7) ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, 8) ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, 9) NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico e 10) ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico.

As amostras foram coletadas na profundidade de 0-20 cm, secadas ao ar e peneiradas (malha 2 mm), para análise química e granulométrica (Tabela 1). Cada amostra foi subdividida em subamostras de 300 g e acondicionadas em sacos plásticos. Em seguida, receberam quantidades de $CaCO_3$ p.a., estimadas a partir de métodos de determinação de calagem, sendo: **1)** Testemunha, sem aplicação de calcário;

2) Elevação da saturação por bases para 70% (Raij, 1981); **3)** Elevação do pH do solo para 6,5, utilizando a solução tampão SMP, pH 7,5 (Shoemaker et al., 1961) e **4)** Curva de neutralização da acidez obtida com adição de $CaOH_2$ (0, 5, 10, 15, 20 e 25 mL de $CaOH_2$ 0,015 mol L^{-1}), com medição do pH e ajuste de regressão em função das doses de $CaOH_2$ para estimativa da NC para elevação do pH para 6,5. A curva de neutralização de acidez foi utilizada como método de comparação (padrão) para calibração dos demais métodos.

Após aplicação das doses de $CaCO_3$ p.a., as amostras foram incubadas por 60 dias com umidade mantida em 60% da porosidade de cada solo. Após a incubação, as amostras foram secas ao ar e peneiradas (malha 2 mm) para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA), onde se determinou o pH e teores de cálcio e de alumínio trocáveis (EMBRAPA, 2017).

O experimento foi conduzido em laboratório em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições e os tratamentos formados por doses de $CaCO_3$ p.a. Para avaliação dos resultados as doses estimadas pelos dois métodos de recomendação de necessidade de calagem foram submetidos à análise de contraste com a curva de neutralização.

Resultados e Discussão

Relações entre pH e características da acidez dos solos

As características de acidez analisadas correlacionaram-se significativamente com o pH, exceto para soma de bases (SB) no horizonte A de solos com

Tabela 1 - Análise química e granulométrica de 10 classes de solos representativos do Estado da Bahia

Solo	Argila	Silte	Areia	M.O.	pH	pH	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	S	T	V
-----	-----	dag kg ⁻¹	-----	-----	água	CaCl ₂	SMP	-----	-----	cmol _c dm ⁻³	-----	-----	-----	%
1	10	8	82	0,9	5,0	4,4	7,3	1,0	0,7	0,3	2,5	1,8	4,2	41,8
2	25	6	69	2,1	4,3	3,9	6,7	0,6	0,4	1,2	7,6	1,2	8,7	13,2
3	27	33	40	1,5	4,7	4,0	6,5	0,7	4,3	2,6	8,6	5,4	14,0	38,7
4	36	7	57	3,1	5,5	4,6	6,8	2,0	0,9	0,2	5,4	3,1	8,5	36,0
5	17	26	57	3,0	5,6	4,6	6,7	3,0	4,7	0,4	5,9	7,8	13,7	56,8
6	26	15	59	2,4	4,8	3,9	6,9	0,7	0,7	0,7	5,0	1,7	6,7	25,5
7	37	9	54	3,0	5,6	4,5	6,8	1,6	1,2	0,2	5,1	3,2	8,3	38,7
8	24	30	46	3,6	5,1	4,3	6,7	2,6	1,5	0,7	6,1	4,3	10,3	41,0
9	14	12	74	0,2	4,9	3,7	6,6	0,3	1,0	5,4	6,4	1,4	7,8	17,8
10	47	13	40	2,7	4,9	4,0	6,7	1,2	0,9	0,6	6,4	2,3	8,7	26,1

M.O (matéria orgânica), método Walkley-Black; pH em água relação solo:solução 1:2,5; pH em $CaCl_2$ 0,025 mol L^{-1} relação solo:solução 1:2,5; Ca, Mg e Al, KCl 1 mol L^{-1} ; H+Al - $Ca(OAc)_2$ 0,5 mol L^{-1} pH 7,0; pH SMP - solução pH 7,5.

Al³⁺ (Tabela 2). As maiores correlações foram observadas para saturação por bases (V%). De modo geral, a relação entre o pH e o valor V % foi maior no horizonte A (Tabela 3).

As correlações significativas obtidas entre as características de acidez e o pH além de considerar as cargas do solo, também refletem a influência da mineralogia e dos teores de argila e matéria orgânica na capacidade tampão de acidez. Tem sido constatado que solos com elevado V% apresentam também pH elevado, numa relação, geralmente de caráter linear (Catani e Gallo, 1955; Castro et al., 1972; Raij et al., 1983). Adicionalmente, a relação entre pH e V% também pode ser fortemente influenciada pela composição mineralógica e teor de matéria orgânica (Mehlich, 1942).

A capacidade tampão de acidez dos solos (CTH), inferida pelo coeficiente angular das equações, mostrou baixa variação entre os horizontes, exceto para os Planossolos, em que a CTH foi maior no horizonte B (Tabela 3). Embora o pH dos solos tenha apresentado forte correlação com V%, observam-se uma variação da CTH entre as classes na magnitude: Vertissolo > Cambissolo, Chernossolo e Planossolo > Argissolo, Latossolo e Neossolo Quartzarênico, no horizonte A e Vertissolo e Planossolo > Cambissolo > Podzólico, Latossolo e Neossolo Quartzarênico, nos horizontes subsuperficiais. Segundo Silva (2006), os teores de minerais presentes no solo e sua composição mineralógica permitem uma relação específica entre pH e V%, inferindo em mudanças no poder tampão de acidez dos solos.

Comparação entre métodos de estimativa de necessidade de calagem

A estimativa de necessidade de calagem (NC) variou entre métodos e solos (Tabela 4). A curva de neutralização estimou NC maior para todos os solos, quando comparado aos outros métodos, seguido da elevação de saturação por bases e SMP pH 6,5.

As doses de calcário estimadas pelos métodos de determinação de calagem podem ser atribuídas tanto as variáveis utilizadas e princípio de cada método, quanto às características químicas e físicas específicas de cada solo. Nesse contexto, Chaves et al. (2007), observaram que a CTH é diferente e varia entre solos.

Variações entre métodos de determinação de calagem, como se observou no presente estudo, também foram encontradas em outras pesquisa, a exemplo de Paula et al. (1991), que verificaram durante o período de incubação a ocorrência de mineralização da matéria orgânica e conseqüentemente o acúmulo de sais, que podem reduzir os valores de pH e levar a recomendações mais elevadas de calagem para o método considerado padrão.

As doses estimadas pelo método de saturação por bases não diferiram daquelas determinadas pela curva de neutralização, entretanto, o método SMP pH 6,5 estimou quantidade significativamente menor (Tabela, 4). Comparando, ainda, as estimativas de NC pelos diferentes métodos com a curva de neutralização, verificou-se que o método de saturação por bases apresentou melhor correlação que o SMP pH 6,5.

Estudos sobre estimativas de necessidade de calagem foram realizados em outros estados brasileiros

Tabela 2 - Características de avaliação da acidez do solo em função do pH, para os horizontes A e B ou C de solos do Estado da Bahia¹

Hor	Todos (n=287)	R ²	V<100% (n=252)	R ²	Al>0 cmol _c dm ⁻³ (n=134)	R ²
A	V = -88,1 + 25,2*** pH	0,81	V = -104,6 + 28,3*** pH	0,78	V = -91,1 + 25,2*** pH	0,50
A	SB = -24,4 + 5,44*** pH	0,40	SB = -12,3 + 3,16*** pH	0,22	SB = -5,1 + 1,6 ^{ns} pH	0,07
A	m = 108,4 - 16,2*** pH	0,49	m = 145,6 - 23,2*** pH	0,58	m = 206,2 - 35,6*** pH	0,52
A	Al = 3,47 - 0,52*** pH	0,34	Al = 4,74 - 0,77*** pH	0,41	Al = 7,54 - 1,34*** pH	0,39
Hor	Todos (n=233)	R ²	V<100% (n=205)	R ²	Al>0 cmol _c dm ⁻³ (n=158)	R ²
B ou C	V = -97,4 + 27,4*** pH	0,70	V = -126,9 + 33,1*** pH	0,65	V = -147,4 + 37,3*** pH	0,52
B ou C	SB = -23,4 + 5,39*** pH	0,44	SB = -24,2 + 5,56*** pH	0,38	SB = -27,5 + 6,26*** pH	0,35
B ou C	m = 142,8 - 21,2*** pH	0,50	m = 194,6 - 31,3*** pH	0,56	m = 239,8 - 40,5*** pH	0,51
B ou C	Al = 3,58 - 0,52*** pH	0,22	Al = 4,67 - 0,74*** pH	0,22	Al = 5,14 - 0,83*** pH	0,13

¹ Dados de análises extraídos de EMBRAPA, (1979)

V = Saturação por bases (%); SB = Soma de bases (cmol_c dm⁻³); m = Saturação por Al (%); Al = Al³⁺ (cmol_c dm⁻³).

*, ** e *** = significativo a 5, 1 e 0,1%, respectivamente; ns = não significativo; n = número de solos.

Tabela 3 - Valor de saturação por bases (%) em função do pH, para as principais classes solos do Estado da Bahia

Classe de Solo	Horizonte A	R ²	n	Horizonte B ou C	R ²	n
Todas	V = -88,1 + 25,2*** pH	0,81	287	V = -97,4 + 27,4*** pH	0,70	233
Vertissolo	V = 29,0 + 8,8*** pH	0,86	09	V = 20,6 + 9,5*** pH	0,79	09
Cambissolo	V = -75,5 + 13,9*** pH	0,72	23	V = -42,8 + 18,5*** pH	0,73	23
Chernossolo	V = -19,2 + 15,7*** pH	0,80	12	V = 26,1 + 10,0 ^{ns} pH	0,19	12
Planossolo	V = -35,4 + 17,5*** pH	0,75	26	V = 20,5 + 10,4*** pH	0,60	26
Argissolo	V = -99,7 + 27,5*** pH	0,80	92	V = -104,4 + 28,8*** pH	0,55	92
Latossolo	V = -108,0 + 28,5*** pH	0,78	59	V = -124,1 + 31,3*** pH	0,61	59
Neossolo Quartzarênico	V = -117,1 + 28,8** pH	0,85	06	V = -101,4 + 23,9* pH	0,77	06

V = Saturação por bases (%); *, ** e *** = significativo a 5, 1 e 0,1%, respectivamente; ns = não significativo; n = número de solos

Tabela 4 - Valores médios, máximos e mínimos das doses recomendadas por diferentes métodos de determinação de necessidade de calagem para as principais classes de solo do Estado da Bahia

	Métodos de determinação de necessidade de calagem		
	Valor V ⁽¹⁾	SMP ⁽²⁾ ----- t ha ⁻¹ -----	Curva de neutralização
Média	3,17	1,03	3,50
Máximo	4,96	2,00	5,50
Mínimo	1,20	0,00	1,00
CV %	36,7	54,6	43,5
Contraste com a curva	-0,33 ^{ns}	-2,47**	

⁽¹⁾NC = [T x (70 - V1)/100]; ⁽²⁾SMP pH 6, 5.

**, * e ns, significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente pelo teste t de Student.

e apresentaram resultados diferentes dos que foram encontrados nesse trabalho, a exemplo do Estado de Santa Catarina onde Ernani e Almeida (1986) concluíram que o método de saturação por bases estimava quantidades insuficientes de calagem, enquanto o método SPM pH 6,5 mostrava-se eficiente. No estado de Pernambuco, o método de saturação de bases conseguiu atingir os objetivos da calagem (Campanharo et al., 2007).

A acidez potencial (H+Al) foi a característica do solo que melhor correlacionou com as doses de calcário estimadas pelos três métodos (Tabela 5). Os valores de pH e os teores de Al³⁺ e Ca²⁺ variaram em função dos métodos de recomendação de necessidade de calagem e do solo (Tabelas 6 e 7). Em média, o método de saturação por bases resultou em maiores valores de pH em água e em CaCl₂ seguido da curva de neutralização. O método SMP foi o que promoveu menor aumento nos valores de pH dos solos.

Dentre os métodos avaliados, o método de saturação por bases é o que mais se assemelha à curva de neutralização quando se contrasta os teores finais

de Al³⁺ e Ca²⁺ com a estimativa de NC com a curva de neutralização, já que a diferença entre os teores encontrada não foi significativa (Quadro 7).

Quando se contrasta os teores finais de Al³⁺ e Ca²⁺ dos métodos de estimativa de NC com a curva de neutralização, observa-se que não houve significância para o contraste (Tabela 7). Isso indica que dos métodos avaliados, a saturação por bases foi o que mais se assemelhou à curva de neutralização

Para os teores de Al³⁺, em média, nenhum método conseguiu neutralização total. O método SMP pH 6,5 foi o menos eficaz para a neutralização do Al³⁺ e os menores teores foram verificados para a curva de neutralização, seguido do método de saturação por bases. Em solos do cerrado, Sousa et al. (1980) só obtiveram neutralização total do Al³⁺ quando o pH do solo atingiu 5,5, com a adição de calcário.

Os resultados sugerem que os baixos teores de matéria orgânica encontrados nos solos da Bahia podem ter interferido na neutralização do alumínio

Tabela 5 - Coeficientes de correlação¹ entre as doses estimadas pelos diferentes métodos e características relacionadas à acidez dos solos

Características do solo	Métodos		Curva de neutralização
	Valor V ⁽²⁾	SMP ⁽³⁾	
pH em água	-0,69*	-0,23 ^{ns}	-0,62*
pH em CaCl ₂	-0,74**	0,37 ^{ns}	-0,75**
Valor V	-0,74**	-0,11 ^{ns}	-0,51 ^{ns}
H + Al	0,85**	0,92**	0,87**
Al ³⁺	0,53 ^{ns}	0,57*	0,73**
MO	-0,18 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,30 ^{ns}
T	0,26 ^{ns}	0,79**	0,48 ^{ns}

¹Dados de análises extraídos de EMBRAPA, (1979).

⁽²⁾Correlação estabelecida retirando-se o solo Neossolo quartzarênico. ⁽³⁾NC = [T x (70 - V1)/100]; ⁽³⁾ SMP pH 6, 5. **, * e ns, significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

Tabela 6 - Valores médios, máximos, mínimos e coeficiente de variação de pH em água e pH em CaCl₂ dos 10 solos representativos do Estado da Bahia para os diferentes métodos de necessidade de calagem

Análise descritiva	Métodos						Curva de neutralização	
	Testemunha		Saturação de bases ⁽¹⁾		SMP ⁽²⁾			
	H ₂ O	CaCl ₂	H ₂ O	CaCl ₂	H ₂ O	CaCl ₂	H ₂ O	CaCl ₂
Média	4,9	4,3	5,3	4,8	5,1	4,6	6,1	5,6
Máximo	5,8	5,1	6,1	5,5	5,7	5,1	6,6	6,2
Mínimo	4,2	4,0	4,8	4,4	4,5	4,2	5,6	4,9
Desvio Padrão	0,45	0,35	0,41	0,28	0,36	0,29	0,33	0,42
CV%	9,3	8,1	7,8	6,0	7,0	6,4	5,5	7,4
Contraste com a curva	-1,19*	-1,32*	-0,79*	-0,86*	-0,95*	-1,05*	-	-

Dados de análises extraídos de EMBRAPA, (1979).

⁽¹⁾NC = [T * (70 - V1)/100]; ⁽²⁾SMP pH 6,5; *significativo a 5% pelo teste t de Student.

Tabela 7 - Análise descritiva e contrastes entre alumínio e cálcio trocáveis de 10 solos representativos do Estado da Bahia para os diferentes métodos de necessidade de calagem

Análise descritiva	Métodos						Curva de neutralização	
	Testemunha		Saturação de bases ⁽¹⁾		SMP ⁽²⁾			
	Al ³⁺	Ca ²⁺	Al ³⁺ — cmol _c dm ⁻³ —	Ca ²⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺
Média	1,4	1,8	0,3	3,6	0,7	2,7	0,2	4,7
Máximo	6,1	5,7	0,6	8,0	2,9	5,4	0,8	6,4
Mínimo	0,1	0,5	0,1	1,4	0,1	1,0	0,0	1,9
Desvio Padrão	1,91	1,57	0,16	2,32	0,87	1,54	0,25	1,49
CV%	138,4	88,6	55,1	64,4	121,4	57,9	139,1	31,9
Contraste com a curva	-1,20*	-2,90**	0,10 ^{ns}	1,07*	0,54*	-2,01**	-	-

⁽¹⁾NC = [T x (70 - V1)/100]; ⁽²⁾SMP pH 6,5.

** , * e ns, significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente pelo teste t de Student.

trocável. Isso porque em solos do Estado de Santa Catarina, onde predominavam solos com teores elevados de matéria orgânica, Ernani e Almeida (1986) obtiveram melhor resultado na neutralização do alumínio trocável utilizando o método SMP.

Conclusões

A saturação de bases foi a característica de acidez que melhor correlacionou com o pH do solo, sendo esta relação significativamente maior no horizonte A, quando comparada à horizontes subsuperficiais.

O método de saturação por bases foi o que melhor estimou a necessidade de calagem para as classes de solo da Bahia, apresentando correlações significativas e dose semelhante da curva de neutralização.

Literatura Citada

- ALVAREZ, V. H.; RIBEIRO, A. C. 1999. Calagem. In: Ribeiro, A.C. Guimarães, P. T. G.; Alvarez, V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 35p.
- CAMPANHARO, M. et al. 2007. Avaliação de métodos de necessidade de calagem no Brasil. Revista Caatinga (Brasil) 20(1):97-105.
- CASTRO, A. F. et al. 1972. Correlação entre pH e grau de Saturação de Bases de alguns Solos Brasileiros. Pesquisa Agropecuária Brasileira 7: 9-17.
- CATANI, R. A.; GALLO, J. R. 1955. Avaliação da Exigência em Calcário dos Solos do Estado de

- São Paulo, Mediante Correlação entre o pH e a Porcentagem da Saturação de Bases. *Revista de Agricultura* 30:49-60.
- CHAVES, L. H. G. et al. 2007. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos da Microrregião Homogênea Brejo Paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 11(4):398-403.
- CHEPOTE, R. E. et al. 2005. Recomendações de corretivos e fertilizantes na cultura do cacauero no Sul da Bahia - 2ª aproximação. CEPLAC/CEPEC. 36p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 1979. Levantamento exploratório: reconhecimento dos solos da margem direita do Rio São Francisco, Estado da Bahia. *Boletim Técnico*, 52. SNLCS, SUDENE, v.2. 1.296p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 2017. Manual de métodos de análise de solo. In: Teixeira, P. C. et al. editores técnicos. 3 ed. Brasília, DF, Embrapa. 574p.
- ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A. 1986. Comparação de métodos analíticos para avaliar a necessidade de calcário dos solos do Estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 10:143-150.
- ESCOSTEGUY, P. A.V.; BISSANI, C. A. 1999. Estimativa de H + Al pelo pH SMP em solos do Rio Grande do SUL e de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 23:175-179.
- FULLIN, E. A. 2001. Acidez do solo e calagem. In: DADALTO, G. G.; FULLIN, E. A. Manual de Necessidade de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo. Vitória, ES, SEEA/INCAPER. pp.70-98.
- LOPES, A. S. et al. 1990. Acidez do solo e calagem. São Paulo, ANDA. 15p.
- MEHLICH, A. 1942. The Significance of Percentage Base Saturation and pH 1 N Relation to Soil Differences. *Soil Science Society of America Proceedings* 7:167-173.
- MOREIRA, A. et al. 2004. Acidez potencial pelo método do pH_{SMP} no Estado do Amazonas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39(1):89-92.
- PAULA, M. B. da. et al. 1991. Determinação de necessidade de calagem dos solos. *Informe Agropecuário* 15(170):45-55.
- RAIJ, B. V. 1981. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato: Instituto Internacional da Potassa. 142p.
- RAIJ, B. V. et al. 1997. Recomendações da adubação e calagem para o Estado de São Paulo. *Boletim Técnico*, 100. Campinas, SP, Instituto Agrônomo. 285p.
- RAIJ, B. V. et al. 1983. Alumínio Trocável e Saturação em Bases como Critério para Recomendação de Calagem. *Revista Científica do Instituto Agrônomo* 42:149-156.
- SAMBATTI, J. A. et al. 2003. 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* 27:257-264.
- SHOEMAKER, H. E. et al. 1961. Buffer methods for determining lime requirements of soil with appreciable amounts of extractable aluminium. *Proceedings. Soil Science Society of America* 25:274-277.
- SILVA, C. A. et al. 2000. Estimativa da acidez potencial pelo pH SMP em solos do semi-árido do nordeste brasileiro *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 24:689-692,
- SILVA, E. de B. et al. 2006. 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* 30:751-757.
- SILVA, E. B. et al. 2002. Estimativa da acidez potencial pelo pH_{SMP} em solos da região norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 26:561-565.
- SILVA, V. 2006. Variáveis de acidez em função da mineralogia do solo. Dissertação Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 98p.

SOUSA, D. M. G. et al. 1980. Avaliação de métodos para determinar as necessidades de calcário em solos de cerrado de Goiás e do Distrito Federal,

Revista Brasileira de Ciência do Solo 4:144-148.

