



PARÂMETROS RELACIONADOS À ACIDEZ
EM SOLOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO



República Federativa do Brasil

Presidente: Fernando Henrique Cardoso

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Ministro: Francisco Sérgio Turra

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

Presidente: Alberto Duque Portugal

Diretores: Elza Ângela Battaglia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres
Dante Daniel Giacomelli Scolari

Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Embrapa Solos)

Chefe Geral: Antônio Ramalho Filho

Chefe-Adjunto de Pesquisa & Desenvolvimento: Celso Vainer Manzatto

Chefe-Adjunto de Apoio Técnico/Administração: Sérgio Renato Franco Fagundes

CIRCULAR TÉCNICA N° 2

ISSN 1415-7330
Novembro, 1998

PARÂMETROS RELACIONADOS À ACIDEZ
EM SOLOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Marcos Gervásio Pereira

Gustavo Souza Valladares

José Mário Piratello Freitas e Souza

Daniel Vidal Pérez

Lúcia Helena Cunha dos Anjos



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Solos
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

Copyright © 1998. Embrapa
Embrapa Solos. Circular Técnica n° 2

Projeto gráfico e arte-final

Cecília Maria Pinto MacDowell

Tratamento editorial

Sueli Limp Gonçalves

Revisão final

Paulo Augusto da Eira

Tiragem desta edição: 300 exemplares

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1.024
22460-000 Rio de Janeiro, RJ
Tel: (021) 274-4999
Fax: (021) 274-5291
Telex: (021) 23824
E-mail: cnpsolos@cnps.embrapa.br
Site: <http://www.cnps.embrapa.br>

Embrapa Solos

Catálogo-na-publicação (CIP)

Parâmetros relacionados à acidez em solos do Estado do Rio de Janeiro /
Marcos Gervásio Pereira ... [et al.]. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-
CNPS, 1998.

14p. – (EMBRAPA-CNPS. Circular Técnica ; n. 2).

1. Solo-Acidez-Rio de Janeiro. 2. Ciência do Solo. I. Pereira, Marcos Gervásio.
II. Série.

CDD (21.ed.) 631.42

AUTORES

Marcos Gervásio Pereira ¹

Gustavo Souza Valladares ²

José Mário Piratello Freitas e Souza ²

Daniel Vidal Pérez ³

Lúcia Helena Cunha dos Anjos ¹

¹ Eng. Agrôn., Ph.D., Professor Adjunto da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) - Departamento de Solos

² Estudante de Agronomia, UFRRJ - Departamento de Solos

³ Eng. Agrôn., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Solos

SUMÁRIO

Resumo	•	<i>vii</i>
1	INTRODUÇÃO	• 1
2	MATERIAL E MÉTODOS	• 3
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	• 5
4	CONCLUSÕES	• 11
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	• 12

RESUMO

Para caracterizar os parâmetros de acidez dos solos do Estado do Rio de Janeiro, 103 amostras da camada arável das principais classes de solos foram analisadas nos laboratórios do Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Determinaram-se o pH em água e na suspensão solo-água-tampão SMP (pH SMP), a acidez trocável (extraída com solução KCl 1mol/l) e a acidez potencial (extraída com solução de acetato de cálcio 0,5mol/l a pH 7,0). Os valores de pH em água variaram de 3,5 a 7,4, sendo observada correlação positiva e estatisticamente significativa entre a percentagem de saturação por bases (V) e o pH em água ($r = 0,85$). O alumínio trocável variou de 0 a $10,9\text{cmol}_c\text{ kg}^{-1}$ e apresentou correlação negativa e estatisticamente significativa com o pH em água ($r = -0,81$). Os resultados obtidos para a acidez potencial variaram de 0,7 a $53,9\text{cmol}_c\text{ kg}^{-1}$ e apresentaram correlação negativa e estatisticamente significativa com o pH SMP ($r = -0,95$).

1 INTRODUÇÃO

Os solos ácidos ocupam extensas áreas das regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo sua ocorrência mais expressiva na América tropical (Sánchez, 1981). Um dos fatores preponderantes para a baixa fertilidade desses solos são as elevadas concentrações de alumínio em solução (Wambeke, 1976).

A acidez é um processo natural, característico de solos onde a ação do intemperismo é mais intensa, sendo comum em todas as regiões onde a precipitação é suficientemente elevada para lixiviar quantidades apreciáveis de bases trocáveis do solo (Sánchez, 1981; Bohn et al., 1985; Brady, 1989). De maneira geral, divide-se a acidez em três componentes: a) acidez ativa que corresponde aos íons H dispersos na solução e cuja determinação é realizada por intermédio de um potenciômetro ou medidor de pH; b) acidez trocável que corresponde, normalmente, à quantidade de Al^{3+} adsorvido aos colóides do solo; e c) acidez potencial que corresponde à soma da acidez trocável com aquela oriunda da migração, para a solução, dos íons H que saem da superfície dos colóides em resposta à elevação do pH até 7,0. Foi com base nesses conceitos, então, que se desenvolveram os critérios para recomendação de calcário. A maioria dos estados brasileiros adota o critério da exigência das culturas quanto à sua tolerância à presença de Al^{3+} ou quanto à necessidade de Ca^{2+} e Mg^{2+} (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1988). Como exceção a esta recomendação, têm-se os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. Nos dois primeiros, a recomendação é feita pelo método do pH SMP, o qual visa, em função da cultura, aplicar calcário até obter valores de pH SMP de 5,5, 6,0 ou 6,5 (Kaminski, 1974; Ernani & Almeida, 1986). Em São Paulo, a necessidade de calagem é determinada pelo método baseado na correlação entre o pH em água e a percentagem de saturação por bases,

estabelecida, inicialmente, pelo trabalho de Catani & Gallo (1955) e, posteriormente, por Quaggio et al. (1985).

Conforme Silva et al. (1996), a elevada acidez dos solos, no Estado do Rio de Janeiro, é um dos fortes limitantes à produção agrícola. Contudo, há poucos estudos no Estado sobre a interação dos componentes da acidez, o que é vital, por exemplo, para a formulação de programas de incentivo à aplicação de corretivos nas lavouras fluminenses.

É o objetivo, portanto, deste trabalho caracterizar e estabelecer relações entre os parâmetros relacionados à acidez em amostras de solos do Estado do Rio de Janeiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 103 amostras de terra de horizontes superficiais (A_1 e A_p) de solos do Estado do Rio de Janeiro, pertencentes às solotecas da Embrapa Solos e do Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), cujas principais características químicas e físicas encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1. Algumas características físicas e químicas relevantes das 103 amostras superficiais de solos do Estado do Rio de Janeiro.

Variável	Média	Desvio padrão	Valor	
			Máximo	Mínimo
pH	4,98	0,75	7,40	3,5
Carbono (g/kg)	18,8	20,9	198,6	0,5
Argila (g/kg)	300	159	760	10

A acidez ativa foi determinada através do pH na suspensão solo:água na proporção 1:2,5 (Embrapa, 1979). O $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ e o Al^{3+} foram extraídos com solução de KCl 1mol/l, sendo determinados por titulação com EDTA dissódico 0,0125mol/l e NaOH 0,025mol/l, respectivamente (Embrapa, 1979). O Na^+ e o K^+ foram extraídos por solução Mehlich 1 e determinados por fotometria de chama (Embrapa, 1979). A acidez potencial (H + Al) foi extraída com acetato de cálcio a pH 7,0 e determinada por titulação com NaOH 0,025mol/l. A solução extratora de acetato de cálcio 0,5mol/l teve o seu pH ajustado para 7,0 com ácido acético concentrado. O procedimento básico de determinação foi o seguinte: em um erlenmeyer de 125ml, adicionaram-se 5cm³ de terra fina seca ao ar (TFSA) e 75ml de solução extratora, agitando-se por quinze minutos e deixando-se em repouso por uma noite, sendo também

preparada uma prova em branco. Após este período, foram retirados 25ml do sobrenadante e procedeu-se à titulação com NaOH 0,025mol/l em presença de três gotas de fenolftaleína alcoólica a 3%.

O pH SMP foi determinado segundo Raij & Quaggio (1983). Foi preparada a seguinte solução: em um balão de 1 litro adicionaram-se 3,6g de p-nitrofenol dissolvidos em 100ml de água destilada quente, 6,0g de cromato de potássio (K_2CrO_4) e 106,2g de cloreto de cálcio ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$), elevando-se o volume para aproximadamente 500ml com água destilada. Agitou-se por quinze minutos, misturando-se em seguida 4,0g de acetato de cálcio ($Ca(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$) previamente dissolvidos em 300ml de água destilada. Agitou-se a solução por mais dez minutos, adicionaram-se 5ml de trietanolamina e continuou-se agitando até a completa homogeneização. Ajustou-se o pH para 7,5 com NaOH 1mol/l e completou-se o volume com água destilada. Para análise de solos foram adicionados, então, em frasco plástico de 50ml, 10cm³ de TFSA, 25ml de solução de $CaCl_2$ 0,01mol/l e 5ml da solução-tampão SMP, agitando-se por 15 minutos a 220rpm em agitador de hélices individuais; após o repouso de uma hora, procedeu-se à leitura.

Foram realizadas análises de correlação entre os valores de pH em água e o Al^{3+} trocável, entre o pH em água e a saturação por bases (valor V) e entre a acidez potencial e o pH SMP. Os coeficientes de correlação (r) foram testados através do teste t de Student. Para a acidez potencial e o pH SMP também foi realizada a análise de regressão dos dados, onde o coeficiente r foi testado mediante estatística F. Todas as análises estatísticas foram testadas com probabilidade de 1%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH em água obtidos estavam na faixa de 3,5 a 7,4, sendo que sua distribuição por classes de acidez, com base em Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1988), encontra-se na Figura 1. Em princípio, pode-se observar que cerca de 70% das amostras apresentam valores de pH abaixo da faixa considerada ideal para o crescimento da maioria das culturas, considerada como sendo entre 5,5 e 6,5 (Raij, 1981). Isto corrobora as observações de Silva et al. (1996) sobre a elevada acidez dos solos do Estado do Rio de Janeiro.

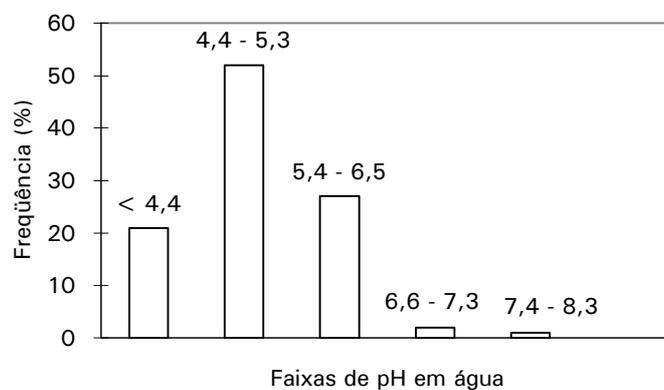


FIGURA 1. Distribuição de freqüências para faixas de valores de pH em água determinado nas 103 amostras de solos do Estado do Rio de Janeiro.

A Figura 2 mostra a relação entre o pH em água e a percentagem de saturação por bases (V). A equação ajustada é linear, sendo que 73% da variação dos valores de pH são explicados pelos valores V. O modelo linear encontrado está de acordo com resultados encontrados por vários autores (Tabela 2). Contudo, para aqueles que usam a saturação por bases como parâmetro para recomendação de calagem, chama-se a atenção para o fato de que, para um mesmo V, os valores de pH diferiram, razoavelmente, entre as equações. Pela Tabela 2, pode-se observar que, pelo exemplo de cálculo, os valores de pH variaram de 4,9 a 6,0 para o valor de V igual a 50. Isto justifica a necessidade de estudos regionais para evitar problemas pelo uso de dados e correlações generalizados.

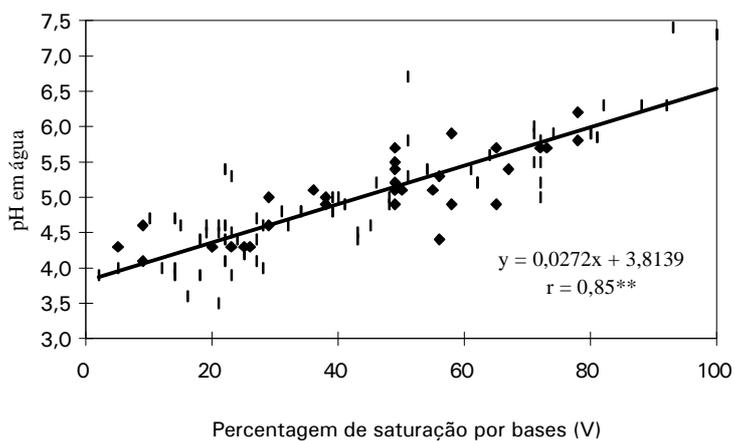


FIGURA 2. Relação entre o pH em água e o valor V (%) em 103 amostras de solos do Estado do Rio de Janeiro.

TABELA 2. Alguns resultados de regressão linear entre pH em água (Y) e saturação por bases, ou V% (X), para solos do Brasil.

Coeficiente angular	Coeficiente linear	Fonte	pH a 50% ¹	Origem
0,031	4,288	Catani & Gallo (1955)	5,8	85 amostras de horizonte A de solos de SP
0,023	4,43	Castro et al. (1972)	5,6	158 amostras de horizontes A e B de solos de vários Estados
0,037	3,345	Kiehl (1979)	5,2	Amostras de horizonte B textural de SP
0,029	3,973	Kiehl (1979)	5,4	Amostras de horizonte B latossólico de SP
0,025	4,5	Raij (1981)	5,7	Geral
0,023	4,387	Nascimento (1989)	5,5	140 amostras de horizonte A de Latossolo Vermelho-Amarelo de vários Estados
0,007	4,903	Nascimento (1989)	5,2	140 amostras de horizonte A de Latossolo Vermelho-Amarelo de vários Estados
0,026	3,65	Nachtigall & Vahl (1989)	4,9	44 amostras da camada arável de solos do RS
0,030	4,50	Sousa et al. (1989)	6,0	65 amostras da camada arável de solos do Cerrado
0,027	3,814	Resultados deste trabalho ²	5,2	103 amostras de horizonte A de solos do RJ

¹ corresponde ao pH calculado pelas diversas equações considerando V% = 50² Parâmetros relacionados à acidez em solos do Estado do Rio de Janeiro (1998)

Os teores de Al^{3+} trocável variaram de 0,0 a $10,9 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, sendo que 48,5% das amostras apresentaram teores inferiores a $0,3 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, valor utilizado como parâmetro para recomendação de calagem (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1988). A correlação entre os teores de Al^{3+} trocável e o pH em água é representada na Figura 3 através de um modelo exponencial. Estatisticamente, observa-se que 65% da variação de Al^{3+} é explicada pelos valores de pH em água. A equação exponencial encontrada demonstra uma correlação negativa entre os teores de alumínio e os valores de pH em água. Para valores de pH maiores que 5,5, os teores de Al^{3+} trocável decresceram a níveis insignificantes, o que se deve à precipitação desse elemento em solução, como já comentado por Mc Lean (1976) e Sánchez (1981). O gráfico da dispersão dos pontos apresentou tendência semelhante aos encontrados por Nachtigall & Vahl (1989) e Nascimento (1989).

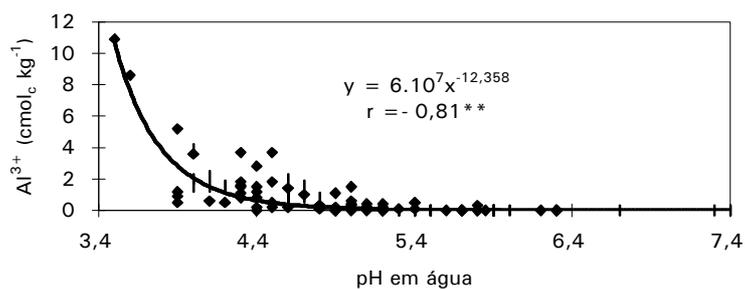


FIGURA 3. Relação entre o teor de alumínio trocável e o pH em água em 103 amostras de solos do Estado do Rio de Janeiro.

Os valores de pH SMP variaram de 3,76 a 7,41 e os teores de H+Al de 0,7 a 53,9 cmol_c kg⁻¹. A correlação entre o pH SMP e a acidez potencial encontra-se na Figura 4. A curva de regressão estimada adequou-se ao modelo exponencial, sendo que 91% da variação do H+Al deveu-se ao pH SMP. Na Tabela 3, encontram-se os valores de H+Al estimados a partir do pH SMP por essa equação. Este resultado está de acordo com o que se observa em literatura (Tabela 4). Porém, pode-se observar, também, que os resultados de H+Al calculados são bem diferentes, de uma equação para outra, como é mostrado pelo exemplo da Tabela 4, em que, para o valor de pH SMP de 6,0, os resultados de H+Al variaram de 3,7 a 5,5 cmol_c kg⁻¹. Com isso, enfatiza-se a necessidade do ajuste da curva para solos de diferentes regiões, a fim de se obter a melhor adequação dos resultados.

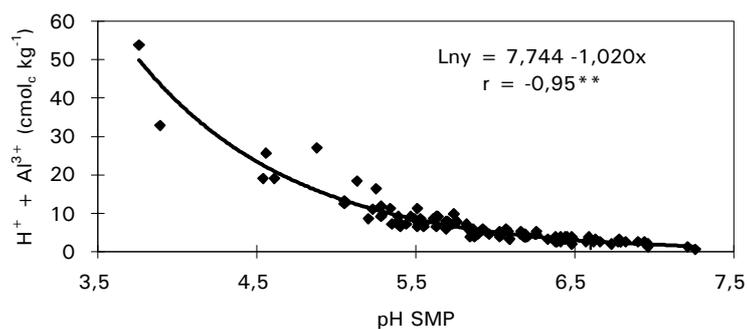


FIGURA 4. Relação entre a acidez potencial (H+Al) e o pH SMP em 103 amostras de solos do Estado do Rio de Janeiro.

TABELA 3. Estimativa da acidez potencial (H + Al) de solos do Estado do Rio de Janeiro com base no pH SMP.

pH SMP	H + Al (cmolc kg ⁻¹)	pH SMP	H + Al (cmolc kg ⁻¹)
3,5	65,01	5,5	8,46
3,6	58,71	5,6	7,64
3,7	53,02	5,7	6,90
3,8	47,88	5,8	6,23
3,9	43,24	5,9	5,63
4,0	39,05	6,0	5,08
4,1	35,26	6,1	4,59
4,2	31,84	6,2	4,14
4,3	28,76	6,3	3,74
4,4	25,97	6,4	3,38
4,5	23,45	6,5	3,05
4,6	21,18	6,6	2,76
4,7	19,13	6,7	2,49
4,8	17,27	6,8	2,25
4,9	15,60	6,9	2,03
5,0	14,09	7,0	1,83
5,1	12,72	7,1	1,66
5,2	11,49	7,2	1,49
5,3	10,37	7,3	1,35
5,4	9,37		

TABELA 4. Relações entre o Ln (H + Al) e o pH SMP determinadas em solos do Brasil.

Coefficiente angular	Coefficiente linear	H + Al (cmol _c kg ⁻¹) a pH SMP 6,0 ¹	Fonte	Origem
-1,053	7,76	4,2	Quaggio et al. (1985)	26 amostras da camada arável de solos de SP
-1,068	7,719	3,7	Sousa et al. (1989)	30 amostras da camada arável de solos do Cerrado
-1,062	8,085	5,5	Maeda et al. (1997)	35 amostras da camada arável de solos do MS
-1,020	7,744	5,1	Resultados deste trabalho ²	103 amostras de horizonte A de solos do RJ

¹ corresponde à acidez potencial (H + Al) calculada pelas diversas equações considerando valor de pH SMP igual a 6,0

² Parâmetros relacionados à acidez em solos do Estado do Rio de Janeiro (1998)

4 CONCLUSÕES

Os valores de pH em água se mostraram diretamente correlacionados com os níveis de percentagem de saturação por bases (V) e inversamente correlacionados com os teores de Al³⁺ trocável.

A acidez potencial, em amostras de solos do Estado do Rio de Janeiro, pode ser determinada indiretamente através do pH SMP.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOHN, H.L.; MC NEAL, B.L.; O'CONNOR, G.A. **Soil chemistry**. New York : John Wiley, 1985. 329p.
- BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. Rio de Janeiro : Freitas Bastos, 1989. 878p.
- CASTRO, A.F. de; BARRETO, W. de O.; ANASTÁCIO, M. de L.A. Correlação entre pH e saturação de bases de alguns solos brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**: Série Agronomia, Rio de Janeiro, v.7, p.9-17, 1972.
- CATANI, R.A.; GALLO, J.R. Avaliação da exigência de calcário dos solos do Estado de São Paulo mediante correlação entre pH e a porcentagem de saturação de bases. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.30, p.49-60, 1955.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. 1v. Não paginado.
- ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A. Comparação de métodos analíticos para avaliar a necessidade de calcário dos solos do Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, n.2, p.143-150, maio/ago. 1986.
- KAMINSKI, J. **Fatores da acidez e necessidade de calcário em solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : UFRGS - Faculdade de Agronomia, 1974. 96p. Dissertação Mestrado.
- KIEHL, E.J. **Manual de edafologia**. São Paulo : Ceres, 1979. 264p.
- MAEDA, S.; KURIHARA, C.H.; HERNANI, L.C.; FABRICIO, A.C.; SILVA, W.M. Estimativa da acidez potencial de solos do Mato Grosso do Sul pelo método do pH SMP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1997, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro : SBCS / EMBRAPA-CNPS, 1997. 1 CD-ROM.

- MC LEAN, E.O. Chemistry of soil aluminium. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.7, p.619-636, 1976.
- NACHTIGALL, G.R.; VAHL, L.C. Parâmetros relacionados à acidez em solos da região sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, n.2, p.139-143, 1989.
- NASCIMENTO, R.A. de M. **Correlação entre o valor Ki e outras variáveis em latossolos**. Itaguaí : UFRRJ - Instituto de Agronomia, 1989. 165p. Dissertação Mestrado.
- 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**, New York, v.16, p.245-260, 1985.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas : IAC, 1983. 31p. (IAC. Boletim técnico, 81).
- RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba : POTAFOS, 1981. 142p.
- SÁNCHEZ, P.A. **Suelos del trópico: características y manejo**. San José, Costa Rica : Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1981. 634p.
- SILVA, M.F.; ANJOS, L.H.C. dos; PÉREZ, D.V.; PEREIRA, M.G. Levantamento dos níveis de acidez e de alguns macronutrientes a partir da análise química de solos do Estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Anais**. Piracicaba : USP, 1996. 1 CD-ROM.
- SOUSA, D.M.G. de; MIRANDA, L.N. de; LOBATO, E.; CASTRO, L.H.R. Métodos para determinar as necessidades de calagem em solos de cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, n.2, p.193-198, 1989.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO. **Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro**. Itaguaí : Ed. Universidade Rural, 1988. 179p. (Coleção Universidade Rural. Série Ciências Agrárias, 2).

WAMBEKE, A. van. Formation, distribution and consequences of acid soil in agricultural development. In: WRIGHT, M.J., ed. **Plant adaptation to mineral stress in problem soils**. Ithaca, NY : Cornell University Press, 1976. p.15-24.



Produção editorial
Embrapa Solos
Área de Comunicação e Negócios Tecnológicos (ACN)