

AVALIAÇÃO DE MÉTODOS ANALÍTICOS PARA DETERMINAR ACIDEZ EM SOLOS COM ALTO TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA

GUSTAVO LOPES DO AMARAL PLIESKI¹
ADIERSON GILVANI EBELING²
LÚCIA HELENA CUNHA DOS ANJOS³
MARCOS GERVASIO PEREIRA³
GUSTAVO SOUZA VALLADARES⁴

1. Graduando em Agronomia – UFRRJ, bolsista CNPq-PIBIC;
2. Mestrando Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo, UFRRJ;
3. Professor Departamento de Solos, UFRRJ. 23890-000 Seropédica, RJ;
4. Pesquisador da EMBRAPA Monitoramento por Satélite, Campinas, SP.

RESUMO: PLIESKI, G. L. do A.; EBELING, A. G.; ANJOS, L. H. C. dos; PEREIRA, M. G. e VALLADARES, G. S. *Avaliação de métodos analíticos para determinar acidez em solos com alto teor de matéria orgânica. Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida, Seropédica, RJ: EDUR, v. 24, n.2, p. 15-21, jul.-dez., 2004.* Os Organossolos ocorrem no Brasil em pequenas extensões, todavia é intenso o uso com culturas anuais e agricultura familiar. A matéria orgânica do solo é uma fonte de prótons H⁺ e ácidos orgânicos, o que reflete na acidez extraível, mais que no pH, fazendo com que a medida da acidez pelos métodos tradicionais não seja eficiente. Neste estudo foram avaliados métodos de determinação da acidez e Al em Organossolos, de várias regiões do Brasil. O pH em KCl mostrou-se adequado para medir acidez devida ao H⁺, mas os métodos para Al não foram eficientes para diferenciar níveis de acidez trocável.

Palavras-chave: Alumínio, ácidos orgânicos, hidrogênio, acidez potencial, tiomorfismo.

ABSTRACT: PLIESKI, G. L. do A.; EBELING, A. G.; ANJOS, L. H. C. dos; PEREIRA, M. G. and VALLADARES, G. S. *Evaluation of analytical methods to measure acidity in high organic matter soils. Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida, Seropédica, RJ: EDUR, v. 24, n.2, p. 15-21, jul.-dez., 2004.* Organic soils occur in small extensions in Brazil, although the agricultural usage is intense, with annual crops and family farm. Soil organic matter is a source of H⁺ protons and organic acids, which tends to influence soil extractable acidity more than soil pH. Thus, measurement of acidity by traditional methods is not efficient. This study evaluated methods for measuring acidity and Al level in Histosols from various regions of Brazil. The results indicated pH in KCl is adequate for measuring active H, and Al new methods were not efficient to discriminate exchangeable acidity levels in Histosols.

Key Words: Aluminun, organic acids, hydrogen, potential acidity, tiomorphism.

INTRODUÇÃO

A extensão mundial dos Organossolos é estimada pela FAO em 325-375 milhões ha, dos quais a maioria (275 milhões de ha) está localizada nas regiões boreal, subártica e ártica do hemisfério norte. O restante ocorre em áreas baixas em clima temperado e áreas montanhosas com baixas temperaturas. Somente cerca de um décimo de toda a área foi registrada nos trópicos, em ambientes costeiros e deltaicos (FAO, 2004). Dentre as classes de Organossolos, àquelas com maior fragilidade e menor potencial agrícola formam-se em ambiente costeiro, onde a deposição e o acúmulo do material orgânico estão associados à

influência das marés, ocorrendo horizonte sulfúrico e/ou altos teores de sais, devendo constituir-se, até pela própria paisagem, em áreas de preservação ambiental. Estes Organossolos são extremamente limitantes ao uso agrícola, além de problemas geotécnicos como a corrosão de estruturas e construções. A drenagem desses solos pode levar a sua degradação, pela subsidência (diminuição do volume), causada pela contração, pela mineralização, combustão e a erosão eólica do material orgânico. Já os Organossolos formados em ambientes de altitude, com boa drenagem, costumam estar relacionados à ocorrência de espécies endêmicas, e o principal impacto do seu uso seria a perda da biodiversidade.

Os baixos valores de pH em solos

orgânicos são geralmente devidos à presença de compostos orgânicos, ao hidrogênio e alumínio trocáveis, ao sulfeto de ferro e outros compostos de enxofre oxidáveis. Em contraste com solos minerais, a presença de ácidos orgânicos determina grandemente a acidez, e a presença de alumínio solúvel ou hidrolisável é menos importante (LUCAS, 1982).

A acidez potencial e a determinação dos níveis de fertilidade do solo são aspectos importantes no uso agrícola dos Solos Orgânicos. Estudos têm sido feitos para solucionar problemas no seu manejo, tais como a subsidência após a drenagem e altas doses de calagem recomendadas para corrigir acidez (LEPSCH *et al.*, 1990).

Grande parte dos solos de turfa apresenta elevada acidez, com pH de 3,5 a 4,5, e, ao contrário do que ocorre em solos minerais, o baixo valor de pH está muito mais relacionado ao teor de ácidos orgânicos do que ao alumínio (ANDRIESSE, 1984). A matéria orgânica é uma fonte de prótons H^+ e ácidos orgânicos, o que se reflete de modo mais acentuado na acidez extraível do que no pH do solo. Principalmente quando há grande variação no teor de C org., a variação na acidez ativa (pH) é menor e, às vezes, não se observa relação de dependência entre C orgânico e concentração de H^+ da solução do solo (TIBAU, 1984).

O objetivo deste trabalho foi avaliar métodos de determinação da acidez e teor de Al em Organossolos, de várias regiões do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O material de solo foi coletado, descrito quanto à morfologia e caracterizados os perfis, de acordo com as normas preconizadas pela Sociedade Brasileira de Ciência dos Solos (SBCS) no Manual

de Descrição e Coleta de Solos (LEMOS e SANTOS, 1996), complementada com base nos trabalhos de Kampf e Schneider (1989).

Em cada horizonte, para as caracterizações químicas e físicas foram coletadas amostras deformadas e indeformadas. As primeiras foram secadas ao ar, destorroadas e passadas por peneira com malha de 2,0 mm, para obtenção de terra fina seca ao ar (TFSA). Os materiais foram caracterizados segundo o Manual de Métodos de Análises de Solos (EMBRAPA, 1997). O pH em $CaCl_2$ foi determinado em uma relação solo/solução de 1/2,5, após 10 min de agitação e 30 min de repouso. Para medir o pH SMP, 10 cm^3 de TFSA foram colocados em copos plásticos, adicionando-se 25 ml de solução de $CaCl_2$ 0,01 $mol\ l^{-1}$ e 5 ml de solução-tampão SMP. A solução SMP foi preparada de acordo com Rajj e Quaggio, (1983) e Pereira *et al.* (1988). O conjunto foi agitado por 15 min a 160 rpm e, após repouso de uma hora, procedeu-se à leitura do pH da suspensão de solo com a solução SMP pH 7,5, sendo a leitura feita através de potenciômetro. As determinações da acidez trocável, principalmente o alumínio e o hidrogênio, foram feitas com solução extratora de KCl 1 $mol\ l^{-1}$. A acidez total foi extraída com acetato de cálcio 1 $mol\ l^{-1}$ em pH 7,0 solução tamponada segundo EMBRAPA (1997).

A determinação do Al pelo Eriocromo de Cianina R foi feita a partir de uma extração com KCl 1 $mol\ l^{-1}$, segundo Thomas (1996), com leitura em espectrofotômetro com uma intensidade luminosa de 535 nm. A quantificação pelo método 8-Hidroxiquinolina também foi após extração com KCl 1 $mol\ l^{-1}$ sendo o Al determinado segundo McLean (1965) e Bloom *et al.* (1978), com leitura em espectrofotômetro com intensidade de 535nm.

A determinação de sais solúveis foi realizada segundo o Manual de Métodos de Análise de Solos da EMBRAPA (1997).

Para a realização deste trabalho foram

utilizados 15 perfis de Organossolos localizados em diferentes regiões do Brasil, totalizando um total de 43 horizontes (Quadro 1). As determinações foram feitas nos laboratórios de gênese e classificação de solo, de fertilidade do solo e no laboratório de química, da UFRRJ - IA/DS.

Quadro 1. Perfis de solos orgânicos em vários ambientes e estados brasileiros.

Perfil	Classificação	Localização
RS3	Sdo Orgânico Hidromórfico	Rio Grande do Sul
RS4	Sdo Orgânico Hidromórfico	Rio Grande do Sul
RS5	Sdo Orgânico Hidromórfico	Rio Grande do Sul
SC2	Sdo Orgânico Hidromórfico	Santa Catarina
PR2	Sdo Orgânico Hidromórfico	Paraná
BA2	Sdo Orgânico Hidromórfico	Bahia
AL1	Sdo Orgânico Hidromórfico	Alagoas
AL2	Sdo Orgânico Hidromórfico	Alagoas
SP1	Sdo Orgânico Hidromórfico	São Paulo
RJ1	Organossolo Fólico	Rio de Janeiro
RJ3	Sdo Orgânico Hidromórfico	Rio de Janeiro
RJ4	Sdo Orgânico Hidromórfico	Rio de Janeiro
DF1	Sdo Orgânico Hidromórfico	Distrito Federal
MS2	Sdo Orgânico Hidromórfico	Mato Grosso do Sul
MG2	Sdo Orgânico Hidromórfico	Minas Gerais

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A acidez ativa, determinada pelos métodos pH em água, pH em KCl 1 mol l⁻¹, pH em CaCl₂ 0,01 mol l⁻¹ e pH SMP (Tabela 1), apresentou correlações altamente significativas entre si, sendo a mais alta obtida entre o pH em água e em KCl 1 mol l⁻¹. Lepsch *et al.* (1990), trabalhando com solos orgânicos do vale do Ribeira Iguape em São Paulo, encontraram correlações altamente significativas para o pH em água e o pH em KCl 1 mol l⁻¹. Os resultados evidenciam que o uso de soluções salinas tem-se mostrado eficaz para determinar o pH em Organossolos.

Os valores de pH em KCl tiveram correlação altamente significativa (Tabela

1) com: pH em água, pH em CaCl₂ 0,01 mol l⁻¹ e pH SMP, com os valores variando de 1,6 a 5,1 (Tabela 2), onde 10% das amostras apresentaram pH superior a 5, 14% das amostras com pH entre 4,0 e 4,9 e 76% das amostras apresentaram pH inferior a 3,9. Para materiais orgânicos uma grande parte dessa acidez deve-se provavelmente à extração, pela solução salina (KCl 1N), de moléculas orgânicas de radicais carboxílicos (CAMARGO *et al.*, 1986).

Tabela 1. Correlação entre as diferentes formas de determinação da acidez do solo.

	pH em água	pH em KCl	pH em CaCl ₂	pH SMP
pH em água	-	-	-	-
pH em KCl	0,69**	-	-	-
pH em CaCl ₂	0,66**	0,58**	-	-
pH SMP	0,48**	0,66**	0,65**	-

*- significativo a 5% de probabilidade. **- significativo a 1% de probabilidade.

Os valores de pH em CaCl₂ tiveram correlação altamente significativa (Tabela 1) com: pH em água, pH em KCl 1 mol l⁻¹ e pH SMP, variando de 2,8 a 5,3 (Tabela 2), onde 2% das amostras apresentaram pH maior que 5,0, 57% das amostras apresentaram pH entre 4,0 e 4,9 e 38% tiveram pH inferior a 3,9. Para Organossolos, os índices de pH em CaCl₂ são cerca de 0,5 unidades mais baixos em relação ao pH em água, enquanto que em solos minerais essa diferença é de 0,6 unidades. O pH em CaCl₂ é uma determinação mais precisa do que o pH em água, que é a atividade do íon na solução do solo, e é bastante afetado por pequenas quantidades de sais presentes no solo (SCHOFIELD e TAYLOR, 1955; DAVEY e CONYERS, 1988).

Os valores de pH SMP tiveram correlação altamente significativa (Tabela 1) com pH em água, pH em KCl 1 mol l⁻¹ e pH em CaCl₂ 0,01 mol l⁻¹ (Tabela 1), com valores variando de 2,3 a 5,9, onde 12% das amostras testadas tiveram pH maior que 5,0, 50% das amostras com

pH entre 4,0 e 4,9, e 36% das amostras com pH inferior a 3,9. Esses resultados mostram que a maioria das amostras tem pH SMP menor quando comparado com o pH em água. Em solos de elevada acidez como os Organossolos, é possível que o poder tampão do solo seja tão alto de modo a superar o poder tampão da solução SMP em contato com a amostra. Eventualmente, toda a acidez do solo poderia ser neutralizada, até o “esgotamento”.

De acordo com Dolman e Buol (1967) e por Galvão e Vahl (1995), os valores de pH em solos minerais variam consideravelmente com a relação sólido-líquido, tipo de reagente e tempo de reação, já em solos orgânicos esses fatores não têm grande importância. Dolman e Buol (1967) consideram que o pH em solos orgânicos depende de fatores como Al hidrolisável, drenagem e ácidos orgânicos livres e do método usado; como também salientam Ling e Siong (1979), o pH e o poder tampão do reagente são de importância fundamental na determinação da acidez potencial dos Organossolos. Dentre os métodos de determinação de pH o em KCl apresentou a melhor correlação (Tabela 2) com o Valor T, mas podemos notar uma correlação significativa entre todos os métodos de pH e o Valor T. O Al e o H⁺ trocáveis, juntamente com a acidez trocável, tiveram correlações altamente significativas com todos os métodos testados, principalmente pH em água e em KCl.

Tabela 2. Correlação dos valores de pH e algumas propriedades químicas dos solos.

	pH em água	pH em KCl	pH em CaCl ₂	pH SMP
Valor T	0,54**	0,70**	0,49**	0,41**
Valor S	0,01**	0,13**	0,01**	0,03**
Variv%	0,085*	0,00**	0,08*	0,03**
Al trocável	0,56**	0,38**	0,33**	0,26**
Acidez trocável	0,52**	0,65**	0,56**	0,52**
H ⁺ trocável	0,48**	0,66**	0,60**	0,57**

*- significativo a 5% de probabilidade. **- significativo a 1% de probabilidade.

Nos solos estudados a acidez titulável (Al³⁺ + H⁺) é muito alta, variando de 11,39 cmol_c kg⁻¹ a 89,10 cmol_c kg⁻¹, muito além dos valores mencionados por Dolman e Buol (1967). Segundo esses autores, o teor de H⁺ nos solos orgânicos varia de 0 a 2,5 (cmol_c kg⁻¹) em solos bem drenados, e de 2 a 12 (cmol_c kg⁻¹) nos com má drenagem. A maior parte da acidez titulável extraída com KCl, normalmente é Al. Mas, nos solos orgânicos, é provável que grande parte desta acidez seja devida também ao H, o que significa que a relação Al/H + Al pode ser ainda menor do que a observada (GALVÃO e VAHL, 1995).

Estes resultados discordam de Dolman e Buol (1967). Segundo estes autores, nos solos orgânicos os teores de outros cátions, além do H⁺ e Al³⁺ são geralmente baixos, com Ca⁺² e Mg⁺² menores que 2 cmol_c kg⁻¹. Para Lucas (1982), o Ca⁺² e o Mg⁺² nos solos orgânicos são fortemente absorvidos às partículas orgânicas e, portanto, alto teor de Ca⁺² não é indicativo de alta disponibilidade do elemento para as plantas. Segundo Kiehl (1985), as turfas geralmente são deficientes em Ca⁺² em pH menor que 5, o que pode ser observado na maioria dos perfis estudados. Além disto, altos teores de Ca⁺² juntamente com ferro e alumínio, podem contribuir para a fixação de fósforo (P).

Analisando os dados de alumínio (Tabela 3) percebe-se que não há uma correspondência entre os teores obtidos pelos três métodos, possivelmente pela necessidade de modificações, principalmente nos métodos da 8-Hidroxiquinolina e do Eriocromo de Cianina R para Organossolos. Já no método com KCl, amplamente utilizado na rotina, podemos ter uma melhor comparação entre os perfis. Os teores de Al variaram bastante dentre as 43 amostras de solo, sendo que pelo método do KCl o horizonte com o maior teor de alumínio foi o AL2H4, enquanto outros horizontes (no perfil RJ4) apresentaram Al igual a zero. No

método 8-Hidroxiquinolina o maior valor de alumínio foi encontrado no horizonte AL2H1. No método do Eriocromo de Cianina R os valores de Al variaram de 0,0 cmol_c kg⁻¹ a 0,2 cmol_c kg⁻¹, sem relação com os obtidos nos demais métodos e não foi eficiente para discriminar níveis de acidez nas amostras. Para avaliar a acidez relacionada ao alumínio mais estudos devem ser desenvolvidos para testar os extratores do Al e a sua forma de quantificação em Organossolos.

Na determinação dos sais solúveis extraídos na pasta de saturação não foram encontrados carbonatos e bicarbonatos solúveis. Por outro lado, os demais sais (Tabela 4) foram detectados. Os maiores teores de cloreto foram observados no horizonte RS4H2; para o sulfato e para os teores de enxofre os maiores valores foram encontrados no horizonte RJ3H3, que não apresenta uma camada sulfúrica sendo seu pH em água de 4,9.

Não houve relação entre os teores de sulfato, enxofre e cloreto com a acidez pelo alumínio e pelo KCl nos solos estudados.

CONCLUSÃO

Dentre os métodos de pH estudados o método do pH em KCl apresentou os melhores resultados para a caracterização da acidez em solos com alto teor de matéria orgânica.

Os métodos do eriocromo de cianina R e 8-hidroxiquinolina não foram adequados

Tabela 3. Medidas de pH e teores de Al por diferentes métodos em Organossolos.

Horiz.	pH KCl	KCl	Al - Hidroxiquinolina	ER
cmol _c kg ⁻¹				
AL1H1	5,2	0,6	0,0	0,2
AL1H2	5,0	1,2	0,0	0,2
AL2H1	5,1	0,6	0,2	0,2
AL2H2	4,0	0,1	1,2	0,2
AL2H3	4,7	0,1	0,9	0,2
AL2H4	4,7	0,7	1,0	0,2
BR2H1	4,1	1,2	2,5	0,2
BR2H2	3,8	1,7	1,2	0,2
BR2H3	3,8	0,5	0,0	0,2
DF1H1	5,1	0,6	0,0	0,1
DF1H2	5,2	0,2	0,0	0,2
DF1H3	3,2	0,1	1,2	0,2
HS2H1	5,6	1,2	0,0	0,1
HS2H2	5,6	0,2	0,0	0,1
HS2H3	5,1	1,6	0,2	0,2
HS2H4	5,1	2,2	1,2	0,2
PR2H1	4,0	2,9	2,5	0,2
PR2H2	5,0	0,5	1,2	0,2
PR2H3	5,2	0,7	1,7	0,2
RJ1O1	4,8	0,5	2,7	0,2
RJ1O2	5,0	0,2	2,5	0,2
RJ1O3	5,0	0,2	1,5	0,2
RJ1O4	5,1	0,1	1,2	0,2
RJ1H1	5,0	2,0	0,6	0,2
RJ1H2	5,0	1,1	0,0	0,1
RJ1H3	5,8	1,0	0,0	0,1
RJ1H4	5,2	1,0	0,0	0,2
RJ2H1	5,0	0,1	0,0	0,2
RJ2H2	5,9	0,0	0,0	0,2
RJ2H3	5,6	0,0	0,0	0,2
RJ2H4	5,0	0,0	0,0	0,2
RS1H1	4,9	2,2	2,0	0,2
RS1H2	4,8	0,8	0,0	0,2
RS1H3	4,8	2,0	0,0	0,2
RS2H1	3,8	2,5	0,0	0,2
RS2H2	3,9	1,8	1,5	0,2
RS2H3	4,8	0,9	0,0	0,1
RS2H4	4,7	0,6	0,0	0,2
RS2H5	4,5	2,2	2,2	0,2
SC2H2	4,2	2,1	0,0	0,2
SC2H3	4,2	2,2	1,5	0,2
SP1H1	5,0	0,0	1,0	0,2
SP1H2	5,0	0,2	1,0	0,2

para diferenciar níveis de acidez quando comparados ao extrator KCl.

Met.	SULFATO	CLORETO	FOSFATO
EMBRAPA	CaCl ₂ 100g/L	CaCl ₂ 100g/L	CaCl ₂ 100g/L
SL1P1	0,00	0,10	0,00
SL1P2	0,00	0,10	0,00
SL2P1	7,00	1,10	0,11
SL2P2	7,00	0,20	0,00
SL2P3	0,20	0,00	0,00
SL2P4	0,00	0,20	0,00
SL3P1	1,00	0,20	0,20
SL3P2	0,00	0,00	0,00
SL3P3	1,00	1,70	11,00
DF1P1	0,00	0,10	0,00
DF1P2	7,00	0,00	1,00
DF1P3	7,00	0,00	1,00
HS2P1	1,10	0,00	1,00
HS2P2	0,00	0,10	0,00
HS2P3	1,10	0,20	1,00
HS2P4	1,10	0,10	1,00
PR2P1	0,00	0,10	1,00
PR2P2	1,00	0,10	1,00
PR2P3	1,00	0,10	0,00
RJ1D1	0,00	0,00	0,00
RJ1D2	0,00	0,00	0,00
RJ1D3	0,00	0,00	0,00
RJ1D4	0,00	0,00	0,00
RJ1P1	0,00	0,00	0,00
RJ1P2	0,10	0,00	10,00
RJ1P3	0,00	0,10	10,00
RJ1P4	0,00	0,10	1,00
RJ2P1	0,00	0,00	1,00
RJ2P2	0,00	0,00	0,00
RJ2P3	0,00	0,00	0,00
RJ2P4	0,00	0,00	1,00
RS1P1	0,00	0,00	1,00
RS1P2	0,00	0,00	1,00
RS1P3	0,00	0,00	0,00
RS2P1	0,00	0,00	1,00
RS2P2	0,00	1,00	1,00
RS2P3	1,00	0,00	0,00
RS3P1	0,10	0,00	0,00
RS3P2	0,00	0,00	0,00
SC2P1	0,00	0,00	1,00
SC2P2	1,00	0,00	0,00
SF1P1	0,00	0,00	1,00
SF1P2	0,10	0,00	0,00

de diferentes regiões de Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIESSE, J. Uso de solos orgânicos em condições tropicais e subtropicais aliado às possibilidades brasileiras. SIMPÓSIO NACIONAL DE SOLOS ORGÂNICOS, Curitiba, 1984. Anais. Curitiba: MA / Provárzeas Nacional, Embrater, Seag - Paraná e Acarpa / Emater - Paraná, 1984. p.11-34.

BLOOM, P.R.; WEAVER, R.M.; and MCBRIDE, M.B. The spectrophotometric and fluorometric determination of aluminum with 8-hydroxyquinoline and butyl acetate extraction, Soil Sci. Soc. Am.J., 42, 713, 1978.

CAMARGO, O.A.; MONIZ A.C.; JORGE, J.A. e VALADARES, J.M.A.S. Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física do Instituto Agronômico de Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 1986. 94p. (Boletim técnico, 106)

DAVEY, B.J. and CONYERS, M.K. Determining the pH of acid soils. Soil Science, Baltimore, v.146, n.3, p.141-150, 1988.

DOLMAN, J.D. and BUOL, S.W. A study of organic soils (histosols): In the tidewater region of North Carolina. North Carolina Agricultural Experimental Station. Tech. Bul. n. 181. dez/1967. 47p.

EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, RJ. 1997. 212p.

FAO. <http://www.fao.org/ag/agl/agll/wrb/wrbmaps/htm/histos.htm> Acesso em 10/09/2004.

GALVÃO F. A D. e VAHL L. C. Calibração do método SMP para solos orgânicos, Revista Brasileira de Agrociência, v.2, n.2, 121-131, Mai-Ago., 1996.

LEMOS, R.C. e Santos, R.D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Campinas: SBCS, 1996. 84p. 3a edição.

LEPSCH, I.F.; QUAGGIO, J.A.; SAKAI, E.; CAMARGO, O.A. e VALADARES, J.M.A. da S. Caracterização, classificação e manejo agrícola de solos orgânicos do vale do Rio Ribeira de Iguape, SP. Campinas: Instituto Agronômico, 1990. 58p. (Boletim técnico, 131).

LIONG, T.Y. and SIONG. K.H. A review of lowland organic soils of Sarawak. Research Branch Departament of Agriculture Sarawak. out/1979. 49p. (Technical Paper. 4).

LUCAS, R.E. 1982. Organic Soils (Histosols). Formation, distribution, physical and chemical properties and management for crop production. Michigan State University, Research Report No. 435 (Farm Science).

KÄMPF, N. e SCHNEIDER, P. Caracterização de Solos Orgânicos do Rio Grande do Sul: Propriedades morfológicas e físicas como subsídios à classificação. R. bras. Ci. Solo, 13: 227-236, 1989.

KIEHL, E.J. Aproveitamento da turfa na agricultura caracterização e influência nas propriedades do solo. São Paulo: CESP (Companhia Energética de São Paulo). In Seminário Sobre Turfas Prospecção e Usos. 1985. 219p.

MCLEAN, E.O. Aluminum. In BLACK, C.A. ed. Methods of soil analysis. Madison, Am. Soc. Agron., 1965. p.1978-98. (Agronomy, 9)

PEREIRA, M.G.; VALLADARES, G.S.; SOUZA, J.M.P.F.; PÉREZ, D.V. e ANJOS, 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.

RAIJ, B. van. e QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 1983. 31p. (Boletim técnico,81).

TIBAU, A.O. Matéria orgânica e fertilidade do solo. São Paulo: Nobel, 1984. 220p. 3ª edição.

SCHOFIELD, R.K. and TAYLOR, A.W. The measurement of soil pH. Soil Science Society of America Proceedings, Madison,