

Foto: Vinicius M Benites



## Extração e Fracionamento Quantitativo de Substâncias Húmicas do Solo: um Procedimento Simplificado de Baixo Custo

Vinicius M. Benites<sup>1</sup>  
Beáta Madari<sup>2</sup>  
Pedro Luiz O. de A. Machado<sup>2</sup>

### Introdução

A presença de substâncias húmicas (SH) no meio ambiente há muito tempo vem sendo observada (Berzelius, 1839; Kononova, 1958; Orlov, 1985; Frimmel & Christman, 1988). A definição de SH não é simples e reflete bem a complexidade do material orgânico. SH podem ser definidas como uma série de polímeros amorfos de coloração amarelo-marrom a preta, de peso molecular relativamente alto e formados por reações de sínteses secundárias, bióticas e abióticas (Stevenson, 1994). Entretanto, como exposto por MacCarthy (2001), devido ao aspecto vago desta e de outras definições de SH, é comum definir também estes materiais operacionalmente em termos de procedimentos laboratoriais usados para extraí-los de solos, sedimentos e águas. O procedimento clássico de extração do solo resulta em três frações principais: ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) e huminas. Estas frações são definidas operacionalmente em relação às suas solubilidades em meio aquoso em função do pH da solução extratora (Tombácz & Meleg, 1990). Soluções alcalinas, normalmente NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup>, extraem os ácidos húmicos e os ácidos fúlvicos do solo deixando a humina ligada à fase mineral. A acidificação

do extrato alcalino, de coloração preta, resulta na coagulação da fração dos ácidos húmicos (precipitado preto ou amarronzado), enquanto a fração dos ácidos fúlvicos permanece solúvel (solução amarela amarronzada) (Foto 1). Embora este esquema de separação pareça bastante arbitrário, consegue-se um certo grau de segregação de materiais poliméricos com diferentes propriedades químicas (McBride, 1994). Nenhuma destas frações isoladas representa compostos individuais de composição específica, mas sim uma mistura de compostos heterogêneos com comportamento químico similar. A Tabela 1 sumaria algumas das propriedades químicas mostrando que a seqüência ácidos fúlvicos - ácidos húmicos - humina representa um contínuo crescente de propriedades químicas, com certa similaridade com a lignina (um polímero aromático complexo) (McBride, 1994).

O termo "húmus" é freqüentemente usado como sinônimo de SH, mas há casos em que "húmus" inclui, por falta de definição correta da nomenclatura, SH e substâncias não-húmicas como ácidos orgânicos de baixo peso molecular (ex. ácido cítrico, ácido malônico etc), compostos produtos da decomposição da matéria orgânica (proteínas, lipídeos etc.) e

<sup>1</sup> Pesquisador, DS, Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1024 - CEP 22.460.000 - Rio de Janeiro/RJ, E-mail:vinicius@cnpas.embrapa.br.

<sup>2</sup> Pesquisador, PhD, Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1024 - CEP 22.460.000 - Rio de Janeiro/RJ, E-mail:beata@cnpas.embrapa.br,pedro@cnpas.embrapa.br.



**Foto 1.** Tubos de centrífuga com a fração ácido fúlvico (A) como sobrenadante e a fração ácido húmico (B) como precipitado.

produtos metabólicos da atividade microbiana freqüentemente associados às substâncias húmicas (Stevenson, 1994).

**Tabela 1.** Algumas propriedades químicas importantes das diferentes frações húmicas.

	Ácidos fúlvicos	Ácidos húmicos	Humina*
Peso molecular (D)	640-5.000	10.000-100.000	>100.000
C (%)	42-47	51-62	>62
O (%)	45-50	31-36	<30
N (%)	2,0-4,1	3,6-5,5	>5
Capacidade de troca catiônica (cmol <sub>c</sub> , kg <sup>-1</sup> )	~1.400	~500	<500

\* Valores da fração humina são aproximados, dada a dificuldade em se eliminar a fase mineral para a análise elemental.

Fonte: McBride, 1994; Schnitzer & Khan, 1978.

Os ácidos húmicos e fúlvicos representam a porção solúvel em meio alcalino, de maior reatividade e conseqüentemente de maior polaridade. Os ácidos fúlvicos são os compostos húmicos de maior solubilidade por apresentarem maior polaridade e menor tamanho molecular. Estes compostos são os principais responsáveis por mecanismos de transporte de cátions dentro do solo, por meio de complexos organo-metálicos, o que caracteriza o processo de queluviação (Duchaufour, 1982). Os ácidos húmicos são os compostos húmicos mais estudados e apresentam pouca solubilidade nas condições de acidez normalmente encontradas em solos. Estes compostos são responsáveis pela maior parte da CTC de origem orgânica em camadas superficiais de solos. A humina consiste em um aglomerado

de materiais húmicos e não húmicos (Rice & MacCarthy, 1990) e como tal poderia ser melhor descrita como um material que contém SH do que uma substância húmica propriamente dita. Apesar de apresentar baixa reatividade, são responsáveis por mecanismos de agregação de partículas e na maioria dos solos tropicais representa a maior parte do carbono humificado do solo.

O estudo de substâncias húmicas no solo desenvolveu-se bastante nas últimas três décadas, graças ao desenvolvimento de novas metodologias e equipamentos (Hatcher *et al.*, 2001). Através de reuniões bianuais, o Encontro Brasileiro de Substâncias Húmicas vem oferecendo grande contribuição na oferta e organização da informação sobre as SH no solo e nas águas, sua estrutura e transformação no meio ambiente. Contudo, um dos fatores que tem dificultado maior estudo de substâncias húmicas em solos tropicais é a falta de organização e apresentação detalhada de metodologias para a extração, fracionamento e, especialmente a quantificação das frações húmicas. A Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas (IHSS) recomenda um método para a extração das substâncias húmicas de material de solo e posterior fracionamento em ácidos húmicos, fúlvicos e humina, baseado na solubilidade diferencial destas frações em meio alcalino e ácido (Swift, 1996; Machado, 1999). Contudo, este método é laborioso e deve ser empregado quando se pretende extrair substâncias húmicas com alto grau de pureza para fins de caracterização.

A sugestão que aqui se apresenta é o resultado de uma adaptação desta metodologia de extração e fracionamento, visando a quantificação das frações húmicas por meio de procedimento simplificado e de fácil execução. O procedimento foi testado em várias classes de solos do Brasil e os resultados são considerados satisfatórios para o emprego como análise de rotina (Benites *et al.*, 2000). As informações geradas pela adoção desta metodologia podem ser úteis em trabalhos de classificação de solos, como indicadores do efeito do manejo ou para estudos de dinâmica de carbono no solo (Swift, 2001), fornecendo uma informação complementar ao teor de carbono orgânico total do solo.

## Materiais e Equipamentos Necessários

### Para o fracionamento

- Centrífuga refrigerada de alta rotação com rotor para tubos de 50 mL e FCR superior a 5.000 g;
- Sistema de filtragem a vácuo com suporte para filtros 47mm de diâmetro ou maior;
- Bomba de vácuo;

- Filtros de membrana em éster de celulose, 0,45  $\mu\text{m}$  de poro e 47 mm de diâmetro, lisa (ex. Millipore HAWPO4700);
- Balões volumétricos de 50 mL;
- Balança com precisão de 0,0001 g;
- Potenciômetro;
- Tubos de centrifuga de 50 mL com tampa;
- Solução de Hidróxido de Sódio ( $\text{NaOH}$  0,1 mol  $\text{L}^{-1}$ ); e
- Solução de Ácido Sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  20% (v/v)).

### Para a determinação do teor de carbono nas frações

- Bloco digestor com, no mínimo, 40 posições;
- Bureta automática (ou titulador);
- Pipetas de 1 e 5 mL (ou pipeta automática regulável de 1-5 mL);
- Dispensador de 5 mL;
- Frascos Erlenmeyer de 125 mL;
- Tubos de digestão com "dedos" para refluxo (ou bolinhas de gude);
- Solução de Dicromato de Potássio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) 0,167 mol  $\text{L}^{-1}$ : Dissolver 49,04 g de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (pré-seco em estufa a 105°C e conservado em dessecador) em água e diluir a solução para o volume de 1.000 mL;
- Solução de Dicromato de Potássio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) 0,042 mol  $\text{L}^{-1}$ : Dissolver 12,26 g de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (pré-seco em estufa a 105°C e conservado em dessecador) em água e diluir a solução para o volume de 1.000 mL;
- Indicador de Ferroin 0,025 M: Dissolver 1,465 g de orto-fenantrolina monohidrata e 0,985 g de sulfato ferroso amoniacal ( $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) em água. Completar o volume para 100 mL;
- Ácido sulfúrico p.a. ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  cc., no mínimo 96%);
- Solução de sulfato ferroso amoniacal ( $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) 0,250 mol  $\text{L}^{-1}$ : Dissolver 98,04 g de SFA em 500 mL de água previamente misturada a 15 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , resfriar a solução e diluir ao volume de 1.000 mL.
- Solução de sulfato ferroso amoniacal ( $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) 0,0125 mol  $\text{L}^{-1}$ : Dissolver 4,902 g de SFA em 500 mL de água previamente misturada a 15 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , resfriar a solução e diluir ao volume de 1.000 mL<sup>3</sup>.

## Procedimento

### Extração e Fracionamento

- Pesar uma amostra de solo (TFSA) que contenha aproximadamente 30 mg de carbono orgânico total;
- Transferir para tubo de centrifuga de 50 mL com tampa e adicionar 20 mL de  $\text{NaOH}$  0,1 mol  $\text{L}^{-1}$ ;
- Agitar manualmente e deixar em repouso por 24 h (Foto 2);
- Centrifugar a 5.000 g por 30 min (Foto 3);



Foto 2. Tubos de centrifuga de 50 mL com solo e solução  $\text{NaOH}$  0,1 mol  $\text{L}^{-1}$ , em repouso após agitação manual.

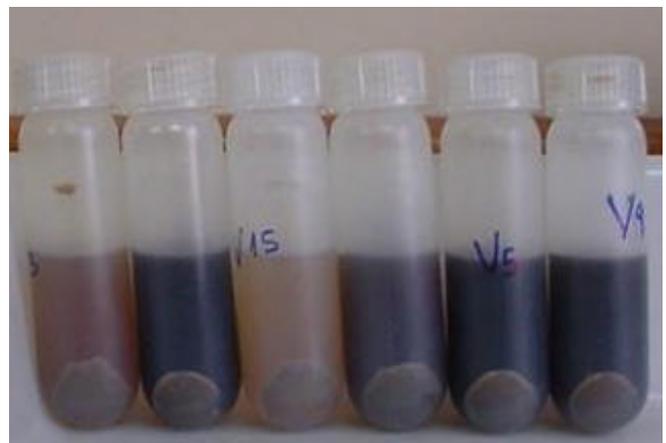
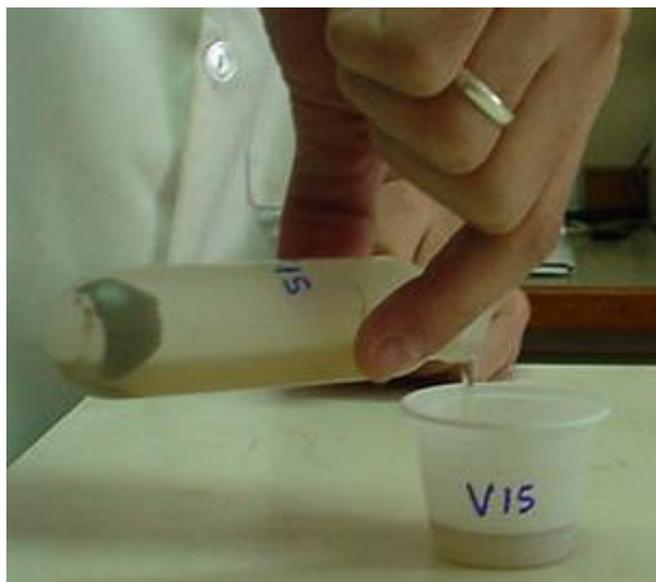


Foto 3. Tubos de centrifuga com destaque do precipitado (solo + humina) após centrifugação a 5.000 g.

- Recolher cuidadosamente o sobrenadante em copo de plástico descartável de 50 mL e reservar<sup>4</sup> (Foto 4);
- Adicionar mais 20 mL de  $\text{NaOH}$  0,1 mol  $\text{L}^{-1}$  a cada amostra e agitar manualmente até o desprendimento e ressuspensão do precipitado;
- Deixar em repouso por 1 h;

3 Este reagente deve ser mantido sob refrigeração e protegido do sol. A normalidade desta solução deve ser corrigida a cada análise usando o branco sem aquecimento, como descrito a seguir.

4 O sobrenadante deve ser recolhido imediatamente após a centrifugação, evitando, assim, a ressuspensão do precipitado. A transferência do sobrenadante deve ser feita com cuidado evitando o desprendimento de material do fundo do tubo de centrifuga.



**Foto 4.** Transferência quantitativa do extrato alcalino do tubo de centrífuga para os copos plásticos.

- Centrifugar novamente a 5.000 g por 30 min;
- Recolher o sobrenadante junto ao previamente reservado (extrato alcalino - pH 13,0);
- Reservar o precipitado.
- Ajustar o pH do extrato alcalino<sup>5</sup> para pH 1,0 ( $\pm 0,1$ ), pela adição de gotas de solução de  $H_2SO_4$  20%, dentro do copo plástico de 50 mL (Foto 5);
- Decantar por 18 h;
- Filtrar o precipitado em filtro de membrana de 0,45  $\mu m$  sob vácuo (Foto 6);
- Recolher o filtrado e aferir o volume para 50 mL usando  $H_2O$  destilada (fração ácidos fúlvicos); e
- Adicionar NaOH 0,1 mol  $L^{-1}$  sobre o precipitado até a lavagem completa do filtro<sup>6</sup> e aferir seu volume para 50 mL usando  $H_2O$  destilada (fração ácidos húmicos) (Foto 7).



**Foto 5.** Acidificação do extrato alcalino a pH 1,0 pela adição de solução  $H_2SO_4$  20%.



**Foto 6.** Filtragem a vácuo do extrato acidificado para separação das frações ácido húmico e fúlvico.

## Determinação do teor de carbono orgânico total nas frações

### Humina

- Transferir quantitativamente (sem perdas de material) o precipitado dos tubos de centrífuga de 50 mL para tubos de digestão, utilizando o mínimo de líquido possível <sup>7</sup> ( $\pm 10$  ml);
- Secar em estufa aquecida a 65°C (até a secagem completa);
- Adicionar 5 mL de  $K_2Cr_2O_7$  0,1667 mol  $L^{-1}$  e 10 mL de  $H_2SO_4$  concentrado a cada amostra e em quatro tubos vazios (brancos);
- Levar os tubos com as amostras e dois dos quatro brancos ao bloco digestor pré-aquecido a 150°C e deixar por 30 minutos, sob exaustão;
- Transferir quantitativamente o conteúdo dos tubos de digestão para frascos Erlenmeyer de 125 mL (amostras + dois brancos aquecidos + dois brancos sem aquecimento);
- Adicionar 3 gotas de indicador FERROIN;
- Titular com sulfato ferroso amoniacal 0,25 mol  $L^{-1}$  sob agitação;

<sup>5</sup> A acidificação do extrato alcalino deve ser feita o mais rapidamente possível evitando a oxidação dos ácidos húmicos e fúlvicos, que normalmente ocorre em meio alcalino.

<sup>6</sup> Este procedimento pode ser feito com a bomba de vácuo ligada, o que facilita a operação. O filtro pode ser reutilizado em até 10 amostras dependendo do teor de argila no solo.

<sup>7</sup> Usar um volume mínimo de água na transferência para evitar que a secagem demore muito tempo. Este trabalho exige um pouco de prática, especialmente em solos muito argilosos. Aconselha-se a utilização de um arame de aço para soltar o material do fundo, com cuidado para não arranhar o tubo.

**Cálculo:**  $X = (V_{\text{baq}} - V_{\text{am}}) N_{\text{SFAcorr}} \times 12/4 \times 1/\text{peso da amostra (g)}$

sendo:

X - mg C na forma de humina ( mg de  $C_{\text{humina}} \text{ g}^{-1}$  solo)

$V_{\text{baq}}$  - Volume (mL) de Sulfato Ferroso Amoniacal (SFA) consumido na titulação do branco aquecido

$V_{\text{am}}$  - Volume (mL) de SFA consumido na titulação da amostra

$N_{\text{SFAcorr}}$  - Normalidade do SFA corrigida pela equação:

$N_{\text{SFAcorr}} = \frac{\text{Volume de dicromato} \times \text{Normalidade do dicromato}}{\text{Volume de SFA consumido na titulação do branco sem aquecimento}}$

- Levar os tubos com as amostras e dois dos quatro brancos ao bloco digestor pré-aquecido a 150°C e deixar por 30min, dentro de capela

- Transferir quantitativamente o conteúdo dos tubos de digestão para frascos Erlenmeyer de 125 mL (amostras + dois brancos aquecidos + dois brancos sem aquecimento)

- Adicionar 3 gotas de indicador FERROIN

- Titular com sulfato ferroso amoniacal 0,0125 mol L<sup>-1</sup> sob agitação.

**Cálculo:**  $X = (V_{\text{baq}} - V_{\text{am}}) N_{\text{SFAcorr}} \times 12/4 \times 50/\text{alíquota (mL)} \times 1/\text{peso da amostra (g)}$

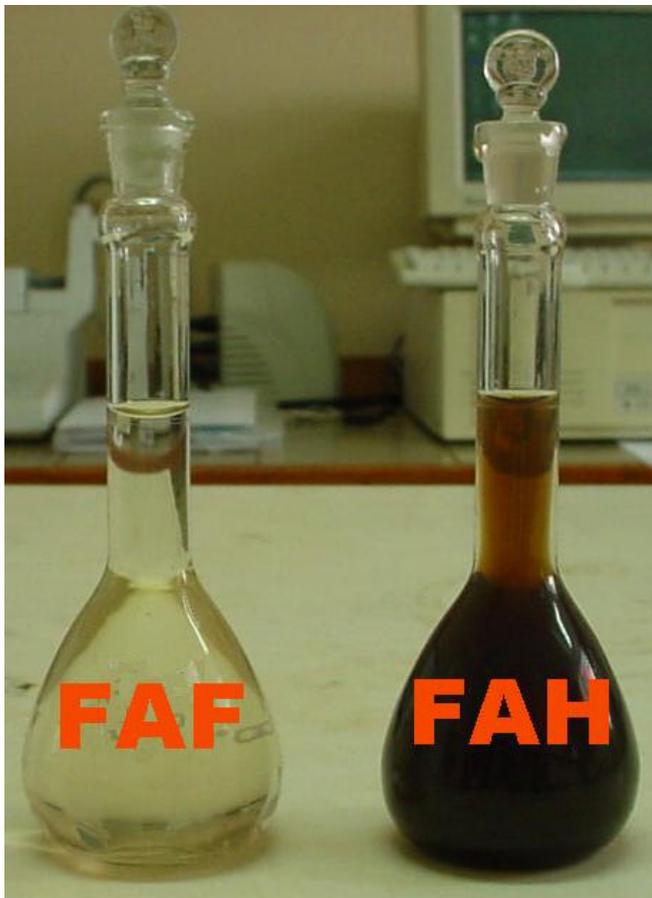
X - mg C na forma de ácido húmico (ou fúlvico) por grama de solo

$V_{\text{baq}}$  - Volume (mL) de SFA consumido na titulação do branco aquecido

$V_{\text{am}}$  - Volume (mL) de SFA consumido na titulação da amostra

$N_{\text{SFAcorr}}$  - Normalidade do SFA corrigida pela equação:

$N_{\text{SFAcorr}} = \frac{\text{Volume de dicromato} \times \text{Normalidade do dicromato}}{\text{Volume de SFA consumido na titulação do branco sem aquecimento}}$



**Foto 7.** Balões volumétricos de 50 mL com as frações ácido fúlvico (FAF) e ácido húmico (FAH).

## Ácidos húmicos e fúlvicos (Foto 8)

- Transferir uma alíquota de 5mL da solução de ácido húmico ou fúlvico para tubos de digestão<sup>8</sup>, utilizando uma pipeta automática (a alíquota pode ser diluída em água nas amostras mais concentradas sem se esquecer de considerar nos cálculos)

- Adicionar 1mL de  $K_2Cr_2O_7$  0,042 mol L<sup>-1</sup> e 5mL de  $H_2SO_4$  concentrado a cada amostra e em quatro tubos contendo 5mL de  $H_2O$  destilada (brancos)



**Foto 8** Copos plásticos com as frações ácido húmico (à esquerda) e as frações ácido fúlvico correspondentes (à direita).

<sup>8</sup> No caso de amostras muito concentradas (pode ser estimado pela coloração do extrato) utilizar alíquotas menores (ex. 2mL) completando-se o volume para 5mL com água destilada.

## Comentários Gerais

Neste método, ao contrário do que se faz no procedimento usado para extração de substâncias húmicas para fins analíticos, não são eliminados os compostos orgânicos de baixo peso molecular (COBPM) e nem a matéria orgânica leve (MOL). Desta forma, estas formas orgânicas estarão contidas em um das três frações húmicas determinadas e isto pode limitar o método para solos onde não haja quantidade muito grande de uma destas formas (ex. Organossolos são ricos em MOL). A MOL normalmente é considerada como humina, em virtude de sua insolubilidade em solvente alcalino. Os COBPM são co-extraídos com os ácidos fúlvicos e, por isso, a utilização do termo fração ácidos fúlvicos é utilizada para mostrar que o carbono determinado nesta fração não é exclusivamente formado por substâncias húmicas (Malcolm, 1990). Da mesma forma, como não é feita a purificação dos ácidos húmicos, esta fração é denominada fração ácidos húmicos, por conter compostos não humificados co-extraídos.

O método tem sido aplicado a uma série de amostras de diferentes classes de solos (Benites *et al.*, 2000). Os resultados demonstram que a técnica é razoavelmente replicável, sendo encontrados coeficientes de variação médio de 15%. Cuidados especiais devem ser tomados na determinação do carbono nas frações (ex. homogeneidade no aquecimento dos tubos de digestão) evitando maiores coeficientes de variação. O somatório das frações apresenta variações entre 90 e 105% do teor de carbono orgânico total. Normalmente, em trabalhos de pesquisa científica, são efetuadas três repetições de extração e apenas uma única determinação de carbono em cada fração por repetição é suficiente. A metodologia aqui descrita permite a análise de 36 amostras por semana com um único operador.

A partir dos resultados obtidos (teores de carbono na forma de fração ácidos fúlvicos, fração ácidos húmicos e humina) podem ser derivadas algumas variáveis como teores percentuais em relação ao carbono orgânico total e as relações entre frações:

Relação AH/AF - é a relação entre os teores de carbono na forma de ácidos húmicos e ácidos fúlvicos que indica a mobilidade do carbono no solo. Em geral os solos mais arenosos apresentam maiores relações AH/AF indicando a perda seletiva da fração mais solúvel (FAF).

Relação EA/HUM - é a relação entre o extrato alcalino (ácidos fúlvicos mais ácido húmicos) e a humina. Este índice indica iluviação de matéria orgânica e nos horizontes espódicos são encontrados as maiores relações EA/HUM (Benites *et al.*, 2001) enquanto em horizontes superficiais as relações EA/HUM são em geral menores que 1.

## Referências Bibliográficas

- BENITES, V. M.; KER, J. C.; MENDONÇA, E. S. Fracionamento quantitativo de substâncias húmicas como auxiliar na identificação de diferentes solos da região Sul do Brasil In: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETACÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA, 6. , 2000. **Guia de excursão de estudos de solos nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.** Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p.184-192
- BENITES, V. M.; SCHAEFER, C. E. R. G.; MENDONÇA, E. S.; MARTIN NETO, L. Caracterização da matéria orgânica e micromorfologia de solos sob Campos de Altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, p. 661-674, 2001.
- BERZELIUS, J. J. **Lehrbuch der Chemie.** Leipzig: Wöhler, 1839. 279p.
- DUCHAUFOR, P. **Pedology: pedogenesis and classification.** London: George Allen & Unwin, 1982. 187 p.
- FRIMMEL, F. H.; CHRISTMAN, R. F. **Humic substances and their role in the environment.** Chichester: John Wiley & Sons, 1988. 271 p.
- HATCHER, P. G.; DRIA, K. J.; KIM, S.; FRAZIER, S. W. Modern analytical studies of humic substances. **Soil Science**, Baltimore, v. 166, p. 770-794, 2001.
- KONONOVA, M. M. **Die Humusstoffe des Bodens: Ergebnisse und Probleme de Humusforschung.** Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1958. 341 p.
- MacCARTHY, P. The principles of humic substances. **Soil Science**, Baltimore, v. 166, p. 738-751, 2001.
- MACHADO, P. L. O. A. **Método para a extração de substâncias húmicas do solo – ácido húmico e ácido fúlvico.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 4 p. (Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 1)
- MALCOLM, R. L. The uniqueness of humic substances in each of soil, stream and marine environments. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 232, p. 19-30, 1990.
- MCBRIDE, M. B. **Environmental chemistry of soils.** New York: Oxford University Press, 1994. 406 p.
- ORLOV, D.S. **Humus acids of soils.** New Delhi: Oxonian Press Pvt. Ltd., 1985. 378p.

SCHNITZER, M.; KHAN, S. U. **Soil organic matter**. Amsterdam: Elsevier, 1978. 319p. (Developments in soil science, 8)

RICE, J. A.; MacCARTHY, P. A model of humin. **Environmental Science and Biotechnology**, New Orleans, v. 24, p. 1875-1877, 1990.

STEVENSON, F.J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions**. New York: John Wiley. 1994. 496 p.

SWIFT, R. S. Organic matter characterization. In: SPARKS, D. L.; PAGE, A. L.; HELMKE, P. A.; LOEPPERT, R. H.; SOLTANPOUR, P. N.; TABATABAI, M. A.; JOHNSTON, C. T.; SUMNER, M. E. (Ed.) **Methods of soil analysis**. Madison: Soil Science Society of America/ American Society of Agronomy, 1996. p.1011-1020.,Pt. 3. (Soil Science Society of America Book Series, 5).

SWIFT, R. S. Sequestration of carbon by soils. **Soil Science**, Baltimore, v. 166, p. 858-871. 2001.

TOMBÁCZ, E.; MELEG, E. A theoretical explanation of the aggregation of humic substances as a function of pH and electrolyte concentration. **Organic Geochemistry**, Kidlington, v. 15, p. 375-381, 1990.

## Comunicado Técnico, 16

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser obtidos na  
**Embrapa Solos**  
Endereço: Rua Jardim Botânico, 1.024 Jardim  
Botânico. Rio de Janeiro, RJ. CEP: 22460-000  
Fone: (21) 2274.4999  
Fax: (21) 2274.5291  
E-mail: [sac@cnps.embrapa.br](mailto:sac@cnps.embrapa.br)  
<http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/conhecimentos.html>  
1ª edição  
1ª impressão (2003): 300 exemplares

**Expediente** Supervisor editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*  
Revisão de texto: *André Luiz da Silva Lopes*  
Tratamento das ilustrações: *Jacqueline S. R. Mattos*  
Editoração eletrônica: *Jacqueline S. Rezende Mattos*