

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Solos  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# **Manual de Métodos de Análise de Solo**

**3ª edição revista e ampliada**

*Paulo César Teixeira  
Guilherme Kangussu Donagemma  
Ademir Fontana  
Wenceslau Geraldes Teixeira*  
**Editores Técnicos**

**Embrapa**  
Brasília, DF  
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

### **Embrapa Solos**

Endereço: Rua Jardim Botânico, 1024. Jardim Botânico

CEP: 22460-000 - Rio de Janeiro, RJ

Fone: + 55 (21) 2179-4500

Fax: + 55 (21) 2179-5291

<https://www.embrapa.br>

<https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/>

### **Unidade responsável pelo conteúdo e edição**

Embrapa Solos

### **Comitê de Publicações da Embrapa Solos**

Presidente: *José Carlos Polidoro*

Secretária-Executiva: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Membros: *Ademar Barros da Silva, Adriana Vieira de C. de Moraes, Alba Leonor da Silva Martins, Enyomara Lourenço Silva, Evaldo de Paiva Lima, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Luciana Sampaio de Araujo, Maria Regina Laforet, Maurício Rizzato Coelho, Moema de Almeida Batista, Wenceslau Geraldes Teixeira*

Supervisão editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Normalização bibliográfica: *Luciana Sampaio de Araujo*

Editoração eletrônica: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Capa: *Eduardo Guedes de Godoy*

Revisão de texto: *André Luiz da Silva Lopes e  
Marcos Antônio Nakayama*

### **3ª edição**

Publicação digitalizada (2017)

### **Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Solos

---

Manual de métodos de análise de solo / Paulo César Teixeira ... [et al.], editores técnicos. – 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2017.

574 p. : il. color.

ISBN 978-85-7035-771-7

1. Análise do solo. 2. Física do solo. 3. Química do solo. 4. Matéria orgânica. 5. Mineralogia. I. Teixeira, Paulo César. II. Donagemma, Guilherme Kangussu. III. Fontana, Ademir. IV. Teixeira, Wenceslau Geraldes. V. Embrapa Solos.

CDD 631.40202

# — Capítulo 8 —

## SOLOS COM ALTOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA

Ademir Fontana

Paula Fernanda Soares

Lúcia Helena Cunha dos Anjos

Gustavo Souza Valladares

### 8.1 Introdução

A caracterização diferenciada de solos com altos teores de matéria orgânica destaca atributos que podem indicar diferenças em relação aos solos denominados minerais. Como principais aplicações, as análises desse grupo contribuem para a caracterização dos horizontes diagnósticos superficiais hísticos (O e H) e são importantes para a definição da ordem dos Organossolos do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (Santos et al., 2013) e analisar camadas com material orgânico de composição e estágio de decomposição variado como liteira e/ou serapilheira.

Dentre as metodologias utilizadas nas avaliações dos solos com altos teores de matéria orgânica, destacam-se aquelas que avaliam a interação entre o elevado teor de matéria orgânica e outros atributos do solo como, por exemplo, a quantificação de matéria orgânica por gravimetria (método de combustão em mufla), além da determinação do teor de carbono orgânico por métodos como Walkley e Black modificado ou analisador elementar.

Devido à grande heterogeneidade desses solos e dos materiais orgânicos, recomenda-se maior número de repetições de campo e de laboratório nas análises, ou, ao menos, cuidadosa interpretação dos resultados. Outras informações sobre procedimentos e análises podem ser encontradas em detalhe nos trabalhos de Conceição (1999), Valladares (2003), Pereira et al. (2006), Cipriano-Silva (2012) e Soares (2015).

Entre os procedimentos para caracterização dos Organossolos, destaca-se a adaptação de metodologias inicialmente desenvolvidas por Lyn et al. (1974), descrita no Anexo B (Métodos de análises de solos adotados pela Embrapa Solos) do SiBCS (Santos et al., 2013).

## **8.2 Material e Equipamentos**

- Carta de cores de Munsell.
- Papel cromatográfico.
- Béquer de 100 mL, 50 mL e 25 mL.
- Placa de Petri.
- Bastão de vidro.
- Seringa descartável.
- Peneira de 100 mesh.
- Papel absorvente.
- Mufla com temperatura mínima de 600 °C.
- Balança com precisão de 0,001 g.

## **8.3 Reagentes e Soluções**

- Pirofosfato de sódio p.a.

## 8.4 Escala de decomposição de von Post

Os resíduos vegetais depositados e/ou adicionados ao solo passam por processos de alteração que incluem a decomposição e a humificação em diferentes graus. Para sua determinação são utilizadas informações qualitativas sobre o comportamento do material durante o seu manuseio. Dentre essas características, observa-se a cor do líquido extraído, a quantidade de material que sai entre os dedos quando a mão é fechada, a natureza das fibras vegetais e a proporção do resíduo da amostra original pelos graus de decomposição do material orgânico segundo von Post. Como forma complementar, pode-se inferir juntamente com a avaliação do índice de pirofosfato e da concentração de fibras.

A escala de von Post (Staneek; Silc, 1977) é utilizada para identificar o estágio de decomposição que os resíduos vegetais se encontram no solo. Essa escala é composta por 10 estágios de decomposição da matéria orgânica, que são agrupados nas classes: fíbrico, hêmico e sáprico do SiBCS.

### 8.4.1 Procedimento

- Separar amostras de solo em campo ou em laboratório, tendo em mente que, para o último caso, deve-se manter a umidade. Quando a amostra estiver seca, umedecer para atingir o estado que permita o amassamento.
- Separar uma amostra de solo na palma da mão, adicionar água lentamente e amassar a amostra até homogeneizá-la.
- Avaliar as amostras segundo os seguintes graus:
- **Não decomposta** – estrutura vegetal original quase inalterada; a amostra espremida na mão libera somente água clara.
- **Ligeiramente decomposta** – estrutura vegetal original facilmente identificável; a amostra espremida na mão libera

água de cor clara (bruno-amarelada).

- **Muito fracamente decomposta** – estrutura vegetal original identificável; a amostra espremida na mão libera água de cor turva e nenhum material de solo orgânico passa entre os dedos, o resíduo que fica na palma da mão não é lamacento.
- **Fracamente decomposta** – estrutura vegetal original dificilmente identificável; a amostra espremida na mão libera água turva e nenhum material de solo orgânico passa entre os dedos, o resíduo restante é muito pouco lamacento.
- **Moderadamente decomposta** – estrutura vegetal original pouco visível, reconhecível, mas não identificável; a amostra espremida libera água turva de cor brunada, e algum material de solo orgânico passa entre os dedos, o resíduo restante é pouco lamacento.
- **Bem decomposta** – estrutura vegetal original é não reconhecível, porém fica mais evidente no resíduo deixado na mão do que no material de solo orgânico não espremido; cerca de 1/3 do material de solo orgânico passa entre os dedos, e o resíduo restante é muito lamacento.
- **Fortemente decomposta** – estrutura vegetal original quase indistinta; cerca da metade do material de solo orgânico passa entre os dedos.
- **Muito fortemente decomposta (ou extremamente decomposta)** – estrutura vegetal original indistinta; cerca de 2/3 do material de solo orgânico passa entre os dedos, e o resíduo, quase completamente resistente à decomposição, consiste de filamentos de raízes e material lenhoso.
- **Quase completamente decomposta** – estrutura vegetal original quase irreconhecível; quase todo o material de solo orgânico passa entre os dedos, como uma massa lamacenta homogeneizada (esponjosa).

- **Completamente decomposta** – estrutura vegetal original irreconhecível; todo o material de solo orgânico passa entre os dedos.

#### **8.4.2 Determinação das classes de decomposição do material orgânico**

- Material orgânico FÍBRICO (grau de 1 a 4).
- Material orgânico HÊMICO (grau 5 e 6).
- Material orgânico SÁPRICO (grau de 7 a 10).

### **8.5 Índice de Pirofosfato**

A matéria orgânica confere ao solo uma coloração particular e normalmente varia de preta, podendo ser também cinzenta muito escura até brunada. O índice de pirofosfato de sódio é relacionado ao grau de humificação da matéria orgânica do solo e contribui para a identificação do material de solo como fíbrico, hêmico ou sáprico. Para materiais orgânicos de maior grau de humificação (sáprico), o menor índice de pirofosfato é observado, sendo de maneira geral menor ou igual a 3, enquanto, para fíbrico, maior ou igual a 5,0.

Para isso, avalia-se a coloração de líquido extraído da amostra de solo, comparando com os números de valor e croma na carta de cores de Munsell. O valor na carta de cores faz referência à participação do branco/preto.

#### **8.5.1 Procedimento**

- Separar uma amostra de solo conforme coletado em campo e avolumar para 2,5 cm<sup>3</sup> em seringa plástica cortada na parte superior (Figura 1).

- Dispor em copo plástico ou béquer de cerca de 50 mL e adicionar 1 g de pirofosfato de sódio e 4 mL de água destilada.
- Homogeneizar com auxílio de um bastão de vidro e deixar em repouso por uma noite.
- Resolubilizar com bastão e inserir papel cromatográfico, deixando por 30 segundos para absorção da solução.
- Retirar o excesso de solução do papel cromatográfico e deixar em repouso por 10 minutos.
- Fazer a leitura do papel cromatográfico embebido da solução na carta de cores de Munsell, página de matiz 10YR, e obter o valor e croma.
- Calcular o índice de pirofosfato (IP) = valor – croma.



**Figura 1.** Seringa com a parte de cima removida para medir volume do material orgânico. Foto: Paula Fernanda Soares.

## 8.6 Determinação das Fibras

Na análise são avaliados os conteúdos de fibras não esfregadas (volume total de fibras contido na amostra de solo) e de fibras esfregadas (volume de fibras que permanecem após ação mecânica sobre a amostra). A diferença entre os dois valores é utilizada como indicador do volume de fibras que estão em estágio avançado de decomposição e, dessa forma, são facilmente alteradas. Para fins de composição, as fibras compreendem os restos de raízes e fragmentos vegetais diversos.



Por meio desta análise, é avaliado o grau de humificação do material orgânico, que, além da finalidade taxonômica, serve como indicativo de vulnerabilidade diante do processo de subsidência, que conduz à degradação desses solos.

Recomenda-se neste método, como no anterior, repetições de laboratório, pois os procedimentos envolvem aspectos de preparo da amostra que podem variar entre os avaliadores.

### **8.6.1 Procedimento**

- Separar uma amostra de solo conforme coletado em campo na quantidade de  $100 \text{ cm}^3$  e transferir para um recipiente (placa de Petri ou béquer).
- Avaliar a umidade da amostra e adicionar água até que se perceba que toda a amostra esteja molhada, deixando-a em repouso por 24 a 48 horas.
- Retirar o máximo da amostra do recipiente e colocar sobre papel absorvente (papel toalha) para remover excesso de umidade.
- Enrolar o papel e a amostra, e pressionar lentamente para assegurar o contato firme entre o papel e a amostra.
- Desenrolar o papel e cortar o material em seções de aproximadamente 1,0 cm.
- Colocar os pedaços da amostra preparada em uma seringa cortada e ajustada para um volume de  $2,5 \text{ cm}^3$ . No “empacotamento”, a amostra é comprimida o suficiente para forçar a saída do ar aprisionado, porém evitando a saída da água.

### **8.6.2 Determinação das fibras não esfregadas**

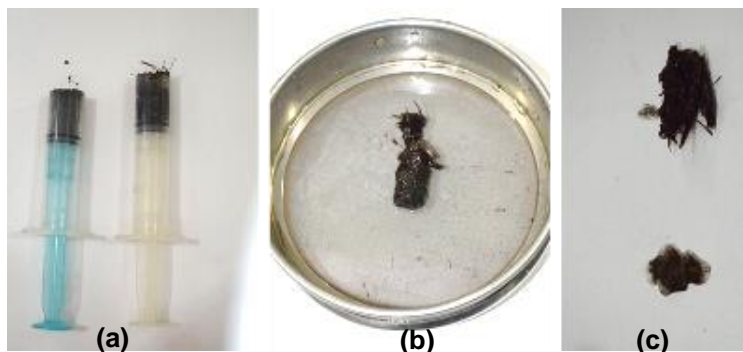
- Transferir o material empacotado com volume de  $2,5 \text{ cm}^3$  para uma peneira de 100 mesh e lavar sob jatos de água, para remoção de material mineral, até que o efluente

apareça claro. A amostra deve ser manuseada com cuidado evitando a fragmentação das fibras.

- Remover o excesso de umidade na amostra, pressionando-a levemente contra a peneira, e enxugá-la com papel absorvente.
- Reempacotar o resíduo obtido ainda úmido na meia seringa.
- Ler o volume do resíduo na escala da seringa e calcular o valor referente à percentagem por volume de fibra não esfregada (FNE).

### 8.6.3 Determinação das fibras esfregadas

- Colocar o resíduo obtido na análise de FNE na peneira de 100 mesh.
- Esfregar o polegar e o indicador sob jatos de água da torneira até que o efluente fique claro.
- Reempacotar o resíduo na meia seringa (Figura 2), da mesma forma que para a análise da FNE, também observando a manutenção da umidade original.
- Ler o volume do resíduo na escala da meia seringa e registrar como porcentagem por volume de fibra esfregada.



**Figura 2.** Algumas etapas da determinação do conteúdo de fibras: medição do volume inicial (a), tamizamento para retirada do solo (b), diferença de volume entre amostras (c). Fotos: Paula Fernanda Soares.

## **8.7 Material mineral e densidade da matéria orgânica**

Ambos os atributos são utilizados como indicadores de grau de transformação da matéria orgânica e da ação dos processos de mineralização e subsidência dos solos orgânicos. Contudo, para essa avaliação, devem-se fazer observações quanto ao tipo ou a natureza do material orgânico, sendo possível que uma vegetação mais lenhosa, como árvores, possa ter uma densidade maior em relação a uma menos lenhosa, nesse caso herbáceas ou graminoides.

### **8.7.1 Material mineral**

#### **8.7.1.1 Procedimentos**

- Colocar a amostra do solo conforme coletado em campo em um recipiente apropriado para altas temperaturas (p. ex.: cacinhos de porcelana), de massa conhecida, e levar a estufa ajustada para 105 °C, deixando por 24 horas.
- Retirar da estufa, deixar em dessecador para esfriar e pesar o material para obter a massa do solo seco.
- Colocar a amostra seca em forno mufla e ajustar para a temperatura de 600 °C para combustão, e deixar por 6 h (pode ser feito em forno mufla a 400 °C por 24 horas).
- Retirar o recipiente da mufla e deixar esfriar em dessecador. Depois de frio, pesar o material para obter a massa do resíduo.

#### **8.7.1.2 Cálculo**

$$\text{MM} = \frac{M_r}{M_s} \cdot 100$$

Em que:

MM – material mineral, em %.

M<sub>r</sub> – massa do resíduo, em g.

M<sub>s</sub> – massa do solo seco, em g.

### 8.7.2 Densidade da matéria orgânica

Para essa estimativa, parte-se do pressuposto de que o material mineral e o material orgânico possuem densidades diferentes. Assim, a densidade do material mineral é descontada do valor da densidade do solo.

$$\text{DMO} = \text{D}_s - \left( \text{D}_s \cdot \frac{\text{MM}}{100} \right)$$

Em que:

DMO – densidade da matéria orgânica, em kg dm<sup>-3</sup>.

D<sub>s</sub> – densidade do solo, em kg dm<sup>-3</sup> (item 7.3 da Parte I – Análises físicas).

MM – material mineral, em % (item 8.7.1.2).

### 8.8 Resíduo mínimo

O resíduo mínimo representa uma estimativa da proporção entre a espessura residual e a original do solo (Lynn et al., 1974). É admitido que, com a perda (mineralização) integral do material orgânico, o resíduo mínimo representa a constituição mineral do material original.

$$\text{RM} = \left( \frac{\text{D}_{si} - \text{DMO}}{\text{D}_{sr}} \right)$$

Em que:

RM – resíduo mínimo, em  $\text{cm cm}^{-1}$ .

$D_{\text{si}}$  – densidade do solo inicial ou no estado original, em  $\text{kg dm}^{-3}$ .

$D_{\text{sr}}$  – densidade do solo residual (varia em geral de 1,2 a 1,7  $\text{kg dm}^{-3}$ ). Obs.: Lynn et al. (1974) propõem o número 1,5 como um valor médio para a densidade do solo residual, após subsidência.

## 8.9 Matéria orgânica do solo

Proceder conforme descrito no item 5.4.

### 8.9.1 Observação

Para Organossolos brasileiros, Valladares (2003) sugere um fator de 1,86 para conversão do teor de carbono orgânico, pelo método de oxidação por dicromato em meio ácido (Walkley e Black modificado), para teor de matéria orgânica do solo, pelo método da mufla.

## 8.10 Referências

CIPRIANO-SILVA, R. **Gênese e classificação de solos em ambientes de planícies da região Nordeste do Brasil**. 2012. 162 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

CONCEIÇÃO, M. da; MANZATTO, C. V.; ARAÚJO, W. S. de; MARTIN NETO, L.; SAAB, S. da C.; CUNHA, T. J. F.; FREIXO, A. **Estudo comparativo de métodos de determinação do teor de matéria orgânica em solos orgânicos do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 5 p. (Embrapa Solos. Pesquisa em andamento, 3).

LYNN, W. C.; MCKINZIE, W. E.; GROSSMAN, R. B. Field laboratory tests for characterization of Histosols. In: STELLY, M. (Ed.). **Histosols: their characteristics, classification, and use**. Madison: Soil Science Society of America, 1974. p. 11-20. (SSSA Special publication series, 6).

PEREIRA, M. G.; VALLADARES, G. S.; ANJOS, L. H. C. dos; BENITES, V. de M.; ESPÍNDULA JUNIOR, A.; EBELING, A. G. Organic carbon determination in histosols and soil horizons with high organic matter content from Brazil. **Scientia Agricola**, v. 63, n. 2, p. 187-193, mar./abr. 2006.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SOARES, P. F. C. **Organossolos: gênese, caracterização pedológica e estrutural com utilização de técnicas isotópicas e de tomografia computada**. 2015. 160 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

STANEK, W.; SILC, T. Comparisons of four methods for determination of degree of peat humification (decomposition) with emphasis on the von Post method. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 57, p. 109-117, 1977.

VALLADARES, G. S. **Caracterização de Organossolos, auxílio à sua classificação**. 2003. 129 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

## 8.11 Literatura recomendada

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).