



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Solos**

Ministério da Agricultura e do Abastecimento  
Rua Jardim Botânico, 1.024 CEP 22460-000 Rio de Janeiro, RJ  
Telefone (21) 274-4999 Fax (21) 274-5291  
<http://www.cnps.embrapa.br>

# PESQUISA EM ANDAMENTO

Nº 3, agosto 1999, p.1-5

ISSN 1516-702X



## ESTUDO COMPARATIVO DE MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DO TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA EM SOLOS ORGÂNICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Mauro da Conceição <sup>1</sup>  
Celso Vainer Manzatto <sup>2</sup>  
Wilson Sant'Anna de Araújo <sup>1</sup>  
Ladislau Martin Neto <sup>3</sup>  
Sérgio da Costa Saab <sup>4</sup>  
Tony Jarbas Ferreira Cunha <sup>1</sup>  
Alessandra Alexandre Freixo <sup>5</sup>

A matéria orgânica do solo desempenha um papel de suma importância do ponto de vista químico, físico e biológico. A sua origem, as transformações no solo, a composição química e as suas diferentes funções vêm sendo objeto de muitos estudos. O conhecimento de seus teores é fundamental em diversas áreas da Ciência do Solo. Na área de gênese, formação e classificação de solos, o teor de matéria orgânica é imprescindível na definição de alguns horizontes diagnósticos e na caracterização de algumas classes de solos, principalmente os orgânicos e gleissolos. Diversos métodos têm sido utilizados para a determinação do teor de matéria orgânica do solo. Porém, há uma carência de informações consistentes quanto à definição e recomendação do método mais adequado na obtenção de resultados confiáveis e satisfatórios, principalmente para solos com elevados teores de matéria orgânica. A quantificação da matéria orgânica do solo normalmente é feita a partir da determinação, em laboratório, do conteúdo de carbono orgânico do solo. A fórmula comumente empregada é:  $m.o. g.kg^{-1} = 1,724 \times C$ , face ao conceito de que o teor de C da matéria orgânica do solo é igual a 58%. Entretanto, apesar de sua ampla aplicação, este fator varia conforme determinadas características do solo. Resultados encontrados na literatura indicam valores variando de 1,55 a 2,13 (Jackson, 1982). Avaliações feitas por Broadbent (1953) indicam valores de 1,9 para amostras superficiais de solos e 2,5 para subsolos.

<sup>1</sup> Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1.024, CEP 22460-000, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ.  
E-mail: mauro@cnps.embrapa.br, wilson@cnps.embrapa.br, tony@cnps.embrapa.br.

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., D.Sc., Embrapa Solos. E-mail: manzatto@cnps.embrapa.br.

<sup>3</sup> Físico, Ph.D., Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP. E-mail: martin@cnpdia.embrapa.br

<sup>4</sup> Prof. Adjunto, M.Sc., Universidade Estadual de Ponta Grossa, Departamento de Física, Ponta Grossa, PR.  
E-mail: saab@cnpdia.embrapa.br.

<sup>5</sup> Bolsista, Embrapa Solos.



Os métodos propostos para a determinação da matéria orgânica do solo, estimada através do carbono orgânico do solo, podem ser por oxidação da matéria orgânica via seca (Young & Lindbeck, 1964), por via úmida, onde se destacam os métodos preconizados de Schollenberger (1927, 1945) e de Walkley & Black (1934) e, por cromatografia (Dean, 1974), gravimetria por incineração em mufla (Ball, 1964; Ben-Dor & Banini, 1984; Jackson, 1982), e termogravimetria (Wendlandt, 1986; Beltran et al. 1988).

O método de Walkley-Black modificado (Jackson, 1982), inserido no *Manual de Métodos de Análise de Solo* (Embrapa, 1997), é o que vem sendo mais utilizado pela maioria dos laboratórios do país. Consiste na oxidação do carbono orgânico do solo pelo  $\text{Cr}^{6+}$  na presença de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado, na qual o excesso de  $\text{Cr}^{6+}$  é titulado com  $\text{Fe}^{2+}$ . A gravimetria e termogravimetria baseiam-se na perda de massa do solo pela incineração e aquecimento programado, respectivamente.

No que se refere a solos com elevado teor de matéria orgânica, mais precisamente os orgânicos, tem-se verificado, no decorrer dos anos, uma demanda voltada à realização de estudos comparativos dos métodos existentes de determinação da matéria orgânica do solo quanto a sua eficiência e diferenças, haja vista tratar-se de um parâmetro básico para a caracterização desses solos.

Assim, quatro métodos foram avaliados em 27 amostras de horizontes superficiais e subsuperficiais de solos orgânicos representativos da Baixada Litorânea, RJ. Os métodos avaliados foram os seguintes: a) Walkley-Black modificado (método volumétrico pelo dicromato de potássio e titulação pelo sulfato ferroso para determinação do carbono orgânico total, onde o conteúdo de matéria orgânica = carbono orgânico x 1,724 ); b) combustão em mufla a 400°C durante a noite (Lyn et al, 1974), em amostras TFSA e maceradas; c) combustão em mufla a 600°C/6 horas (Kampf & Schneider, 1989), em amostras indeformadas, TFSA e maceradas e; d) analisador elementar CHN, em amostras de terra fina seca ao ar (TFSA) e maceradas.

Os resultados são apresentados na Tabela 1 e Figura 1. Os teores médios de matéria orgânica encontrados foram de 353,1 e 397,6 g.kg<sup>-1</sup> nos métodos de incineração em mufla a 400 °C durante a noite e 600 °C/6 horas, respectivamente para amostras de TFSA. Não foi observada muita diferença entre amostras maceradas e TFSA. Em se tratando de amostras indeformadas, o teor médio de matéria orgânica foi de 326,0 g.kg<sup>-1</sup>, inferior as médias encontradas em amostras maceradas e TFSA submetidas aos métodos por incineração. Nesse caso a diferença encontrada pode ser atribuída a erro de amostragens, haja vista tratar-se de solos cuja constituição orgânica normalmente é muito heterogênea dentro da própria camada do solo.

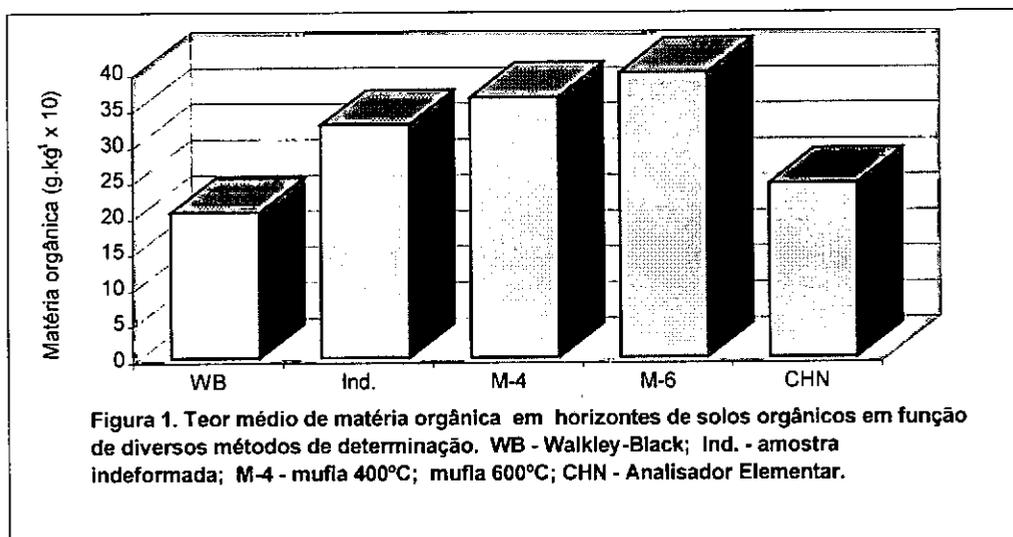
Os teores médios de carbono encontrados nos métodos Walkley-Black e analisador elementar foram de 118,2 e 140,8 g.kg<sup>-1</sup> respectivamente. Esta diferença, possivelmente, pode estar relacionada à operacionalidade das análises, no caso do método de Walkley-Black, tais como ajustes entre a quantidade de amostras e diluições a serem processadas, juntamente com o tempo de aquecimento ante a solução sulfocrômica, zona de viragem durante a titulação e necessidade de utilização de um catalisador, por se tratar de solos essencialmente orgânicos, com teores de matéria orgânica elevados quando comparados aos solos minerais.

O teor médio de carbono, determinado pelo método Walkley-Black, e a perda de massa por incineração em mufla, em amostras de solo maceradas, apresentaram alto coeficiente de correlação ( $r^2 = 0,968$ ). Miyazawa et al. (1997), em estudo comparativo entre os métodos termogravimétrico, incineração em mufla (250, 300, 350 e 400°C ) e Walkley-Black em amostras de LRd argiloso do Estado do Paraná, verificaram que dois métodos convencionais, Walkley-Black e incineração em mufla, apresentaram alta correlação ( $r^2 = 0,937$ ), e que a perda de massa determinada por termogravimetria, no intervalo de 110 a 420°C e por incineração em mufla, apresentaram comportamento semelhante.

Tabela 1. Teores de matéria orgânica (g.kg<sup>-1</sup>) em função de diversos métodos em solos orgânicos da Baixada Litorânea, RJ.

Solo	Método																
	Método de Walkley-Black		Combustão em mufla 600°C/6h		Combustão em mufla 400°C/noite				Combustão em mufla 600°C/6h				Analisador elemental CHN				
	Carbono orgânico Amostra macerada	Matéria orgânica C x 1,724	Matéria orgânica Amostra indeformada	Fator MO/C*	Matéria orgânica Terra fina seca ao ar	Fator MO/C*	Matéria orgânica Amostra macerada	Fator MO/C*	Matéria orgânica Terra fina seca ao ar	Fator MO/C*	Matéria orgânica Amostra macerada	Fator MO/C*	Matéria orgânica Terra fina seca ao ar	Fator MO/C*	Carbono orgânico Terra fina seca ao ar	Matéria orgânica C x 1,724	Carbono orgânico Amostra macerada
Perfil 1	115,7	199,5	334,0	2,9	378,3	3,27	354,1	3,06	419,8	3,63	395,9	3,42	133,1	229,5	137,6	237,2	
Perfil 1	119,6	206,2	354,0	3,0	421,7	3,53	371,3	3,10	457,3	3,82	392,0	3,28	148,3	255,7	137,7	237,4	
Perfil 2	271,0	467,2	612,0	2,3	808,5	2,25	679,6	2,51	692,3	2,56	695,2	2,53	298,2	514,1	278,9	480,8	
Perfil 2	289,5	499,1	648,0	2,2	764,7	2,64	721,5	2,49	724,1	2,50	754,2	2,61	364,5	628,4	363,6	626,8	
Perfil 3	145,6	251,0	326,0	2,2	400,0	2,75	371,4	2,55	428,6	2,94	400,0	2,75	164,4	283,4	148,7	256,4	
Perfil 3	176,9	305,0	431,0	2,4	500,9	2,87	493,0	2,79	524,7	2,97	503,1	2,84	216,4	373,1	211,4	364,5	
Perfil 4	247,0	425,7	621,0	2,5	676,9	2,74	673,1	2,73	695,4	2,82	685,9	2,78	340,4	586,8	327,1	563,9	
Perfil 4	227,2	391,7	429,0	1,9	555,1	2,44	493,2	2,17	545,5	2,40	573,2	2,52	257,1	443,2	244,6	421,7	
Perfil 5	163,2	281,4	412,0	2,5	489,4	3,00	461,5	2,83	513,0	3,14	484,5	2,97	175,6	302,7	188,8	325,5	
Perfil 5	164,9	284,3	412,0	2,5	500,0	3,03	480,8	2,92	518,5	3,14	503,4	3,05	181,2	312,4	187,4	323,1	
Perfil 6	88,8	153,1	282,0	3,2	371,0	4,18	345,3	3,89	406,1	4,57	381,3	4,29	103,3	178,1	104,6	180,3	
Perfil 6	90,8	156,5	288,0	3,3	333,3	3,67	340,4	3,75	357,1	3,93	371,7	4,09	107,8	185,8	107,2	184,8	
Perfil 7	48,9	84,3	217,0	4,4	229,8	4,70	224,2	4,59	248,4	5,08	244,8	5,01	60,3	104,0	69,7	120,2	
Perfil 7	44,7	77,1	205,0	4,6	223,6	5,00	207,5	4,64	199,6	4,47	225,8	5,05	58,3	100,5	61,3	105,7	
Perfil 8	95,9	165,3	256,0	2,7	295,5	3,08	284,7	2,97	336,4	3,51	331,4	3,46	125,6	216,5	122,1	210,5	
Perfil 8	83,2	143,4	253,0	3,0	262,4	3,16	300,7	3,61	321,3	3,86	323,1	3,88	110,6	190,7	118,7	204,6	
Perfil 9	40,2	69,3	194,0	4,8	168,1	4,18	202,3	5,03	220,1	5,48	225,9	5,62	58,4	100,7	51,3	88,4	
Perfil 9	35,4	61,0	183,0	5,2	162,5	4,59	194,6	5,50	212,5	6,00	215,1	6,08	49,7	85,7	49,4	85,2	
Perfil 10	116,1	200,2	346,0	3,0	328,2	2,84	353,7	3,05	402,7	3,47	416,2	3,58	131,6	226,9	139,6	240,7	
Perfil 10	117,6	202,7	343,0	2,9	333,3	2,83	335,9	2,86	434,3	3,69	423,7	3,60	150,3	259,1	151,4	261,0	
Perfil 1	28,0	48,3	108,0	3,9	174,7	6,24	154,2	5,51	205,8	7,35	244,3	7,11	39,0	67,2	28,1	48,4	
Perfil 1	43,7	75,3	196,0	4,5	235,6	5,39	211,9	4,85	255,6	5,85	244,3	5,59	45,3	78,1	53,0	91,4	
Perfil 2	51,9	89,5	188,0	3,8	271,4	5,23	224,7	4,33	294,7	5,68	258,4	4,98	66,4	114,5	71,4	123,1	
Perfil 3	187,7	323,6	488,0	2,6	490,6	2,61	474,6	2,53	511,9	2,73	475,7	2,53	200,7	346,0	215,3	371,2	
Perfil 4	47,4	81,7	197,0	4,2	176,5	3,72	148,5	3,15	217,4	4,59	211,5	4,46	57,1	98,4	56,4	97,2	
Perfil 5	97,1	167,4	241,0	2,5	263,9	2,72	245,7	2,53	303,5	3,13	292,8	3,02	100,1	172,6	112,3	193,6	
Perfil 6	54,3	93,6	211,0	3,9	200,6	3,69	183,8	3,39	278,5	5,13	278,5	5,13	57,3	98,8	64,1	110,5	
Média	118,2	203,8	326,0	2,8	363,9	3,08	353,1	2,99	397,6	3,36	388,8	3,29	140,8	242,7	141,2	243,4	

\* coeficiente entre a perda de massa por incineração em mufla,e o carbono orgânico total determinado pelo método de Walkley-Black.



A perda de massa determinada por incineração em mufla a 400°C durante a noite e 600 °C/6horas apresentaram comportamento semelhante, onde as correlações obtidas foram  $r^2 = 0,960$  e  $r^2 = 0,968$  para amostras de TFSA e maceradas respectivamente, onde os resultados encontrados demonstraram não haver diferenças entre os métodos e tratamentos das amostras.

O teor de carbono determinado pelo analisador elementar e a perda de massa determinada por incineração em mufla em amostras maceradas apresentaram alto coeficiente de correlação ( $r^2 = 0,968$ ), enquanto que para amostras TFSA o coeficiente se mostrou bem inferior ( $r^2 = 0,822$ ). Tais resultados, possivelmente devem-se ao fato de se trabalhar com pequenas quantidades de amostras, de 1 a 2,5mg, com influência significativa na sua representatividade, haja vista tratar-se de amostras de solo de baixa densidade e de constituição orgânica, cujas frações são de um modo geral heterogêneas.

De um modo geral, o coeficiente médio entre a perda de massa determinada por incineração em mufla e o carbono determinado pelo método Walkley-Black em amostras de solos orgânicos estudadas apresentaram valores bem maiores,  $f = 3,18$ , em relação aos que vêm sendo divulgados na literatura e, principalmente, ao comumente utilizado ( $f = 1,724$ ), conforme sugerido por Jackson (1982) na conversão da concentração de carbono determinada pelo método Walkley-Black para matéria orgânica do solo. Tais observações são harmônicas com estudos realizados por Conceição (1989) e Conceição et al. (1997) trabalhando com solos orgânicos do Estado do Rio de Janeiro.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALL, D.F. Loss-on-ignition as an estimate of organic matter and organic carbon in non-calcareous soils. *Journal of Soil Science*, London, v. 15, p.84-92, 1964.
- BELTRAN, V.; BLASCO, A.; ESCARDINO, A.; NEGRE, F. Formation of black core during the firing of floor and wall tiles. *Interceram*, Freiburg, v. 37, p.15-21, 1988.
- BEN-DOR, E.; BANINI, A. Determination of organic matter content in arid zone soils using a simple "loss-on-ignition" method. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v. 20, p.1675-1695, 1984.
- BROADBENT, F.E. The soil organic fraction. *Advances in Agronomy*, New York, v.5, p.153-183, 1953.

- CONCEIÇÃO, M. **Natureza do húmus e caracterização de solos com elevado teor de matéria orgânica da região de Itaguaí, Santa Cruz, RJ.** UFRRJ, 1989. 170p. Tese Mestrado.
- CONCEIÇÃO, M.; GOMES, I.A.; MARTIN NETO, L.; SAAB, S.C.; ARAUJO, W.S.; SANTOS, R.D.; RAMOS, D.P.; MANZATTO, H.H.H.; SANTOS, G.A. Caracterização de solos orgânicos da região dos vales dos rios Una, Macaé e São João, leste do Estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 1997, Rio de Janeiro. **Programa e resumos.** Rio de Janeiro : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/EMBRAPA-CNPS, 1997. CD-ROM.
- DEAN, W.E. Jr. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: comparison with other methods. **Journal of Sedimentary Petrology**, New York, v.44, p.242-248, 1974.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo.** 2ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- JACKSON, M.L. **Análisis químico de suelos.** Barcelona : Omega, 1982. p.282-309.
- LYN, W.C.; McKINZE, W.E.; GROSMAN, R.B. Field laboratory tests for characterization of histosols. In: AANDAHAL, A.R. (Ed.). **Histosols: their characteristics, classification and use.** Madison : Soil Science Society of America, 1974. p.11-20.
- KAMPF, N.; SCHNEIDER, P. Caracterização de solos orgânicos do Rio Grande do Sul: propriedades morfológicas e físicas como subsídios à classificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, p.227-236, 1989.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; OLIVEIRA, E.L.; IONASHIRO, M.; SILVA, A.K. Determinação gravimétrica da matéria orgânica do solo. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 2., 1997, São Carlos. **Anais.** São Carlos : EMBRAPA-CNPDI, 1997. p.173.
- SCHOLLENBERGER, C.J. A rapid approximate method for determining soil organic matter. **Soil Science**, Baltimore, v.24, p.65-68, 1927.
- SCHOLLENBERGER, C.J. Determination of soil organic matter. **Soil Science**, Baltimore, v.59, p.53-56, Jan./June 1945.
- WALKLEY, A.; BLACK, I.A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, Baltimore, v.37, p.29-38, Jan./June 1934.
- WENDLANDT, W.W.M. **Thermal analysis.** New York, J. Wiley, 1986. p.137-460.
- YOUNG, J.L.; LINDBECK, M.R. Carbon determination in soils and organic materials with high-frequency induction furnace. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.28, p.377-381, 1964.

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA  
E DO ABASTECIMENTO**



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