



Revista Brasileira de Ciência do Solo

ISSN: 0100-0683

revista@sbcs.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo  
Brasil

Gatto, Alcides; Barros, Nairam Félix de; Ferreira Novais, Roberto; Ribeiro Silva, Ivo; Sá Mendonça, Eduardo de; Albuquerque Villani, Ecila Mercês de  
Comparação de métodos de determinação do carbono orgânico em solos cultivados com eucalipto  
Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 33, núm. 3, junio, 2009, pp. 735-740  
Sociedade Brasileira de Ciência do Solo  
Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180214234025>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica  
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# NOTA

## COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DO CARBONO ORGÂNICO EM SOLOS CULTIVADOS COM EUCALIPTO<sup>(1)</sup>

Alcides Gatto<sup>(2)</sup>, Nairam Félix de Barros<sup>(3)</sup>, Roberto Ferreira Novais<sup>(3)</sup>, Ivo Ribeiro Silva<sup>(3)</sup>, Eduardo de Sá Mendonça<sup>(3)</sup> & Ecila Mercês de Albuquerque Villani<sup>(4)</sup>

### RESUMO

A determinação de C orgânico do solo tem sido realizada, principalmente, por métodos baseados na oxidação química. Contudo, recentemente, o C tem sido determinado por métodos de combustão seca, como o CHNS/O. Este trabalho teve como objetivo comparar três métodos para determinação do C de solos cultivados com eucalipto em regiões com diferentes características edafoclimáticas. Foram comparados os métodos: Walkley-Black, Yeomans & Bremner e combustão seca (CHNS/O), utilizando amostras de diferentes classes de solos obtidas nas seguintes profundidades: 0–20, 20–80 e 80–130 cm nos Cambissolos; 0–25, 25–70 e 70–110 cm nos Latossolos; e 0–18, 18–50 e 50–110 cm nos Neossolos. Amostras de TFSA foram trituras em almofariz, passadas em peneira de malha de 0,2 mm e submetidas aos três métodos de determinação de C. Os teores de C obtidos correlacionaram-se positiva e significativamente entre si. Os métodos Walkley-Black e Yeomans & Bremner tenderam a subestimar os teores de C em relação ao método de referência, CHNS/O, tanto no que se refere às camadas superficiais quanto às camadas mais profundas, com menores teores de C. Equações de regressão linear com elevados valores de  $R^2$  permitiram transformar os teores de C obtidos por Walkley-Black e Yeomans & Bremner em C por combustão seca.

**Termos de indexação:** combustão seca, combustão úmida, fator de correção.

---

<sup>(1)</sup> Parte da Tese do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Viçosa – UFV. Recebido para publicação em outubro de 2008 e aprovado em março de 2009.

<sup>(2)</sup> Técnico do Ministério do Meio Ambiente, Brasília (DF). E-mail: alcidesgatto@yahoo.com.br

<sup>(3)</sup> Professor do Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa – UFV. Av. PH Rolfs s/n, CEP 36570-000 Viçosa (MG). Bolsista do CNPq. E-mails: nfbarros@ufv.br, rfnovais@ufv.br; ivosilva@ufv.br; esm@ufv.br

<sup>(4)</sup> Engenheira-Agrônoma, DS em Solos e Nutrição de Plantas, UFV. Rua Cesário Alvin 493-01, CEP 36062-280 Juiz de Fora (MG). E-mail: ecilavillani@yahoo.com.br

## SUMMARY: COMPARISON OF METHODS FOR DETERMINATION OF ORGANIC CARBON IN SOILS UNDER EUCALYPT PLANTATIONS

*The soil C content has been determined most frequently by wet combustion methods. More recently, however, the dry combustion method has been used as the reference method for soil C determination. The main purpose of this study was to compare three C determination methods for soils under eucalypt plantations in southeastern Brazil. Samples of different soil types and located under distinct climate conditions were collected. Soil C contents were determined by two wet (Walkley-Black and Yeomans & Bremner) and one dry combustion method (CHNS/O Analyzer) in samples from six soil classes and different horizons: 0–20, 20–80 and 80–130 cm in Inceptisols; 0–25, 25–70 and 70–110 cm in Oxisols; and 0–18, 18–50 and 50–110 cm in Entisols. The soil samples were ground and sieved (0.2 mm) and the C concentration was determined by the three methods. The soil C contents determined by the three methods were positively correlated. However, the C content tended to be underestimated by the Walkley-Black and Yeomans & Bremner methods as compared to the reference dry combustion method, for surface as well as for the deeper soil layers with lower C contents. Linear regression equations with high  $R^2$  values were adequate to transform C contents determined by the wet combustion methods into C contents equivalent to that determined by the dry combustion method.*

*Index terms: dry combustion, wet combustion, correction factor.*

## INTRODUÇÃO

O C do solo provém, principalmente, da matéria orgânica (MOS) e dos minerais carbonatados em alguns solos de origem calcária. A MOS pode ser definida como uma soma de todas as substâncias orgânicas, composta por uma mescla de resíduos animais e vegetais, em diversos estádios de decomposição (Silva & Mendonça, 2007).

A quantificação do C tem sido realizada empregando-se métodos que podem determinar ou a forma total do C do solo (CT) ou a forma orgânica do C (CO). Esses métodos vêm sendo modificados e, ou, adaptados à rotina dos laboratórios de análises de solo.

De acordo com Nelson & Sommers (1996), o CO pode ser obtido por: (a) análise do C total do solo (CT) e do C inorgânico (CI) e posterior subtração dessa fração da total; (b) determinação do C total após remoção do C inorgânico; e (c) oxidação do CO por dicromato ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) e subsequente determinação do dicromato não reduzido pela titulação de oxirredução com  $\text{Fe}^{2+}$ , ou por métodos colorimétricos. A oxidação por dicromato pode ser realizada tanto na ausência como na presença de uma fonte de aquecimento externo, podendo haver variação nos valores obtidos de acordo com o tipo e horizonte do solo (Dias et al., 1991; Blair et al., 1995; Nelson & Sommers, 1996).

A determinação do CT do solo implica conversão de todas as formas de C no solo em  $\text{CO}_2$ , por digestão química ou por combustão a seco, e dosagem por titulometria, volumetria ou espectrofotometria, entre outros. Na digestão química, a amostra de solo é tratada a quente ou não com uma mistura de dicromato de potássio, ácido sulfúrico e ácido fosfórico, em sistema fechado. Na combustão a seco, a amostra é submetida a elevadas temperaturas e o  $\text{CO}_2$  desprendido é quantificado (Nelson & Sommers, 1996).

Vários equipamentos automatizados que determinam, simultaneamente, C, H e N têm sido desenvolvidos (Nelson & Sommers, 1996); apesar do elevado custo inicial, eles possibilitam que maior número de amostras seja analisado em menor tempo, com o mínimo de variabilidade entre elas. Nesses equipamentos, uma amostra de solo finamente moída é acondicionada em uma cápsula de Pt, sendo oxidada com  $\text{O}_2$  à temperatura aproximada de 1.000 °C, por 2 min, em um tubo de combustão. Após a combustão, um fluxo de He é iniciado e o  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{N}_2$  produzidos pela combustão são passados por  $\text{CuO}$ /vanadato de Ag, para converter CO em  $\text{CO}_2$  e remover S e gases halogênicos.

Por sua praticidade, os métodos baseados na oxidação do dicromato têm sido mais usados em pesquisas e análises em laboratórios de rotina. Entre eles, destacam-se os propostos por Walkley & Black (1934) e por Yeomans & Bremner (1988). Em ambos, a MOS é oxidada com uma mistura de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  0,167 mol  $\text{L}^{-1}$  e  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado, sendo o excesso de dicromato titulado com sulfato ferroso amoniacal. Assume-se que o dicromato reduzido durante a reação com o solo equivale ao CO na amostra. Entretanto, no método proposto por Walkley & Black, faz-se necessária a aplicação de um fator de correção do método, uma vez que não ocorre completa oxidação do CO da amostra. O principal ponto de divergência entre esses métodos seria a fonte externa de aquecimento proposta por Yeomans & Bremner (1988). Segundo esses autores, o aquecimento da mistura a 170 °C, por 30 min, seria suficiente para a completa oxidação do CO, sendo desnecessário empregar um fator de correção.

Para reconhecimento de créditos de C, o método-referência para determinação desse elemento é o de combustão seca. Entretanto, poucos são os laboratórios de rotina de análise de solo que dispõem do equipamento que realiza essa determinação. Além disso, em razão da variação da proporção de C na MOS, é

importante estabelecer o valor do fator de Van Bemmelen de acordo com o tipo de solo (Nelson & Sommers, 1996). Assim, este trabalho teve como objetivo comparar três métodos de determinação do C do solo em plantações de eucalipto na região Centro-Leste do Estado de Minas Gerais, bem como estabelecer equações que estimem o teor de C determinado por combustão úmida comparativamente ao teor de C determinado por combustão seca.

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de solos foram coletadas em plantações de eucalipto, com idade variando de 7 a 10 anos, cultivadas em diferentes condições edafoclimáticas, na região Centro-Leste do Estado de Minas Gerais, localizada entre as coordenadas geográficas de 18° 38' a 19° 59' de latitude sul e 42° 25' a 43° 20' de longitude oeste.

Para determinação do C do solo, foram utilizadas 33 situações resultantes de 11 perfis de solo das classes dos Cambissolos, Latossolos e Neossolos, coletadas em três horizontes, totalizando 99 amostras. As amostras foram coletadas nas seguintes profundidades: 0–20, 20–80 e 80–130 cm nos Cambissolos; 0–25, 25–70 e 70–110 cm nos Latossolos; e 0–18, 18–50 e 50–110 cm nos Neossolos. Após coletadas, as amostras foram armazenadas em sacolas plásticas para posterior secagem ao ar e passagem em peneiras com malhas de 2 mm de abertura. Em razão da diferença na espessura das camadas de acordo com a classe de solo, as camadas foram classificadas, para fins de interpretação dos resultados, em superior, intermediária e inferior.

Três métodos analíticos foram avaliados para determinar o teor de CO.

### Método Walkley & Black (1934) - WB

Amostras de 0,5 g de solo seco ao ar (TFSA), trituradas em almofariz e passadas em peneira de malha de 0,2 mm, foram transferidas para um erlenmeyer de 500 mL, adicionando-se 10 mL da solução de  $K_2Cr_2O_7$  0,167 mol L<sup>-1</sup> e 20 mL de  $H_2SO_4$  concentrado; o erlenmeyer foi agitado por aproximadamente um minuto, para promover a mistura do solo com os reagentes, permanecendo em repouso por 30 min. Após esse intervalo, adicionaram-se 150 mL de água destilada e a solução foi filtrada em papel de filtragem rápida, utilizando-se bomba a vácuo para acelerar o processo. Em seguida, adicionaram-se 50 mL de água destilada sobre o papel-filtro, para completa remoção da solução. Depois da filtragem, foram adicionados 10 mL de  $H_3PO_4$  concentrado e 10 mL do indicador difenilamina. Procedeu-se, então, à titulação com  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  0,25 mol L<sup>-1</sup>, até a mudança de cor violeta para o verde. Paralelamente, o mesmo procedimento foi repetido para três amostras-controle, sem solo (“branco”). O teor de C no solo foi calculado da seguinte forma:

$$C \text{ orgânico (g kg}^{-1}\text{)} = [(1 - V_a / V_{bs}) (10) (0,003) (1,2987) (100)] / P_{am}$$

em que:  $V_{bs}$  = volume de sulfato ferroso gasto na titulação do branco (mL);  $V_a$  = volume de sulfato ferroso gasto na titulação da amostra (mL); 10 = volume de dicromato adicionado (mL); 0,003 = equivalente do C (mg); 1,2987 = fator de recuperação do método; e  $P_{am}$  = peso da amostra de solo (mg).

### Método Yeomans & Bremner (1988) - YB

Amostras de 0,5 g de solo seco ao ar (TFSA), trituradas em almofariz e passadas em peneira de malha de 0,2 mm, foram transferidas para um tubo de vidro (100 mL). Adicionaram-se 5,0 mL da solução de  $K_2Cr_2O_7$  0,167 mol L<sup>-1</sup> e 10 mL de  $H_2SO_4$  concentrado. Em seguida, o tubo foi levado ao bloco digestor e pré-aquecido a 170 °C, por 30 min. Transcorrido esse tempo, deixou-se o tubo esfriar durante 15 min, e todo o conteúdo foi transferido para um béquer graduado (100 mL), usando água destilada para elevar o volume final a 50 mL. Aguardou-se o esfriamento da solução à temperatura ambiente. Posteriormente, adicionaram-se 10 mL de  $H_3PO_4$  concentrado e uma pitada de NaF; 0,3 mL (cinco a oito gotas) de solução indicadora foi adicionado à solução, seguindo-se a titulação com  $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$  0,2 mol L<sup>-1</sup> (sal de Mohr). Procedimento idêntico foi repetido para três amostras-controle (“branco”), sem solo, aquecidas e não aquecidas. A amostra não aquecida foi utilizada para calcular a quantidade de dicromato perdida pelas amostras aquecidas. O teor de CO no solo foi calculado da seguinte forma:

$$C \text{ orgânico (g kg}^{-1}\text{)} = V (M (P_{eq}) 100) / P_{am}$$

em que M = concentração da solução de sulfato ferroso amoniacal;  $P_{eq}$  = peso equivalente de C (0,003 mg); e  $P_{am}$  = peso da amostra de solo (mg).

Cálculo do volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação (V):

$$V = (V_{bc} - V_a) (V_{bs} - V_{bc}) / V_{bs} + (V_{bc} - V_a)$$

em que  $V_{bc}$  = volume de sulfato ferroso amoniacal utilizado na titulação do branco com aquecimento (mL);  $V_{bs}$  = volume de sulfato ferroso amoniacal usado na titulação do branco sem aquecimento (mL); e  $V_a$  = volume de sulfato ferroso amoniacal utilizado na titulação da amostra (mL).

### Método por combustão seca (CHNS/O)

Amostras de 1,0 g de solo seco ao ar (TFSA) foram trituradas em almofariz e passadas em peneira de malha de 0,2 mm. Em seguida, foram transferidas individualmente para um pequeno tubo e acondicionadas em um dessecador, para retirar possível umidade existente, antes de se proceder à análise via combustão seca (CHNS/O) em analisador elementar, modelo Perkin Elmer, PE-2400 Séries II.

Posteriormente às determinações, foi calculado um fator de correção entre os métodos, sendo considerado o método CHNS/O como referência. O fator foi obtido pela seguinte forma:

$$f = Y / Y_1$$

em que  $f$  = fator de correção;  $Y$  = teor de C do solo determinado pelo método CHNS/O; e  $Y_1$  = teor de C do solo determinado pelo método WB ou YB.

Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias, realizada pelo teste de Tukey a 5 %, usando-se o software Sistema de Análise Estatística para Windows – WinStat – versão 2.0 (Machado & Conceição, 2003), assim como as equações de regressão. A significância das equações de regressão foi testada pelo teste F (1 %). Os teores de C por classes e camadas do solo foram submetidos à análise de correlação de Pearson, utilizando-se o software supracitado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Independentemente da classe e da profundidade do solo, os maiores teores de C do solo foram obtidos com o método de combustão seca (CHNS/O), em decorrência do próprio processo analítico (Quadro 1). Esse procedimento analítico tem sido bastante usado em trabalhos de determinação do C do solo, visto que a combustão seca, que ocorre à temperatura de 925 °C, oxida todo o C (formas orgânicas e inorgânicas) da amostra. Nos dois métodos por combustão úmida (Walkley-Black e Yeomans & Bremner), a oxidação do C, com ou sem aquecimento, não é completa, determinando essencialmente o CO (Nelson &

Sommers, 1996). Resultados semelhantes foram encontrados por Rheinheimer et al. (2008) ao compararem o método Yeomans & Bremner com o de combustão seca. Em termos gerais, os teores médios de C do solo diferiram significativamente entre as profundidades dentro de cada método, e entre os métodos, para uma mesma classe de solo. Os teores de C foram superiores, nas três profundidades analisadas, na classe dos Latossolos em relação aos obtidos nas classes dos Cambissolos e Neossolos, para os três métodos testados. Nestas classes, os teores foram bastante próximos entre si.

Os teores de CO pelo método Yeomans & Bremner (YB) diferiram estatisticamente daqueles obtidos pelo método Walkley & Black (WB) apenas na camada superficial. Nesta camada, maiores teores de CO foram obtidos com o método WB, sendo a diferença entre os dois métodos por combustão úmida de 12 % nos Cambissolos, 17 % nos Latossolos e 21 % nos Neossolos. No que se refere às camadas mais profundas, observou-se tendência inversa, ou seja, os teores de CO foram maiores quando determinados pelo método YB. Na camada intermediária, a diferença entre valores foi significativa nos Cambissolos e Neossolos; na camada inferior, não houve diferença estatística entre os teores de CO determinados pelos dois métodos, nas três classes de solo.

De acordo com Islam & Weil (1988), o aquecimento externo, como no método YB, possibilita que maior quantidade de C seja detectada, pois a temperatura se mantém durante o processo de oxidação do material orgânico. Essa proposição tem respaldo nos resultados obtidos por esses autores ao determinarem o teor de CO em 15 amostras de solos empregando diversos métodos, tanto por combustão seca quanto úmida.

**Quadro 1. Teor de carbono no solo determinado pelo método de referência combustão seca (CHNS/O) e pelos métodos de combustão úmida Walkley & Black (WB) e Yeomans & Bremner (YB), para três classes, camadas e profundidades de solo e respectivo desvio-padrão (s)**

Classe	Camada	Profundidade	Teor de C					
			CHNS/O	s	WB	s	YB	s
		cm	dag kg <sup>-1</sup>		dag kg <sup>-1</sup>		dag kg <sup>-1</sup>	
Cambissolo	Superficial	0–20	1,92 Aa <sup>(1)</sup>	0,01	1,55 Ab	0,05	1,37 Ac	0,04
	Intermediária	20–80	0,84 Ba	0,01	0,65 Bb	0,04	0,77 Ba	0,01
	Inferior	80–130	0,46 Ca	0,02	0,34 Cb	0,03	0,34 Cb	0,01
Latossolo	Superficial	0–25	2,30 Aa	0,01	1,84 Ab	0,14	1,52 Ac	0,03
	Intermediária	25–70	1,25 Ba	0,09	0,91 Bb	0,02	0,93 Bb	0,08
	Inferior	70–110	0,84 Ca	0,01	0,70 Cb	0,04	0,68 Cb	0,04
Neossolo	Superficial	0–18	1,84 Aa	0,03	1,59 Ab	0,02	1,25 Ac	0,02
	Intermediária	18–50	1,09 Ba	0,00	0,78 Bc	0,01	0,91 Bb	0,01
	Inferior	50–110	0,36 Ca	0,01	0,20 Cb	0,01	0,25 Cb	0,02
Média	Superficial	0–20	2,02 Aa	0,01	1,66 Ab	0,07	1,38 Ac	0,01
	Intermediária	20–60	1,06 Ba	0,03	0,78 Bc	0,01	0,87 Bb	0,03
	Inferior	60–108	0,56 Ca	0,01	0,41 Cb	0,02	0,42 Cb	0,01

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Entretanto, os resultados aqui apresentados se ajustaram a essa expectativa apenas nas camadas subsuperficiais (Quadro 1).

Dias et al. (1991), ao avaliarem cinco métodos de determinação do CO por combustão úmida com ou sem fonte de aquecimento externo, entre os quais os métodos Yeomans & Bremner e Walkley & Black, encontraram resultados semelhantes aos aqui apresentados para as amostras superficiais de solo. Das 15 amostras de solos analisadas naquele trabalho, 10 apresentaram o teor de CO superior pelo método WB, apesar da pequena diferença (3 a 10 %).

Os métodos (CHNS/O) e YB podem ser considerados os de maior exatidão, avaliada pelo valor do desvio-padrão, nas três profundidades analisadas (Quadro 1).

Em relação ao método de referência (CHNS/O), os resultados mostram que, nas classes de solo estudadas, os métodos WB e YB tenderam a subestimar os teores de CO tanto nas camadas superficiais como nas mais profundas. Os fatores de correção estimados, para o método WB, variaram de 1,23 a 1,79, independentemente da camada e classe de solo; e para o método de YB, de 1,09 a 1,52 (Quadro 2). No método WB, o fator de correção de 1,30 é empregado para corrigir o percentual de CO que não tenha sido oxidado durante o processo, pois se considera que o dicromato de potássio oxida apenas 77 % do CO do solo (Walkley &

Black, 1934). De acordo com Blair et al. (1995), esse fator de recuperação do método deve ser reavaliado. Esses autores verificaram que, dependendo do teor de CO lábil, o C total do solo estaria sendo ora subestimado, ora superestimado, com a aplicação do fator de correção de 1,3.

Os métodos possibilitaram o ajuste de modelos com elevada capacidade de predição do CO, destacando-se o WB, tanto para os valores de intercepto como de declividade, e o coeficiente de determinação, especialmente na camada superior. Esses resultados mostram que os métodos apresentam boa exatidão, apesar das diferenças operacionais entre eles. Os baixos valores de  $R^2$  para as equações ajustadas com os teores de CO determinado pelo método YB refletem a maior dispersão entre esses teores, embora a literatura considere o método como mais eficiente na oxidação do CO, por causa do controle da temperatura da solução durante o processo (Islam & Weil, 1988). Rheinheimer et al. (2008) conseguiram melhor ajuste entre os dois métodos para amostras de Argissolo Vermelho-Amarelo do que o aqui relatado.

Assim, como os modelos apresentados (Quadro 3) indicam estreita relação entre os métodos WB e YB e o método de referência (CHNS/O), os coeficientes de correlação linear obtidos entre os diferentes métodos (Quadro 4) mostram que estes se correlacionaram

**Quadro 2. Fator de correção médio por camadas e classes de solo dos teores de C determinados pelos métodos de combustão úmida, Walkley-Black (WB) e Yeomans & Bremner (YB), em relação aos do método de referência combustão seca (CHNS/O)**

Camada	Fator de correção							
	Cambissolo		Latossolo		Neossolo		Média	
	WB	YB	WB	YB	WB	YB	WB	YB
Superficial	1,23	1,41	1,25	1,52	1,16	1,47	1,22	1,47
Intermediária	1,30	1,09	1,37	1,35	1,39	1,20	1,35	1,22
Inferior	1,35	1,35	1,30	1,23	1,79	1,45	1,37	1,33

**Quadro 3. Equações de regressão para estimativa dos teores de carbono ( $\text{dag kg}^{-1}$ ) por camadas de solo pelo método de referência combustão seca (CHNS/O), a partir dos teores determinados pelos métodos de combustão úmida, Walkley & Black (WB) e Yeomans & Bremner (YB), como média para as classes de solo**

Camada	Equação de regressão	$R^2$
Superficial	$\text{CHNO/S} = 0,0051 + 1,1982^{**} \text{ C orgânico WB}$	0,927
	$\text{CHNO/S} = -0,2560 + 1,6596^{**} \text{ C orgânico YB}$	0,648
Intermediária	$\text{CHNO/S} = 0,1256 + 1,2664^{**} \text{ C orgânico WB}$	0,947
	$\text{CHNO/S} = 0,1022 + 1,1405^{**} \text{ C orgânico YB}$	0,814
Inferior	$\text{CHNO/S} = 0,1075 + 1,1016^{**} \text{ C orgânico WB}$	0,939
	$\text{CHNO/S} = 0,0828 + 1,0887^{**} \text{ C orgânico YB}$	0,891
Todas as camadas	$\text{CHNO/S} = 0,1255 + 1,1563^{*} \text{ C orgânico WB}$	0,964
	$\text{CHNO/S} = -0,1032 + 1,4755^{**} \text{ C orgânico YB}$	0,846

**\*\***: Significativo a 1 %.

**Quadro 4. Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre os teores de carbono por classes e camadas do solo, determinados pelo método de referência combustão seca (CHNS/O) e pelos métodos de combustão úmida, Walkley & Black (WB) e Yeomans & Bremner (YB)**

Classe	Método	WB	CHNS/O
Cambissolo	CHNO/S	0,993 **	0,976 **
	YB	0,979 **	
Latossolo	CHNO/S	0,955 **	0,960 **
	YB	0,879 **	
Neossolo	CHNO/S	0,959 **	0,911 **
	YB	0,964 **	
<b>Camada</b>			
Superficial	CHNO/S	0,972 **	0,929 **
	YB	0,963 **	
Intermediária	CHNO/S	0,976 **	0,966 **
	YB	0,912 **	
Inferior	CHNO/S	0,951 **	0,929 **
	YB	0,947 **	

\*\*: Significativo a 1 %.

positiva e significativamente entre si, independentemente da classe de solo.

## CONCLUSÕES

1. Os teores de CO obtidos pelos três métodos correlacionaram-se significativamente entre si nas classes de solos e profundidades analisadas, especialmente os métodos Walkley & Black e combustão seca (CHNS/O).

2. Os métodos Walkley & Black e Yeomans & Bremner tenderam a subestimar os teores de C do solo em relação ao método de referência (CHNS/O), em todas as classes de solo e profundidades analisadas.

3. O fator de recuperação dos métodos Walkley & Black e Yeomans & Bremner varia com a classe de solo e horizontes amostrados.

4. Equações lineares permitem converter o C determinado pelo método Walkley & Black em C pelo método CHNS/O com maior precisão do que o obtido pelo método Yeomans & Bremner.

## LITERATURA CITADA

- BLAIR, G.J.; LEFROY, R.D.B. & LISLE, L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. *Austr. Agric. Res.*, 46:1459-1466, 1995.
- DIAS, L.E.; JUCKSCH, I.; RICCI, M.S.F. & ALVAREZ V., V.H. Comparação de diferentes métodos de determinação de carbono orgânico em amostras de solos. *R. Bras. Ci. Solo*, 15:157-162, 1991.
- ISLAM, K.R. & WEIL, R.R. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. *Biol. Fert. Soils*, 27:408-416, 1998.
- MACHADO, A.A. & CONCEIÇÃO, A.R. Sistema de análise estatística para Windows. WinStat. Versão 2.0. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, 2003.
- NELSON, D.W. & SOMMERS, L.E. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods*. Madison, Soil Science of America and American Society of Agronomy, 1996. p.961-1010.
- RHEINHEIMER, D.S.; CAMPOS, B.C.; GIACOMINI, S.J.; CONCEIÇÃO, P.C. & BORTOLUZZI, E.C. Comparação de métodos de determinação de carbono orgânico total no solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:435-440, 2008.
- SILVA, I.R. & MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. eds. *Fertilidade do solo*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.275-374.
- 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 Sci.*, 37:29-38, 1934.
- YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 19:1467-1476, 1988.