



FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

Métodos de Determinação de Carbono Orgânico em Solos Cultivados e sob Vegetação Nativa de Cerrado

Juliana Hiromi Sato⁽¹⁾; Cícero Célio de Figueiredo⁽²⁾; Robélio Leandro Marchão⁽³⁾; Luiz Eduardo Celino Benedito⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Estudante de Pós-Graduação em Agronomia (Mestrado); Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária; Universidade de Brasília; Campus Darcy Ribeiro, ICC Sul, Asa Norte, C. Postal 4508, Brasília, DF, CEP: 70910-970; jh.sato@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Professor; Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária; Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro, ICC Sul, Asa Norte, C. Postal 4508, Brasília, DF, CEP: 70910-970; cicerocf@unb.br; ⁽³⁾ Pesquisador; Embrapa Cerrados; BR 020, km 18, Zona Rural, C. Postal 08223, Planaltina-DF, CEP 73310-970; ⁽⁴⁾ Químico do Laboratório de Química dos Solos; Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária; Universidade de Brasília; Campus Darcy Ribeiro, ICC Sul, Asa Norte, C. Postal 4508, Brasília, DF, CEP: 70910-970.

RESUMO – A matéria orgânica exerce diversas funções importantes para melhoria da qualidade do solo e tem como principal componente o carbono orgânico. Diversas metodologias são utilizadas para determinação do carbono orgânico nos solos, entretanto inexistem métodos inequívocos e amplamente aceitos pela comunidade científica. Com a ampliação de programas governamentais de incentivo ao uso de sistemas conservacionistas de baixa emissão de carbono, aumenta a necessidade de se acompanhar as variações de carbono no solo, e portanto, a necessidade de se padronizar os valores de carbono através de fatores de correlação entre os diferentes métodos. O objetivo desse estudo foi comparar as diferentes metodologias de determinação de carbono orgânico utilizadas e estabelecer relações entre elas. Foram utilizadas 39 amostras de solo representativas do Cerrado brasileiro, tanto de áreas nativas quanto de áreas cultivadas. Foram utilizados os seguintes métodos: Walkley-Black, Mebius, Colorimetria, Perda de Massa por Ignição (Mufla) e Analisador Elementar. Os métodos foram comparados, tendo como referência o analisador elementar. A maior correlação foi obtida com o método Mebius (88%), demonstrando que a determinação de carbono por esse método se aproxima mais do método considerado padrão.

Palavras-chave: Walkley-Black, Mebius, Colorimetria, Mufla, Analisador Elementar

INTRODUÇÃO – A matéria orgânica do solo tem importância essencial nos solos do Cerrado, contribuindo com 75 a 85% da capacidade de troca catiônica desses solos (Siqueira Neto et al., 2009). Na constituição da matéria orgânica, o carbono apresenta predominância (cerca de 58%), e portanto, a determinação do carbono orgânico total (COT) tem sido utilizada para estimar a fração orgânica do solo (Nelson e Sommers, 1996).

Existem diversos métodos para a medição do carbono no solo, variando do tradicional Walkley e Black e os seus derivados como o Mebius, para os métodos mais modernos utilizando analisadores construídos com esse propósito como o CHN (Conyers et al., 2011). Cada método apresenta seus pontos fortes e suas limitações (Nelson e Sommers, 1982; Chatterjee et al., 2009), e por isso, ainda não foi definido um método considerado como o mais preciso e inequívoco. Dessa forma, várias metodologias estão em uso, o que muitas vezes dificulta a comparação de resultados experimentais quando diferentes métodos são empregados.

Além disso, a adoção pelo governo brasileiro do Programa ABC (Agricultura de Baixo Carbono), que visa financiar projetos de produtores que adotem sistemas conservacionistas com balanço positivo de estoque de carbono no solo, demonstra a necessidade de se ampliar e acompanhar as variações de carbono do solo.

Portanto, esse estudo tem como finalidade avaliar os diferentes procedimentos analíticos empregados na determinação de carbono de solo cultivado e sob vegetação natural de Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS – Foram coletadas trinta e nove amostras de solo na camada de 0-20 cm, em áreas representativas de regiões do bioma Cerrado em diversos estados do Brasil (Tabela 1). Dessas amostras foram realizadas três repetições analíticas para cada método.

Walkley e Black

Foram pesados 500 mg de solo passado em peneira de 0,5 mm e adicionados 10 ml de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) 0,167 mol L⁻¹ e 20 ml de ácido sulfúrico H_2SO_4 concentrado. Após repouso de 30 minutos foram adicionados 200 ml de água destilada, 10 ml de H_3PO_4 concentrado e 1 ml de difenilamina 0,16%. A titulação é feita com sulfato ferroso amoniacal $[(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O]$ 1 mol L⁻¹, também chamado de Sal de Mohr.

Mebius

Baseado no método Walkley e Black, porém a digestão dessa mistura é submetida ao aquecimento externo em chapa aquecedora a 70°C por 30 minutos, sob refluxo. Após esse tempo foram adicionados água, ácido fosfórico e difenilamina da mesma forma que o WB, sendo titulado com sulfato ferroso amoniacal.

Colorimetria

Foi pesado 1g de solo passado em peneira de 0,5 mm, onde se adicionaram 10 ml de dicromato de sódio 0,667 mol L⁻¹ e ácido sulfúrico 5 mol L⁻¹, que foram agitados em mesa agitadora com movimento circular horizontal por 10 minutos com velocidade de 180 rpm. Após a agitação elas foram submetidas ao repouso por 1 hora, e adicionaram-se 50 ml de água destilada. As amostras foram deixadas em repouso durante a noite para decantação. No dia seguinte foi coletado o sobrenadante, que foi transferido para a cubeta do colorímetro fotoelétrico B220, com filtro de transmitância de 660 nm. A partir da curva padrão com diferentes concentrações de Cr³⁺ foram determinados os teores de carbono orgânico do solo.

Perda de massa por ignição ou mufla

Foram pesados 4 g de solo passados em peneira de 2 mm e secagem a 105°C. As amostras foram submetidas à calcinação por 5h na temperatura de 300°C (Miyazawa et al., 2000). Posteriormente as amostras foram pesadas, e a diferença entre a massa inicial e a massa final correspondeu ao teor de matéria orgânica do solo, que foi convertida para teor de carbono utilizando-se o fator 1,724.

Analizador elementar

Foram pesados aproximadamente 3 mg de solo macerado e passado em peneira de 0,149 mm. As amostras foram colocadas em cápsulas de estanho e a digestão do material foi feita em câmara de combustão em temperatura de aproximadamente 1000°C, pelo uso de um analisador automático Perkin Elmer CHN modelo PE 2400.

Análise estatística

Os métodos foram comparados por análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO – Na figura 1 são apresentadas as correlações dos diferentes métodos de determinação de carbono orgânico dos solos com o analisador elementar, considerado o método de referência (McCarty et al., 2010).

Verifica-se na figura 1 – A, B, C e D que o método que mais se aproximou do analisador elementar foi o Mebius com correlação de 88%, valores mais altos do que os observados nos estudos de Pereira et al. (2006) e Gatto et al. (2009). Rheinheimer et al. (2008) observaram uma correlação de 97% do Mebius com o CHN, demonstrando maior exatidão do método. Entretanto, os mesmos autores utilizaram menor número de amostras em seus estudos. O aquecimento externo possibilita que maior quantidade de carbono seja detectada, pois a temperatura se mantém durante todo o processo de oxidação do material orgânico (Gatto et al., 2009).

Em relação ao método de referência (CHN) os métodos WB, Mebius e colorimétrico tenderam a

subestimar os teores de CO, enquanto que a Mufla superestimou esses teores. O fator de correção estimado para o método WB foi em média de 1,45, enquanto que para o método Mebius foi de 1,25.

Conyers et al. (2011) em seus estudos com uma gama de substratos orgânicos apoiam a proposição de que os dados do WB devem ser relatados como C facilmente oxidável e que nenhuma tentativa de converter para o C total deve ser feita.

O método colorimétrico também mostrou boa correlação com o método de referência (86%), podendo ser uma alternativa para os laboratórios de rotina, por apresentar fácil reprodutibilidade, praticidade e menor uso de reagentes, quando comparado com WB e Mebius. Estudos demonstram que é possível a associação dos métodos de combustão úmida (WB e Mebius) com a leitura por espectrofotômetro (Conyers et al., 2011; Abreu et al., 2012).

A menor correlação foi verificada entre a perda de massa por ignição ou mufla e o analisador elementar. Jankauskas et al. (2008) e Pereira et al. (2006) obtiveram correlações de 80% e 94%, respectivamente entre esses métodos. Essa dispersão dos dados obtidas nesse estudo pode ser atribuída à diversidade dos solos estudados e pelo fato do método calcinar todo o carbono do solo, tanto orgânico quanto inorgânico. Análises de mineralogia estão sendo realizadas para tentar elucidar esses valores obtidos pela calcinação de amostras de solos do Cerrado.

CONCLUSÕES – Dentre os métodos avaliados o Mebius melhor se relaciona com o método padrão. O método colorimétrico representa uma alternativa viável para análise de carbono orgânico de solos do Cerrado.

AGRADECIMENTOS – UnB, Embrapa Cerrados e CAPES.

REFERÊNCIAS

- ABREU, F.R.M.; SOUZA, D.M.; MATSUHIGE, I.; LEAL, W.G.O.; MADARI, B.E. Otimização do método de Mebius e comparação com o método de Walkley-Black na determinação de matéria orgânica do solo. In: 35ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. Águas de Lindóia, 2012. **Anais...** Disponível em: <<http://adaltech.com.br/testes/sbq/resumos/T1222-1.pdf>> Acesso em 09 jun. 2012.
- CHATTERJEE, A.; LAL, R.; WIELOPOLSKI, L.; MARTIN, M.Z.; EBINGER, M.H. Evaluation of different soil carbon determination methods. **Crc. Rev. Plant Sci.**, 28: 164–178, 2009.
- CONYERS, M.K.; POILE, G.J.; OAETES, A.A.; WATERS, D.; CHAN, K.Y. Comparison of three carbon determination methods on naturally occurring substrates and the implication for the quantification of 'soil carbon'. **Soil Res.**, 49:27–33, 2011.
- GATTO, A.; BARROS, N.F. de; NOVAIS, R.F.; SILVA, I.R.; MENDONÇA, E. de S.; VILLANI, E.M. de A. Comparação de métodos de determinação do carbono orgânico em solos cultivados com eucalipto. **R. Bras. Ci. Solo**, 33:735-740, 2009.
- JANKAUSKAS, B.; SLEPETIENE, A.; JANKAUSKIENE, G.; FULLEN, M.A.; BOOTH, C.A. A comparative study of

Analytical methodologies to determine the soil organic matter content of Lithuanian Eutric Albeluvisols. **Geoderma**, 136:763-773, 2006.

MCCARTY, G.W.; REEVES III, J.B.; YOST, R.; DORAISWAMY, P.C.; DOUMBIA, M. Evaluation of methods for measuring soil carbon in West African soils. **Afr. J. Agric. Res.**, 5(16):2169-2177, 2010.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; OLIVEIRA, E.L.; IONASHIRO, M.; SILVA, A.K. Gravimetric Determination of Soil Organic Matter. **Braz. Arch. Biol. Technol.**, 43(5):475-478, 2000.

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.

PEREIRA, M.G.; VALLADARES, G.S.; ANJOS, L.H.C.; BENITES, V.M.; ESPÍNDULA J.R., A.; EBELING, A.G. Organic carbon determination in histosols and soil horizons with high organic matter content from Brazil. **Sci. Agric.**, 63:2, 187-193, 2006.

SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M.C.; SCOPEL, E.; COSTA JUNIOR, C.; CERRI, C.; BERNOUX, M. Carbono total e atributos químicos com diferentes usos do solo no Cerrado. **Acta Scient. Agron.**, 31(4):709-717, 2009.

RHEINHEIMER, D.S.; CAMPOS, B.H.C.; GIACOMINI, S.J.; CONCEIÇÃO, P.C.; BORTOLUZZI, E.C. Comparação de métodos de determinação de carbono orgânico total do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, 32:435-440, 2008.

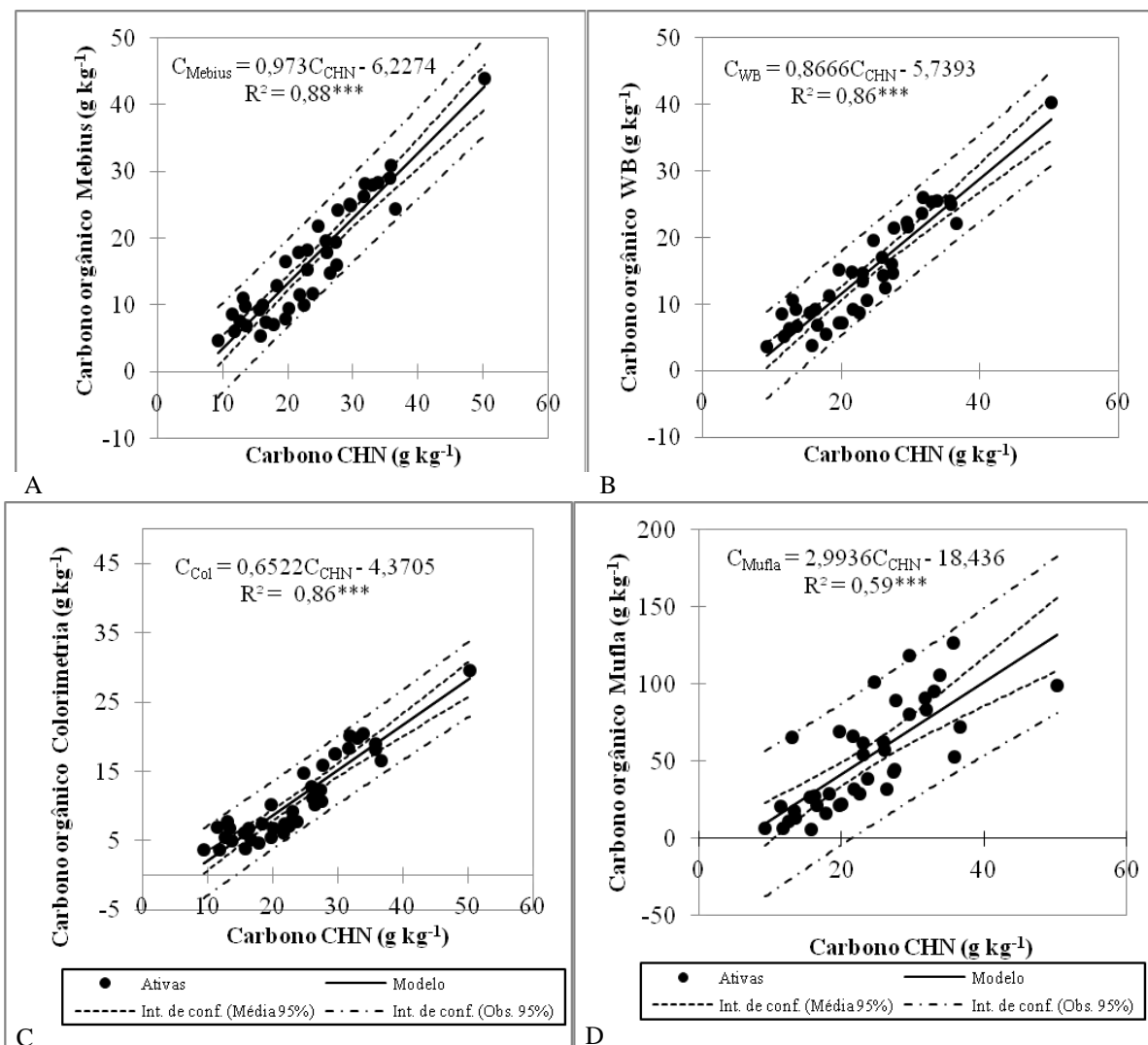


Figura 1 – Correlação entre os métodos de determinação de carbono orgânico do solo com o método de referência (analisador elemental) com significância de 1% de probabilidade ($P < 0,01$). A – Mebius, B – Walkley e Black, C – Colorimetria, D – Mufla

Tabela 1 – Identificação dos solos utilizados e os teores de carbono orgânico (g kg⁻¹) determinados pelos métodos.

	Localidade	Classe de solo ⁽¹⁾	Uso do solo	Carbono orgânico (g kg ⁻¹)				
				CHN ⁽²⁾	WB ⁽³⁾	M ⁽⁴⁾	Col ⁽⁵⁾	PMI ⁽⁶⁾
1	Sete Lagoas - MG	LVA	Cerrado Nativo	35,8	25,0	30,8	18,2	34,6
2	São Gotardo - MG	LA	Cerrado Nativo	35,7	25,4	29,1	19,0	35,1
3	Uberaba - MG	LVA	Cerrado Nativo	20,1	7,20	9,40	6,70	12,1
4	Itumbiara - MG	LVA	Cerrado Nativo	27,6	21,4	24,1	15,8	33,3
5	Balsas - MA	LA	Cerrado Nativo	9,30	3,60	4,60	3,70	5,10
6	Balsas - MA	LVA	Cerrado Nativo	26,4	12,4	14,7	10,1	19,6
7	Correntina - BA	LA	Cerrado Nativo	15,8	3,70	5,30	3,80	6,40
8	Buritit - MG	LA	Cerrado Nativo	21,8	9,10	11,5	7,40	12,2
9	Planaltina - DF	LA	Cerrado Nativo	24,7	19,5	21,7	14,7	28,0
10	Planaltina - DF	LV	Cerrado Nativo	27,3	16,0	19,3	12,3	24,3
11	Planaltina - DF	LA	Cerrado Nativo	22,6	8,70	9,90	7,00	14,4
12	Porto Nacional - TO	LA	Cerrado Nativo	23,8	10,5	11,7	7,80	15,3
13	Porto Nacional - TO	LVA	Cerrado Nativo	19,7	7,20	7,90	5,50	9,90
14	Canarana - MT	LV	Cerrado Nativo	26,0	14,2	17,9	11,2	24,1
15	Sapezal - MT	LVA	Cerrado Nativo	36,6	22,2	24,3	16,5	29,4
16	Planaltina - DF	LV	Cerrado Nativo	27,5	14,6	15,9	10,7	19,2
17	Planaltina - DF	LV	Cerrado Nativo	13,1	10,5	11,0	7,80	15,5
18	Planaltina - DF	GX	Cerrado Nativo	13,4	9,20	9,80	6,80	12,6
19	Brazlândia - DF	LV	Pastagem	29,5	22,3	25,1	17,6	29,6
20	Brazlândia - DF	LV	Pastagem	31,9	26,0	28,1	20,2	35,6
21	Brazlândia - DF	LV	Cerrado Nativo	25,9	17,0	19,6	12,8	24,0
22	Brazlândia - DF	LV	Lavoura	29,6	21,6	24,9	17,4	31,1
23	Brazlândia - DF	LV	Lavoura	33,8	25,5	28,2	20,4	36,3
24	Bom Jesus - PI	LVA	Cerrado Nativo	12,6	6,30	7,50	5,40	8,50
25	Bom Jesus - PI	LVA	Pastagem	11,8	5,20	6,10	3,70	6,40
26	Vargem Bonita - DF	RQ	Cerrado Nativo	11,5	8,60	8,60	6,90	12,5
27	Vargem Bonita - DF	LV	Cerrado Nativo	31,7	23,6	26,3	18,4	33,8
28	Vargem Bonita - DF	LVA	Cerrado Nativo	33,0	25,3	28,0	19,8	33,3
29	Vargem Bonita - DF	O	Cerrado Nativo	50,2	40,2	43,9	29,5	65,3
30	Santo Antônio de Goiás - GO	LV	Pastagem	21,6	14,8	17,9	6,20	22,6
31	Santo Antônio de Goiás - GO	LV	Pastagem	23,0	14,7	18,2	9,20	21,4
32	Santo Antônio de Goiás - GO	LV	Pastagem	23,0	13,4	15,3	8,00	18,3
33	São Desidério - BA	LVA	Lavoura	16,2	9,30	10,0	6,70	13,2
34	São Desidério - BA	LVA	Lavoura	15,6	8,70	9,20	6,20	12,8
35	São Desidério - BA	LVA	Lavoura	16,6	6,80	7,40	5,20	10,3
36	São Desidério - BA	LVA	Lavoura	17,8	5,40	7,00	4,70	9,50
37	Planaltina - DF	LV	Lavoura	18,3	11,3	12,9	7,50	15,5
38	Planaltina - DF	LV	Lavoura	19,7	15,1	16,5	10,1	20,5
39	Planaltina - DF	LV	Cerrado Nativo	13,6	6,60	6,80	4,90	10,3

⁽¹⁾Classe dos solos: LV – Latossolo Vermelho; LVA – Latossolo Vermelho Amarelo; LA- Latossolo Amarelo; GX – Gleissol Háplico; RQ – Neossolo Quartzarênico; O – Organossolo. CHN⁽²⁾ – analisador elementar; WB⁽³⁾ – Walkley e Black; M⁽⁴⁾ – Mebius; Col⁽⁵⁾ – Colimétrico; PMI⁽⁶⁾ – Perda de Massa por Ignição ou Mufla