

## Métodos de determinação do teor de C no solo sob diferentes usos da terra em Santa Inês-MA

**DIANA SIGNOR<sup>(1)</sup>, UELSON SERRA GARCIA<sup>(2)</sup>, ELUARDO DE OLIVEIRA MARQUES<sup>(3)</sup>,  
LUCIANO CAVALCANTI MUNIZ<sup>(4)</sup>, MAGNUS DALL'IGNA DEON<sup>(5)</sup>, JOSÉ ANTONIO ALVES  
CUTRIM JUNIOR<sup>(6)</sup> & JOAQUIM BEZERRA COSTA<sup>(7)</sup>**

<sup>(1)</sup> Primeiro Autor é Pesquisador na Embrapa Semiárido, Rodovia BR 428, km 152, Zona Rural, Caixa Postal 23, Petrolina-PE, CEP 56302-970. E-mail: diana.signor@embrapa.br (apresentador do trabalho).

<sup>(2)</sup> Segundo Autor é estudante do curso de Agronomia da Universidade Estadual do Maranhão, Campus Universitário Paulo VI Bairro Cidade Operária, São Luís-MA, CEP 65000-000.

<sup>(3)</sup> Terceiro Autor é estudante do curso de Agronomia da Universidade Estadual do Maranhão, Campus Universitário Paulo VI Bairro Cidade Operária, São Luís-MA, CEP 65000-000.

<sup>(4)</sup> Quarto Autor é professor adjunto do Departamento de Economia Rural da Universidade Estadual do Maranhão, Campus Universitário Paulo VI Bairro Cidade Operária, São Luís-MA, CEP 65000-000.

<sup>(5)</sup> Quinto Autor é Pesquisador na Embrapa Semiárido, Rodovia BR 428, km 152, Zona Rural, Caixa Postal 23, Petrolina-PE, CEP 56302-970.

<sup>(6)</sup> Sexto Autor é Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Maranhão, Campus Maracanã, Av. dos Curiós, S/N, Vila Esperança, São Luís-MA, CEP 65095-460.

<sup>(7)</sup> Sétimo Autor é Pesquisador da Embrapa Cocais, Av. São Luís Rei de França, nº4, Quadra 11, Conjunto Eldorado, Turu, São Luís-MA, CEP 65065-470.

Apoio financeiro: FAPEMA

**RESUMO** – A determinação dos teores de C no solo pode ser feita por métodos de combustão via úmida ou via seca. Apesar do método de combustão via seca em analisador elementar ser considerado internacionalmente como método de referência, a maioria dos laboratórios de análise de solo no Brasil utiliza o método Walkley-Black na determinação do teor de C em amostras de solo. O objetivo desse trabalho foi comparar a eficiência dos métodos de Walkley-Black e analisador elementar para a determinação dos teores de C em amostras de solo sob diferentes usos da terra em Santa Inês-MA. Foram analisadas amostras de solo coletadas nas camadas 0-10 cm e 10-20 cm de profundidade coletadas em áreas de vegetação nativa, vegetação secundária (capoeira), pastagem degradada e em uma área de

capoeira recém convertida para pastagem destinada à implantação de sistema de integração lavoura-pecuária. Não foram observadas diferenças entre os métodos de determinação dos teores de C no solo, embora as diferenças entre os usos tenham sido minimizadas quando as análises foram feitas pelo método Walkley-Black. Assim, para amostras de solo com elevado teor de areia, o método Walkley-Black para determinação do teor de C fornece resultados semelhantes aos do método de combustão seca em analisador elementar.

**Palavras-Chave:** combustão seca; combustão úmida; Walkley-Black

### Introdução

A determinação do teor de carbono (C) no solo é feita em laboratório empregando técnicas de combustão via úmida ou via seca. Os métodos de combustão via úmida baseiam-se no princípio da oxidação do carbono orgânico presente na amostra por uma solução ácida e na quantificação do CO<sub>2</sub>, produzido nessa reação, utilizando técnicas gravimétricas, titulométricas ou colorimétricas. No Brasil, o método padrão para determinação do teor de C é o Walkley-Black modificado (Embrapa, 2009), método de determinação via úmida que consiste na oxidação do C, presente nos compostos orgânicos, a CO<sub>2</sub> por ação de íons dicromato (Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>) em meio ácido. Apesar de amplamente empregado, o método de Walkley-Black apresenta alguns inconvenientes: interferência dos íons

Cl<sup>-</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>3+</sup> e Mn<sup>4+</sup> presentes no solo; subestimação dos valores de carbono total em solos que contêm material carbonizado ou carbonático; taxa de oxidação do carbono variável de acordo com as características da amostra e das adaptações feitas ao método (tipo e concentração dos ácidos, aplicação de calor externo) e geração de resíduos contendo cromo (Chatterjee et al., 2009).

Uma alternativa ao método de combustão utilizando dicromato de potássio é a combustão via seca, que permite a quantificação do carbono total presente no solo. Esse método baseia-se no princípio da oxidação do carbono a CO<sub>2</sub> quando a amostra é submetida a altas temperaturas, procedimento que pode ser feito em mufla, com quantificação do CO<sub>2</sub> por gravimetria, ou em analisador elementar, com quantificação do CO<sub>2</sub> por condutividade térmica, espectrometria de massas ou análise de

infravermelho. A combustão seca utilizando o analisador elementar é considerada como método de referência para determinação dos teores de C em amostras de solo (Swift, 1996).

O objetivo desse trabalho foi comparar a eficiência dos métodos de Walkley-Black e analisador elementar para a determinação dos teores de C em amostras de solo sob diferentes usos da terra em Santa Inês-MA.

## Material e métodos

Amostras deformadas de solo foram coletadas sob diferentes usos, em uma mesma microbacia, no município de Santa Inês-MA, situado na microrregião de Pindaré, (Latitude 03°46'S, Longitude 45°29'W, altitude de 38 metros). O clima regional, segundo a classificação de Koeppen, é Aw (quente e úmido). A temperatura média anual é de 26,0°C, com mínima de 22,3°C e máxima de 33,5°C.

Os usos avaliados foram: vegetação nativa, vegetação secundária (capoeira), pastagem degradada e uma área após remoção da capoeira, destinada à implantação de sistema integrado (lavoura-pecuária), denominada "pastagem integração". Os teores médios de argila para as áreas avaliadas foram de 113 g kg<sup>-1</sup> na camada 0-10 cm e de 134 g kg<sup>-1</sup> na camada 10-20 cm.

Em cada área, foram marcados aleatoriamente três pontos, em torno dos quais foram coletadas amostras de solo deformadas, com uso de trado do tipo holandês. Para cada ponto, coletaram-se 12 amostras na camada 0-10 cm e 12 amostras na camada 10-20 cm de profundidade. As 12 amostras coletadas foram misturadas e homogeneizadas para formarem uma amostra composta por profundidade. As três amostras compostas de cada profundidade para cada uso avaliado foram secas ao ar e encaminhadas para o Laboratório de Solos e Tecidos Vegetais da Embrapa Semiárido.

Após secas ao ar, as amostras foram moídas em moinho de bolas e passadas em peneira com abertura de malha de 0,150 mm. Nas amostras preparadas e devidamente homogeneizadas, determinou-se o teor de C por dois métodos: combustão seca em analisador elementar (considerado o método de referência) e combustão úmida pelo método Walkley-Black, seguindo metodologia descrita em Embrapa (2009) (amplamente utilizado com rotina nos laboratórios de análise de solo no Brasil).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste t, ao nível de significância de 5%. Realizou-se também análise de regressão entre os teores de C obtidos pelos dois métodos.

## Resultados

Não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os métodos de determinação dos teores de C nas amostras de solo utilizadas nesse estudo (Tabela 1). Na camada 0-10 cm, os dois métodos demonstraram existir diferença nos teores de C entre os usos avaliados. Contudo, o método Walkley-

Black minimizou essas diferenças, levando à interpretação errônea de que os teores de C nas amostras das áreas de capoeira, pastagem degradada e pastagem integração fossem semelhantes entre si. Todavia, se considerarmos o método do analisador elementar como padrão, o teor de C na área de capoeira foi inferior ao da área de pastagem degradada, interpretação que não seria possível caso apenas o método de combustão via úmida tivesse sido empregado.

## Discussão

Silva et al. (1999) realizaram trabalho semelhante, comparando métodos de determinação de C em diferentes classes de solo. Esses autores observaram que o método de Walkley-Black subestimou o teor de C no solo em comparação à combustão seca em analisador elementar. Os resultados da Tabela 1 diferem daqueles apresentados por Silva et al. (1999). Entretanto, há que se levar em conta os teores de argila dos solos empregados nos dois estudos. Enquanto os solos de Santa Inês apresentaram teor de argila inferior a 150 g kg<sup>-1</sup>, todos os solos estudados por Silva et al. (1999) apresentavam textura argilosa ou muito argilosa. Além disso, segundo Chatterjee et al. (2009), o método de Walkley-Black produz resultados semelhantes aos obtidos pela técnica de combustão via seca para amostras que não possuam elevado teor de carbono inorgânico, que é o caso das empregadas no presente estudo.

## Conclusões

Para solos com baixo teor de argila, como os utilizados nesse estudo, o método Walkley-Black para determinação do teor de C fornece resultados semelhantes aos do método de combustão seca realizada em analisador elementar.

## Agradecimentos

À Embrapa Cocais e ao Sr. Alcino Teixeira Muniz pelo apoio na coleta das amostras de solo. À Lanza Vieira Agroindustrial Ltda.

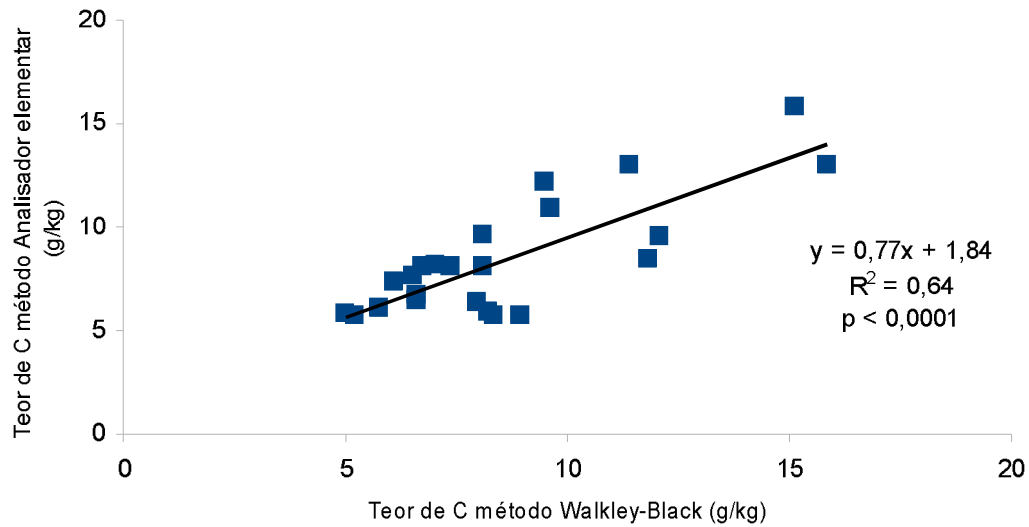
## Referências

- CHATTERJEE, A.; LAL, R.; WIELOPOLSKI, L.; MARTIN, M.Z.; EBINGER, M. H. Evaluation of different soil carbon determination methods. *Critical Reviews in Plant Science*, 28: 164-178, 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília, Informação Tecnológica, 2009. 628p.
- SILVA, A.C.; VIDAL-TORRADO, P.; ABREU JUNIOR, J.S. Métodos de quantificação da matéria orgânica do solo. *R. Un. Alfenas*, 5: 21-26, 1999.
- SWIFT, R.S. Organic Matter Characterization. In: *Methods of Soil Analysis Part 3. Chemical Methods-SSSA Book Series n° 5*. Madison, Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, 1996. p. 1011-1069.

**Quadro 1.** Teores de C obtidos pelo método de Walkley & Black e por analisador elementar em amostras de solo das camadas 0-10 cm e 10-20 cm de profundidades, sob diferentes usos da terra em Santa Inês-MA

Método de determinação do teor de C no solo	Mata nativa	Capoeira	Pastagem degradada	Pastagem integração
0-10 cm				
Analisador Elementar	12,7 Aa	8,6 Ca	12,0 ABa	8,7 BCa
Walkley-Black	15,5 Aa	8,8 Ba	10,2 Ba	8,9 Ba
10-20 cm				
Analisador Elementar	6,9 Aa	5,7 Aa	7,0 Aa	6,1 Aa
Walkley-Black	7,6 Aa	6,4 Aa	6,1 Aa	7,7 Aa

Letras maiúsculas comparam médias na linha e letras minúsculas comparam médias na coluna. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste t ( $\alpha=0,05$ ).



**Figura 1.** Relação entre os teores de C obtidos pelo método de Walkley & Black e por analisador elementar em amostras de solo sob diferentes usos da terra em Santa Inês-MA