



## Comparação entre duas metodologias para determinar concentração de carbono no solo na região central do Cerrado <sup>(1)</sup>.

**Fábio Luís de Souza Santos <sup>(2)</sup>; Adriana Reatto<sup>(3)</sup>; Éder de Souza Martins<sup>(4)</sup>; Antonio Felipe Couto Júnior<sup>(5)</sup>; Gabriela Bielefeld Nardoto<sup>(6)</sup>.**

<sup>1</sup> Trabalho executado com recursos dos projetos Geocerrado e Biomas, realizados pela parceria entre Embrapa Cerrados e Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). Aluno bolsista CNPq.

<sup>2</sup> Estudante de mestrado em Ecologia, Universidade de Brasília, Distrito Federal; fabio\_santos92@hotmail.com;

<sup>3</sup> Pesquisador Embrapa Informação Tecnológica;

<sup>4</sup> Pesquisador Embrapa Cerrados;

<sup>5</sup> Professor Campus UnB Planaltina, Universidade de Brasília;

<sup>6</sup> Professor, Departamento de Ecologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília.

**RESUMO:** Compreender a dinâmica de carbono no solo é fundamental para entender o funcionamento dos ecossistemas, portanto, faz-se necessário definir as metodologias adequadas para calcular a concentração desse elemento. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi comparar duas metodologias para determinar a concentração de carbono em diferentes tipos de solos e sob diferentes tipos de cobertura vegetal em uma mesma bacia experimental na região de Cerrado do Planalto Central. As concentrações de carbono no solo foram analisadas em analisador elementar, que considera as formas elementares do carbono por meio de combustão e pelo método de Walkley-Black, que utiliza os valores de matéria orgânica e é amplamente utilizado no Brasil. O uso do analisador elementar apresenta maior concentração de carbono em todas as áreas, sendo que as duas metodologias apresentaram diferenças significativas entre si. No entanto, elas possuem uma alta correlação, o que indica que ambas podem ser utilizadas para áreas de diferentes usos da terra na região de Cerrado em sua porção central, respeitando os objetivos da pesquisa e as limitações de cada método.

**Termos de indexação:** Analisador elementar, Walkley-Black, uso e cobertura da terra.

### INTRODUÇÃO

As mudanças no uso da terra estão entre as principais causas das mudanças ambientais que ocorrem no planeta atualmente (Rockstrom et al., 2009), pois alteram os processos biogeoquímicos do solo, com reflexos no estoque de carbono (C) e no fluxo de gases do efeito estufa entre o solo e a atmosfera. Portanto, as mudanças no uso e cobertura da terra afetam de maneira expressiva a dinâmica da matéria orgânica do solo, que é fundamental no ciclo global do C, pois o solo constitui o maior reservatório desse elemento nos

ecossistemas terrestres, compreendendo cerca de duas vezes a quantidade de C na atmosfera e na biomassa vegetal (Swift, 2001).

No Brasil, a conversão do uso da terra e mudanças na cobertura vegetal tem provocado grandes alterações na paisagem, o que provoca a modificação da dinâmica de carbono e nutrientes nos ecossistemas (Bustamante et al. 2012). O Cerrado é a savana mais biodiversa do mundo e que em 2004 remanescentes de vegetação nativa de Cerrado cobriam menos de 50% da área original do bioma (Klink e Machado 2005), que o torna um dos 34 hotspots de biodiversidade do mundo (Myers et al. 2000); nota-se a importância de compreender melhor a dinâmica de C nesse bioma.

Existem diversos métodos de determinar a concentração de carbono no solo. O método Walkley & Black (1934) é o mais empregado em laboratórios de solos no Brasil, devido à sua simplicidade e ao custo relativamente baixo. Entretanto, o uso de cromo nessa análise pode provocar problemas ambientais (Brunetto et al., 2006), o que estimula a substituição desse procedimento por outros que geram menor quantidade de resíduos potencialmente tóxicos. Além disso, o método Walkley-Black não alcança as formas elementares de carbono, subestimando o carbono orgânico total.

Há uma crescente utilização do analisador elementar para concentração de carbono. Esse equipamento permite a análise simultânea de outros elementos, além do C, nas formas líquidas, gasosas ou sólidas. O maior problema verificado na determinação de carbono na análise elementar é o fato desse equipamento não distinguir o carbono orgânico do inorgânico (Schumacher, 2002).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi comparar essas duas metodologias para determinar a concentração de carbono em diferentes tipos de solos e sob diferentes tipos de

cobertura vegetal da bacia experimental do córrego Sarandi, área de Cerrado do Planalto Central.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

A área de estudo é a Bacia experimental do Córrego do Sarandi (Figura 1), cuja nascente localiza-se na área da Embrapa Cerrados, em Planaltina, no Distrito Federal e, deságua no Ribeirão Mestre d'Armas que é um dos mais importantes afluentes do rio São Bartolomeu, o qual tem significativa contribuição para formação da Bacia do Rio Paraná (Martins et al., 2002). O solo predominante é o Latossolo, com presença de Cambissolo e Solo Hidromórfico, com características que variam de acordo com o tipo de relevo onde cada um está inserido.

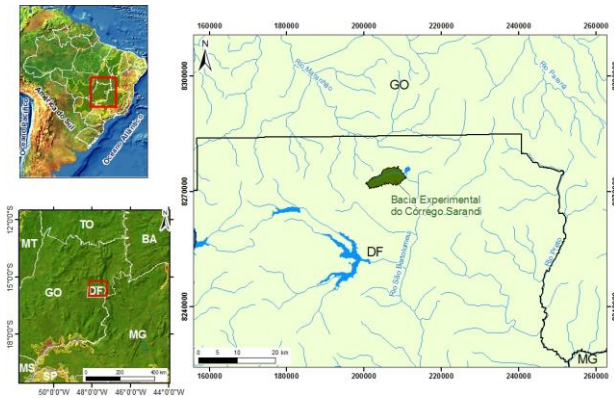


Figura 1: Localização da bacia experimental do córrego Sarandi.

### Coletas de solo

Foram realizadas coletas de solo em áreas de cerrado sentido restrito sobre Latossolo Vermelho Amarelo (Css LVA) e Latossolo Vermelho (Css LV), pastagem abandonada sobre LV (Pst LV) e Gleissolo (Pst Gm), além da Mata de Galeria sobre Gleissolo (MG) e Cerradão sobre LV (Cerradão).

As coletas foram realizadas entre julho e setembro de 2012. Em cada área foram retiradas amostras de três perfis de solo em oito intervalos de profundidades (0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm), utilizando um trado de tipo holandês. Foi utilizada a média dos valores dos três perfis para representar cada área.

As amostras foram secas ao ar, e depois destorroadas em peneira com malha de 2 mm. Após o preparo das amostras, determinou-se a concentração de carbono por meio de analisador elementar e do Walkley-Black.

### Analisador elementar

As amostras de solo secas foram moídas e pesadas sub-amostras entre 20 e 100 mg e acondicionadas em cápsulas de alumínio. Essas cápsulas são colocadas num analisador elementar, que por combustão determina a concentração de carbono. Estas análises foram realizadas no laboratório de Ecologia Isotópica, CENA/USP.

### Walkley-Black

Utilizou-se o método volumétrico, que é uma modificação do Walkley-Black, que consiste na oxidação da MOS via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico (Embrapa, 1997). A percentagem de carbono orgânico considerado correspondeu a 58% do valor total da MOS. Este fator é utilizado em virtude de se admitir que, na composição média do húmus, o carbono participa com 58% (Silva, 2009). As análises foram realizadas na Embrapa Cerrados, em Planaltina-DF.

### Análises estatísticas

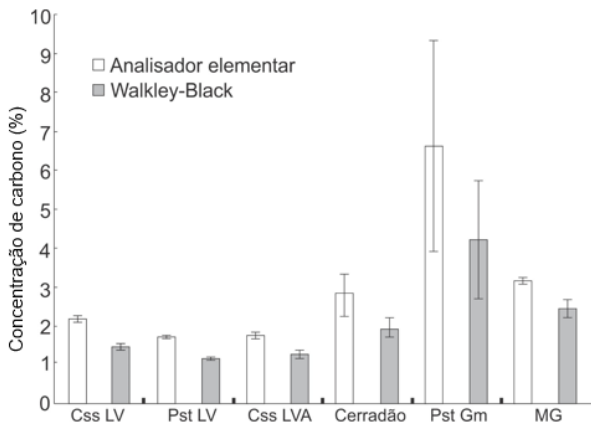
O perfil de solo foi dividido em duas partes, somando o resultado do estoque de C dos intervalos de profundidade de 0 a 20 cm e de 0 a 100 cm, a fim de verificar se há diferenças significativas entre o estoque de carbono entre a parte superficial e a mais profunda do solo. Foi realizado um teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) para avaliar se os dados são paramétricos ou não-paramétricos no programa Statistica 7. Após confirmar a normalidade dos dados, foi aplicada, no mesmo programa, uma análise de variância ANOVA, que avaliou a significância das diferenças encontradas entre os perfis de solo e entre os métodos. Diferenças a 5% foram consideradas significativas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Concentração de carbono

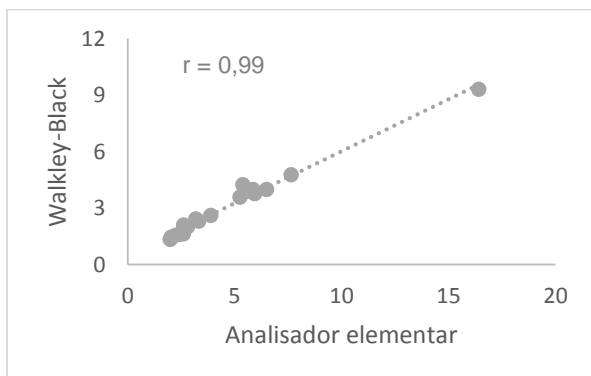
#### Até 20 cm de profundidade

A concentração de C variou de 2,23% e 9,96% com o uso do analisador elementar, e de 1,54% a 6,01% com Walkley-Black. Essa diferença ocorre devido a este último não alcançar as formas elementares de carbono (Schumacher, 2002). Os menores valores são na Pst LV e os maiores na Pst GM. Isso porque o manejo da pastagem influencia a matéria orgânica no solo (Alves et al, 2008) e, conseqüentemente, a dinâmica de C, além do maior aporte de C proveniente da mata de galeria, uso do solo original à Pst GM (Figura 2). Houve diferença significativa entre as duas metodologias em todas as áreas estudada.



**Figura 2:** Concentração média de carbono no solo em até 20 cm de profundidade em diferentes usos da terra na bacia do córrego Sarandi (Média  $\pm$  Desvio Padrão), utilizando analisador elementar (barras claras) e Walkley-Black (barras escuras). Css LVA: cerrado *sensu stricto* sobre Latossolo Vermelho Amarelo; Pst LV: pastagem sobre LV; Css LV: cerrado *sensu stricto* sobre Latossolo Vermelho; Cerradão: Cerradão sobre LV; MG: Mata de Galeria sobre Gleissolo; Pst Gm: Pastagem sobre Gleissolo.

Apesar das diferenças significativas entre os métodos, houve uma forte correlação, de 0,99, entre eles (Figura 3). Resultados semelhantes foram encontradas em outros trabalhos, como de Gatto et al. (2009), o que indica que ambos os métodos podem ser utilizados para a determinação da concentração de C, mesmo considerando que o Walkley-Black subestima o carbono orgânico total.

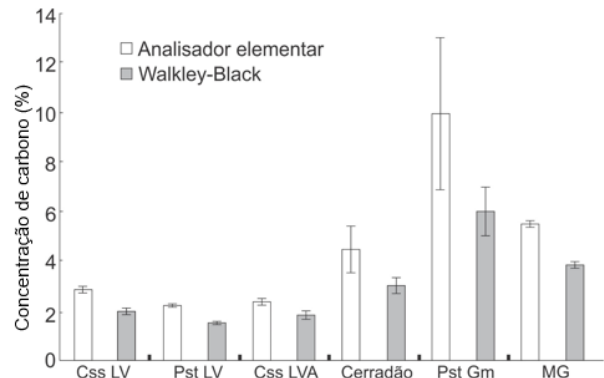


**Figura 3:** Correlação entre o percentual médio de concentração de carbono no solo em até 20 cm de profundidade utilizando analisador elementar e Walkley-Black, em diferentes usos da terra na bacia do córrego Sarandi.

#### Até 100 cm de profundidade

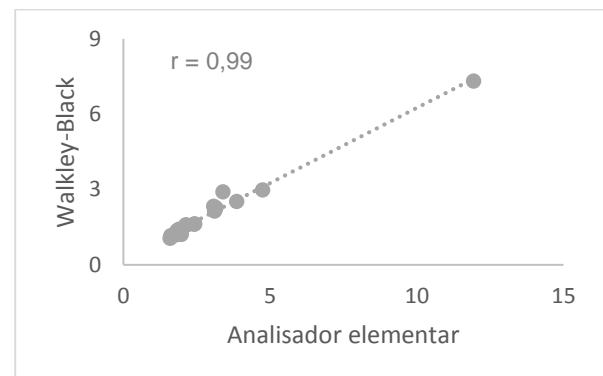
A concentração média de C (entre 0 e 100 cm de profundidade) variou entre 1,73% e 6,61% com o uso do analisador elementar, e de 1,89% a 4,19% com Walkley-Black. As menores concentrações também são na Pst LV e as maiores em Pst GM. A concentração de C diminui com o aumento da profundidade por conta da redução de matéria orgânica nas camadas mais profundas (Figura 4). Também houve diferença

significativa entre as duas metodologias em todas as áreas estudadas.



**Figura 4:** Concentração média de carbono no solo em até 100 cm de profundidade em diferentes usos da terra na bacia do córrego Sarandi (Média  $\pm$  Desvio Padrão), utilizando analisador elementar (barras claras) e Walkley-Black (barras escuras). Css LVA: cerrado *sensu stricto* sobre Latossolo Vermelho Amarelo; Pst LV: pastagem sobre LV; Css LV: cerrado *sensu stricto* sobre Latossolo Vermelho; Cerradão: Cerradão sobre LV; MG: Mata de Galeria sobre Gleissolo; Pst Gm: Pastagem sobre Gleissolo.

O padrão para esse perfil é o mesmo que para o perfil de 0 a 20 cm de profundidade. Mesmo com as diferenças entre os métodos, em profundidades maiores também houve uma forte correlação, de 0,99, entre o analisador elementar e o Walkley-Black para os perfis de solo que vão de 0 a 100 cm de profundidade (Figura 5).



**Figura 5:** Correlação entre o percentual médio de concentração de carbono no solo em até 100 cm de profundidade utilizando analisador elementar e Walkley-Black, em diferentes usos da terra na bacia do córrego Sarandi.

Os dois métodos estão altamente correlacionados, independentemente do tipo de solo e da cobertura da terra. Esse padrão é o mesmo para as diferentes profundidades do solo, sugerindo que para as áreas estudadas ambos os métodos podem ser utilizados para os diferentes perfis, respeitando suas respectivas limitações.



## CONCLUSÕES

O cálculo de concentração de carbono na porção central do Cerrado através do analisador elementar é mais preciso e, portanto, apresenta diferenças significativas em relação ao método de Walkley-Black. Entretanto, as duas metodologias apresentam grande correlação, o que permite sua utilização para diversos estudos, especialmente os que tratam de fertilidade, até por conta de seu baixo custo. O uso do analisador elementar é mais recomendável para estudos que não necessitam da separação entre a fração orgânica e a inorgânica. Além disso, esse método também determina a concentração de outros elementos, o que pode ser interessante para compreensão da dinâmica desses nutrientes no solo e, por consequência, do funcionamento do ecossistema.

## AGRADECIMENTOS

À Embrapa Cerrados pelo financiamento do projeto Geocerrado e a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil pelo estágio que proporcionou essa pesquisa. Ao NEAT pelo apoio em todo o desenvolvimento do trabalho.

## REFERÊNCIAS

ALVES, B. J. R. et al. Dinâmica do carbono em solos sob pastagens. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2ª Ed. p. 561-569. Metr pole: Porto Alegre, 2008.

BUSTAMANTE, M. M. C. et al. Potential impacts of climate change on biogeochemical functioning of Cerrado ecosystems. *Brazilian Journal of Biology (Impresso)*, v. 72, p. 655-671, 2012.

BRUNETTO, G. et al. Avalia o do método de perda de peso por igni o na análise de m teria orgânica em solos da Serra Gaúcha do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, 36(6):1936-1939, 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solos. 2 ed. rev. e atual. 212 p. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997.

GATTO, A. et al. Compara o de métodos de determina o do carbono orgânico em solos cultivados com eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:735-740, 2009.

KLINK, C. A., MACHADO, R.B. Conservation of Brazilian Cerrado. *Conserv Biol*. v.19, p.707-713, 2005.

MARTINS, E. S. et al. Domínios hidrogeológicos da margem direita do Córrego Divisa, Bacia do São Bartolomeu-DF, escala 1:10.000. *Boletim de pesquisa e*

*desenvolvimento*, 68. 17 p. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, n.403, p. 853-858, 2000.

ROCKSTROM et al. A safe operating space for humanity. *Nature*, v. 461, p. 472-475. Setembro, 2009.

SCHUMACHER, B.A. Methods for the determination of total organic carbon (TOC) in soils and sediments. United States - Environmental Protection Agency, 2002. Disponível em: <<http://www.epa.gov/esd/cmb/research/papers/bs116.pdf>> Acesso em: 10 maio de 2015.

SILVA, F. C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 624 p. Brasília: Embrapa Informa o Tecnol gica, 2009.

SWIFT, R. S. Sequestration of carbon by soil. *Soil Science*, vol. 166, p. 858-871, 2001.

WALKLEY, A. & BLACK, I. A. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37:29-38, 1934.