

Matéria orgânica particulada em solo sob sistemas de manejo e vegetação natural de Cerrado

CICERO CÉLIO DE FIGUEIREDO⁽¹⁾, DIMAS VITAL SIQUEIRA RESCK⁽²⁾ & MARCO AURÉLIO CARBONE CARNEIRO⁽³⁾

RESUMO – Os sistemas de manejo alteram os teores de matéria orgânica particulada de forma diferenciada. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de sistemas de manejo e de uma área sob vegetação natural de Cerrado na matéria orgânica particulada do solo. Foram selecionados oito tratamentos de um experimento constituído por dezesseis tratamentos mais um com parcelas de cerrado sob vegetação natural. O experimento foi projetado para estudar a dinâmica de sistemas de preparo do solo e rotação de culturas, com alternância no tempo e no espaço. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições. As amostras de solo foram coletadas em cinco profundidades: 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm. Alterações nos teores de carbono orgânico pelo uso do solo no Cerrado ocorrem, principalmente, na fração particulada da matéria orgânica (> 53 µm).

Palavras-Chave: (fracionamento; plantio direto; carbono)

Introdução

Apesar de sua pequena participação no volume total do solo, a matéria orgânica (MO) é componente-chave para a sustentabilidade de ecossistemas nativos e manejados, especialmente nos trópicos. Devido a essa importância, inúmeros trabalhos procuram determinar as alterações dos estoques de matéria orgânica na mudança de áreas nativas para agrícolas e entre sistemas de manejo. Essas determinações são frequentemente realizadas pela quantificação dos estoques de carbono orgânico total do solo [1].

Alterações na MO podem não ser verificadas quando medidas pelo carbono orgânico total, dependendo dos aportes de carbono no solo [2]. A MOS está localizada em diferentes compartimentos, que apresentam distintos tempos de reciclagem e formas de proteção. Esses compartimentos ou frações podem ser arbitrariamente estabelecidos com base em critérios de localização, composição química ou grau de estabilidade do material orgânico [3]. O estudo de frações da matéria orgânica, com tempo de ciclagem e formas de proteção diferentes, tem sido usado para melhor detectar a dinâmica da matéria orgânica em solos sob diferentes sistemas de manejo [4,5]. Entre essas frações, as mais lábeis, como a matéria orgânica

particulada, apresentam-se como sensíveis para verificar mudanças na matéria orgânica em função do uso do solo [6,7]. Para solos do Cerrado ainda são escassos os trabalhos com os diferentes compartimentos da matéria orgânica.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de sistemas de manejo e de uma área sob vegetação natural de Cerrado na matéria orgânica particulada do solo.

Material e Métodos

A. Localização da área e sistemas de manejo estudados

O trabalho foi conduzido no campo experimental da Embrapa Cerrados, localizado em Planaltina-DF (15°35'30"S e 47°42'00"W e altitude de 1.014 m). Todos os tratamentos foram instalados em um Latossolo Vermelho de textura argilosa.

Foram selecionados oito tratamentos de um experimento constituído por dezesseis tratamentos mais um com parcelas de cerrado sob vegetação natural. O experimento foi projetado para estudar a dinâmica de sistemas de preparo do solo e rotação de culturas, com alternância no tempo e no espaço (Tabela 1).

B. Fracionamento da matéria orgânica e análises estatísticas

Utilizou-se o fracionamento físico da matéria orgânica segundo [6], com adaptações no peso da amostra utilizada, conforme [8]. Após secagem ao ar, as amostras foram passadas em peneira de 2 mm. Destas, 20 g foram colocados em frascos plásticos com volume de 250 mL. Foram adicionados 70 mL de hexametáfosfato de sódio na concentração de 5 g L⁻¹. Agitou-se a mistura por 15 h em agitador horizontal.

Depois desse processo, todo o conteúdo do frasco foi colocado em peneira de 53 µm e lavado com auxílio de fraco jato de água destilada. O material retido na peneira, constituído por resíduos orgânicos e a fração areia, foi definido como matéria orgânica particulada total (> 53 µm), foi secado em estufa a 50°C, por 72 h. Após secagem, a amostra foi moída em gral de porcelana e passada totalmente em peneira de 0,149 mm. Em seguida, alíquotas foram pesadas e analisadas quanto aos seus teores de C, constituindo-se no carbono orgânico particulado (COP).

Uma alíquota da subamostra passada em peneira de 2 mm foi moída em gral de porcelana e passada em peneira de 0,149 mm. Posteriormente esse material foi utilizado

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Professor Adjunto da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília. ICC Ala Sul, Asa Norte, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília, DF, CEP 70910-900. E-mail: cicerocef@unb.br

⁽²⁾ Segundo Autor é Pesquisador aposentado da Embrapa Cerrados, BR 020, km 18, Planaltina, DF, CEP 73301-970.

⁽³⁾ Terceiro Autor é Professor Adjunto da Universidade Federal de Goiás, Campus de Jataí. BR 364, km 192, Jataí, GO, CEP 75800-000.

Apoio financeiro: CAPES.

para a análise do carbono orgânico total (COT) da amostra total (bulk sample). As análises de carbono orgânico total das frações particuladas e da amostra *bulk sample* foram realizadas por combustão via seca, em analisador elementar de CHN (modelo PE 2400, Série II CHNS/O, PerkinElmer, Norwalk, USA).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Utilizou-se o programa denominado "Profile" [9] para diferenciação estatística dos tratamentos, por meio da análise de variância dos valores dos parâmetros de uma regressão polinomial ortogonal ($y = p_0 + p_1x_L + p_2x_Q + p_3x_C$), em que p_0 representa o efeito médio dos tratamentos no perfil e os parâmetros da regressão p_1 , p_2 e p_3 representam a quantidade e a direção (sinal) de cada tendência linear, quadrática e cúbica dos teores das variáveis analisadas em profundidade (cm), respectivamente. Esses parâmetros foram comparados pelo teste t a 5%. Utilizou-se também a regressão não-ortogonal $\hat{y} = b_0 + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3$, em que b_0 , b_1 , b_2 e b_3 são interdependentes e representam, respectivamente, os estimadores dos parâmetros para o intercepto e os efeitos linear, quadrático e cúbico para cálculos estimativos dos valores finais das variáveis consideradas, em relação à profundidade x (cm).

Resultados

Os valores apresentados na Tabela 2 representam os efeitos médios das variáveis COT, COP e COP:COT na profundidade 0-40 cm do solo (p_0). Os sistemas de manejo do solo apresentaram diferenças nos teores de carbono orgânico total, particulado e na relação carbono orgânico particulado: carbono orgânico total.

Os sistemas CER, PAST e PD1 apresentaram os maiores valores de COT (21,0; 20,9 e 20,8 g kg⁻¹, respectivamente) (Tabela 2).

Entre os sistemas agrícolas manejados, o PD1 apresentou teores de COT maiores do que os demais sistemas estudados, incluindo outros sistemas conservacionistas (ESC, PD2 e PD3).

Os teores de carbono na matéria orgânica particulada, expressos pelos valores médios de COP na profundidade 0-40 cm (p_0), situaram-se entre 3,35 g kg⁻¹, no sistema sob arado de discos, e 10,16 g kg⁻¹, sob pastagem.

A participação do COP nos teores de COT (COP:COT) variou de 19% (AD) a 48% (PAST), considerando-se o comportamento médio no perfil (0-40 cm).

Os modelos de regressão não-ortogonais de COP, para os diferentes sistemas nos perfis do solo, são apresentados na Figura 1.

Discussão

Em áreas próximas à deste estudo, foram encontrados resultados semelhantes quanto aos teores de COT [10] e estoques de COT [1], porém com menores valores de C para os sistemas com revolvimento anual do solo. [5] também verificaram

maior acúmulo de C orgânico do solo em área sob pastagem, com teores similares aos encontrados em cerrado nativo.

[11] também encontraram estoques de COT iguais entre sistemas sob pastagem e mata nativa e maiores do que em sistema com revolvimento do solo. Contrariando os resultados deste estudo, [12] encontraram os menores teores de COT em solos sob pastagem contínua, nas profundidades superficiais. Essas variações podem ocorrer em função do tipo de manejo (correção e fertilização) e da pressão de pastejo animal.

Os resultados de COT indicam formas diferenciadas de acúmulo de carbono no solo, em função da dinâmica dos sistemas de manejo: alternância das culturas e dos sistemas de preparo do solo, antes da implantação do sistema de plantio direto, para as condições edafoclimáticas do Cerrado [13].

Foi verificado um tempo de reciclagem mais lento na matéria orgânica particulada derivada de pastagens, quando comparado àquela oriunda de resíduos de trigo [6]. Este fato, aliado ao grande volume de raízes produzidas pelas pastagens, pode explicar a elevada presença de COP nesse sistema (Tabela 2).

A relação COP:COT variou de 18% a 39% em sistemas sob pastagens nativas e sistemas manejados, respectivamente, em solos do Canadá [6], e de 15% a 30% em solos não perturbados e revolvidos, respectivamente, na Argentina [14]. No Sul do Brasil, a relação COP:COT variou de 9%, em solo descoberto degradado, a 35%, em sistema sob plantio direto com a utilização de guandu, determinada apenas na camada 0-5 cm [7].

Os sistemas de manejo apresentaram diferentes comportamentos quanto à distribuição de COP nos perfis (Figura 1). Em geral, nas camadas superficiais, os sistemas podem ser divididos em três grupos: o primeiro, composto por CER e PAST, apresentou os maiores teores de COP; o segundo, representado pelos sistemas sob plantio direto, apresentou valores intermediários; o terceiro, formado pelos sistemas em que há revolvimento anual do solo (GP e AD), mesmo que mínimo (ESC), apresentou os menores teores

Conclusões

Os sistemas de manejo promoveram diferenças nos teores de matéria orgânica. Essas diferenças foram mais acentuadas na matéria orgânica particulada. A etapa de condicionamento do solo promove diferenças nas distribuições de matéria orgânica particulada entre os sistemas sob plantio direto.

Referências

- [1] JANTALIA, C.P.; RESCK, D.V.S.; ALVES, B.J.R.; ZOTARELLI, L.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. 2007. Tillage effect on C stocks of a clayey Oxisol under a soybean-based crop rotation in the Brazilian Cerrado region. *Soil and Tillage Research*, 95:97-109.
- [2] ROSCOE, R.; BUURMAN, P. 2003. Tillage effects on soil organic matter dynamics in density fractions of a Cerrado Oxisol. *Soil and Tillage Research*, 70:107-119.

- [3] BALDOCK, J.A.; NELSON, P.N. 2000. Soil organic matter. In: SUMNER, M. E. (Ed.). *Handbook of soil science*. Boca Raton: CRC Press, p. 25-84.
- [4] FIGUEIREDO, C.C.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C.; FERREIRA, E.A.B.; RAMOS, M.L.G. 2007. Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em resposta a diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Vermelho no Cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:551-562.
- [5] CARNEIRO, M.A.C.; ASSIS, P.C.R.; MELO, L.B.C.; PEREIRA, H.S.; PAULINO, H.B.; SILVEIRA NETO, A. N. 2008. Atributos bioquímicos em dois solos de cerrado sob diferentes sistemas de manejo e uso. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 38:276-283.
- [6] CAMBARDELLA, C.A.; ELLIOTT, E.T. 1992. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Science Society of America Journal*, 56:777-783.
- [7] CONCEIÇÃO, P.C.; AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. 2005. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:777-788.
- [8] BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. 2004. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 39:677-683.
- [9] COLWELL, J. D. 1978. *Computations for studies of soil fertility and fertilizer requirements*. Canberra: CSIRO Division of Soils, A.C.T. Australia Commonwealth Agricultural Bureau, 297 p.
- [10] FERREIRA, E.A.B.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C.; RAMOS, M.L.G. 2007. Dinâmica do carbono da biomassa microbiana em cinco épocas do ano em diferentes sistemas de manejo do solo no Cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:1625-1635.
- [11] RANGEL, O.J.P.; SILVA, C.A. 2007. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:1609-1623.
- [12] MARCHÃO, R.L.; BECQUER, T.; BRUNET, D.; BALBINO, L.C.; VILELA, L.; BROSSARD, M. 2008 [Online]. Carbon and nitrogen stocks in a Brazilian clayey Oxisol: 13-year effects of integrated crop–livestock management systems. *Soil and Tillage Research*. Homepage: <www.sciencedirect.com/science/journal/01671987>.
- [13] RESCK, D.V.S.; FERREIRA, E.A.B.; FIGUEIREDO, C.C.; ZINN, Y.L. 2008. Dinâmica da matéria orgânica no Cerrado. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.O. (Ed.). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, p. 359-417.
- [14] BONGIOVANNI, M.D.; LOBARTINI, J.C. 2006. Particulate organic matter, carbohydrate, humic acid contents in soil macro- and microaggregates as affected by cultivation. *Geoderma*, 136:660-665.

Tabela 1. Descrição dos sistemas de manejo do solo.

Sistema de manejo	Símbolo	Descrição ¹
Grade pesada	GP	Preparo do solo com grade pesada e cultivado com leguminosas há doze anos.
Arado de discos	AD	Preparo do solo com arado de discos e cultivado com leguminosas há doze anos.
Preparo mínimo (escarificador)	ESC	Preparo com arado de discos nos dois primeiros anos e arado de aivecas nos dois anos seguintes. A partir do quinto ano, utilizou-se o cultivo mínimo com escarificador, com alternância bienal de gramíneas e leguminosas.
Plantio direto com rotação bienal	PD1	Preparo com arado de discos nos dois primeiros anos e arado de aivecas nos dois anos seguintes. A partir do quinto ano, utilizou-se o plantio direto, com alternância bienal de gramíneas e leguminosas.
Plantio direto com rotação bienal e safrinha	PD2	Preparo com arado de discos nos dois primeiros anos e arado de aivecas nos dois anos seguintes. A partir do quinto ano, utilizou-se o plantio direto, com alternância bienal no verão de gramíneas e leguminosas, combinada com safrinha de leguminosas e gramíneas, respectivamente.
Plantio direto com rotação anual	PD3	Preparo com arado de discos nos dois primeiros anos e arado de aivecas nos dois anos seguintes. A partir do quinto ano, utilizou-se o plantio direto, com alternância anual de gramíneas e leguminosas.
Pastagem	PAST	Preparo com arado de discos e cultivo de gramíneas nos dois primeiros anos e arado de aivecas com leguminosas nos dois anos seguintes. A partir do quinto ano, utilizou-se pastagem <i>Brachiaria brizantha</i> , sem pastejo animal.
Cerrado	CER	Área de Cerrado <i>strictu sensu</i> contígua à área experimental, utilizada como ambiente de referência.

¹ As espécies de leguminosa e gramínea, respectivamente, utilizadas no verão, foram soja e milho e as utilizadas em todas as rotações, como safrinha, foram feijão guandu (*Cajanus cajan*) e milheto (*Pennisetum glaucum*).

Tabela 2. Comparação do parâmetro p_0 da regressão $y = p_{0M} + p_1x_L + p_2x_Q + p_3x_C$ para carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COP) e relação carbono orgânico particulado: carbono orgânico total (COP:COT) em oito sistemas de manejo do solo.

Sistema	COT (**) (g kg ⁻¹)	COP (**) (g kg ⁻¹)	COP:COT(**) (%)
GP ¹	19,3 b ²	5,58 bc	25 cd
AD	18,5 bc	3,35 c	19 d
ESC	17,8 c	3,55 c	25 cd
PD1	20,8 a	5,06 bc	33 bc
PD2	18,8 bc	4,60 c	23 cd
PD3	18,8 bc	3,97 c	21 d
PAST	20,9 a	10,16 a	48 a
CER	21,0 a	8,05 ab	39 ab

*: significativo a 5%; **: significativo a 1% pelo teste F.

¹ GP: preparo do solo com grade pesada e cultivado com leguminosas há doze anos; AD: preparo do solo com arado de discos e cultivado com leguminosas há doze anos; ESC: preparo com arado de discos nos dois primeiros anos e arado de aivecas nos dois anos seguintes. A partir do quinto ano, utilizou-se o cultivo mínimo com escarificador, com alternância biennial de gramíneas e leguminosas; PD1: preparo com arado de discos nos dois primeiros anos e arado de aivecas nos dois anos seguintes. A partir do quinto ano, utilizou-se o plantio direto, com alternância biennial de gramíneas e leguminosas; PD2: preparo com arado de discos nos dois primeiros anos e arado de aivecas nos dois anos seguintes. A partir do quinto ano, utilizou-se o plantio direto, com alternância biennial no verão de gramíneas e leguminosas, combinada com safrinha de leguminosas e gramíneas, respectivamente; PD3: preparo com arado de discos nos dois primeiros anos e arado de aivecas nos dois anos seguintes. A partir do quinto ano, utilizou-se o plantio direto, com alternância anual de gramíneas e leguminosas; PAST: preparo com arado de discos e cultivo de gramíneas nos dois primeiros anos e arado de aivecas com leguminosas nos dois anos seguintes. A partir do quinto ano, utilizou-se pastagem, sem pastejo animal; CER: área de Cerrado *strictu sensu* contígua à área experimental, utilizada como ambiente de referência.

² Valores seguidos da mesma letra na coluna não apresentam diferenças significativas entre si pelo teste t a 5%.

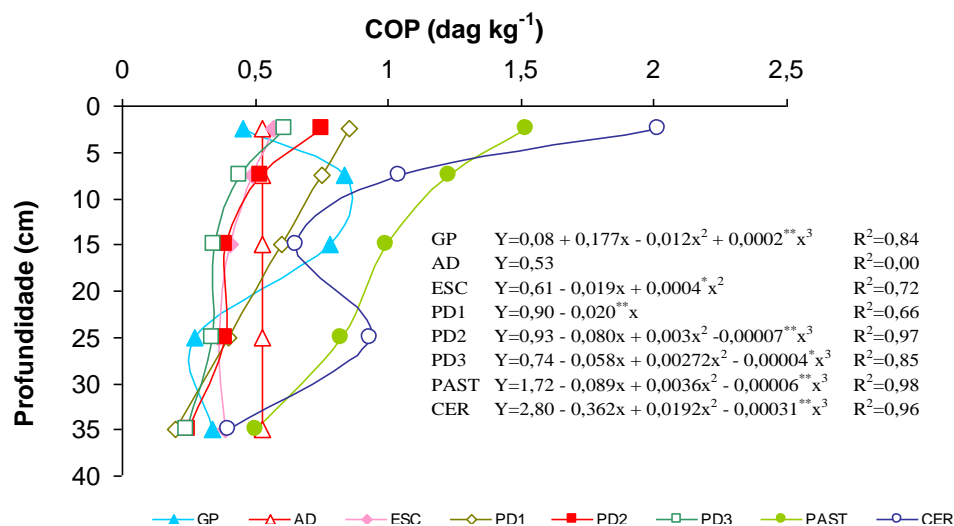


Figura 1. Distribuição do conteúdo de carbono orgânico particulado do solo sob diferentes sistemas de manejo, conforme o modelo completo de regressão dos polinômios não-ortogonais (*: significativo a 5%; **: significativo a 1% e ^{ns}: não-significativo pelo teste F).