Matéria orgânica particulada e agregação de um Latossolo Vermelho 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 o tamanho dos agregados e a sua associação com 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 associada a classes de agregados 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. Quanto mais intenso o revolvimento do solo menor foi o tamanho dos agregados. O uso de pastagens bem manejadas promoveu aumento dos teores de matéria orgânica particulada e a associação com agregados maiores (2-8 mm).

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

Introdução

A matéria orgânica é um componente-chave, determinante para as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, particularmente em solos intemperizados, com argilas de baixa atividade, como é o caso dos Latossolos, que abrangem aproximadamente 46% da área total do Cerrado.

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 [1,2]. 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 [3,4].

Muitos trabalhos ressaltam a importância da MOS na agregação e, conseqüentemente, na proteção do carbono no solo. Essas relações são explicadas a partir da evolução das metodologias, que possibilitaram identificar e associar diferentes frações da MOS com as diferentes classes de agregados. [5] verificaram

contribuições diferenciadas do carbono orgânico total e do carbono orgânico particulado (mais lábil) na formação de agregados do solo.

Para solos do Cerrado ainda são escassos os trabalhos que relacionam a agregação com frações específicas da matéria orgânica. Esta constatação reflete a necessidade de se estudar o fracionamento da matéria orgânica para aumentar a compreensão de sua função na melhoria da estruturação do solo e, conseqüentemente, nos processos decorrentes dessa melhoria.

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 associada a classes de agregados 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. Determinação de classes de agregados, fracionamento da matéria orgânica e análises estatísticas

Para a determinação da distribuição das classes de agregados estáveis em água, foram utilizados 100 g de solo de cada amostra, que foram pré-umedecidos por capilaridade ao serem colocados no aparelho de oscilação vertical sobre um conjunto de peneiras de 2,00 mm; 1,00 mm; 0,50 mm; 0,25 mm e 0,106 mm de diâmetro, conforme descrito por [6]. Transcorridos 30 min, as porções retidas em cada peneira foram transferidas, com o auxílio de jatos de água, para potes de alumínio e secadas em estufa a 60°C por um período de 72 h para posterior pesagem. A partir dos valores dessas massas e do conhecimento prévio dos teores de água das amostras de solo submetidas à análise, foram quantificadas as porcentagens de agregados retidas nas cinco peneiras utilizadas. Calculou-se o diâmetro médio ponderado (DMP), conforme [6], pela equação:

⁽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.

$$DMP = \sum_{i=1}^n (x_i \cdot w_i)$$

sendo x_i : diâmetro médio das classes de agregados;
 w_i : proporção de cada classe em relação ao total.

Após a separação, foram escolhidas três classes (2-8 mm; 0,5-1 mm; 0,106-0,25 mm) para a determinação da matéria orgânica particulada, por meio do carbono orgânico particulado (COP). Das amostras de cada classe escolhida, utilizou-se uma alíquota para a operação de fracionamento da matéria orgânica.

Utilizou-se o fracionamento físico da matéria orgânica, segundo [3], com adaptações no peso da amostra utilizada, conforme [8]. Vinte gramas da massa de cada classe de agregado, após seca à 50 °C, 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). As análises de carbono orgânico particulado 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. Neste trabalho, foram comparados apenas os valores do comportamento médio do perfil estudado (p_0). Esses parâmetros foram comparados pelo teste t a 5%.

Resultados

Os sistemas de manejo apresentaram diferenças quanto às concentrações de COP nas diferentes classes de agregados, avaliadas pelas concentrações médias no perfil (p_0). Em geral, as maiores concentrações de COP, para os diferentes sistemas, foram verificadas nos agregados entre 2-8 mm (COPA1) (Tabela 2).

Ainda na Tabela 2, são apresentados os valores do

diâmetro médio ponderado (DMP), representados pelo comportamento médio no perfil (p_0) nos diferentes sistemas. Três distintos grupos de sistemas são formados quanto ao tamanho dos agregados no solo: os sistemas CER e PAST apresentaram os maiores valores (1,84 e 1,85 mm, respectivamente); sistemas sob plantio direto apresentaram valores intermediários (PD3, PD1 e PD2: 1,55; 1,41 e 1,34 mm, respectivamente); e os sistemas com revolvimento anual do solo, os menores valores (AD, GP e ESC: 1,18; 1,11 e 1,11 mm, respectivamente)

Discussão

O sistema PAST apresentou as maiores concentrações de COPA1, inclusive superiores ao CER. Isto não se repetiu nos valores de COPA2, demonstrando que o mecanismo de formação de agregados maiores (2-8 mm) em pastagens envolve a participação da matéria orgânica particulada. Em resultados de [9], o efeito do cultivo foi mais pronunciado na matéria orgânica particulada associada a macroagregados do que nas frações associadas a microagregados. A participação de COP demonstrou ser o principal mecanismo de formação de agregados maiores a partir de microagregados [10].

As baixas concentrações de COPA1 nos sistemas sob plantio direto, se comparados à pastagem e ao cerrado nativo, podem ser explicadas pela qualidade dos resíduos que entram no sistema solo. De acordo com [11], o tipo de resíduo aportado no plantio direto apresenta fluxo mais rápido de decomposição do que os resíduos de matas naturais, que apresentam fluxos mais lentos. Dessa forma, boa parte desses resíduos decompõe-se antes mesmo de serem protegidos em agregados.

Em relação a COPA2, pouca diferença foi encontrada entre os sistemas, demonstrando que a matéria orgânica particulada tem pequena influência na formação desta classe de agregados.

Os modelos de regressão não foram significativos (pelo teste F) para nenhum dos parâmetros estimadores da variável COPA3. Porém, mesmo não sendo significativos, os resultados demonstram a pequena participação do COP na parcela de microagregados analisada (0,106-0,25 mm) (Tabela 2), confirmando as baixas concentrações de COP em profundidade.

Quanto ao DMP, os resultados demonstram um típico impacto das operações de revolvimento na quebra de agregados estáveis, já relatado por diversos autores. No presente trabalho, em relação ao cerrado nativo, o cultivo com preparo convencional do solo promoveu redução de 38,4% no DMP dos agregados (Tabela 2). A pastagem permanente apresentou valor de DMP superior a outros sistemas de manejo, fato já observado por [12] em sistema sob integração lavoura-pecuária.

O fato de o sistema PAST não diferir do CER no tamanho de agregado (DMP), mas apresentar maior concentração de COPA1, mostra que a relação direta entre COP e DMP é o caminho utilizado pelo sistema PAST para proteger o C no solo.

Conclusões

Os sistemas de manejo promoveram alterações no diâmetro médio ponderado dos agregados. Quanto mais intenso o revolvimento do solo menor o tamanho dos agregados. O uso de pastagens bem manejadas promoveu aumento dos teores de matéria orgânica particulada e a associação com agregados maiores (2-8 mm).

Referências

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] COSTA, F.S.; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J.A.; FONTOURA, S.M. V. 2004. Aumento de matéria orgânica num Latossolo Bruno em plantio direto. *Ciência Rural*, 34:587-589.
- [6] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. *Manual de métodos de análise de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 212 p.
- [7] 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.
- [8] COLWELL, J. D. 1978. *Computations for studies of soil fertility and fertilizer requirements*. Camberra: CSIRO Division of Soils, A.C.T. Australia Commonwealth Agricultural Bureau, 297 p.
- [9] ASHAGRIE, Y.; ZECH, W.; GUGGENBERGER, G.; MAMO, T. 2007. Soil aggregation, and total and particulate organic matter following conversion of native forests to continuous cultivation in Ethiopia. *Soil and Tillage Research*, 94:101-108.
- [10] JASTROW, J. D. 1996. Soil aggregate formation and the accrual of particulate and mineral-associated organic matter. *Soil Biology and Biochemistry*, 28:665-676.
- [11] SÁ, J.C.M.; SÁ, M.F.M.; SANTOS, J.F.; OLIVEIRA, A. 2008. Dinâmica da matéria orgânica nos Campos Gerais. 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. 443-461.
- [12] SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P.C.; FABRÍCIO, A.A.; MACEDO, M.C.M.; BROCH, D.L. 2008. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:11-21.

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 particulado (COPA) em diferentes classes (COPA1, COPA2 e COPA3) e diâmetro médio ponderado (DMP) de agregados em oito sistemas de manejo do solo.

Sistema	COPA1 (**) (g kg ⁻¹)	COPA2 (*) (g kg ⁻¹)	COPA3 (ns) (g kg ⁻¹)	DMP(**) (mm)
GP ¹	6,00 de ²	4,5 ab	2,1	1,11 e
AD	8,00 bc	5,4 a	2,1	1,18 e
ESC	5,70 e	4,4 ab	1,7	1,11 e
PD1	7,30 cd	3,9 b	1,9	1,41 bc
PD2	5,40 e	4,2 ab	1,8	1,34 cd
PD3	4,90 e	3,4 b	1,6	1,55 b
PAST	10,9 a	4,2 ab	1,4	1,85 a
CER	8,80 b	5,3 a	2,9	1,84 a

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

COPA1: carbono orgânico particulado na classe de agregados de 2-8 mm; COPA2: carbono orgânico particulado na classe de agregados de 0,5-1 mm; COPA3: carbono orgânico particulado na classe de agregados de 0,106-0,25 mm.

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 bienal 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 bienal 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 bienal 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%.