

ÍNDICES DE MANEJO DE CARBONO EM DIFERENTES SISTEMAS E TEMPO DE IMPLANTAÇÃO

Diego Henrique de Oliveira Morais (*), Jean Sergio Rosset, Carla Aparecida da Silva, Thais Melissa Dias dos Santos, Leandro Marciano Marra

*Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), diegohambiental@gmail.com

RESUMO

Grandes investimentos são aplicados no agronegócio brasileiro, afinal mais de 20% do PIB do país é proveniente da grande demanda agrícola. E visto isso, com um crescimento populacional considerável, é mais do que importante a preocupação com a qualidade dos recursos naturais. Um dos mais importantes desses recursos é o solo, que por um manejo inadequado, ocasionalmente surgem problemas em seus atributos químicos, físicos e biológicos e, por consequência, na produção. Diversos sistemas de manejo e culturas são utilizados amplamente no Brasil, e com base nos estudos que serão aplicados no presente projeto, foram estudados alguns sistemas como: cana-de-açúcar, pastagem e sistema plantio direto (SPD). O presente trabalho tem como objetivo avaliar os índices de manejo de carbono com base nas frações físicas da matéria orgânica em diferentes sistemas de manejo do solo com histórico conhecido de longa duração. Foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-0,05, 0,05-0,1 e 0,1-0,2 m em diferentes sistemas de manejo, na Fazenda Vezozzo, no município de Eldorado, região Cone Sul do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições. As análises que foram feitas em laboratório foram o carbono da matéria orgânica particulada e carbono da matéria orgânica mineral, para posteriormente serem calculados os seguintes índices: índice de estoque de carbono (IEC), labilidade da matéria orgânica no solo MOS (L), índice de labilidade (IL) e índice de manejo de carbono (IMC). Observou-se que para o IEC na camada mais superficial a área de mata mostrou os maiores valores, os valores de L da MOS demonstraram diferenças na qualidade do carbono entre as áreas manejadas, especialmente quando se compara a área de cana-de-açúcar com as demais. Em relação ao índice de labilidade IL, os valores variaram de 0,42 a 1,40, destacando a inferioridade da área manejada com cana-de-açúcar. Para o IMC a área manejada com SPD apresentou resultados positivos, com 160,36 na camada de 0,1-0,2 m, sendo assim superior à área de referência. O SPD apresentou qualidade do solo semelhante ao de mata. A área de cana-de-açúcar mostrou baixa qualidade do solo devido ao revolvimento intenso do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Estoque de carbono, Índice de labilidade, qualidade do solo.

INTRODUÇÃO

Grandes investimentos são aplicados no agronegócio brasileiro, afinal mais de 20% do PIB do país é proveniente da grande demanda agrícola, com culturas de milho, soja, cana de açúcar, café, feijão, entre outras. E visto isso, com um crescimento populacional considerável, é mais do que importante a preocupação com a qualidade dos recursos naturais, para a produção contínua e sólida, para que possa ser sustentada toda a nação (VIANA et al., 2006).

Um importante recurso a ser preservado é o solo, pois através dele são geridas todas as grandes produções agrícolas. E para que possa ter um cuidado com esse recurso, diversos atributos edáficos podem ser avaliados, sendo um desses a matéria orgânica do solo (MOS) que é considerada um grande indicador de qualidade ambiental, representados pela suas diversas frações, dentre as quais se destacam as frações separadas por tamanho (frações físicas-granulométricas) separando o carbono orgânico total (COT) em carbono orgânico particulado (C-MOP) e carbono associado aos minerais (C-MOM). Técnicas como essa auxiliam na avaliação das modificações decorrentes do solo em função do manejo adotado ao longo do tempo, devido à maior sensibilidade dessas frações em relação à somente os teores de COT (GREGORICH et al., 2006).

Os diferentes tipos de manejo são indicadores de alterações no solo, e um dos instrumentos para obtenção de resultados precisos quando a essas modificações, é dado pela avaliação dos atributos do solo, comparando as áreas manejadas com as áreas sem manejo que possuem vegetação natural (BARROS; COMERFORD, 2002).

OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar os índices de manejo de carbono mediante análises do carbono das frações físicas da matéria orgânica em diferentes sistemas de manejo do solo com histórico conhecido de longa duração no município de Eldorado, MS.

METODOLOGIA

Foram coletadas amostras de solo em diferentes sistemas de manejo, na propriedade rural denominada Fazenda Vezozzo, com 768 hectares, no município de Eldorado, região Conesul do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Foram avaliadas três áreas manejadas além de uma área de mata nativa representando a condição original do solo, perfazendo quatro sistemas diferenciados. As três áreas manejadas compreendem: área de pastagem permanente com 2,5 hectares implantada no ano de 2003 com a espécie *Brachiaria brizantha* - MG5, sendo pastejada por caprinos com lotação de animais de 12 cabeças por hectare; área de sistema plantio direto SPD com 240 hectares, na qual desde o ano de 2002 vem sendo cultivada com as culturas alternadas de milho/soja e mandioca, e também uma área de cultivo de cana-de-açúcar com 350 hectares que vem sendo cultivada desde o ano de 2006.

Em cada área de estudo foram demarcadas quatro glebas de 400 m², nas quais foram realizadas as coletas das amostras de solo, cada gleba representou uma repetição. As amostras foram coletadas em quatro pontos (glebas-repetições), sendo que, cada amostra composta foi representada por dez amostras simples dentro dos quatro sistemas de manejo diferenciados, nas camadas de 0-0,05, 0,05-0,1 e 0,1-0,2 m. Após a coleta, que foi efetuada nas entrelinhas para as áreas de SPD e cana-de-açúcar, e aleatoriamente para a área de pastagem e mata, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira 2 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA).

Após as amostras serem levadas para o laboratório e peneiradas, o carbono orgânico total (COT) foi determinado pela oxidação da matéria orgânica pelo dicromato de potássio, em meio sulfúrico, sob aquecimento, e titulado com sulfato ferroso amoniacal na presença do indicador Ferroin, segundo metodologia adaptada de Yeomans e Bremner (1988). Após determinação dos teores de COT, foi realizado o fracionamento físico granulométrico da matéria orgânica do solo, determinando os teores de carbono da matéria orgânica particulada (C-MOP), sendo que os teores de carbono da matéria orgânica associada aos minerais (C-MOM) foi obtido pela diferença entre COT e C-MOP (CAMBARDELLA; ELLIOTT, 1992). Todo esse procedimento foi realizado, para posteriormente serem calculados índices para avaliação da qualidade da fração orgânica do solo: índice de estoque de carbono (IEC), labilidade da matéria orgânica no solo MOS (L), índice de labilidade (IL) e índice de manejo de carbono (IMC) (BLAIR et al., 1995).

Posteriormente as análises serem realizadas e os índices de manejo de carbono calculados, em delineamento inteiramente casualizado, os resultados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F, e os valores médios comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do programa GENES (CRUZ, 2006).

RESULTADOS

Com relação ao índice de estoque de carbono (IEC), foram observados valores superiores na área de mata para as duas primeiras camadas estudadas (0-0,05 e 0,05-0,1) (valor referência de 1,0), sendo diferentes das três áreas manejadas (Tabela 1). Essa diferença entre as áreas manejadas e a mata demonstra o potencial de acúmulo e estratificação de carbono que as áreas sob vegetação nativa possuem (SALTON et al., 2008). Quando se avalia somente as áreas manejadas, as áreas de SPD e pastagem diferiram da área de cana-de-açúcar para a camada de 0-0,05, com valores de 0,59 e 0,62, respectivamente. Destaca-se também, principalmente na camada mais superficial o baixo valor para IEC (0,50) na área manejada com cana-de-açúcar.

O revolvimento do solo no momento de implantação/renovação do canavial para a área de cana-de-açúcar e, o esquema de sucessão de culturas de soja e milho, além do cultivo de mandioca na área de SPD não demonstraram ser eficientes no acúmulo de carbono em camadas superficiais do solo, com consequentes menores valores de IEC em relação a área de mata nas camadas superficiais de 0-0,05 e 0,05-0,1 m.

Na camada de 0,05-0,1 m, os sistemas de manejo cana-de-açúcar e SPD, apresentaram os menores IEC, com valores de 0,70 e 0,75, respectivamente. Para a camada de 0,1-0,2 m, o maior IEC, foi encontrado na área de pastagem, sendo diferente da área de cana-de-açúcar, 1,34 e 0,95, respectivamente, sendo ainda semelhante à própria área de mata, com valor de 1,34 (Tabela 1). Maiores IEC em áreas cultivadas com pastagem bem manejada deve-se ao sistema radicular intenso e volumoso com intensa renovação e elevado efeito rizosférico das gramíneas, o que faz das áreas de pastagem

muito eficientes no acúmulo de carbono, no solo, especialmente em camadas subsuperficiais (D' ANDRÉA et al., 2004).

Tabela 1. Índice de estoque de carbono (IEC), labilidade da MOS (L), e índice de labilidade (IL) e índice de manejo de carbono (IMC) nos diferentes sistemas de manejo no município de Eldorado, MS

Sistema de manejo	IEC	L	IL	IMC
0-0,05 m				
Cana	0,50c	0,64b	0,42b	21,30c
Pastagem	0,62b	1,22a	0,81a	49,80b
SPD	0,59b	1,22a	0,82a	48,37b
Mata	1,00a	1,50a	1,00a	100,00a
CV(%)	4,7	15,9	15,8	10,6
0,05-0,1 m				
Cana	0,70c	0,55b	0,42b	29,73b
Pastagem	0,83b	1,20a	0,96a	78,04a
SPD	0,75c	1,30a	1,03a	77,46a
Mata	1,00a	1,29a	1,00a	100,00a
CV(%)	4,0	23,7	29,9	24,6
0,1-0,2 m				
Cana	0,95b	0,47c	0,59c	56,57d
Pastagem	1,34a	0,81b	1,03b	137,39b
SPD	1,15ab	1,10a	1,40a	160,36a
Mata	1,00b	0,79b	1,00b	100,00c
CV(%)	8,9	6,8	7,3	8,1

Médias seguidas de letras iguais na coluna, em cada camada, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). CV = coeficiente de variação.

De maneira geral os valores de L da MOS variaram entre 0,47 à 1,50, tendo na camada mais superficial, a área de cana-de-açúcar baixo valor de L, 0,64, diferente das áreas manejadas com pastagem e SPD, e ainda a área de mata, que apresentaram valores semelhantes, com 1,22, 1,22 e 1,50, respectivamente (Tabela 1). Uma sequência similar à camada mais superficial foi notada na camada de 0,05-0,1 m, pois o cultivo de cana-de-açúcar, apresentou o menor valor de L, 0,55, sendo que a área de mata que foi usada como referência, com 1,29. Entretanto, na camada de 0,1-0,2 m, o SPD que é o sistema conservacionista entre os três avaliados, ultrapassou os valores da mata, chegando ao valor de 1,10. Neste trabalho, os valores de L da MOS demonstraram diferenças na qualidade do carbono entre as áreas manejadas, especialmente quando se compara a área de cana-de-açúcar com as demais, demonstrando sensibilidade em detectar mudanças nos sistemas de manejo ao longo do tempo. A L representa a relação entre o C-MOP e o C-MOM, sendo considerada ótimo indicador de qualidade do solo (BENBI et al., 2015), pois enfatiza o equilíbrio entre as frações lábeis e recalcitrantes da MOS (BLAIR et al., 1995), sendo este equilíbrio importante para a manutenção da qualidade dos sistemas produtivos (MAJUMDER; KUZYAKOV, 2010).

A maior proteção à MOS oferecida pelo SPD ao longo do tempo, favoreceu maior proporção de carbono lábil em todas as camadas estudadas (valores superiores a 1,00), aumentando a labilidade do carbono no solo, o que sugere o uso da L da MOS como um indicador sensível para avaliar a dinâmica do carbono em diferentes sistemas de manejo. Os resultados encontrados corroboram ainda com o trabalho de Zanatta, (2006) no qual afirma que o não distúrbio no solo pelo manejo, promove maior proporção de carbono lábil e, por consequência, maior labilidade do carbono presente no solo.

Em relação ao índice de labilidade IL, os valores variaram de 0,42 à 1,40 (Tabela 1), destacando a inferioridade da área manejada com cana-de-açúcar, que apresentou nas duas camadas superiores, valores de 0,42, sendo diferente das demais áreas estudadas. No entanto, o SPD mostrou-se o sistema mais eficiente quando se avalia o IL, com valores de 0,82, 1,03, e 1,40 nas camadas de 0-0,05, 0,05-0,1 e 0,1-0,2 m, respectivamente, sendo que nas camadas de 0-0,05 e 0,05-0,1 m este sistema de manejo foi semelhante a área de referência e, superior a esta, na camada de 0,1-0,2 m, atribuindo assim uma maior qualidade do solo em relação a avaliação dinâmica do carbono diante desse manejo conservacionista.

Ao observar os valores de IMC, foi notado que na camada de 0-0,05 m a área de mata foi superior à áreas manejadas, sendo a área de cultivo de cana-de-açúcar apresentando o menor valor, 21,30. (Tabela 1). Porém o SPD apresentou resultados positivos, com 160,36 na camada de 0,1-0,2 m, sendo assim superior a área de referência, indicando maior qualidade no solo por esse manejo em camadas subsuperficiais. Devido ao SPD apresentar IMC semelhante ou estatisticamente superior a área de referência em camadas subsuperficiais, isso evidencia a capacidade de melhorar e promover a sustentabilidade do agroecossistema em regiões tropicais, pela manutenção de carbono no sistema (SILVA et al., 2011), isso é dado pelo aporte de resíduos vegetais e mínimo revolvimento do solo, o que torna-o capaz de elevar a qualidade do solo ao longo do tempo (ZANATTA, 2006).

CONCLUSÕES

O sistema plantio direto, apresentou qualidade no solo semelhante à da mata nativa quando se avalia o perfil do solo.

O sistema de manejo cultivado com cana-de-açúcar, devido ao intenso revolvimento por ações mecânicas, apresenta menor qualidade do solo quando se avalia a fração orgânica.

Os índices de manejo de carbono se apresentaram como sensíveis indicadores de qualidade do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARROS, N. F.; COMERFORD, N. B. Sustentabilidade da produção de florestas plantadas na região tropical. In: ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M. **Tópicos em ciência do solo**. v. 2. cap. 6, p. 487-592, 2002.
2. BENBI, D. K.; BRAR, K.; TOOR, A. S.; SINGH, P. Total and labile pools of soil organic carbon in cultivated and undisturbed soils in northern India. **Geoderma**, v. 237-238, n. 1, p. 149-158, 2015.
3. BLAIR, G. J.; LEFROY, B.; LISLE, L. Soil carbon fractions, based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 46, n. 7, p. 1459-1466, 1995.
4. D'ANDRÉA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; GUILHERME, L. R. G. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.179-186, 2004.
5. CAMBARDELLA, C. A.; ELLIOTT, E. T. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Science Society of America Journal**, v. 56, n 2, p. 777-783, 1992.
6. CRUZ, C. D. **Programa genes: biometria**. Viçosa: UFV, 2006. 382 p.
7. GREGORICH, E. G.; BEARE, M. H.; MCKIM, U. F.; SKJEMSTAD, J. O. Chemical and biological characteristics of physically uncomplexed organic matter. **Soil Science Society of America Journal**, v. 70, n. 3, p. 975-985, 2006.
8. MAJUMDER, B.; KUZYAKOV, Y. Effect of fertilization on decomposition of ¹⁴C labelled plant residues and their incorporation into soil aggregates. **Soil & Tillage Research**, v. 109, n. 2, p. 94-102, 2010.
9. SALTON, J. C. **Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical**. 2005. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Programa de pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.
10. SILVA, E. F.; LOURENTE, E. P. R.; MARCHETTI, M. E.; MERCANTE, F. M.; FERREIRA, A. K. T.; FUJII, G. C. Frações lábeis e recalcitrantes da matéria orgânica em solos sob integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1321-1331, out. 2011.
11. VIANA, J. H. M.; CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; SANTANA, D. P. Manejo do solo para cultivo de milho. **Embapa Milho e Sorgo**, 2006.



-
12. YEOMANS, A.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communication Soil Science Plant Analysis**, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1988.
 13. ZANATTA, J.A; **Estoque e labilidade do carbon em frações da matéria orgânica em um Argissolo afetados por sistemas de manejo de solo**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Programa de pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2006.