

Variação do estoque de carbono orgânico total em diferentes sistemas de manejo na região Oeste do Paraná⁽¹⁾.

Jean Sérgio Rosset⁽²⁾; Maria do Carmo Lana⁽³⁾; Marcos Gervasio Pereira⁽⁴⁾; Jolimar Antonio Schiavo⁽²⁾; Leandro Rampim⁽⁵⁾; Marcos Vinicius Mansano Sarto⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Chamada Universal MCTI/CNPq N° 14/2012) e a Fundação AGRISUS (Projeto 1210/13).

⁽²⁾ Prof^o Adjunto IV, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). E-mail: jsrosset@hotmail.com, schiavo@uems.br. ⁽³⁾ Prof^a Associada do Centro de Ciências Agrárias, CCA, UNIOESTE, Bolsista CNPq, Marechal Cândido Rondon, PR. E-mail: maria.lana@unioeste.br. ⁽⁴⁾ Prof. Associado IV, Dept^o de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRJ, Bolsista do CNPq e Cientista do Nosso Estado da FAPERJ, Seropédica, RJ. E-mail: gervasio@ufrj.br. ⁽⁵⁾ Pesquisador Científico CAPES/PNPD, Centro de Ciências Agrárias, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, PR. E-mail: rampimleandro@yahoo.com.br. ⁽⁶⁾ Doutorando em Agricultura, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", UNESP, Botucatu, SP. E-mail: marcos_sarto@hotmail.com.

RESUMO: O sistema plantio direto (SPD) é apontado como um dos principais sistemas de manejo capazes de melhorar a qualidade das áreas cultivadas. O objetivo do presente estudo foi avaliar a variação nos estoques de carbono orgânico total (ECOT) do solo em sistemas de manejo com diferentes tempos de implantação na região Oeste do Paraná. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições, sendo estudadas áreas com diferentes tempos de adoção do SPD: 6, 14 e 22 anos no sistema de sucessão de culturas de soja (verão) e milho/trigo (inverno) (SPD₆, SPD₁₄ e SPD₂₂, respectivamente); 12 anos de SPD no mesmo sistema de sucessão e mais 4 anos com introdução de braquiária em consórcio com o milho nos cultivos de inverno (M+B); área de pastagem permanente e mata nativa, todas sob Latossolo Vermelho Eutroférico de textura muito argilosa. As amostras de solo foram coletadas nas camadas de 0-0,05, 0,05-0,1, 0,1-0,2 e 0,2-0,4 m, determinando-se o teor de carbono orgânico total com posteriores cálculos do ECOT e suas respectivas variações em relação a área sob vegetação nativa. Houve redução acentuada dos ECOT nas áreas manejadas, principalmente nas camadas superficiais (0-0,05 e 0,05-0,1 m), sendo esta variação mais evidente nas áreas com menor tempo de implantação. Com a evolução do SPD, a variação negativa do ECOT se deu de maneira menos intensa, porém o potencial de sequestro de carbono pelo SPD ocorreu de forma lenta e gradual, principalmente em função do sistema de sucessão de culturas adotado.

Termos de indexação: sistema plantio direto, sustentabilidade, manejo conservacionista.

INTRODUÇÃO

A substituição de sistemas de manejo com intenso revolvimento do solo por sistemas conservacionistas geram modificações nos atributos edáficos, que podem ser avaliadas através de indicadores de qualidade ao longo do tempo (Araújo et al., 2012). Diversas práticas de manejo do solo são consideradas necessárias para sustentar o

rendimento das culturas e conservar ou melhorar a qualidade do solo, resultando em mudanças na qualidade funcional do sistema agrícola (Aziz et al., 2013). Desta forma, a avaliação destas modificações em conjunto são reconhecidas como necessárias (Parkin et al., 1996).

O acúmulo de C anual pode apresentar grande variabilidade entre regiões (West & Post, 2002), principalmente pela diversidade de climas (Blair, 2000), solos (Johnston et al., 2009), sistemas de manejo (Benbi et al., 2015), rotações de culturas adotadas (Boddey et al., 2010; Sisti et al., 2004) e profundidade amostrada (Baker et al., 2007), tendo sempre como base a comparação de sistemas de manejo em relação a áreas sob vegetação natural (Corazza et al., 1999).

Essas variações nos teores e estoques de COT são relatadas em experimentos sob SPD de longa duração nas regiões Sul (Boddey et al., 2010; Sisti et al., 2004) e Centro-Oeste do Brasil (Guareschi et al., 2012). Porém, de acordo com a forma de manejo e clima, esse acúmulo de C acontece de forma lenta, sendo necessária sua avaliação (Carvalho et al., 2010).

O trabalho teve por objetivo avaliar a variação no estoque de carbono orgânico total do solo em sistemas de manejo com diferentes tempos de implantação na região Oeste do estado do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas amostras de terra em sistemas de manejo explorados comercialmente, com diferentes tempos de implantação, e conduzidos em propriedades rurais no município de Guaira, Oeste do estado do Paraná. O clima da região é subtropical (Cfa), segundo classificação de Köppen (Caviglione et al., 2000). Todas as áreas do estudo se encontram sob Latossolo Vermelho Eutroférico típico, textura muito argilosa (Embrapa, 2013).

Tratamentos e amostragens

Foram avaliadas cinco áreas manejadas além de uma área de referência (Mata Nativa) sem ação antrópica, perfazendo seis sistemas diferenciados



analisados em delineamento inteiramente casualizado. As cinco áreas manejadas compreendem: áreas com diferentes tempos de adoção do SPD: 6 anos (fase de transição) - (SPD₆), 14 anos (fase de consolidação) - (SPD₁₄) e 22 anos (fase de manutenção) - (SPD₂₂) com a sucessão de culturas de soja (verão) e milho/trigo (inverno); 12 anos de SPD no mesmo sistema de sucessão e mais 4 anos com introdução de *Brachiaria ruziziensis* em consórcio com o milho nos cultivos de inverno (fase de consolidação) - (M+B) (Anghinoni, 2007) e área de pastagem permanente coast-cross (*Cynodon dactylon*) (38 anos), com lotação de animais de 3,5 UA ha⁻¹, com ausência de sinais visíveis de degradação (Figura 1).

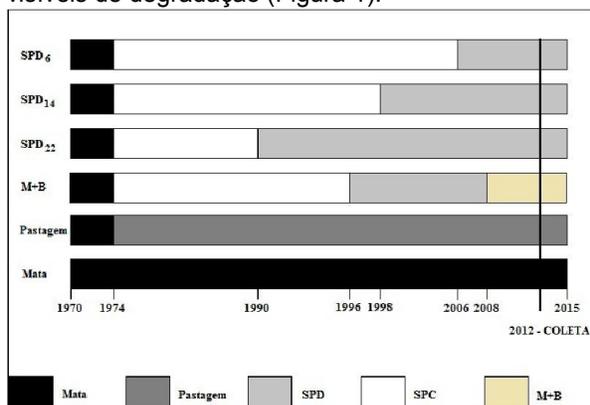


Figura 1 – Histórico dos usos e mudanças do uso das áreas, com as respectivas datas de implantação em cada sistema de manejo: SPD: sistema plantio direto; SPC: sistema de preparo convencional; M+B: sistema plantio direto em consórcio com *Brachiaria*.

Em cada área de estudo foram demarcadas cinco glebas de 400 m², nas quais foram realizadas as coletas das amostras de terra, cada gleba representou uma repetição. As amostras foram coletadas em cinco pontos (glebas-repetições), sendo que, cada amostra composta foi representada por dez amostras simples dentro dos seis sistemas de manejo, nas camadas de 0-0,05, 0,05-0,1, 0,1-0,2 e 0,2-0,4 m. Após a coleta, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas por peneira 2 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA). Também foram coletadas amostras indeformadas com auxílio de anel volumétrico com volume de 46,2 cm³ com cinco repetições em todas as áreas e camadas.

O carbono orgânico total (COT) foi determinado através de combustão seca por analisador CHNS (Elementar Analysensysteme GmgH, Alemanha), sendo posteriormente calculados os estoques de carbono orgânico total (ECOT) (Ellert & Bettany, 1995; Sisti et al., 2004). Para verificar tendências de

acúmulo ou perda de COT em comparação com o sistema de referência, foi calculada a variação do ECOT (Δ ECOT, Mg ha⁻¹cm⁻¹), sendo esse obtido pela diferença entre os valores médios de ECOT neste sistema (referência) e em cada um dos demais. O valor obtido foi dividido pela espessura (cm) de cada camada.

Os dados foram plotados em gráficos para avaliação da tendência de acúmulo ou perda de COT nas diferentes camadas avaliadas e na seção de 0-0,4 m.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se redução acentuada nos ECOT das áreas manejadas nas camadas superficiais, principalmente na camada de 0-0,05 m em relação à área de mata, o que indica a maior susceptibilidade da oxidação do COT nesta camada do solo, quando submetidos a determinados sistemas de manejo (Figura 1). Mesmo em sistemas de manejo que depositam elevadas quantidades de resíduos sobre a superfície, em regiões tropicais, existe dificuldade em aumentar os teores e ECOT do solo, ou seja, retornar aos níveis das áreas sob vegetação natural (Blair, 2000). Essa variação negativa nos ECOT na camada de 0-0,05 m é mais evidente nas áreas de SPD₆, SPD₁₄ e M+B, seguidas das áreas de SPD₂₂ e pastagem. Virto et al. (2011) mostraram que a variação dos ECOT pode ser positiva ou negativa em função da variação de entradas de C no sistema. Paul et al. (2013) relataram que, pesquisas futuras devem estabelecer para as diferentes zonas climáticas e tipos de solo, os níveis de retenção de resíduos mínimos críticos para a manutenção do C e a conservação do solo.

As variações negativas de ECOT foram verificadas em relação à área de mata para todas as camadas avaliadas nas áreas de SPD₆ e SPD₁₄. Sendo que, somente nas camadas de 0,1-0,2 e 0,2-0,4 m, as áreas de SPD₂₂, M+B e pastagem apresentaram Δ ECOT nulas ou positivas (Figura 1). No SPD, o potencial em sequestrar C verificado por Corazza et al. (1999) se deu de maneira mais lenta. Neste sistema, um manejo possivelmente mais eficiente dos resíduos incorporados à superfície do solo, além de um esquema de rotação de culturas mais diversificado, pode contribuir para incrementar o desenvolvimento de raízes em profundidade e facilitar o acúmulo de C no perfil do solo. Isso reforça a hipótese de que as características dos esquemas de rotação de culturas podem ser determinantes no comportamento dos sistemas de manejo, principalmente quanto ao sequestro de C (D'andréa et al., 2004). Padrão esse, evidente nos trabalhos de Boddey et al. (2010); Sisti et al. (2004) inserindo a ervilhaca como mais uma leguminosa componente do sistema na região Sul do Brasil. O



aumento da complexidade de rotação, dependendo da região e tipo de solo, pode sequestrar ao redor de 200 kg C ha⁻¹ ano⁻¹ (West & Post, 2002).

Para a área de pastagem, foi observado valor negativo de ΔECOT nas duas primeiras camadas, porém com menor intensidade em relação as demais áreas (Figura 1), principalmente devido à contribuição de seu sistema radicular em acumular C mesmo sem o correto manejo da área, uma vez que a área do estudo está ocupada com pastagem permanente há 38 anos. Para a região dos Cerrados, D'Andréa et al. (2004) verificaram ΔECOT positiva em áreas de pastagem permanente com *Brachiaria* sp, principalmente devido à renovação contínua do sistema radicular, diferentemente do que ocorre em áreas de pastagens degradadas. Maiores emissões de CO₂ em pastagens degradadas têm sido relatadas quando comparadas com pastagens cultivadas (Plante et al., 2011), sendo variável de região para região, assim como influenciada pela quantidade de C que entra no sistema, taxa de decomposição, textura (Johnston et al., 2009), composição mineralógica do solo e clima (Wang et al., 2010).

Quando foi avaliada a seção de 0-0,4 m, verificou-se tendência de diminuição dos valores negativos de ECOT em relação à área de mata em função do tempo de adoção do SPD, sendo que a área de M+B apresentou variação negativa semelhante à área de SPD₂₂ (Figura 1). Diferentes práticas de manejo, incluindo a integração de gramíneas e leguminosas, a melhoria da pastagem, plantio direto e rotação de culturas podem aumentar os ECOT do solo (Hutchinson et al., 2007).

CONCLUSÕES

Há variação negativa nos estoques de carbono das áreas manejadas em comparação à área de mata nativa, principalmente nas camadas superficiais do solo, com diminuição da variação negativa em função do tempo de implantação do sistema plantio direto em sucessão de culturas.

AGRADECIMENTOS

Aos produtores rurais pela disponibilidade das áreas para o estudo. A CAPES pela concessão de bolsas de Mestrado e Doutorado aos autores. Ao CNPq Chamada Universal - MCTI/CNPq Nº 14/2012, pelo auxílio financeiro e pela concessão de bolsas de produtividade aos autores, e a Fundação AGRISUS (Projeto 1210/2013) pela bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

ANGHINONI I. Fertilidade do solo e seu manejo no sistema plantio direto. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F. et al. Fertilidade do solo. ed. Viçosa: SBCS, 2007. p.873-928.

ARAÚJO, E. A.; KER, J. C.; NEVES, J. C. L. et al. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, 5:187-206, 2012.

AZIZ, I.; MAHMOOD, T.; ISLAM, K. R. Effect of long-term no-till and conventional tillage practices on soil quality. Soil Tillage Research, 131:28-35, 2013.

BAKER, J. M.; OCHSNER, T. E.; VENTEREA, R. T. et al. Tillage and soil carbon sequestration-what do we really know? Agriculture Ecosystems. Environment, 118:1-5, 2007.

BENBI, D. K.; BRAR, K.; TOOR, A.S. et al. Total and labile pools of soil organic carbon in cultivated and undisturbed soils in northern India. Geoderma, 237-238:149-158, 2015.

BLAIR, N. Impact of cultivation and sugar-cane green trash management on carbon fractions and aggregate stability for a Chromic Luvisol in Queensland, Australia. Soil Tillage Research, 55:183-191, 2000.

BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; CONCEICÃO, P. C. et al. Carbon accumulation at depth in Ferralsols under zero-till subtropical agriculture. Global Change Biology, 16:784-795, 2010.

CORAZZA, E. J.; SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S. et al. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 23:425-432, 1999.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H. et al. Cartas climáticas do Paraná. Londrina: IAPAR, 2000. CD-ROM.

D'ANDRÉA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N. et al. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 39:179-186, 2004.

ELLERT, B. H.; BETTANY J. R. Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes. Canadian Journal of Soil Science, 75:529-538, 1995.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353.

GUARESCHI, R. F.; PEREIRA, M. G.; PERIN A. Deposição de resíduos vegetais, matéria orgânica leve, estoques de carbono e nitrogênio e fósforo remanescente sob diferentes sistemas de manejo no cerrado goiano. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 36:909-920, 2012.

HUTCHINSON, J. J.; CAMPBELL, C. A.; DESJARDINS, R. L. Some perspectives on carbon sequestration in agriculture. Agricultural and Forest Meteorology, 142:288-302, 2007.

JOHNSTON, A. E.; POULTON, P. R.; COLEMAN K. Soil organic matter: its importance in sustainable agriculture and carbon dioxide fluxes. Advances in Agronomy, 101:1-57, 2009.

PARKIN, T. B.; DORAN, J. W.; FRANCO-VIZCAINO, E. Field and laboratory tests of soil respiration. In: DORAN,

J. W.; JONES, A. J. (eds.). Methods for Assessing Soil Quality. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p.231-246.

PAUL, B. K.; VANLAUWE, B.; AYUKE, F. et al. Medium-term impact of tillage and residue management on soil aggregate stability, soil carbon and crop productivity. Agriculture Ecosystems Environment, 164:14-22, 2013.

PLANTE, A. F.; FERNÁNDEZ, J. M.; HADDIX, M. L. et al. Biological, chemical and thermal indices of soil organic matter stability in four grassland soils. Soil Biology Biochemistry, 43:1051-1058, 2011.

SISTI, C. P. J.; SANTOS, H. P.; KOHHANN, R. et al. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13

years of conventional or zero tillage in southern Brazil. Soil Tillage Research, 76:39-58, 2014.

VIRTO, I.; BARRÉ, P.; BURLOT, A. et al. Carbon input differences as the main factor explaining the variability in soil organic C storage in no-tilled compared to inversion tilled agrosystems. Biogeochemistry, 108:17-26, 2011.

WANG, Y.; FU, B.; LÜ, Y. et al. Local-scale spatial variability of soil organic carbon and its stock in the hilly area of the Loess Plateau, China. Quaternary Research, 73:70-76, 2010.

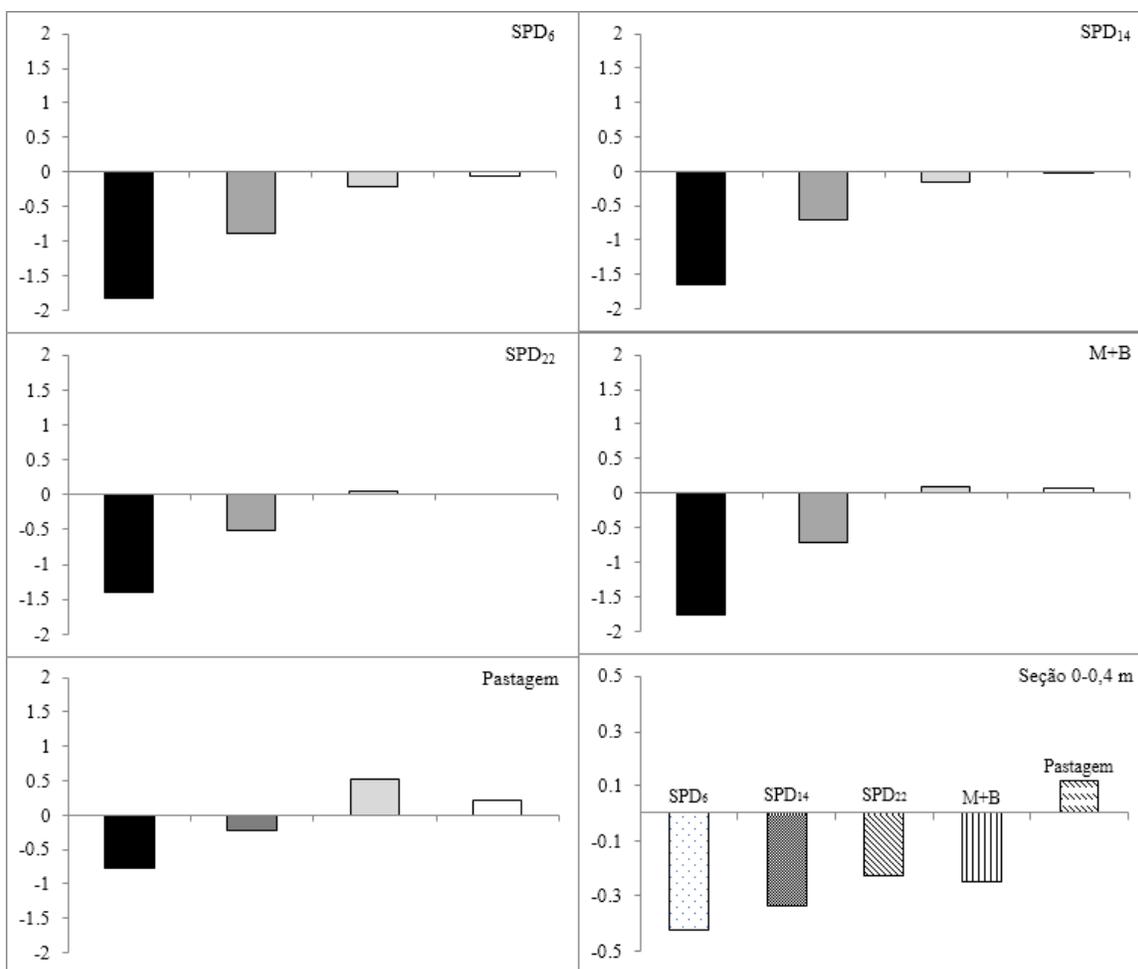


Figura 1 – Variação do estoque de COT (Δ ECOT) das áreas manejadas nas profundidades de 0-0,05 m (■), 0,05-0,1 m (▣), 0,1-0,2 m (▤) e 0,2-0,4 m (□) em relação à área de mata nativa, na região Oeste do estado do Paraná.