



## Estoque de Carbono do Solo em Sistemas Agroflorestais de Produção Orgânica

### *Carbon Stock Soil in Agroforestry Systems of Organic Production*

NONATO, Ana Carolina Rabêlo<sup>1</sup>; XAVIER, Francisco Alisson da Silva<sup>2</sup>; MELO FILHO, José Fernandes de<sup>3</sup>, DIAS, Fabiane Pereira Machado<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, eng.anacarol@gmail.com; <sup>2</sup>Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA, Alisson.xavier@embrapa.br ; <sup>3</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, jf.melo@ufrb.edu.br; <sup>4</sup>Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, biamachado@hotmail.com.

**Resumo:** No ecossistema solo a matéria orgânica do solo é um dos principais indicadores que infere sobre a sustentabilidade de um sistema, sendo seu conteúdo e dinâmica diretamente afetados pelo sistema de manejo empregado. Este estudo teve como objetivo quantificar os teores da matéria orgânica do solo em seus diversos compartimentos sob diferentes sistemas de uso no semiárido baiano: sistema agroflorestal orgânico com cultivo de citros, sistema agroflorestal orgânico com cultivo de café sombreado e manejo orgânico de produção de banana. O estudo foi realizado na Fazenda Bocaiúva, localizada em Feira de Santana. Sistematizou-se transectos com trinta metros de comprimento. As amostras de solo foram do tipo deformadas, essas foram coletadas na profundidade de 0-15 cm. Foram quantificados os teores do carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COP), o estoque de carbono no solo e o Índice de Manejo de Carbono (IMC). Foi concluído que o carbono orgânico particulado e o carbono orgânico associado aos minerais apresentam maior labilidade em relação ao carbono orgânico total. Frações mais sensíveis do carbono orgânico do solo, como o carbono orgânico particulado, são capazes de indicar as mudanças mais recentes os níveis de matérias orgânica do solo em função do manejo. Áreas com implantação de sistemas orgânicos obtiveram IMC superiores ao encontrado na mata nativa, mostrando a eficiência desses sistemas em promover o aumento do carbono orgânico no solo, demonstrando a grande sustentabilidade desse sistema em relação à mata nativa e que sistemas de manejo com aporte orgânico favorecem a recuperação dos níveis de carbono orgânico do solo em relação à mata nativa.

**Palavras-chave:** carbono orgânico particulado, matéria orgânica do solo, indicador.

**Abstract:** Ecosystem soil organic matter in the soil is one of the main indicators that infers about the sustainability of a system, and its content and dynamic directly affected by the employee management system. This study aimed to quantify the levels of soil organic matter in its various compartments under different land use systems in Bahia's semi-arid: organic agroforestry system with citrus farming, organic agroforestry system with shaded coffee cultivation and organic cultivation of banana production. The study was conducted at Fazenda Bocaiúva, located in Feira de Santana. If systematised transects thirty meters long. Soil samples were deformed type of these were collected in depth 0-15 cm. The levels of



total organic carbon were quantified, particulate organic carbon, carbon storage in the soil and carbon management index. It was concluded that particulate organic carbon and organic carbon associated with minerals have a higher lability with respect to the total organic carbon. more sensitive fractions of soil organic carbon, such as particulate organic carbon, are able to display the most recent changes levels of soil organic matter due to the management. Areas with implementation of organic systems obtained carbon management index higher than found in native forest, showing the efficiency of these systems promote increased soil organic carbon, demonstrating the great sustainability of this system in relation to the native forest and management systems with organic input favor the recovery of levels of soil organic carbon compared to native forest.

**Keywords:** particulate organic carbon, soil organic matter, indicator.

## Introdução

O aporte de material orgânico no solo possui grande influência sobre a microbiota e ciclagem de nutrientes. A matéria orgânica do solo (MOS) é resultado da decomposição do material orgânico e é um importante indicador de fertilidade do solo e seu conteúdo é diretamente afetado pelo sistema de manejo empregado.

Através do estudo do carbono orgânico no solo é possível inferir sobre a sustentabilidade de um sistema de produção. Desse modo, agroecossistemas que contribuam para o aumento do conteúdo do carbono orgânico no solo através da manutenção de materiais orgânicos de diversas origens são eficientes em manter a sustentabilidade do ecossistema e do solo.

Apenas a quantificação do carbono orgânico total do solo não é eficiente em constatar as modificações no conteúdo da matéria orgânica do solo (MOS) em função do uso e do manejo, nesse sentido, o estudo das frações mais lábeis da MOS e o índice de manejo de carbono (IMC) possui grande importância para a avaliação de sistemas de produção, principalmente em áreas com implantações recentes.

O manejo orgânico pode influenciar positivamente nas propriedades edáficas. Desse modo, a avaliação de atributos químicos, como o carbono orgânico total (COT) do solo, carbono orgânico particulado (COP), ajudam explicar a dinâmica da MOS em áreas sob cultivo orgânico.

A literatura tem mostrado que determinados compartimentos da MOS são capazes de detectar de forma mais eficiente as mudanças no conteúdo do carbono no solo associado ao manejo. O aumento ou redução de carbono nesses compartimentos são geralmente maiores que as observadas quando é considerado apenas o COT.

A MOS atua no armazenamento e na ciclagem de nutrientes. Também tem importância nos processos de infiltração e armazenamento de água no solo, formação e estabilidade de agregados, capacidade de troca catiônica, fornece substratos que serão utilizados como fonte de energia pela fauna edáfica ajudando na manutenção da atividade microbiana (BARRETO et al., 2006). O aporte de MOS

modifica as propriedades do solo promovendo a estabilidade de agregados, pois seu poder cimentante pode unir as partículas do solo de diversos tamanhos (SALINAS-GARCIA et al., 2006).

O estudo de sistemas de exploração dos solos para fins agrícolas através da matéria orgânica e seus diversos compartimentos ganhou visibilidade nos últimos anos, pois possibilita o entendimento da dinâmica do seu aporte (PRADO et al., 2016). A espécie cultivada e seus resíduos acumulados na superfície do solo, assim como a profundidade do solo, clima e idade das árvores influenciam a MOS (ZINN et al., 2011).

Sendo dividida em compartimentos, a MOS contém o carbono orgânico particulado (COP) que é uma fração associada à fração areia de tamanho > 53µm. Este compartimento é caracterizado como partículas oriundas de resíduos orgânicos de plantas e hifas com estruturas celulares reconhecíveis, na qual sua presença no solo está relacionada com a proteção física desempenhada pelos agregados (GOLCHIN et al., 1994).

Possuindo grande capacidade de avaliar o desempenho do agroecossistema, o índice de manejo de carbono (IMC) expressa características quantitativas e qualitativas da MOS, é também um indicador sensível às mudanças no conteúdo do carbono do solo associado ao manejo (LOSS et al., 2011; ROSSI et al., 2012).

O estudo dos compartimentos da MOS e o modo como ela se relaciona com o manejo é indispensável para o desenvolvimento de estratégias para a exploração sustentável do ecossistema solo e para a redução dos impactos causados pelas atividades agrícolas (SOUSA, 2002).

O manejo aplicado no sistema de produção agrícola possui grande influência nos estoques de carbono orgânico do solo. Assim, a manutenção da vegetação nativa e vegetação de diversos portes e ciclos podem influenciar no aumento ou na diminuição do estoque da MOS (KHORRAMDEL et al., 2013).

Apresentando uma composição mista de resíduos vegetais, animais e microbianos em estágios avançados de decomposição, estando geralmente associada a partículas inorgânicas do solo, a matéria orgânica do solo (MOS) apresenta susceptibilidade à degradação em função do manejo (KHORRAMDEL et al., 2013).

Há uma relação de dependência entre a MOS e os processos químicos e biológicos do ecossistema solo. Diversos autores citam sua importância para a qualidade e fertilidade do solo, assim como sua contribuição para a recuperação de áreas degradadas pela atividade agrícola intensiva e sustentabilidade do sistema de produção (HICKMANN et al., 2012; RAMOS et al., 2013).

A mudança de ecossistemas naturais em áreas cultivadas provoca modificações nas taxas de adição e perdas efetivas de matéria orgânica do solo (MOS). A redução ou aumento de MOS para o mesmo ambiente edáfico depende do tipo de manejo empregado; se o mesmo manejo for mantido por muito tempo, os teores de MOS certamente se estabilizarão buscando um novo equilíbrio (BAYER et al., 2000 e NUNES et al., 2011).



Sistemas conservacionistas sem mobilização do solo ou com revolvimento mínimo, que faz uso de culturas que proporcionam maior aporte de matéria seca, tendem a preservar ou, até mesmo, a aumentar o estoque de C, principalmente em solos com baixos teores de matéria orgânica (ROSA, 2011).

Este estudo tem como objetivo avaliar o impacto do uso e manejo sobre o armazenamento de carbono orgânico do solo em três sistemas de produção orgânica.

## Metodologia

O estudo foi desenvolvido na Fazenda Bocaiúva, esta, ocupa uma área de 23,5 hectares. Trata-se de uma propriedade certificada para a produção de comercialização hortifrutícola orgânica. Está localizada no distrito de Humildes, Feira de Santana, Estado da Bahia, nas coordenadas geográficas de 12° 16' 00" de latitude Sul e 38° 58' 00" de longitude Oeste, em local com altitude de 234 metros. Segundo Köppen (1948), o clima local é quente e úmido (Cw). Possui precipitação média anual de 848 mm, passando por longos períodos de seca.

Foram selecionados três sistemas de produção em manejo orgânico, a saber: (AF-CAFÉ) - área sob sistema agroflorestal com quatro anos de uso sob cultivo de café (*Coffea canephora*) sombreado em consórcio com castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*), pau brasil (*Caesalpinia echinata*), algaroba (*Prosopis juliflora*) e moringa (*Moringa oleífera*); (AF-CITROS) - área sob sistema agroflorestal sob cultivo de citros (*Citrus*) com língua de vaca (*Rumex obtusifolius* L.) cultivadas nas entrelinhas, com implantação recente de 4 anos; antes da implantação, ambos os SAF's encontravam-se em pousio como uma área de capoeira; (BAN) - área sob exploração de banana (*Musa sp.*) sob cultivo orgânico com dez anos de exploração. Recebe adubação orgânica e possui cobertura morta com a palhada das bananeiras sobre o solo e nas entrelinhas são cultivadas marianinha (*Streptosolen jamesonii*) e língua de vaca (*Rumex obtusifolius* L.) como cobertura. (MN) – área de mata nativa utilizada como referencial de equilíbrio para efeito de comparação com os sistemas cultivados.

Em cada área de estudo foram sistematizados transectos com trinta metros de comprimento, traçados em linha longitudinal, cujas amostras, do tipo deformadas, foram coletadas na profundidade de 0 - 0,15 m. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e em seguida transportadas para o laboratório, onde passaram pelo processo de beneficiamento. Neste, as amostras foram secas e passadas em peneira com abertura de malha de 2,0 mm. Em cada transecto foram selecionados cinco pontos de amostragem, espaçados em aproximadamente 6 m. No local também foi realizada a abertura de uma trincheira, de acordo com Lemos et al. (2005) para a caracterização do solo, o qual foi classificado como Argissolo Amarelo de textura arenosa/média, a caracterização e coleta de solo foi realizada em janeiro de 2016.

O teor de carbono orgânico total do solo (COT) foi obtido por oxidação via úmida, empregando-se solução de dicromato de potássio em meio ácido utilizando-se o ácido sulfúrico, com fonte externa de calor (YEOMANS; BREMNER, 1988), para tal foi pesado 0,5 g de solo previamente moídos em cadinho de porcelana, em erlenmeyer e posteriormente adicionados 10 mL de solução de  $K_2Cr_2O_7$  0,167 mol  $L^{-1}$  e 10 mL de  $H_2SO_4$  concentrado. As amostras foram aquecidas durante 20 minutos em bloco com temperatura de 170 °C. Após a digestão as amostras passaram por um período de esfriamento seguida da adição de 80 mL de água deionizada, sendo essas procedidas à titulação com solução de sulfato ferroso com concentração de 0,5 mol  $L^{-1}$ .

Para a determinação do carbono orgânico particulado (COP), 20 g de solo juntamente com 60 mL de solução de NaOH a 0,1 molar, foram agitados durante 15 horas em agitador vertical. O solo, depois de disperso, foi passado em peneira de 0,053 mm com auxílio de um jato d'água, e o material retido na peneira foi seco em estufa a 50 °C, por um período de 24 horas, quantificado em relação à sua massa, moído em cadinho de porcelana e analisado em relação ao teor de carbono orgânico por oxidação via úmida na presença de dicromato de potássio. Os teores de carbono orgânico associado aos minerais (COAm) foram calculados a partir da diferença entre COT e COP.

O índice de manejo de carbono (IMC) foi calculado conforme Blair et al. (1995), como sendo:

$$IMC = ICC \times IL \times 100$$

em que,

IMC – índice de manejo de carbono;

ICC – índice de compartimento de carbono;

IL – representa o índice de labilidade.

De acordo com o que propõe o IMC, a partir do índice de labilidade é possível medir as alterações provocadas pelo manejo, comparando com um sistema de referência, tendo-a como condição adequada (IMC=100). O IMC é calculado com base nas mudanças no COT e CL, entre um sistema de referência (mata nativa) e um sistema de manejo sob exploração agrícola. Para obter os valores do ICC e do IL utilizaram-se, respectivamente, as seguintes equações:

$$ICC = \frac{COT_{\text{ sistema de manejo }}}{COT_{\text{ sistema de referência }}}}$$

$$IL = \frac{L_{\text{ sistema de manejo }}}{L_{\text{ sistema de referência }}}}$$

$$L = \frac{CL}{CNL}$$

$$CNL = COT - COP$$

em que,

CL – Carbono lábil

CNL – Carbono não-lábil

L – Labilidade do carbono

A mata nativa foi utilizada como referência, com IMC definido como 100. Os teores de CL e CNL foram considerados como sendo os teores de COP e COAm, respectivamente.

Os cálculos dos estoques de carbono foram feitos a partir da expressão:

$$EstC = COT \times e \times Ds$$

Em que,

EstC – Estoque de carbono ( $Mg\ ha^{-1}$ )

COT – Carbono orgânico total ( $dag\ kg^{-1}$ )

e – Espessura da camada (cm)

Ds – Densidade do solo ( $g\ dm^{-3}$ )

Os resultados obtidos na avaliação foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% e 1 % de significância. As análises foram realizadas com auxílio do Programa R Development Core Team (2011).

## Resultados e discussões

Na Tabela 1 são apresentados os resultados do teste de médias para as variáveis COT e EstC. Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para os quatro sistemas. Os teores variaram entre  $11,69\ g\ Kg^{-1}$  a  $14,40\ g\ Kg^{-1}$ . Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Silva et al. (2014) e Barreto et al. (2006) em agroflorestas em solos com textura arenosa. O manejo orgânico é fundamental para aumentar o conteúdo de carbono orgânico no solo, pois suas práticas favorecem na manutenção da cobertura do solo, reduzindo a susceptibilidade do solo a processos erosivos e oferecendo aporte de material orgânico ao solo, contribuindo para a regulação da temperatura da camada do solo auxiliando na atividade microbiana.

**Tabela 1.** Teores e estoques (EstC) de C orgânico total (COT) do solo na profundidade de 0-15 cm em diferentes sistemas de manejo.

Sistemas	COT (g kg <sup>-1</sup> )	EstC (Mg ha <sup>-1</sup> )
AF-café	13,25±1,5 a	28,24±6,5 a
AF-Citros	11,69±1,7 a	23,24±3,4 a
BAN	14,40±2,1 a	30,60±4,5 a
MN	14,22±0,3 a	29,44±0,6 a

AF-café: Café cultivado em agroflorestal orgânica; AF Citros: Citros cultivado em agroflorestal orgânica; BAN: Área com cultivo orgânico de banana e MN: Mata nativa. Média ± desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O AF-café obteve maior desvio padrão (±) indicando que houve uma maior variação, o que pode ser justificado pelo fato desta área está sob condição de agrofloresta, ou seja, além dos resíduos orgânicos oriundos do próprio cafeeiro, conta-se com o material orgânico das demais culturas presentes na área. Essa condição mista pode ter promovido essa variabilidade. O AF-citros obteve a menor média, isso pode estar em função das condições da quantidade dos resíduos, uma vez que foi observada uma menor densidade de vegetação presente no solo desse cultivo. Tais resultados corroboram ao estudado por Loss et al. (2009), em que o menor teor de COT foi encontrado em SAF com implantação recente, o mesmo autor afirma que sistemas de uso do solo, em cada área, propiciam diferentes quantidades de resíduos vegetais oriundos de cada cultura.

Os estoques de carbono no solo variaram entre 23,24 a 30,60 Mg ha<sup>-1</sup>, não havendo diferença estatística entre os EstCOT encontrados nas áreas avaliadas. Nas áreas sob cultivos agrícolas o desvio padrão (±) foi mais elevado em comparação com o desvio padrão da área de mata. Esses valores se aproximam do encontrado por Frazão et al. (2010). O autor indica que esses valores se apresentam dentro da faixa citada na literatura, para solos arenosos. Esses resultados corroboram aos de d'Andréa (2004) em estudo sobre o estoque de carbono em diferentes sistemas de manejo. A autora aponta que sistemas menos perturbados apresentam uma tendência em armazenar mais carbono orgânico no solo.

Os maiores teores de COP ocorreram nas áreas cultivadas (Tabela 2). A área com implantação de banana (BAN) apresentou maior valor, seguida dos AF- café e AF- citros, este resultado pode ter sido influenciado pela incorporação dos resíduos orgânicos e restos culturais que são mantidos no solo. Os teores de COP nas áreas de SAF's foram superiores aos apresentados pela MN, o que evidencia a eficiência da fração particulada na constatação das mudanças provocadas pelo manejo do solo, corroborando Freixo (2000) e Conceição et al. (2005). Esses resultados concordam também com Bayer et al. (2004), em estudo sobre frações lábeis da

matéria orgânica em um Latossolo, o autor afirma que há uma maior sensibilidade do estoque de C na matéria orgânica particulada às alterações no manejo em comparação ao estoque de C orgânico total, possibilitando verificar o efeito do manejo em curto prazo.

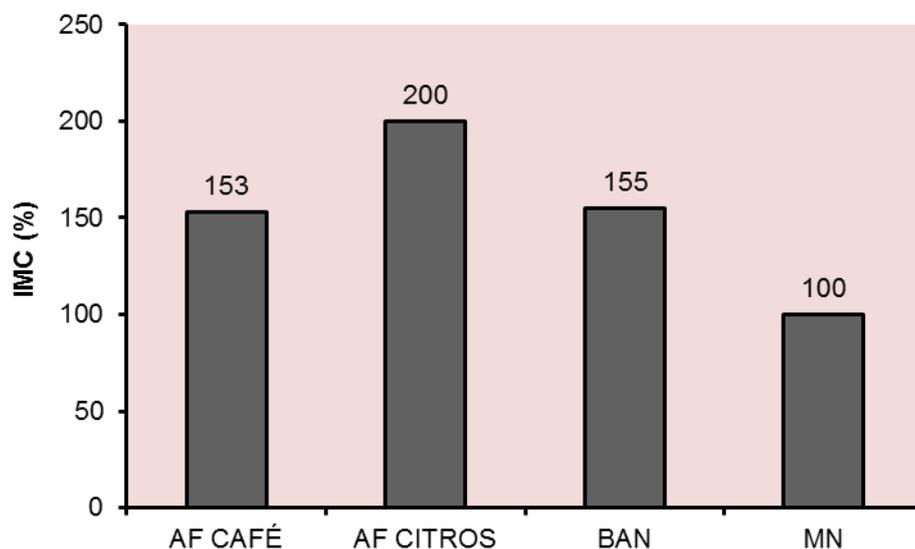
**Tabela 2.** Teores de carbono orgânico particulado (COP) e Carbono orgânico associado aos minerais (COAm) do solo na profundidade de 0-15 cm em diferentes sistemas de manejo.

Sistemas	COP (g Kg <sup>-1</sup> )**	COAm (g Kg <sup>-1</sup> )*
AF-café	7,63±0,2 a	5,60±1,0 a
AF-Citros	7,82±0,1 a	3,90±1,4 ab
BAN	8,01±0,3 a	6,38±0,7 b
MN	6,40±0,1 b	7,80±0,9 ab

AF-café: Café cultivado em agroflorestal orgânica; AF Citros: Citros cultivado em agroflorestal orgânica; BAN: Área com cultivo orgânico de banana e MN: Mata nativa. Média ± desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a \*1%e \*\*5% de probabilidade.

Foram encontradas diferenças nos teores do COAm, sendo AF- café o sistema que apresenta maior valor (Tabela 2), seguida do AF- citros. A área de banana (BAN) apresentou menor conteúdo do COAm. Esses resultados foram encontrados por Loss et al. (2009), em que o SAF em estudo obteve o maior valor do COAm, este autor cita que estes resultados podem estar associados às práticas utilizadas que favorecem a manutenção dos resíduos vegetais em superfície.

O maior IMC foi encontrado no sistema AF-citros (Figura 1), seguido da BAN e AF-café. Os IMC encontrados nos sistemas de produção orgânica indicam uma boa adequação desses manejos. Souza et al. (2016) em estudo avaliando o IMC de áreas com cultivos orgânicos no semiárido da Bahia, encontraram valores próximos, onde o SAF orgânico com cultivo de café obteve IMC bastante elevado em comparação com a mata nativa, esse autor afirma que índices superiores ao sistema de mata nativa refletem em maior qualidade do solo em relação ao sistema de referência.



**Figura 1.** Índice de manejo de carbono (IMC) em diferentes sistemas de manejo. AF-café: Café cultivado em agroflorestal orgânica; AF Citros: Citros cultivado em agroflorestal orgânica; BAN: Área com cultivo orgânico de banana e MN: Mata nativa.

Esses valores são próximos aos encontrados por Loss et al. (2011), em estudo avaliando o IMC em diferentes sistemas o autor encontrou os valores de 172% para o cultivo orgânico.

Sistemas de manejo conservacionistas, como o sistema orgânico, que priorizam o aporte de resíduos orgânicos no solo contribuem para maior eficiência dos estoques de carbono orgânico do solo, ajudando por tanto, para a manutenção fertilidade e qualidade do solo (CONCEIÇÃO et al., 2005).

## Conclusões

1. Frações mais sensíveis do carbono orgânico do solo, como o carbono orgânico particulado, são capazes de indicar as mudanças mais recentes nos níveis de matéria orgânica do solo em função do manejo.
2. O Índice de Manejo de Carbono indicou que as áreas com implantação de sistemas orgânicos promovem recuperação nos níveis de C orgânico do solo em relação à um ambiente equilibrado, sugerindo que tais sistemas pode ser considerados como opções de manejo que contribuem para o aumento do sequestro de C no solo.

## Agradecimentos

À Fazenda Bocaiúva Orgânicos, pelo apoio e confiança.

## Referências bibliográficas

BARRETO, A. C., LIMA, F. H. S., FREIRE, M. B. G. S, ARAÚJO, Q. R.e FREIRE, F. J. Características químicas e físicas de um solo sob floresta, sistema agroflorestal e pastagem no sul da Bahia. Revista Caatinga, v. 19, n. 4, p.415- 425, 2006.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J. e CERETTA, C.A. Effect of no till cropping systems on soil organic matter in a sandy clay loam Acrisol from southern Brazil monitored by electron spin resonance and nuclear magnetic resonance. Soil Till. Res., 53:95-104, 2000.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, p.677-683, 2004.

BLAIR, G.J.; LEFROY, R.D.B. e LISLE, L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and development of a carbon management index for agricultural systems. Aust. J. Agric. Res., 46:1459-1466, 1995.

CONCEIÇÃO, P.C. et al. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.29, n.5, p.777-788, 2005.

DA ROSA, Carla Machado et al. Conteúdo de carbono orgânico em Planossolo Háplico sob sistemas de manejo do arroz irrigado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 35, n. 5, p. 1769-1776, 2011.

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, 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.

FRAZÃO, L.A.; SANTANA, I.K.S.; CAMPOS, D.V.B.; FEIGL, B.J. e CERRI, C.C. Estoques de carbono e nitrogênio e fração leve da matéria orgânica em Neossolo Quartzarênico sob uso agrícola. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 45:1198-1204, 2010.

FREIXO, A.A. Caracterização da matéria orgânica de Latossolos sob diferentes sistemas de cultivo através de fracionamento físico e espectrografia de infravermelho. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro (Tese de Mestrado), 2000.

GOLCHIN, A. et al. Soil structure and carbon cycling. Australian Journal of Soil Research, Victoria, v.32, p.1043-1068, 1994. HICKMANN, C. et al. Atributos físico-



hídricos e carbono orgânico de um argissolo após 23 anos de diferentes manejos. Revista Caatinga, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 128-136, 2012.

KHORRAMDEL, S.; KOOCHKEKI, A.; MAHALLATI, M.N.; KHORASANI, R.; GHORBANI, R. Evaluation of carbon sequestration potential in corn fields with different management systems. Soil & Tillage Research, v.133, p.25-31, 2013.

KOPPEN, W. Climatologia: Com um estúdio de los climas de latierra. México: Fondo de Cultura Economica, p. 478, 1948.

LOSS, A., PEREIRA, M. G., SCHULTZ, N., ANJOS, L. D.& SILVA, E. M. R. D. Carbono e frações granulométricas da matéria orgânica do solo sob sistemas de produção orgânica. Ciência Rural, v. 39, n. 4, p. 1077-1082, 2009.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; CUNHA DOS ANJOS, L. H. e RIBEIRO DA SILVA, E. M. Frações orgânicas e índice de manejo de carbono do solo em diferentes sistemas de produção orgânica. Idesia (Arica), v. 29, n. 2, p. 11-19, 2011.

NICOLOSO, R.S. Dinâmica da matéria orgânica do solo em áreas de integração lavoura-pecuária sob sistema de plantio direto. 150f. Dissertação de Mestrado, Santa Maria, 2005.

NUNES, R. S. et al. Sistemas de manejo e os estoques de carbono e nitrogênio em latossolo de cerrado com a sucessão soja-milho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 35, p. 1407-19, 2011.

PRADO, M.R.V.; RAMOS, F.T.; WEBER, O.L.S.; MULLER, C.B. Organic carbon and total nitrogen in the densimetric fractions of organic matter under different oil management. Revista Caatinga, Mossoró, v. 29, n. 2, p. 263-273, 2016.

R Development Core Team R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.2011.

RAMOS, F. T. et al. Curvas de compactação de um Latossolo Vermelho Amarelo: com e sem reuso de amostras. Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 17, n. 2, p. 129-136, 2013.

ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; BETTA, M. e POLIDORO, J. C. Frações orgânicas e índice de manejo de carbono do solo em Latossolo Vermelho sob plantio de soja no cerrado goiano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 2, p. 233-241, 2012.

SALINAS-GARCÍA, JR; FM HONS e JE MATOCHA. Long-term effects of tillage and fertilization on soil organic matter dynamics. Soil Sci. Soc. Am. J.61: 152- 159, 2006.

SILVA, S. M., BRITO, M., SALOMÃO, G. B., CARNEIRO, L. F., PEREIRA, Z. V. e PADOVAN, M. P. Estoque de Carbono no solo em sistemas de restauração 27 ambiental na Região Sudeste do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, 2014.

SOUSA, J.M.P. Perdas por erosão e características físico-hídricas de Latossolo em função do preparo do solo oleráceas no ambiente de mar de morros, Paty do Alferes, RJ. Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 93p. 2002.

SOUZA, V. M. ; DIAS, F. P. M. ; SILVA, F. T. S. ; NOBREGA, J. C. A. . Frações orgânicas e índice de manejo de carbono do solo em áreas sob sistemas agroflorestais no semiárido do Nordeste do Brasil. In: Giovanni Seabra. (Org.). Terra - paisagens, solos, biodiversidade e os desafios para um bom viver. 7 ed. Ituiutaba: Barlavento, v. 1, p. 785-795, 2016.

STEINER, F.; PIVETTA, L.A.; CASTOLDI, G.; COSTA, M.S.S.M. e COSTA, L.A.M. Carbono orgânico e carbono residual do solo em sistema de plantio direto, submetido a diferentes manejos. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6:401-408, 2011.

YEOMANS, J. C. & BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communication in Soil Science & Plant Analysis*, v. 19, n. 13, p. 1467- 1476, 1988.

ZINN, Y. L.; LAL, R.; RESCK, D. V. S. Eucalypt plantation effects on organic carbon and aggregation of three different-textured soils in Brazil. *Soil Research*, Collingwood, v. 49, n. 7, p. 614–624, 2011.