

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

CARLOS AUGUSTO BEREGENO

**MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO DA MICRORREGIÃO DO ANEL DA SOJA NO
CERRADO BAIANO**

Uberlândia – MG

2018

CARLOS AUGUSTO BEREGENO

**MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO DA MICRORREGIÃO DO ANEL DA SOJA NO
CERRADO BAIANO**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à
Universidade Federal de Uberlândia, como
requisito para obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Beno Wendling

Uberlândia – MG

2018

CARLOS AUGUSTO BEREGENO

**MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO DA MICRORREGIÃO DO ANEL DA SOJA NO
CERRADO BAIANO**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à
Universidade Federal de Uberlândia, como
requisito para obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 01 de agosto de 2018.

Eng. Agr. Fabiana Silva Fraga
Membro da banca

Eng. Agr. Henrique Francisco Pires
Membro da banca

Prof. Dr. Beno Wendling
Orientador

Uberlândia – MG

2018

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente, pois sem ele eu não seria nada.

Ao professor e orientador Beno Wendling, pela oportunidade de realização deste projeto, paciência e ensinamentos.

Ao Doutorando e colega Jorge da Silva Júnior, pela grande ajuda e pela confiança em mim depositada.

A todos os funcionários do Instituto de Ciências Agrárias que de alguma forma colaboraram com a conclusão deste trabalho.

A Universidade Federal de Uberlândia, pelos conhecimentos a mim atribuídos e toda trajetória universitária que me proporcionou.

A minha estimada família, por sempre me incentivarem e depositarem em mim tanto carinho e confiança.

E a todas as outras pessoas que de alguma forma me ajudaram para que eu pudesse concluir mais esta etapa em minha vida, com foco em minha namorada Juliana Santos.

A todos um muito obrigado!

RESUMO

Uma crescente preocupação é a quantidade de dióxido de carbono (CO_2) que vem sendo adicionado a atmosfera principalmente através da queima de combustíveis fósseis. Levantamentos realizados por meio da matéria orgânica foi possível inferir-se que a quantidade de carbono (C) que está fixada em solos do mundo na faixa de 0 a 1 metro de profundidade, é de aproximadamente 1.500Pg (10^{15}g). Para se ter uma ideia da importância desses valores e de sua magnitude, Tais pesquisadores constataram por meio de estudos que esses valores representam cerca três vezes o reservatório de C da biomassa terrestre e a duas vezes o atmosférico. Dito isso é fácil perceber que as práticas utilizadas nas atividades agrícolas apresentam um fator significativo na manutenção da quantidade e principalmente da qualidade da matéria orgânica no solo. O objetivo do trabalho foi avaliar a labilidade da matéria orgânica do solo na microrregião do anel da soja do cerrado baiano, onde em áreas de exploração agrícola com culturas anuais de algodão, milho e soja em sistemas de plantio direto (SPD) , plantio convencional (SPC) e sob vegetação natural (CN), onde determinaremos os seguintes atributos: carbono orgânico total (COT), matéria orgânica do solo em % (MOS), matéria orgânica do solo em ton ha^{-1} (QMOS), carbono concentrado equivalente (CCEq), e a densidade do solo (DS) nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade.

Palavras-chave: Carbono. Plantio direto. Plantio convencional. Vegetação natural.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 REVISÃO DE LITERATURA	9
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5 CONCLUSÕES.....	17
REFERÊNCIAS	18

1 INTRODUÇÃO

Um fator preocupante desde o início da Revolução Industrial que ocorreu em meados do século XVII, é a crescente demanda de fontes de energia emissoras de dióxido de carbono (CO₂). Hoje a principal fonte de energia para o planeta é proveniente de combustíveis fósseis, estes por sinal são os maiores contribuintes para o aumento de dióxido de carbono na atmosfera.

Anteriormente a descoberta de combustíveis fósseis causou grande alvoroço em meio a sociedade pois acreditava-se ser uma fonte inesgotável de energia e que por sinal poderia ser aplicada em diversos setores da sociedade, porém atualmente existem estudos que comprovam ser uma fonte limitada de energia visto o tempo de duração do processo de formação destes combustíveis é baseada em milhões de anos. Milhares de toneladas de dióxido de carbono são despejadas na atmosfera todos os dias na atmosfera, gerando um crescente acúmulo de carbono no ambiente. Levantamentos realizados por meio da matéria orgânica foi possível inferir-se que a quantidade de carbono (C) que está fixada em solos do mundo na faixa de 0 a 1 metro de profundidade, é de aproximadamente 1.500Pg (10¹⁵g) (SIQUEIRA NETO et al., 2009).

De acordo com as pesquisas realizadas por estes pesquisadores, esta quantidade de C equivale a três vezes o reservatório de C da biomassa terrestre e a duas vezes o atmosférico. Percebe-se então, que as práticas utilizadas nas atividades agrícolas apresentam um fator significativo na manutenção da quantidade e da qualidade de matéria orgânica no solo (MOS).

Na agricultura moderna tem ocorrido cada vez mais uma especialização a fim de promover meios de produção mais rentáveis que por sinal também mais produtivos e sustentáveis, uma das formas de alias estes fatores é com a adoção do plantio direto como técnica de cultivo a longo prazo, em média 20 anos consecutivos. O plantio direto representa uma atividade com grande potencial para sequestro de carbono no solo, de um modo a favorecer um acúmulo de C no solo com a proteção física da matéria orgânica do solo, dependendo das condições climáticas, de acordo com SIQUEIRA NETO et al, (2009).

Em um ecossistema o solo é considerado a principal reserva de carbono, apresenta um ecossistema que é capaz de fixar o carbono na forma de frações de matéria orgânica. Porém este carbono é um componente dinâmico e sensível ao tipo de manejo que é realizado no solo, sendo formas de manejo o cultivo direto por longos períodos e plantio convencional. O solo em condições naturais consegue alcançar um ponto de equilíbrio onde não é possível mais se incrementar C ao solo de forma substancial, devido as plantas já estarem em seu tamanho

máximo de modo que a quantidade de massa vegetal por unidade está equilibrada, é um exemplo do que ocorre no cerrado Baiano sob condições naturais.

TISDALL & OADES (1982) analisaram e mostraram que a matéria orgânica exerce papel muito importante na formação e estabilização dos agregados do solo, pelas ligações de polímeros orgânicos com a superfície inorgânica por meio de cátions polivalentes. O aumento dos teores de carbono orgânico tem dependência direta dos fatores ambientais e bióticos que podem afetar a dinâmica da matéria orgânica.

No cerrado do oeste da Bahia existia vastas áreas que antes eram dadas como improdutivas, porém que nos últimos trinta anos vem passando por grandes transformações em sua fisionomia o que lhe garante hoje, uma enorme quantidade de hectares produtivos ocupados principalmente por culturas de algodão, soja e milho que não abastecem somente o estado da Bahia, mas como também grande parte do nordeste brasileiro. Tamanha a ocupação destas áreas que na safra de 2013/2014 esta região teve uma contribuição na produção de algodão de 479,0 (mil ton) de algodão em pluma em uma área de 318,2 mil hectares e uma produção de cerca de 6921,8 (mil ton) de soja em uma área de 1.883,0 mil hectares, representando assim a segunda maior área nacional destas culturas (AIBA, 2014).

Para que seja possível sempre obter uma boa produtividade é necessário que haja um manejo adequado a cada tipo de solo a fim de preservar a matéria orgânica já presente ou até então promover uma maior concentração, um dos principais fatores que está ligada a produtividade de determinada região está relacionada a fração de matéria orgânica presente no solo disponível para o ecossistema de determinado cultivo. A fração matéria orgânica é muito suscetível aos métodos de cultivo, de modo que pode ser facilmente perdida para o meio.

A utilização de sistemas convencionais de manejo do solo pode elevar de forma significativa as perdas de matéria orgânica e nutrientes por erosão hídrica, deste modo, um solo que está sob a forma de plantio convencional pode ter perdido grande parte de sua matéria orgânica por lixiviação, visto que, sua camada superficial encontra-se descoberta e a mercê dos agentes erosivos naturais. Existe métodos de plantio direto como o plantio direto escarificado que visa promover uma descompactação da camada mais superficial do solo sem que haja revolvimento da camada superficial vegetal, mantendo o solo protegido da maior parte dos agentes erosivos (CAMARA; KLEIN, 2005).

O sistema de plantio direto (SPD) tem se destacado como um dos processos mais eficazes para a construção e preservação de matéria orgânica nos agro ecossistemas, o SPD se caracteriza pelo não-revolvimento do solo e pela biodiversidade de espécies vegetais proporcionada por sistemas diversificados de produção agrícola que, necessariamente, incluem

a rotação de cultura com plantas de cobertura (adubos verdes). Diante disso, buscou-se com esse trabalho a labilidade da Matéria Orgânica do Solo nos sistemas de Plantio Direto, e de Plantio Convencional comparados ao Cerrado Nativo de uma região produtora de grãos e fibras no Oeste Baiano.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A matéria orgânica do solo (MOS) é dividida em compartimentos conforme o grau de decomposição e de estabilização. O compartimento ativo é composto pelos microrganismos e compostos orgânicos solúveis; o lento, pelos resíduos recentemente aportados; e o passivo, pela maior recalcitrância e pelo tempo de ciclagem longo (STEVENSON, 1994). Dentre esses compartimentos, o passivo é o principal constituinte da MOS, que tem como principal componente as substâncias húmicas; essas contribuem com cerca de 80 a 90 % do carbono orgânico do solo (ANDREUX, 1996).

No hemisfério sul, a trajetória do sol sofre declinação para o norte, acarretando em menor irradiação na face sul, diminuindo a temperatura e aumentando a umidade no solo nessa face. No hemisfério norte, encontraram maiores valores de carbono orgânico do solo na face norte, indicando que locais que possuem menor temperatura e maior umidade estocam mais carbono, além de diferenças na atividade microbiana e na dinâmica da ciclagem do material aportado.

As substâncias húmicas são separadas em fração humina (FH), fração ácidos fúlvicos (FAFs) e fração ácidos húmicos (FAHs), por meio de uso de soluções alcalinas e ácidas. As substâncias húmicas são quimicamente distintas, havendo diferenciações na coloração, composição elementar (C, H, N, O e S), massa molecular, presença de grupos funcionais e grau de polimerização (Stevenson, 1994). A composição elementar das substâncias húmicas indica que essas possuem variação nos teores de C, H, N e O; entretanto, no geral apresentam uma ordem de grandeza $C > O > H > N$ e as razões entre esses elementos nos permite inferir sobre o grau de maturidade do material. De modo geral, a FAFs apresenta menor índice termogravimétrico em relação à FAHs, evidenciando a maior quantidade de cadeias alifáticas e facilidade de termodegradação desse material (STEVENSON, 1994).

A matéria orgânica (MO) afeta a qualidade física, química e biológica do solo e por esse motivo tem sido utilizada como indicador da qualidade de sistemas de manejo de solo. Em solos aerados, a adoção de sistemas conservacionistas de manejo, como o sistema plantio direto (SPD), resulta no aumento dos estoques de C orgânico do solo, o qual é mais expressivo nas camadas superficiais do solo e é relacionado ao aporte anual de resíduos vegetais ao solo (MIELNICZUK., 2008)

Em solos de várzea, o aporte de resíduos contribui de maneira similar para o acúmulo de MO, mas pouco se conhece sobre o efeito de preparos de solo na dinâmica da MO em solos com drenagem restrita. Nesses solos, a decomposição da MO, na ausência de O₂, usualmente

ocorre em menores taxas do que em solos aerados e é dependente de receptores de elétrons como íon Fe, Mn e sulfato, resultando na oxidação parcial do C orgânico (DOBERMANN & WITT, 2000)

A avaliação de frações lábeis da MO em diferentes sistemas de manejo também merece atenção em ambientes com drenagem restrita, pois têm influência marcante na atividade biológica e na química de solos alagados e forte ligação com a emissão de metano em solos de várzea; por isso, é grande o interesse sobre a sua dinâmica em solos agrícolas pela sua influência nas emissões desse gás do efeito estufa (SAHARAWAT, 2005).

Em adição ao estudo do papel de frações lábeis da MO na qualidade do solo e do ambiente, técnicas de fracionamento físico possibilitam identificar mecanismos de estabilização da MO em diferentes solos, e isso pode representar contribuição significativa no entendimento do acúmulo de MO em solos sob sistemas de manejo conservacionista. A estabilização da MO pela interação com a fração mineral do solo, seja pela menor acessibilidade dos microrganismos e de suas enzimas a compostos orgânicos localizados no interior de agregados (proteção física), seja pela formação de complexos altamente estáveis entre grupos funcionais orgânicos e grupos funcionais presentes na superfície dos minerais (estabilidade química), tem sido considerada o principal fator envolvido na preservação dos estoques de C orgânico em solos agrícolas (ZOTARELLI et al., 2007).

Entretanto, estudos dessa natureza têm sido restritos a solos aerados, com a hipótese de que a agregação efêmera e a saturação do solo com drenagem restrita de solos de várzea determinam que a proteção física da MO é um mecanismo pouco eficiente na sua estabilização e, conseqüentemente, resulta num acúmulo pouco expressivo de C orgânico em solos submetidos ao SPD.

A matéria orgânica do solo (MOS) desempenha um papel crucial para a manutenção da atividade agrícola. O acúmulo da MOS promove melhorias nas propriedades física, biológica e química do solo, possibilitando um aumento na produtividade e redução de gastos com irrigação, fertilizantes, condicionadores de solo e outros insumos agrícolas. Entender como a MOS se comporta em diferentes tipos de manejo é essencial para o direcionamento de políticas públicas, que visem a disseminação de práticas agrícolas que aumentem os estoques de COS e reduzam as emissões de GEE. O estoque e balanço de carbono em áreas de agricultura, principalmente em sistemas de ILPF são pouco estudados e entendidos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho uma pesquisa de caráter exploratório que foi desenvolvida em áreas sob exploração agrícolas com as culturas anuais do algodão, do milho e da soja, em sistema de plantio convencional (SPC), em sistema de plantio direto (SPD) e em áreas de cerrados nativos (CN) sob vegetação natural, contemplando cerca de 1,9 milhões de hectares, em dez regiões Georreferenciadas do oeste baiano. Estudo dessa natureza exige que se tenha um adequado registro do uso e manejo da área, haja vista que o tempo em que a área permanece sob sistemas SPC ou SPD é muito importante e até imprescindível para fomentar as discussões a respeito da concentração e acúmulo da matéria orgânica do solo. Em geral, não possível resgatar o histórico do uso e manejo das áreas pesquisada em que permaneceram ou permanecem em sistemas SPC e SPD. A grande maioria permanecia em sistema SPC há mais de dez anos e para o sistema SPD algumas poucas áreas estavam há mais de dez anos apenas um, dois ou mais anos.

A proposição central dos trabalhos foi proceder a uma avaliação comparativa da presença dos teores e cúmulo da matéria orgânica do solo (MOS) do bioma cerrado nativo (CN) e do cerrado sob exploração agrícola em sistema de plantio convencional (SPC) e em sistema de plantio direto (SPD) do oeste baiano. As determinações e avaliações consistiram em:

1. Determinação em laboratório dos teores de carbono orgânico total (COT) do solo pelo método da oxidação da matéria orgânica pelo Dicromato de Potássio em meio sulfúrico e pela titulação por sulfato ferroso. As determinações foram processadas no Laboratório de Pedologia da UFU – LAPED em Uberlândia – MG. Os resultados foram expressos em mg de Carbono orgânico no solo;
2. Cálculo da matéria orgânica no solo pela relação a seguir:

$$\text{MOS (\%)} = \text{COT} \times 1,724$$

Onde:

MOS: teor de matéria orgânica do - %

COT: carbono orgânico total do solo – dag/kg

1.724: constante utilizada considerando que a matéria orgânica contém cerca de 58% de carbono Médio

3. Cálculo da quantidade ou acúmulo da MOS:

$$Q^{\text{de}} \text{ de MOS} = ds \times h \times \text{MOS} \times 10$$

Onde:

Q^{de} de MOS: quantidade de MOS – t/ha

ds : densidade do solo – g/cm³

h: espessura da camada do solo – cm

MOS teor de matéria orgânica do solo – dag/kg

Realizou-se a pesquisa na microrregião conhecida como Anel da Soja, compreendendo os municípios de Barreiras e Riachão das Neves (Figura 1), área de produção agrícola de grãos e fibras do oeste da Bahia, sendo coletadas amostras de 8 propriedades desta microrregião com características similares, a fim de caracterizar as demais propriedades locais. Avaliou-se a Matéria Orgânica dos Solos (MOS) sob plantio convencional (com mecanização agrícola anual - SPC), solos sob plantio direto (SPD), que foram comparados a solos nativos do cerrado provenientes de áreas de Reserva Legal das propriedades (CN). Em cada propriedade foi realizada a coleta de 15 amostras simples perfazendo 1 amostra composta de caracterização dos solos nas três modalidades (SPC, SPD, CN).



Figura 1. Mapa do Oeste da Bahia com a localização da Microrregião do Anel da Soja, compreendida entre os municípios de Barreiras e Riachão das Neves, no Oeste da Bahia.

A escolha das fazendas e locais foi realizada em conformidade com os tipos de exploração agrícola.

Para o auxílio da amostragem utilizou-se um enxadeco e uma pá reta para realizar a abertura do perfil do solo de 20cm de profundidade a fim de se retirar amostras deformadas de solo.

Para a análise de matéria orgânica e Densidade do Solo foram realizadas coletas de 0-10 cm e de 10-20 cm, as amostras foram do tipo indeformadas usando um “trado para amostras indeformadas – sondaterra”, procedendo com a análise no Laboratório de Física dos Solos da FASB (Faculdade de São Francisco de Barreiras).

Os materiais que foram analisados os teores de matéria orgânica foram secos ao ar no laboratório da FASB e, posteriormente foram devidamente identificados e enviados para o laboratório de Pedologia da UFU – LAPED.

Os resultados obtidos das análises de laboratório foram à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Microrregião do Anel da Soja, na sua maioria, os solos são representados por Latossolos de textura areia franca, contendo 84% de areia, 12% de argila e 4% de silte. Analisando os resultados, verificou-se que comparação entre os resultados médios, através do teste de Tukey a 5% de probabilidade, permite afirmar que o sistema SPD apresentou os maiores valores de fixação de Carbono referente aos teores de MOS, e as quantidades de MOS, em relação ao sistema SPC e os Cerrado Nativo. Ainda é possível constatar que a exploração agrícola com as culturas de algodão, milho e soja, em sistemas de SPD e de SPC, nos cerrados do oeste da Bahia, tem contribuído com significativos aportes de matéria orgânica no solo, em relação a MOS em áreas dos cerrados sob vegetação nativa.

Porém, quando se analisam os resultados médios para os sistemas de exploração agrícola e para os cerrados nativos, em separados, a camada de 00 – 10 cm do solo, observa-se que houve aumentos para os cerrados CN em 21% e em 15%, para o sistema SPC em 29% e 12% e para o sistema SPD em 25% e 10%, para os teores e as quantidades de MOS, respectivamente, em relação aos registros dessas variáveis na camada de 10 – 20 cm do solo. Porém, considerando todas as áreas, em termos médios, os acréscimos foram da ordem de 27% para os teores de MOS e de 52% para as quantidades de MOS, respectivamente, em prol da camada de 00 – 10 cm em relação à camada dos 10 – 20 cm do solo.

Tabela 1. Valores de COT (dag kg^{-1}) em diferentes profundidades.

MANEJO	0-10 cm	10-20 cm
SPD ¹	10.9942 aA	9.7758 bA
SPC ²	6.5848 bA	8.4549 bA
CN ²	9.2852 abB	13.9289 aA

*Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹ Sistema de plantio direto. ² Sistema de plantio convencional. ³ Vegetação natural.

Segundo a tabela 1, tanto o SPD quanto o SPC não diferiram em relação a profundidade, já o CN houve diferença significativa entre as camadas de 0-10 cm e 10-20 cm. Já entre os diferentes tipos de manejos não houve diferença significativa.

Tabela 2. Valores de MOS (%) em diferentes profundidades.

MANEJO	0-10 cm	10-20 cm
SPD	1.7265 aA	1.6507 bA
SPC	1.0762 bA	1.4229 bA
CN	1.5661 abB	2.4013 aA

*Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com a tabela 2, somente houve diferença significativa entre as profundidades descritas no manejo do tipo CN e não para os demais. Em relação aos diferentes tipos de manejo houve diferença significativa nas duas profundidades testadas.

Tabela 3. Valores de QMOS ($t\ ha^{-1}$) em diferentes profundidades.

MANEJO	0-10 cm	10-20 cm
SPD	226.5189 aA	221.0465 bA
SPC	142.0652 bA	179.2243 bA
CN	174.7797 abB	295.9309 aA

*Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na tabela 3, verifica-se diferença significativa entre as profundidades somente em CN. Já dentre os diferentes tipos de manejo houve diferença tanto na camada de 0-10 quanto de 10-20.

Tabela 4. Valores de CCEq ($g\ dm^{-3}$) em diferentes profundidades.

MANEJO	0-10 cm	10-20 cm
SPD	48.1730 aA	47.0092 bA
SPC	30.2125 bA	38.1150 bA
CN	37.1698 abB	62.9346 aA

*Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo a tabela 4, houve diferença significativa entre as profundidades no manejo CN. Já para os diferentes tipos de manejo nota-se diferença tanto na camada de 0-10 quanto na camada de 10-20.

Tabela 5. Valores de DS (g dm^{-3}) em diferentes profundidades.

MANEJO	0-10 cm	10-20 cm
SPD	1.3375 aA	1.3375 bA
SPC	1.3338 bA	1.2750 bA
CN	1.1675 abB	1.2438 aA

De acordo com a tabela 5, houve diferença significativa entre as profundidades no manejo CN. Já para os diferentes tipos de manejo nota-se diferença tanto na camada de 0-10 quanto na camada de 10-20.

5 CONCLUSÕES

Os solos de todas as localidades pesquisadas apresentam baixos teores de matéria orgânica. Os solos sob o sistema SPC apresentam 15% mais teores e quantidades de matéria orgânica, respectivamente, em relação à presença dessas variáveis nos solos sob vegetação dos cerrados nativos;

Os solos sob o sistema SPD apresentam 24% e 28% mais teores e quantidades de matéria orgânica, respectivamente, do que os solos sob vegetação dos cerrados nativos.

A camada de 00 – 10 cm do solo sob os sistemas SPC e SPD, em média apresentaram maior teor e quantidade de matéria orgânica, respectivamente, do que a camada de 10 – 20 cm do solo.

REFERÊNCIAS

- ANDREUX, F. Humus in world soils. In: PICCOLO, A. (ed.). **Humic substances in terrestrial ecosystems**. Amsterdam: Elsevier, p. 45-100, 1996.
- ASSOCIAÇÃO DOS AGRICULTORES E IRRIGANTES DO OESTE DA BAHIA, **Anuário da Região Oeste da Bahia**, safra 2013/2014. Ed. Gazeta, Santa Cruz do Sul, RS. 2014.
- CAMARA, R. K.; KLEIN, V. A. Escarificação em plantio direto como técnica de conservação do solo e da água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 5, p. 789-796, 2005.
- DOBERMANN, A; WITT, C. The potential impact of crop intensification on carbon and nitrogen cycling in intensive rice systems. In: KIRK, G. J. D.; OLK, D. C. **Carbon and nitrogen dynamics in flooded soils**. Makati City: The International Rice Research Institute, p. 1-25, 2000.
- MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P. & CAMARGO, F.A.O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p.1-5.
- SAHARAWAT, K. L. Fertility and organic matter in submerged rice soils. **Current Science**, p. 735-739, 2005.
- SIQUEIRA NETO, M. et al. Rotação de culturas no sistema plantio direto em Tibagi (PR): I - Sequestro de carbono no solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 1013-1022, Aug. 2009.
- STEVENSON, F. J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions**. New York: John Willey, 496p., 1994.
- TISDALL, J. M.; OADES, J. M. Organic matter and water-stable aggregates in soil. **Journal of Soil Science**, V.33, P.141-163, 1982.
- ZOTARELLI, L. et al. Impacto f tillage and crop rotation on light fraction and intra-aggregate soil organic matter in two Oxisols. **Soil and Tillage Research**, v.95, n.1-1, p. 196-206, 2007.