CARBONO ORGÂNICO DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO E SUCESSÃO DE CULTURAS NA REGIÃO DA ZONA DA MATA DE RONDÔNIA

Caio Bastos Machado¹, Weverton Peroni dos Santos¹, Marcos Gomes de Siqueira¹,
Marina Conceição do Carmo¹, Núbia Pinto Bravin¹

¹Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Rondônia, *Campus* Rolim de Moura.
Av. Norte Sul, nº 7300, Nova Morada, CEP 76940-000, Rolim de Moura-RO, Brasil.
(nubiabravin@gmail.com).

Recebido em: 14/07/2018 – Aprovado em: 28/07/2018 – Publicado em: 31/07/2018
DOI: 10.18677/Agrarian_Academy_2018a11

RESUMO

O estudo teve como objetivo avaliar os teores de carbono orgânico do solo, em duas profundidades de amostragem, em função de sistemas de preparo do solo com diferentes intensidades de revolvimento e com combinações de culturas, nas épocas da seca e das águas. Foi utilizado delineamento experimental em parcelas subdivididas com três repetições por tratamento, dispostas em 48 parcelas medindo 5,4 x 11 m, totalizando uma área de 2.851,2 m². As parcelas principais foram constituídas pelas formas de preparo do solo e nas subparcelas os sistemas de culturas. Os fatores métodos de preparo do solo e plantio representaram quatro diferentes níveis de mobilização do mesmo: PRT – (preparo tradicional), PRA – (preparo alternativo), PDA – (plantio direto alternativo), e PDC – (plantio direto contínuo). O fator sucessão de culturas foi constituído por diferentes combinações plantas (soja/feijão; soja/milho; milho/feijão e milho/milho). As avaliações de COS foram realizadas em outubro de 2015 e maio 2016, na camada de 0-10 e 10-20 cm. Houve uma tendência de maiores valores de COS na camada superficial do solo. O COS foi maior nos manejos onde o solo foi mais revolvido (PRA e PRT). A sucessão M/F foi a que apresentou os maiores valores de COS, e nos manejos com maior grau de intensidade de revolvimento. Na camada superficial do solo o COS foi maior na época das águas e na camada mais profunda na época da seca.

PALAVRAS-CHAVE: Manejos Conservacionistas, Qualidade do Solo, Uso do Solo.

ORGANIC SOIL CHARCOAL IN DIFFERENT MANAGEMENT SYSTEMS AND SUCCESSION OF CULTURES IN THE REGION OF THE ZONA DA MATA DE RONDÔNIA

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate soil organic carbon contents at two sampling depths, as a function of soil tillage systems with different intensities of rotation and crop combinations, during drought and water seasons. An experimental design was used in subdivided plots with three replicates per treatment, arranged in

48 plots measuring 5.4 x 11 m, totaling an area of 2,851.2 m². The main plots consisted of the soil preparation methods and the crop subplots. The soil preparation and planting methods factor represented four different levels of mobilization: PRT (traditional tillage), PRA (alternative tillage), PDA (alternative tillage) and PDC (continuous tillage). The succession factors of the crops were the different combinations of plants (soybeans / beans, soybean / corn, corn / beans and maize / corn). The COS assessments were carried out in October 2015 and May 2016 in the 0-10 and 10-20 cm layers. There was a tendency of higher COS values in the topsoil. The COS was higher in manures where the soil was more upset (PRA and PRT). The succession M / F was the one with the highest values of COS, in the managements with greater degree of intensity of movement. In the superficial layer of the soil the COS was higher in the water season and in the deeper layer in the dry season.

KEYWORDS: Conservation Management, Soil Quality, Soil Use.

INTRODUÇÃO

O estado de Rondônia está localizado na grande região da Amazônia, na qual o solo sofre um processo pedogenético mais acelerado, estando associado ao clima tropical úmido, com temperaturas mais elevadas e ação mais intensa da água e pela elevada presença de organismos atuando como agentes formadores do solo. Juntando esses fatores com o desmatamento das florestas no período de ocupação e com o uso intensivo de solos agrícolas desde então, sem a utilização de um manejo adequado do solo, ocorreu um alto grau de degradação, prejudicando os atributos físicos, químicos e biológicos (MOLINE; COUTINHO, 2015).

Os solos degradados apresentam: pH baixo, grande concentração de alumínio e manganês, que em alta quantidade geram toxidez as plantas, baixa disponibilidade de macro e micronutrientes, alta capacidade de troca de ânions promovendo a fixação de nutrientes nos colóides do solo, deixando-o indisponível para as plantas e solos de baixa capacidade de troca de cátions proporcionando solos de baixa fertilidade (RUIVO et al., 2015).

A matéria orgânica é o componente que está mais diretamente relacionado com a qualidade do solo, influenciando diretamente nos atributos do solo, sendo que fisicamente age melhorando a infiltração e retenção de água, favorece a troca gasosa entre o solo e atmosfera, aumenta a atividade microbiana, aumenta a porosidade do solo, deixando menos denso e mais agregado, diminuindo a compactação e erosão das camadas superficiais do solo (FREITAS et al., 2015).

Na parte química a matéria orgânica depois de mineralizada, aumenta a CTC e o poder tampão do solo, possibilitando maior retenção e estoque de nutrientes e água, tem relação direta no fornecimento de nutrientes como Nitrogênio, Fósforo e Enxofre. Em Rondônia por apresentar solos de argila do tipo 1:1 e mineralogia caulínica e oxidica, que possuem baixa CTC, é de fundamental importância buscar sistemas de cultivo que possibilitem a conservação e o aumento de matéria orgânica (SOUZA et al., 2016).

A matéria orgânica além de contribuir com os atributos do solo, também desempenha papel muito importante, é um dos maiores compartimentos de armazenagem de carbono da biomassa vegetal e atmosférico do planeta. Esse fator pode ser benéfico para o meio ambiente, mais também pode trazer consequências negativas, pois da mesma forma que a MOS estoca o C, esta pode liberar o mesmo na forma de dióxido de carbono e outros gases que causam o efeito estufa (RÓZ et al., 2015).

Esse processo ocorre através de substituição da floresta nativa por áreas agrícolas, onde na maioria das vezes é utilizado o desmatamento seguido de queimadas. Esse fato se agrava ainda mais em regiões tropicais como no caso de Rondônia, que a decomposição da matéria orgânica do solo que libera dióxido de carbono acontece de forma acelerada, em função do clima quente e úmido proporcionar alta atividade microbiana (LOSS et al., 2014).

Sistemas de manejo do solo como o preparo reduzido e o plantio direto surgiram como alternativas para reduzir os processos de degradação, e diferem entre si quanto ao grau de mobilização e à forma de disposição dos resíduos vegetais no solo. Já o sistema de preparo convencional, ainda muito utilizado no Estado de Rondônia, tem como característica principal o revolvimento do solo por meio de operações de aração e gradagem para o preparo do solo, com a incorporação dos resíduos vegetais. Alguns problemas relacionados a esse sistema é a perda da qualidade estrutural do solo, redução dos teores de matéria orgânica, erosão superficial e compactação abaixo da camada arável (LISBOA, 2012) comprometendo também os aspectos biológicos e químicos.

Para obter um diagnóstico das diferenças entre tipos de manejos na quantidade de matéria orgânica, é preciso realizar análises de determinação do carbono orgânico do solo (COS), com o objetivo de apontar um sistema de cultivo que possua maior capacidade de acumular COS e que melhore a qualidade do solo (DADALTO et al., 2015).

Diante do exposto esse estudo teve como objetivo avaliar os teores de carbono orgânico do solo, em duas profundidades de amostragem, em função de sistemas de preparo do solo com diferentes intensidades de revolvimento e com combinações de culturas, nas épocas da seca e das águas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi estabelecido em dezembro de 2007, na área experimental do *Campus* de Rolim de Moura, da Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR, localizado no município de Rolim de Moura/RO, distante 15 km da cidade (latitude 11, 34' e 57" W e altitude de 277 m acima do mar). O clima é tropical quente e úmido com estação seca bem definida (junho a setembro) e com chuvas intensas nos meses de novembro a abril. A precipitação média anual é de 2.250 mm e UR no período chuvoso em torno de 85% (FERNANDES; GUIMARÃES, 2002).

Os tratamentos foram arranjados em parcelas principais e subparcelas. Nas parcelas principais foram dispostas as formas de preparo do solo e nas subparcelas os sistemas de culturas. Os fatores métodos de preparo do solo e plantio representaram quatro diferentes níveis de mobilização do mesmo: PRT - preparo tradicional (uma operação com grade aradora e mais duas com grade niveladora), PRA - preparo alternativo (uma operação de subsolagem e uma com grade niveladora), PDA - plantio direto alternativo com uma subsolagem a cada quatro anos (uma subsolagem feita em 2011 e outra em 2015) e PDC - plantio direto contínuo. O fator rotação de culturas foi caracterizado pela implantação de diferentes culturas, que implementou no sistema várias quantidades de produção de biomassa, cultivadas de outubro a fevereiro (safra) e de fevereiro a maio (safrinha). As leguminosas utilizadas foram: soja (*Glycine max*) e caupi (*Vigna unguiculata*); e o milho (*Zea mays*) como gramínea. O experimento teve três repetições por tratamento, dispostas em 48 parcelas medindo 5,4 x 11 m, totalizando uma área de 2.851,2 m².

A calagem foi realizada em outubro de 2015. As doses recomendadas foram de 75 kg no PDA, 225 kg no PRA, 275 kg no PRT e 275 kg no PDC. Em seguida foram realizadas as práticas de preparo do solo, prevista para cada manejo. No PDC foi aplicado herbicida (Glifosate) para fins de dessecação de plantas invasoras presentes.

No mês de dezembro de 2015 foi realizada a operação de gradagem e aplicação de herbicida pré-emergente visando o controle de plantas daninhas. Ainda nesse mês realizou-se a semeadura utilizando uma semeadora-adubadora de arrasto acoplada em um trator. As variedades utilizadas foram de soja (RR Valiosa) e de Milho (LG 6038 PRO RR). Na cultura da soja a população esperada foi de 250.000 plantas ha⁻¹ tendo como espaçamento entre plantas de 6,25cm e 45cm entrelinhas. Na cultura do milho a população esperada era de 70.000 plantas ha⁻¹, tendo um espaçamento entre plantas de 14 cm e estrelinhas 70 cm. No manejo de adubação utilizou-se a formulação 4-30-16 (NPK), em uma quantidade de 250Kg.ha⁻¹ em todos os tratamentos. Para suprir a demanda de nitrogênio, foi fornecido 200 Kg.ha⁻¹ de uréia no milho, aplicado em cobertura. Na soja as sementes, foram inoculadas com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* na dosagem de 100 mL para 50 Kg de semente, não sendo necessária a adubação de cobertura. Após completar o ciclo as culturas foram colhidas, e a palhada foi devolvida na área.

As culturas de safrinha, feijão-caupi (BRS Tumucumaque) e milho (LG 6038 PRO RR) foram semeadas em abril de 2016, sendo a quantidade de sementes necessárias de feijão para uma população de 60.000 plantas, espaçamento de 0,45 m entrelinhas e, para milho 70.000 plantas, com espaçamento entrelinhas de 0,70 m. As culturas de safrinha sofreram com o *déficit* hídrico e não apresentaram rendimento de grãos satisfatórios, sendo que optou-se por deixá-las como cobertura verde da área.

Durante o ciclo das culturas foram utilizados produtos fitossanitários para controle das ervas invasoras (Glifosato); fungicida (Epoconazol) para controlar ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizie*), e inseticida (Imidacloprid + Betacyflutrin) para controlar percevejo e mosca branca.

A coleta das amostras de solo foram realizadas em duas fases: uma no período de estiagem, no ano de 2015 e outra no período chuvoso, no ano de 2016. Foi utilizado para coleta um trado holandês. Foram coletadas amostras compostas (formada por três amostras simples), nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm. As amostras foram acondicionadas em bolsas térmicas, sendo transportadas para o laboratório, armazenando-as em geladeira durante o período de análises.

Para determinação do COS utilizou-se a metodologia da oxidação dos compostos orgânicos do solo, por dicromato em meio ácido, descrito em Rodrigues et al. (2016). Pesou-se em erlenmeyer 0,5 gramas de solo previamente macerado, adicionou-se 10 mL da solução de dicromato de potássio a 0, 166 mol L⁻¹, posteriormente 10 mL de ácido sulfúrico concentrado. Depois de frio foram adicionados 3 mL de ácido ortofosfórico e 47 mL de água destilada.

Na segunda etapa foi realizada a titulação, adicionando-se à amostra 10 gotas do indicador difenilamina a 1%, sendo então titulada com sulfato de ferro amoniacal a 0,5mol L⁻¹, até atingir o ponto de virada quando a cor passou a ser esverdeada. Foram realizadas três provas em branco e três provas fatores, com o objetivo de acusar alguma impureza das soluções e estabelecer um valor máximo a ser atingido pelas amostras. Para a realização das provas em branco são seguidos todos os procedimentos descritos acima exceto a parte do solo, o qual não é

adicionado. Já os fatores além de não receber o solo também não recebeu o ácido sulfúrico concentrado. Os valores obtidos através desse método são adicionados na seguinte equação:

$$\text{Equação 1: } C \text{ (g C kg}^{-1} \text{ solo)} = \frac{(V_b - V_a) \cdot 3,9 \cdot (10 / V_c)}{P_s}$$

Onde:

C - carbono extraído do solo;

V_b (mL) – média do volume do sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação das amostras controle

V_a (mL) – média do volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da amostra;

V_c (mL) – média do volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação dos fatores

3,9 – fator de correção;

P_s (g) - massa de solo seco

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo os tratamentos comparados pelo teste Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa estatístico Assistat (SILVA, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O carbono orgânico do solo na profundidade de 0-10 cm (Tabela 01) quando comparado de forma isolada, não apresentou diferença estatística quando consideradas apenas as sucessões de culturas. Se considerado o tratamento manejo do solo o COS apresentou os maiores valores nos tratamentos onde o solo foi mais revolvido, ou seja, no PRA e no PRT, os quais não diferiram entre si. Os menores valores de COS foram encontrados no PDC, o qual não diferiu do tratamento PDA.

Os resultados são semelhantes aos encontrados por Matoso et al. (2012) ao compararem o COS em diferentes usos do solo em Cerejeiras/RO, na profundidade de 0-10 cm. Ao contrário, um trabalho publicado por Maia et al. (2013) no qual se avaliou o COS em diferentes sistemas de preparo nas áreas de Cerrado de RO e do MT, os maiores valores de carbono ficaram no sistema plantio direto, ressaltando que a amostragem do solo foi na camada de 0-30 cm. No entanto, para Blanco-Canqui e Lal (2008) citados por Maia et al. (2013) mais investigações devem ser feitas em relação às diferenças entre o COS no plantio direto e no preparo tradicional, sugerindo que a análise dos dados num perfil maior de solo pode levar a conclusões que esses dois sistemas não são significativamente diferentes.

No entanto, houve interação significativa entre as variáveis: manejo do solo e sucessão de culturas. Avaliando o comportamento da sucessão, houve diferença no M/F, sendo que os maiores valores de COS foram encontrados nos tratamentos PRT e PRA, sem diferença estatística entre si. Para sucessões S/F, S/M e M/Ma não houve diferença entre os manejos do solo.

O acúmulo de carbono no solo apresenta grande dinamismo e é influenciado pela composição química (relação C/N) e pela quantidade do aporte de resíduos no solo, além da influência dos aspectos climáticos, e do manejo adotado (CAMPOS et al., 2013). O ideal é que sejam empregados sistemas de manejo que utilizem o menor grau de revolvimento do solo associado a forrageiras, que tenham potencial para a formação de palhada. Além dos benefícios para o incremento do COS, essas

ações apresentam grande potencial para mitigar a emissão de CO₂ atmosférico em regiões tropicais e subtropicais (NICOLOSO et al., 2008).

TABELA 01 – Carbono orgânico do solo (COS g.kg⁻¹solo) em Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes sistemas de manejo do solo e sucessão de culturas, na profundidade de 0-10 cm.

SUCESSÕES					
MANEJO	S/F	S/M	M/F	M/M	Média
COS (g kg ⁻¹ solo)					
PDC	17,70 aA	17,91 aA	13,06 bB	18,43 aA	16,77c
PRT	18,52 aA	17,80 aA	20,08 aA	19,46 aA	18,96 ab
PDA	19,52 aA	18,53 aA	15,28 bA	16,94 aA	17,56 bc
PRA	19,87 aA	20,73 aA	20,61 aA	17,84aA	19,76 a
Média	18,90 a	18,74 a	17,26 a	18,17 a	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. PDC: plantio direto contínuo; PRT: Preparo tradicional; PDA: plantio direto alternativo; PRA: preparo alternativo. S: soja; F: feijão-caupi; M: milho. CV manejo: 10,96 %. CV sucessão: 14,97%.

Na tabela 02 é apresentada a interação significativa entre manejo do solo e épocas de coleta das amostras, na profundidade de 0-10 cm. Na média a concentração de carbono orgânico do solo teve um aumento significativo no período das águas, para PDC, PDA e PRA. Analisando cada época em separado, houveram diferenças entre os sistemas de manejo, sendo que no período seco o PDC e PDA obtiveram menores concentrações de COS, sendo diferentes dos demais. Já na época das águas, esses mesmos sistemas conservacionistas (PDC e PDA), foram diferentes entre si, sendo o PDC o manejo que menos apresentou CBM em números absolutos, apesar de não diferir do PRT e do PRA.

Os resultados encontrados mostram que a presença de material orgânico, aliada ao menor revolvimento do solo pode acumular mais COS no solo, quando há maior disponibilidade de água, concordando com Campos et al. (2013) que afirmam que no período com chuva, os teores de C no solo tendem a aumentar, em consequência da atividade microbiana e da rápida decomposição dos tecidos vegetais.

TABELA 02 – Carbono orgânico do solo (COS g.kg⁻¹solo) em Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes sistemas de manejo do solo na época da seca e das águas, na profundidade de 0-10 cm.

MANEJO	ÉPOCAS	
	Seca	Águas
	COS (g kg ⁻¹ solo)	
PDC	15,08 bB	18,47 bA
PRT	18,05 aA	19,88 abA
PDA	14,16 bB	20,97 aA
PRA	18,93 aA	20,59 abA
Média	16,56 b	19,98 a

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. PDC: plantio direto contínuo; PRT: Preparo tradicional; PDA: plantio direto alternativo; PRA: preparo alternativo. CV época: 12,91 %.

Na comparação do efeito da época dentro de cada manejo, o PDA foi o único que teve o conteúdo de COS aumentado em relação à época avaliada, sendo os demais semelhantes entre si nas duas épocas. Na média das épocas isoladamente, não ocorreu diferença significativa no teor de carbono orgânico do solo entre seca e águas na profundidade de 10-20 cm (tabela 03). O efeito isolado do manejo foi significativo, evidenciando maior valor de COS no PDA, quando comparado aos demais que não diferiram entre si. Esse resultado concorda com os encontrados por Campos et al. (2013) que afirmam serem eficientes em acumular COS em profundidade aqueles sistemas de manejo com o mínimo revolvimento do solo.

De maneira geral, em números absolutos o teor de COS foi maior na camada superficial e na época das águas quando comparado a camada de 10-20 cm. Os dados concordam com Corazza et al. (1999) que mostraram que as alterações mais importantes na dinâmica do C, no que se refere a adições e perdas, ocorrem nas camadas superficiais.

TABELA 03 – Carbono do solo (COS g.kg⁻¹solo) em Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes sistemas de manejo do solo em duas épocas do ano, na profundidade de 10-20 cm.

MANEJO	ÉPOCAS		
	Seca	Águas	Média
	COS (g kg ⁻¹ solo)		
PDC	16,67 aA	15,43bA	16,05 b
PRT	15,37 aA	16,51 bA	15,94 b
PDA	17,71 aB	21,49 aA	19,60 a
PRA	17,76 aA	16,86 bA	17,31 b
Média	16,88 a	17,57 a	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade. PDC: alternativo; PRA: preparo alternativo. CV manejo: 13,61 %. CV épocas: 15,63 %. plantio direto contínuo; PRT: Preparo tradicional; PDA: plantio direto.

Também houve interação entre sucessões de culturas e épocas, sendo que na seca a sucessão S/F obteve maior conteúdo de COS em relação às demais, as quais não apresentaram diferenças significativas. No período das águas não houve diferença entre as sucessões. Comparando cada sucessão dentro das épocas com exceção da S/M que teve mais COS nas águas, as demais não tiveram diferença significativa entre as épocas.

A análise isolada da variável sucessão indica o maior valor de COS na sucessão S/F, sendo as demais sem diferença estatística. Esse resultado pode ser devido à baixa relação C/N da sucessão composta por duas leguminosas, as quais após um período de repouso que antecedeu a coleta da amostra para determinação do carbono, tinha sofrido o processo de degradação e mineralização liberando dessa forma esse nutriente no solo. A inclusão de leguminosas em sistemas de rotação de culturas é uma estratégia que também deve ser avaliada em relação ao seu efeito nos estoques de carbono orgânico do solo.

O efeito da combinação de plantas e de sistemas de preparo no acúmulo de carbono orgânico do solo e na melhoria de seus atributos biológicos deve ser quantificado para cada região em particular e para cada sistema de manejo, pois são influenciados pelas condições edafoclimáticas atuando em cada local (CAMPOS et al., 2013).

TABELA 04 – Carbono orgânico do solo (COS g.kg⁻¹solo) em Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes sucessões de culturas e em duas épocas do ano, na profundidade de 1020 cm.

SUCESSÃO	ÉPOCAS		
	Seca	Águas	Média
	COS (g kg ⁻¹ solo)		
S/F	20.2783 aA	18.7892 aA	19.53375 a
S/M	15.1833 bB	17.5508 aA	16.36708 b
M/F	16.3117 bA	15.9892 aA	16.15042 b
M/M	15.7550 bA	17.9767 aA	16.86583 b
Média	16.88208 a	17.57646 a	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. S: soja; F: feijão-caupi; M: milho. CV sucessão: 15,67%.

CONCLUSÕES

- 1) Houve uma tendência de maiores valores de COS na camada superficial do solo.
- 2) O COS foi maior nos manejos onde o solo foi mais revolvido, ou seja, no PRA e no PRT.
- 3) A sucessão M/F foi a que apresentou os maiores valores de COS, em nos manejos com maior grau de intensidade de revolvimento.
- 4) Na camada superficial do solo o COS foi maior na época das águas e na camada mais profunda na época da seca.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, L. P., LEITE, L. F. C., MACIEL, G. A., BRASIL, E. L., FREITAS I. B. Estoques e frações de carbono orgânico em Latossolo Amarelo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** [on line], Brasília, v.48, n.3, p.304-312, mar. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v48n3/09.pdf>>.

CORAZZA, E.J.; SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S. & GOMES, A.C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação á vegetação de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 23:425-432, 1999. Disponível em:< <http://www.redalyc.org/html/1802/180218287026/>>.

DADALTO, J. P.; FERNANDES, H. C.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R.; DE MATOS, A. T. Sistema de preparo do solo e sua influência na atividade microbiana. **Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering**, v. 35, n. 3, p. 506-513, 2015. Disponível em:< <http://submission.scielo.br/index.php/eagri/article/view/137728/0>>.

FERNANDES, L.C.; GUIMARÃES, S.C.P. **Atlas geoambiental de Rondônia**. Porto Velho, 2002.138 p. Disponível em: <<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=702962&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22FERNANDES,%20L.%22&qFacets=autoria:%22FERNANDES,%20L.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>>.

FREITAS, L. DE; CASAGRANDE, J. C.; OLIVEIRA, I. A DE; CAMPOS, M. C. C; SILVA, L. S. Técnicas multivariadas na avaliação de atributos de um Latossolo vermelho submetido a diferentes manejos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 1, 2015. Disponível em:<<http://www.redalyc.org/html/1190/119038296003/>>. Doi: 10.5039.

LISBOA, B. B., VARGAS, L. K., SILVEIRA, A. D. O., MARTINS, A. F., SELBACH, P. A. Indicadores microbianos de qualidade do solo em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** [on line], Viçosa, v.36, n. 1, p.45-55, 2012. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v36n1/v36n1a04.pdf>>.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; BERNINI, T. A.; ZATORRE, N. P.; WADT, P. G. S. Fertilidade do solo e matéria orgânica em Vertissolo e Argissolo sob cobertura florestal e pastagem. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 1, p. 1-10, 2014. Disponível em:< <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5022028>>.

MAIA, S. M. F., CARVALHO, J. L. N., CERRI, C. E. P., LAL, R., BERNOUX, M., GALDOS, M. V., CERRI, C. C. Contrasting approaches for estimating soil carbon changes in Amazon and Cerrado biomes. **Soil and Tillage Research**, v.133, p. 75-84, oct. 2013. Disponível em:< <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198713001037>>.

MOLINE, E. F. V da; COUTINHO, E. L. M. Atributos químicos de solos da Amazônia Ocidental após sucessão da mata nativa em áreas de cultivo. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 58, n. 1, p. 14-20, 2015. Disponível em:<<http://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/1683/591>>. Doi: 10.4322/rca.1683.

NICOLOSO, R.S.; LOVATO, T.; AMADO, T.J.C.; BAYER, C. & LANZANOVA, M.E. Balanço de carbono orgânico no solo sob integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 32:2425-2433, 2008. Disponível em:< <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/118737>>.

RODRIGUES, M.J.M; SILVA, L.M.; MARCHÃO, R.L.; SOUZA, A. M.; WADT, P.G.S.; OLIVEIRA, L.C. Espectroscopia no infravermelho próximo para a quantificação de carbono em solos da bacia do Acre. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 6, n. 1, p. 119-124, 2016. Disponível em: <http://periodicos.unifap.br/index.php/biota>. Acesso em: 19 mai. 2016.

RÓZ, A. L. DA; RICARDO, J. F.; NAKASHIMA, G. T.; SANTOS, L. R.; YAMAJI, F. M. Maximização do teor de carbono fixo em biocarvão aplicado ao sequestro de carbono. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 19, n. 8, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n8p810-814>>. DOI: 10.1590/1807-1929.

RUIVO, M. D. L. P.; BARROS, N. F. de; SCHAEFFER, C. E. R. Vegetação, biomassa microbiana e características químicas do solo como indicadores de reabilitação de áreas mineradas na Amazônia Oriental. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, n. 36,

p. 137-160, 2015. Disponível em:
<<http://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/2000>>.

SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; PAULINO, H. B; RIBEIRO, D. O.; BAYER, C.; ROTTA, L. R. Matéria orgânica e agregação do solo após conversão de “campos de murundus” em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1194-1202, 2016. Disponível em:
<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/22502>.