

Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, na região Amazônica

Physical attributes of soil in system integration crop-livestock-forest, the Amazon region

Benhur da S. OLIVEIRA [1](#); Marco A. C. de CARVALHO [2](#); Anderson LANGE [3](#); Flavio J. WRUCK [4](#); Rivanildo DALLACORT [5](#); Valvenarg P. da SILVA [6](#); Marciane BAREA [7](#)

Recibido: 04/04/2017 • Aprobado: 02/05/2017

Conteúdo

[1. Introdução](#)

[2. Metodologia](#)

[3. Resultados](#)

[4. Conclusões](#)

[Agradecimentos](#)

[Referências bibliográficas](#)

RESUMO:

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar atributos físicos do solo em área submetida ao sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF). Os tratamentos foram as espécies florestais: Pinho cuiabano (*Schizolobium amazonicum*), Pau-balsa (*Ochroma pyramidale*), Teca (*Tectona grandis*), Eucalipto (*Eucalyptus urograndis*) e também áreas sob vegetação nativa e áreas sob pastagem convencional. Os solos dos tratamentos foram submetidos à análise da macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo. A introdução dos sistemas integrados (iLPF), apresentou melhoras nos atributos físicos do solo, quando comparado com o tratamento pastagem convencional.

Palavras chave: agrossilvipastoril; sistemas integrados; florestais

ABSTRACT:

This research aimed to evaluate soil physical attributes in an area submitted to integrated crop-livestock-forest system (ICLF). Treatments were the following forest species: Pinho cuiabano (*Schizolobium amazonicum*), Pau-balsa (*Ochroma pyramidale*), Teca (*Tectona grandis*), Eucalipto (*Eucalyptus urograndis*) and also areas under native vegetation and areas under conventional pasture. The soils of the treatments were submitted to analysis of macroporosity, microporosity, total porosity and soil density. Introduction of integrated systems (ICLF) showed improvements in soil physical attributes when compared to conventional pasture treatment.

Keywords: Agrosilvipastoral; integrated systems; Forest

1. Introdução

A implantação dos sistemas integrados esta em processo de consolidação na agricultura brasileira, existe um receio quanto à implantação destes sistemas pelos produtores rurais, que pode estar relacionado pelo baixo número de pesquisa e consequentemente resultados no âmbito econômico e produtivo, manejo simultâneo das atividades agrícolas, pecuária e/ou florestais, como também possíveis impactos ao meio ambiente e do solo. Segundo Flores et al. (2007) entre os principais questionamento por parte dos produtores estão os impactos ligados à degradação física do solo, ocasionado pelo pisoteio do gado.

Em relação à degradação física do solo existem ainda divergências sobre os reais impactos ocasionados pelos sistemas integrados. Santos et al. (2011), observaram impactos negativos do sistema integração lavoura-pecuária (iLP) em Latossolos Vermelho acriférrico típico, enquanto que Spera et al. (2010) não constataram impacto degradativo na estrutura superficial do solo em avaliação do sistema iLP, sendo que este autores avaliaram o sistema implantados a 10 anos em área com Latossolo Vermelho Distrófico típico.

Segundo Balbino et al. (2011), esses comportamentos ocorrem devido as diferentes interações entre as atividades e também pelo tempo de implantação do sistema, o que o tornam dinâmico e complexo. Com isso, surgiu à necessidade de pesquisas científicas e tecnológicas para que haja consolidação quanto à sustentabilidade ambiental e produtiva destes sistemas. Estes autores complementam ainda, que essas pesquisas devem ser regionalizadas e contínuas, em especial referentes aos atributos físico, químico e biológico do solo, que são denominados por Araújo e Monteiro (2007) e Melloni et al. (2008), como importantes indicadores de qualidade do solo e do meio ambiente.

A qualidade física do solo condiz ao ambiente para a sustentação mecânica da planta, desenvolvimento do sistema radicular e prover condições para assimilação de água, ar e nutrientes. Araújo e Monteiro (2007) enfatiza que nenhum indicador, individualmente, conseguirá descrever e quantificar todos os aspectos da qualidade do solo, pois deve haver relação entre todos os atributos do solo. Entre os atributos físicos, destaca-se a quantificação da densidade do solo, porosidade, taxa de infiltração de água e a resistência à penetração, que têm sido largamente utilizados na avaliação de compactação. A análise da qualidade física do solo se faz necessário, tendo em vista a importância que a mesma apresenta na caracterização ambiental e produtiva do solo.

Diante do exposto, objetivou-se nesta pesquisa avaliar a distribuição da porosidade e densidade do solo submetido ao sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, implantado com quatro espécies florestais.

2. Metodologia

A presente pesquisa foi realizada em uma Unidade de Referência Tecnológica (URT) integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) implantada em 20 hectares na Fazenda Gamada (10°24'10" S, 55°43' 22" W e altitude de 280 m), município de Nova Canaã do Norte – extremo norte do Estado de Mato Grosso.

A média anual de precipitação pluviométrica da área nos últimos seis anos é de 2.175 mm. Segundo a classificação de Köppen, a região apresenta clima tipo Aw (tropical chuvoso) com nítida estação seca. A temperatura média anual varia entre 20 °C e 38 °C, com média de 26 °C (Ferreira, 2001). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distroférrico de textura média. Dois meses antes da instalação do experimento, o solo foi amostrado na profundidade de 0,0-0,20 m, o qual apresentava as seguintes características químicas: pH_{H2O} = 5,70; P (Mehlich) = 2,50 mg dm⁻³; K (Mehlich) = 111 mg dm⁻³; Ca = 1,56 cmolc dm⁻³; Mg = 0,44 cmolc dm⁻³; Al = 0,00 cmolc dm⁻³; MO = 17,00 g dm⁻³.

A área de 20 hectares foi subdividida em quatro usos de cinco hectares cada, os quais foram caracterizados e diferenciados de acordo com a espécie florestal implantada. A área de vegetação nativa e de pastagem (implantada e conduzida no sistema convencional) foram utilizadas como parâmetro de comparação, trata-se de áreas adjacentes à área experimental,

que apresentam a mesma classe de solo e condições de relevo.

Em 1998 a área da URT - iLPF teve sua vegetação de Floresta Ombrófila desmatada para a implantação de pastagem com braquiário (*Brachiaria brizantha* cv Marandu), a qual permaneceu por dois anos. Em seguida a área foi utilizada para o cultivo de culturas anuais por seis anos consecutivos, sendo: dois anos cultivos de arroz e quatro anos de soja com segunda safra o cultivo de milho. Depois desse período a lavoura foi substituída pela pastagem novamente com braquiário, a qual permaneceu na área por dois anos, até a implantação do experimento (2006-2008).

Para implantação do experimento a pastagem foi dessecada com 3,5 L ha⁻¹ de Glyphosate, no volume de calda de 200 L ha⁻¹ e iniciou-se o preparo somente das faixas de plantio (cultivo mínimo). Em janeiro de 2009 foi realizado o plantio das mudas das espécies florestais Pinho Cuiabano (*Schizolobium amazonicum*), Pau-balsa (*Ochroma pyramidale*), Teca (*Tectona grandis*) e Eucalipto (*Eucalyptus urograndis*) em linha tripla, intercalada por faixas de 20 metros de largura destinadas para implantação das atividades agrícola e pecuária.

No primeiro ano de estudo, juntamente com o plantio das espécies florestais, foi cultivado arroz, variedade BRS Monarca, com densidade de semeio de 70 kg de sementes por ha⁻¹, no espaçamento de 0,45 m entre linhas. Na semeadura foram aplicados 400 kg ha⁻¹ do formulado de NPK 01-18-18 + micronutrientes. Nove dias após emergência foram aplicados 70 kg ha⁻¹ de uréia (45% de N), uma semana após aplicou-se 40 kg ha⁻¹ uréia, ambas aplicadas a lanço em superfície. Após 115 dias da semeadura, realizou-se a colheita de arroz, obtendo produtividade média de 3.600 kg ha⁻¹. Neste ano não houve plantio da segunda safra, foi conduzida a rebrota da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

No segundo ano agrícola (safra 2009/10) cultivou-se a soja variedade BRS Flora, no espaçamento de 0,42 m entrelinhas, com densidade de 14 sementes m⁻¹. Foram aplicados 318 kg ha⁻¹ de superfosfato simples (18% de P₂O₅) como adubação de semeadura e 32 dias após a emergência das plântulas foi realizada a adubação de cobertura com 105 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio (58% de K₂O). A colheita da soja foi realizada 106 dias após a semeadura, obtendo produtividade média de 3.546 kg ha⁻¹. Como plantio de segunda safra, cultivou-se arroz precoce, porém devido à severa seca que a região norte passou em 2010 a colheita se tornou inviável.

No terceiro ano agrícola (safra 2010/11), visando à introdução do componente pecuária no sistema, cultivou-se soja precoce (BRS Flora), com o mesmo manejo conduzido na safra 2009/10. Porém na safra 2010/11 devido às condições climáticas (seca) a produtividade foi menor, alcançando média de 2.900 kg ha⁻¹. Para a introdução da pecuária, foi implantada e conduzida a pastagem com *Brachiaria ruziziensis*. Em análise parcial da produtividade da área experimental, com o manejo sendo rotacionado pela altura da forrageira a taxa de lotação média da área foi de 3,7 animais ha⁻¹, com ganho de 1,040 kg/dia/animal (Raça: F1-cruzamento industrial resultante da Rúbia Galega x Nelore) na fase recria e terminação.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial (6 x 2 x 3), sendo seis usos (quatro Sistemas de iLPF, mata nativa e pastagem), dois locais de avaliações (embaixo dos renques florestais e na faixa de pastagem) e três profundidades (camada 0,00-0,10; 0,10-0,20 e 0,30-0,40 m), com três repetições. Na Tabela 1, encontra-se a relação dos usos, com a caracterização das coletas e do tratamento. As coletas do local de avaliação floresta foram realizadas na linha central dos renques triplo dos indivíduos florestais, já no local de avaliação pastagem, foram realizadas as coletas no centro da faixa.

Tabela 1: Tratamentos, número de coletas em cada local de avaliação e espaçamento dos tratamentos.

Tratamentos (usos)	Locais de Avaliação		Espaçamento de implantação (m)
	Floresta	Pastagem	

	Nº de Coletas		
Eucalipto	9	9	20 x 3 x 2
Teca	9	9	20 x 3 x 2
Pinho Cuiabano	9	9	20 x 3 x 3
Pau-balsa	9	9	20 x 3 x 3
Vegetação nativa	9	**	-
Pastagem convencional	**	9	-

** Não apresentam locais diferentes para avaliação.

Todas as coletas foram realizadas de forma aleatória, no tratamento vegetação nativa houve um distanciamento da borda, para que a mesma não tivesse interferência nos resultados. As coletas foram realizadas em junho de 2012, com a confecção de mini trincheiras de 0,40 m de profundidade em cada local de avaliação de todos os tratamentos e com o auxílio de anel volumétrico (kopeck) foram coletadas três amostras de cada profundidade, sendo essas envolvidas por folha de papel alumínio, armazenadas em caixa térmica e posteriormente levadas para o laboratório.

As análises foram realizadas no Laboratório de Solos e Análise Foliar da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Campus de Alta Floresta. Para as determinações de porosidade do solo utilizou-se o método da mesa de tensão, adaptada de Kiehl (1979). As amostras de solo indeformadas foram devidamente preparadas (toilet e proteção da face inferior do anel com tecido, um pouco maior que o diâmetro do anel, de maneira a dobrar o excesso sobre as paredes do anel e prender com elástico) e saturadas por meio da elevação gradual de uma lâmina de água em uma bandeja, até atingir 2/3 da altura das amostras, conforme Embrapa (1997). Posteriormente foram realizados os seguintes procedimentos para analisar:

Macroporosidade do solo (Macro)

Depois de saturadas, as amostras foram colocadas sobre a mesa de tensão, o “frasco de nível” foi abaixado para o nível de sucção correspondente a 0,60 m de altura de coluna d’água (-0,006 mpa), a qual retira a água dos macroporos (poros com diâmetro de 0,05 mm). Após a pesagem, antes (saturado) e depois de ir à mesa (até parar de drenar, quando obteve-se peso constante da amostra), obteve-se o volume de macroporos utilizando-se a seguinte equação (Embrapa, 1997):

$$\text{MAC (\%)} = ((P \text{ Saturado} - P \text{ após mesa de tensão}) / \text{Volume}) * 100$$

Microporosidade do solo (Micro)

Após a retirada a água dos macroporos (poros com diâmetro de 0,05mm), as amostras foram secas em estufa a 105 °C por 24 horas. Após pesagem, antes (drenado a -0,006 MPa) e depois (seca em estufa), obteve-se o volume de microporos utilizando-se a seguinte equação (Embrapa, 1997):

$$\text{MIC (\%)} = ((P \text{ após mesa de tensão} - P \text{ seco}) / \text{Volume}) * 100$$

Porosidade total do solo (Pt)

Determinou-se o volume de poros totais do solo, ocupado por água e/ou ar nas amostras,

conforme Embrapa (1997):

$$P_{tot} (\%) = Mac + Mic$$

Densidade do solo (Ds)

A densidade do solo foi obtida com a massa da amostra seca em estufa a 105 °C (subtraindo-se das pesagens o peso do tecido, do elástico e do anel) e o volume do anel correspondente, utilizando-se a seguinte equação (EMBRAPA, 1997):

$$Ds (\text{g. cm}^{-3}) = P \text{ seco} / \text{Volume do anel}$$

Os resultados foram submetidos à análise de variância e a teste de médias, utilizando o teste de Tukey a 5 %, com auxílio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2011).

3. Resultados

Conforme apresentado na Tabela 2, observou-se que somente para a densidade do solo apresentou diferença significativa entre as profundidades. Ocorreram diferenças significativas entre os usos para todas as características e para o local de coleta somente para a macroporosidade ocorreu diferença entre os mesmos. Com análise das interações duplas, esta somente foi verificada, de forma significativa, para profundidade x uso nas características macroporosidade, porosidade total e densidade do solo. Não ocorreu interação tripla entre os fatores para todas as variáveis.

Tabela 2: Valores de F e coeficiente de variação (CV%) da Macroporosidade (Macro), Microporosidade (Micro), Porosidade total (Pt) e Densidade do solo (Dens) em função de diferentes usos e locais de amostragem e profundidades. Nova Canaã do Norte - MT (2012).

Fonte de variação	Macro	Micro	Pt	Dens
Profundidade	0,32 NS	0,42 NS	0,15 NS	57,95**
Uso	4,58**	21,39**	26,11**	48,18**
Local	4,99*	1,85 NS	0,07 NS	0,05 NS
Profundidade x uso	3,59**	1,64 NS	3,12**	7,97**
Profundidade x local	0,19 NS	3,10 NS	2,64 NS	5,42 NS
Uso x Local	1,63 NS	0,95 NS	1,21 NS	0,27 NS
Profundidade x uso x local	0,65 NS	0,86 NS	0,62 NS	0,72 NS
CV (%)	11,90	16,69	9,46	7,05

Em que: NS = Valores não significativos; ** e * = valores significativos para $P < 0,01$ e $< 0,05$, respectivamente.

Com relação à microporosidade do solo, ocorreu diferença significativa somente entre os diferentes usos, onde a Teca foi o único que não diferiu da vegetação nativa, mostrando desta maneira uma alternativa para a recuperação das características físicas do solo (Tabela 3). Os resultados de microporosidade assemelharam-se aos obtidos por Santos et al. (2011) em área de Cerrado nativo e em área sob sistema integração lavoura pecuária (consórcio de *Urochloa brizantha* com milho). A microporosidade do solo é menos sensível ao processo de compactação do solo, quando comparado a macroporosidade, sendo este, importante indicador

de modificações ocorrida no solo pelos diferentes sistemas de implantação e/ou manejo do solo empregado na condução de culturas agrícolas e pecuárias (Hillel, 1982).

Tabela 3: Valores médios da Macroporosidade (Macro), Microporosidade (Micro), Porosidade total (Pt) e Densidade do solo (Dens) em função de diferentes usos, locais de amostragem e profundidade. Nova Canaã do Norte – MT, 2012.

	Macro (%)	Micro (%)	Pt (%)	Dens. (g. cm⁻³)
Uso (U)				
Vegetação Nativa	19,35	35,62 a	54,97	1,11
Pastagem convencional	17,67	24,48 b	42,15	1,53
Eucalipto	19,92	26,50 b	46,42	1,30
Pau-balsa	21,10	25,41 b	46,51	1,28
Teca	19,45	33,14 a	52,59	1,15
Pinho Cuiabano	18,65	23,08 b	41,73	1,28
DMS (Tukey 5%)	2,24	4,56	4,38	0,08
Local (L)				
Renque Floresta	18,86 b	28,65 NS	47,51 NS	1,27 NS
Pastagem	19,85 a	27,42 NS	47,28 NS	1,28 NS
DMS (Tukey 5%)	0,89	1,79	1,72	0,03
Profundidade (P)				
0,00-0,10 m	19,10 NS	28,61 NS	47,73 NS	1,38
0,10-0,20 m	19,45 NS	27,79 NS	47,24 NS	1,28
0,30-0,40 m	19,50 NS	27,71 NS	47,21 NS	1,16
DMS (Tukey 5%)	1,30	2,64	2,53	0,05

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, por fonte de variação não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esses resultados corroboram com estudos realizados por Souza et al. (2005) em sistema de integração Lavoura-Pecuária e por Goedert et al. (2002) em sistemas de plantio direto, onde atribuem as atividades antrópicas (pisoteio do gado e uso de máquinas agrícolas) para a redução do volume de microporos e assim da porosidade do solo. Segundo Tormena et al. (1998), o tráfego de máquinas e implementos no manejo do solo provoca diminuição de até

24% no volume total de poros, quando comparado a uma área não trafegada.

Spera et al. (2010), em avaliação contínua de sistemas de integração lavoura pecuária, observam melhoria da microporosidade do solo ao decorrer dos anos, e não diferindo estatisticamente de solos sob vegetação nativa. Marcolan e Anghinoni (2006) também observaram a melhora na microporosidade em solos sob o sistema de plantio direto, indicando assim que o bom manejo do solo, pode proporcionar melhoras nas características alteradas pelas práticas convencionais e não conservacionistas, já que nos sistemas integrados e de plantio direto, ocorrem o aumento da matéria orgânica, redução ou extinção do revolvimento do solo, desenvolvimento constante de raízes, entre outros fatores.

Na análise dos valores médios dos locais de amostragem, foi observada diferença significativa apenas nos valores de macroporosidade do solo, tendo no local pastagem 19,85%, enquanto que no local floresta apresentou 18,86% (Tabela 3). Essa diferença pode ser atribuída à atividade que antecedeu o pastoreio do gado (lavoura sob o sistema de plantio direto), enquanto que no local floresta a pressão exercida sobre o solo pelo crescimento das raízes das espécies florestais, ou até mesmo pela ocupação das raízes nos poros, que podem ter influenciado a esse comportamento. White (1975) e Young (1978) observaram impacto negativo (compactação) no solo no entorno de raízes, provocadas pela compressão do seu crescimento.

No desdobramento da interação significativa (profundidade x uso), pôde-se observar o comportamento de cada uso, dentro das profundidades analisadas e das profundidades dentro dos usos (Tabela 4).

Na camada 0,00-0,10 m, foi observado diferença estatísticas entre os usos quanto à macroporosidade do solo apenas entre o uso eucalipto e os usos vegetação nativa e pinho cuiabano, indicando nesta camada, a melhoria do solo com o uso eucalipto. Na camada 0,10-0,20 m não foi observada diferença significativa entre os usos, podendo ser resultado da reestruturação do solo (macroporosidade) influenciados pelo acúmulo matéria orgânica oriundo do plantio direto nos sistemas integrados, Spera et al. (2009) observaram em diferentes sistemas de plantio direto, que a matéria orgânica exerce influência no aumento do volume de macroporos e reestruturação dos macroagregados do solo.

Tabela 4: Desdobramento da interação significativa entre profundidades e usos, para macroporosidade (Mac), porosidade total (Pt) e densidade do solo (Dens). Nova Canaã do Norte – MT, 2012.

	Profundidade(m)		
	0,00 - 0,10	0,10 - 0,20	0,30 - 0,40
Uso (U)	Macroporosidade		
Vegetação Nativa	17,75 b A	19,79 a A	20,50 a A
Pastagem convencional	18,93 ab A	18,95 a A	15,10 b B
Eucalipto	22,16 a A	18,48 a B	19,12 a AB
Pau-balsa	19,30 ab A	21,79 a A	22,22 a A

Teca	18,43 ab A	18,63 a A	21,28 a A
Pinho Cuiabano	18,08 b A	19,07 a A	18,81 ab A
DMS (Tukey 5%): Uso (profundidade): 3,89 / Profundidade (uso): 3,18			
Uso (U)	Porosidade total		
Vegetação Nativa	56,22 a A	52,48 ab A	56,20 a A
Pastagem convencional	44,37 cd A	42,21 c A	39,86 d A
Eucalipto	52,00 ab A	43,91 c B	43,36 cd B
Pau-balsa	45,20 bcd A	45,75 bc A	48,56 bc A
Teca	49,07 abc A	54,35 a A	54,35 ab A
Pinho Cuiabano	39,50 d A	44,72 c A	40,95 d A
DMS (Tukey 5%): Uso (profundidade): 7,58 / Profundidade (uso): 6,19			
Uso (U)	Densidade		
Vegetação Nativa	1,25 c A	1,14 c A	0,95 c B
Pastagem convencional	1,59 a A	1,56 a A	1,43 a B
Eucalipto	1,23 c B	1,27 bc AB	1,38 a A
Pau-balsa	1,45 ab A	1,30 b B	1,08 bc C
Teca	1,30 bc A	1,17 bc B	0,97 bc C
Pinho Cuiabano	1,47 a A	1,26 bc B	1,10 b C
DMS (Tukey 5%): Uso (profundidade): 0,15 / Profundidade (uso): 0,12			

Em que: DMS = Diferença mínima significativa. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Classificação com letras minúsculas para Colunas e letra maiúsculas para linhas.

Na avaliação da qualidade do solo, comparando área de reflorestamento de eucalipto de diferentes idades, com área de pastagem, cultura anuais e de vegetação nativa, Mota et al. (2012) também não observaram diferença quanto ao volume de macroporos do solos camada 0,10-0,20 m, caracterizando influência nos diferentes tipos de uso, apenas na camada mais superficial do solo (0,00-0,10 m). As porcentagens de macroporos observadas nesta camada de solo podem ser consideradas normais, pois segundo Kiehl (1979), um solo ideal é aquele que contém 1/3 de macroporos e 2/3 de microporos.

Na mata nativa, Pau-Balsa, Teca e Pinho Cuiabano, não foi verificado diferença significativa

entre as profundidades com relação à macroporosidade. Na pastagem convencional foi verificada uma diminuição do volume de macroporos na camada de 0,30-0,40 m. No uso eucalipto verificou-se menor volume de macroporos na camada de 0,10 a 0,20 m, no entanto essa não diferiu da camada 0,30-0,40 m. Esse comportamento no uso Eucalipto pode estar relacionado ao maior volume de raízes verificados nesta espécie na camada 0,0-0,10 m, o que pode ter contribuído para aumentar o volume de macroporos nesta profundidade. Silva e Martins (2010) em análise da influencia do sistema radicular em propriedades físicas do solo, observaram um aumento da porosidade do solo, com o aumento da quantidade de raízes, assemelhando-se com os resultados obtidos no presente trabalho.

Na camada de 0,00-0,10 m o maior volume de poros foi verificado na vegetação nativa, a qual não diferiu do Eucalipto e da Teca (Tabela 4). O volume de poros observado no uso Eucalipto pode estar relacionado ao grande volume de raízes encontrado na camada superficial deste uso, o que pode estar contribuindo para aumentar o volume de poros. Com relação a Teca, o fato da melhoria da porosidade pode estar relacionada ao grande volume de serapilheira em que a mesma proporciona, ocasionando melhorias no desenvolvimento de uma macrofauna do solo.

O menor volume de poros observado para o Pinho cuiabano pode estar relacionado à velocidade de decomposição da serapilheira, devido ser uma leguminosa, apresenta baixa relação C/N o que facilita o trabalho dos microrganismos decompositores e assim acelera o processo, diminuindo o volume de serapilheira e assim também a presença da macrofauna que poderia estar contribuindo para melhoria da porosidade do solo. Spera et al. (2009) estudando atributos físicos do solo em sistema de plantio direto, abordam que a atividade biológica do solo pode contribuir a formação e estabilização de agregados. Debiase e Franchini (2012), explicam a importância do manejo da pastagem nos sistemas integrados, sendo que o aumento da intensidade de pastejo e encurtamento do ciclo de pastejo na mesma área acarretarão no aumento da compactação do solo e conseqüentemente a diminuição da taxa de porosidade total na camada até 0,30m.

O maior volume de poros nas camadas de 0,10-0,20 e 0,30-0,40 m foi verificado na mata nativa e na Teca, reforçando assim, a indicação da Teca como um melhorador das condições físicas do solo, como já comentado anteriormente.

O eucalipto foi o único tratamento em que foi observado diferença significativa da porosidade total entre as profundidades analisadas, apresentando uma diminuição de porosidade total conforme se aprofundou as coletas. Este fato pode estar relacionado a grande quantidade de raízes do eucalipto, contribuindo assim para o aumento da porosidade superficial do solo. Cavichiolo et al. (2005), observaram esse mesmo comportamento até a camada 0,20 m de profundidade do solo em área de reflorestamento de eucalipto de segunda rotação (rebrotada de 2 anos), porém os autores relacionam a diminuição da porosidade com o aumento da profundidade pelo tráfego de maquinários no manejo da cultura.

A menor densidade do solo na camada 0,0-0,10 m foi verificada na condição natural (mata nativa) a qual não diferiu apenas do uso Eucalipto e Teca, fato já ocorrido em relação à porosidade total. A maior densidade do solo observada nesta profundidade do solo foi observada na pastagem convencional a qual não diferiu do uso Pinho cuiabano, podendo ser caracterizada pelo pisoteio de animais na área de pastagem convencional e ao pequeno volume de serapilheira encontrado no uso Pinho cuiabano.

Na camada de 0,30-0,40 m nota-se também a menor densidade na mata nativa a qual não diferiu do uso Pau-balsa e Teca, enquanto que as maiores densidades foram verificadas na pastagem convencional e no uso eucalipto. Silva (1993), considera que as atividades antrópicas, por menor que seja a intensidade, alteram as propriedades originais do solo, no caso da pastagem convencional, por sofrer impacto direto da chuva, pressão do pisoteio animal, pastejo intensivo e inexistência de práticas conservacionistas do solo podem estar relacionadas a essa diferença significativa na densidade do solo.

Assim como na análise da macroporosidade e porosidade do solo o tratamento eucalipto

apresentou comportamento diferente aos demais tratamentos quanto à densidade, onde foi observado um aumento da densidade nas camadas mais profundas, configurando uma compactação subsuperficial, como já caracterizado nas análises anteriores.

Reinert et al. (2008) e Spera, et al. (2009), configuram os valores da densidade do solo como forma de representar o nível de compactação do solo, assim como caracterizar o comportamento do crescimento das raízes. Parte dos valores da densidade do solo apresentados neste trabalho estão classificados entre os valores de condições limitantes ao crescimento radicular, segundo a classificação adaptada por Reinert et al. (2008), que consideram valores entre 1,4 á 1,8 g. cm⁻³ como condições de impedimento severo.

4. Conclusões

A introdução dos sistemas integrados, apresentou melhoras nos atributos físicos do solo, quando comparado com o tratamento pastagem convencional, com uma potencial melhora representada pelo tratamento Pau-balsa, e tendo as maiores diferenças entre os tratamentos de vegetação nativa e pastagem convencional.

A relação inversa do aumento da porosidade do solo com os valores da densidade do solo ficou nítida entre os tratamentos avaliados.

Os tratamentos apresentaram redução do valor da densidade nas camadas mais profundas, salvo o tratamento eucalipto, que divergiu esse comportamento.

Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento dessa pesquisa e a Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), em especial ao programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, pelo fomento ao desenvolvimento da pesquisa.

Referências bibliográficas

Araújo, A.S.F.; Monteiro, R.T.R. (2007). Indicadores Biológicos de qualidade do solo. *Bioscience Journal*, 23(3), p. 66-75.

Balbino, L. C., Cordeiro, L. A. M., Porfírio-da-Silva, V., Moraes, A. de, Martínez, G. B., Alvarenga, R. C., Kichel, A. N., Fontaneli, R. S., Santos, H. P. dos, Franchini, J. C., e Galerani, P. R. (2011). Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(10), p.i-xii. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000001>.

Cavichiolo, S. R., Dedecek, R. A., e Gava, J. L. (2005). Modificações nos atributos físicos de solos submetidos a dois sistemas de preparo em rebrota de *Eucalyptus saligna*. *Revista Árvore*, 29(4), 571-577. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622005000400009>.

Debiase, H.; Franchini, J.C. (2012). Atributos físicos do solo e produtividade da soja em sistema de integração lavoura pecuária com braquiária e soja. *Ciência Rural*, 42(7), p. 1180-1186.

Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solos. (1997) .2 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA, p. 212.

Ferreira, D.F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6), p.1039-1042. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

Ferreira, J. C. V. (2001). Mato Grosso e seus Municípios. Cuiabá - MT: Secretaria de Estado da Educação; p. 365.

Flores, J. P. C., Anghinoni, I., Cassol, L. C., Carvalho, P. C. de F., Leite, J. G. D. B., e Fraga, T. I. (2007). Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração

lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31(4), 771-780. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000400017>.

Goedert, W. J., Schermack, M. J., e Freitas, F. C. de. (2002). Estado de compactação do solo em áreas cultivadas no sistema de plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(2), 223-227. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002000200015>.

Hillel, D. (1982). *Introduction to soil physics*. San Diego, Academic, p. 264.

Kiehl E.J. (1979). Manual de edafologia: relação solo-água-plantas. *Agrônômica Ceres*, 262 p.

Marcolan, A.L.; anghinoni, A. Atributos físicos de um argissolo e rendimento de culturas de acordo com o revolvimento do solo em plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30(1), p. 163-170.

Melloni, R., Melloni, E. G. P., Maria Inês Nogueira Alvarenga, M. I. N., e Vieira, F. B. M. (2008). Avaliação da qualidade de solos sob diferentes coberturas florestais e de pastagem no sul de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32(6), p. 2461-2470.

Mota, F. O. B., Ness, R. L. L., Mota, J. C. A., Clemente, C. A., e Sousa, S. C. (2012). Physical quality of an oxisol under different uses. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36(6), 1828-1835. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832012000600017>.

Reinert, D. J., Albuquerque, J. A., Reichert, J. M., Aita, C., e Andrada, M. M. C. (2008). Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em argissolo vermelho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32(5), 1805-1816. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000500002>

Santos, G., Marchão, R. L., Silva, E. M. da, Silveira, P. M. da, e Becquer, T. (2011). Qualidade física do solo sob sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(10), 1339-1348. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000030>.

Silva, I.F. (1993). *Formação, estabilidade e qualidade desagregados do solo afetados pelo uso agrícola*. (Tese de Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-Brasil.

Silva, V.L.B.; Martins, P.F.S. (2010). Propriedades físicas do solo e sistema radicular do cafeeiro, variedade conilon, sob diferentes espaçamentos. *Revista ciências Agrárias*, 53(1), p. 96-101.

Souza, E. D., Carneiro, M. A. C., e Paulino, H. B. (2005). Atributos físicos de um Neossolo Quartzarênico e um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40(11), 1135-1139. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2005001100012>

Spera, S. T., Santos, H. P. dos, Fontaneli, R. S., e Tomm, G. O. (2009). Integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33(1), 129-136. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000100014>.

Spera, S. T., Santos, H. P. dos, Fontaneli, R. S., e Tomm, G. O. (2010). Efeito de integração entre lavoura e pecuária, sob plantio direto, em alguns atributos físicos do solo após dez anos. *Bragantia*, 69(3), p. 695-704.

Tormena, C.A., Roloff, G. e Sá, J. C. M. (1998). Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciados por calagem, preparo inicial e tráfego. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22(1), p.301-309. White, E.M. (1975). Soil compaction and contraction around plant roots. *Soil Science*, 119, p.461-465.

Young, I.M. (1978). Biophysical interactions at the root-soil interface: a review. *Journal of Agricultural Science*, 130, p. 1-7.

1. Engenheiro Florestal - Mestre em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, Departamento de Agronomia - Universidade do Estado de Mato Grosso-Tangará da Serra-Mato Grosso, Brasil. e-mail: benhur.florestal@hotmail.com

2. Professor Doutor do Programa de Mestrado em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola da Universidade do Estado de Mato Grosso-Tangará da Serra -Mato Grosso, Brasil. e-mail: marcocarvalho@unemat.br

3. Professor Doutor em Ciências (Energia Nuclear na Agricultura) - Departamento de Agronomia da Universidade Federal do Mato Grosso – Sinop-Mato Grosso, Brasil. e-mail: paranalange@hotmail.com
 4. Engenheiro Agrônomo - Mestre em Fitotecnia - Pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril - Sinop-Mato Grosso, Brasil. e-mail: flavio.wruck@embrapa.br
 5. Professor Doutor do Programa de Mestrado em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola da Universidade do Estado de Mato Grosso–Tangará da Serra –Mato Grosso, Brasil. e-mail: rivanildo@unemat.br
 6. Biólogo – Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE; Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) e-mail: silvabiologo@hotmail.com
 7. Engenheira Agrônoma- Especialista em proteção de Plantas (UFV) - e-mail: marcib.agro@gmail.com
-

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 41) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados