



Efeito dos Atributos Físicos de um Latossolo Amarelo no Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta em Belterra - PA

Arystides Resende Silva⁽¹⁾; Agust Sales⁽²⁾; Carlos Alberto Costa Veloso⁽¹⁾; Eduardo Jorge Maklouf Carvalho⁽¹⁾

⁽¹⁾ Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Amazônia Oriental, Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n, Bairro Marco, Caixa Postal, 48, CEP 66095-100 Belém (PA). E-mail: arystides.silva@embrapa.br; carlos.veloso@embrapa.br; eduardo.maklouf@embrapa.br.

⁽²⁾ Graduando do curso de Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará, Rodovia PA-125, s/n, Bairro Angelim, CEP 68625-000, Paragominas (PA). E-mail: agustsales@hotmail.com.

RESUMO: A estrutura é um dos atributos mais importantes do solo sob o ponto de vista agrícola, tendo participação substancial nas relações solo-planta. O objetivo do trabalho foi avaliar os atributos físicos de um latossolo amarelo em um sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Utilizou-se um sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) instalado no ano de 2010 com cultivo de Mogno africano (*Khaya ivorensis*) em consórcio com culturas agrícolas e uma Capoeira. Em que foi analisado as propriedades granulométricas, densidade do solo, microporos, macroporos e porosidade total. O elevado teor de argila caracterizou um solo de textura argilosa. A densidade do solo variou significativamente entre os componentes do sistema em estudo. A Capoeira mostrou maior Volume Total de Poros em relação aos outros sistemas na profundidade 0-10 cm. A macroporosidade e microporosidade apresentaram diferença somente na profundidade 0-10 cm da Capoeira. A densidade do solo, volume total de poros, macroporosidade e microporosidade de todos os sistemas estudados apresentaram valores dentro da faixa considerada não restritiva ao crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das plantas. E o sistema iLPF não apresentou danos na estrutura do solo aos três anos de implantação.

Termos de indexação: sistemas integrados, compactação do solo, *Khaya ivorensis*.

INTRODUÇÃO

A expansão da agropecuária refletiu de forma negativa nos recursos naturais provocando alterações profundas nos atributos do solo devido às mudanças nas vegetações naturais em função da exploração agrícola (Lago et al., 2012).

À medida que essas áreas vão sendo incorporadas ao processo produtivo os atributos físicos e químicos do solo sofrem alterações, cuja intensidade varia com as condições de clima, natureza dos solo, uso e manejos adotados, como o tráfego de máquinas, que é um dos responsáveis

pela compactação alterando significativamente a qualidade estrutural do solo (Oliveira et al., 2013).

Os usos e o manejo influenciam diretamente nas propriedades físicas e nos níveis de compactação do solo, que representam as condições nas quais poderá ocasionar restrições ao crescimento radicular de determinada espécie vegetal exercendo influência na disponibilidade de água e ar às raízes das plantas (Lima et al., 2013; Blainski et al., 2012).

Com o manejo adequado do solo, alguns problemas podem ser evitados. Muitos atributos físicos do solo têm sido utilizados para quantificar as alterações provocadas pelos diferentes sistemas de manejo, tipo de cobertura vegetal, quantidade de resíduos na superfície e teor de matéria orgânica do solo, ou até mesmo, como indicadores de qualidade do solo, dentre eles, a densidade do solo, o volume total de poros e suas frações granulométricas (Loss et al., 2011; Wendling et al., 2012).

No Brasil, pesquisas desenvolvidas sobre modificações induzidas pelo sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta sobre as propriedades físicas do solo têm sido conduzidas na região centro-sul. Contudo, estas pesquisas na região Amazônica são quase que inexistentes.

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo avaliar os atributos físicos de um Latossolo Amarelo em um sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Nossa Senhora Aparecida no município de Belterra-PA, localizada na região oeste do estado do Pará, a uma altitude de 152 metros a 2°38'11" S de latitude e 54°56'13" W de longitude, o clima é classificado como Am, segundo classificação de Koppen, precipitação média em torno de 1743 mm, o solo é classificado como Latossolo Amarelo textura argilosa (Embrapa, 2013).

Utilizou-se um sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) instalado no ano de 2010 com cultivo de Mogno africano (*Khaya ivorensis*) em consórcio com culturas agrícolas. Para o arranjo



espacial, foi realizado o plantio de árvores em oito linhas no espaçamento 7x5 m, intercaladas por um espaçamento de 166 m para a plantação das culturas anuais e forragem.

Até o ano de 2010, antes da instalação do experimento a área utilizada vinha sendo mantida sob pastagem cultivada, com a exploração de gado de corte em sistema extensivo. Em janeiro de 2010, por razão da instalação do experimento, foram realizadas operações de preparo do solo, correção e adubação. Em fevereiro do mesmo ano foi realizado o plantio consorciado de Soja (cultivar Tracajá) e Mogno africano (*Khaya ivorensis*) no espaçamento mencionado anteriormente. Na segunda adubação da soja foi semeada a forragem (*Brachiaria ruziziensis*) (20 kg.ha⁻¹). No período de 2011 a 2013, realizou-se o plantio de arroz (Cultivar Sertanejo) (2011) e milho (BRS 1040) (2012 e 2013), todos consorciados com forragem e intercalados com Mogno Africano.

Para fins deste estudo foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, onde os fatores considerados foram os tratamentos em estudo e as profundidades.

Em abril de 2013, coletou-se amostras de solo com estrutura indeformadas, através de anéis volumétricos, nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-50 cm utilizando o método descrito por Forsythe (1975), Blake & Hartge (1986) para análise das propriedades físicas do solo das áreas cultivadas com o sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, cultivo agrícola na área de influência do Mogno africano (área de 166 m de largura ao lado da espécie arbórea, mencionada anteriormente) e uma área de Capoeira, perfazendo um total de 3 tratamentos. Coletou-se três amostras indeformadas por profundidade em cada tratamento.

A análise granulométrica do solo foi obtida pelo método da pipeta proposto por Embrapa (1997), obtendo-se o teor de argila (g.kg⁻¹), silte (g.kg⁻¹), areia (g.kg⁻¹). Determinou-se os valores da densidade aparente do solo (Ds), microporos, macroporos e porosidade total utilizando-se a metodologia proposta por Embrapa (1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando significativo as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott (p<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da análise granulométrica da área experimental mostram que na profundidade de 0-10 cm o teor de argila é de 713 g/kg, caracterizando um solo de textura argilosa. Com o aumento da profundidade ocorre um aumento gradual no teor de argila (Tabela1).

A densidade do solo variou significativamente

entre os componentes do sistema em estudo (Tabela 2). Observa-se que a profundidade superficial de 0-10 cm apresentou menor valor de Ds na Capoeira seguido do sistema iLPF e Cultivo agrícola, os quais não diferiram significativamente entre si, Não houve diferença significativa nas profundidades de 10-20 e 20-30 cm quando comparados os diferentes tratamentos, enquanto que a profundidade de 30-50 cm apresentou uma variabilidade entre os tratamentos em estudo os quais variaram entre 1,05 e 1,11 kg.dm⁻³ (Tabela 2). O menor valor de Ds (0,72 kg dm⁻³) foi constatado na profundidade superficial de 0-10 cm para Capoeira, tal comportamento reflete a condição estrutural preservada do solo e onde os resíduos vegetais se encontram em maior quantidade.

A Capoeira apresentou as maiores Ds nas profundidades de 10-20, 20-30 e 30-50 cm as quais não apresentaram diferença entre si, já no iLPF e no Cultivo agrícola as maiores Ds foram nas camadas 10-20 e 20-30 cm, as quais não diferiram entre si e a menor Ds foi na profundidade 30-50 e 0-10 cm, respectivamente (Tabela 2). Esses resultados vêm de encontro com os resultados obtidos por Wood et al. (1993), os quais relatam que as repetidas passadas dos rodados aumentam a degradação da estrutura do solo em profundidade.

Analisando apenas os valores de Ds, tais resultados indicam que os tratamentos em estudo não afetaram este atributo a ponto de torná-lo superior ao nível crítico de 1,30 a 1,40 kg.m⁻³ (Reichert et al., 2003), pois segundo Silva et al. (2011), em estudo onde foi avaliado os atributos físicos do solo, em função do cultivo de diferentes espécies vegetais em Dourados-MS, quando for identificado Ds superior a 1,30 kg.m⁻³ pode haver restrições para o crescimento e desenvolvimento radicular das plantas.

Em relação aos tratamentos comparados na mesma profundidade o volume total de poros (VTP) teve o comportamento inverso ao da densidade do solo nos tratamentos avaliados, ou seja, quanto menor a densidade do solo, maior a porosidade total (Tabela 2). A Capoeira mostrou maior VTP em relação aos outros sistemas na profundidade superficial de 0-10 cm, ressaltando a importância dos resíduos vegetais na estrutura do solo em decorrência da maior formação e estabilidade de agregados devido a intensa atividade biológica favorecendo a infiltração e aeração para desenvolvimento das plantas (Albuquerque et al., 2001; Jordan et al., 2010; Cunha et al., 2011).

Quando comparado cada tratamento em suas diferentes profundidades somente a Capoeira apresentou diferença significativa entre as profundidades (Tabela 2), esse maior valor de VTP na camada superficial reflete menor Ds e pode ser



atribuída ao acúmulo de material orgânico na camada superficial, considerando o manejo do solo sem revolvimento (Derpsch et al., 1986; Hickmann et al., 2012).

O sistema iLPF e cultivo agrícola apresentaram valores de VTP similares e inferiores à Capoeira refletindo maior Ds (Tabela 2), que provavelmente é explicado por modificações na estrutura advindas do trânsito de máquinas ou implementos (Spera et al., 2004).

A macroporosidade (MAC) apresentou distinção entre as profundidades para a Capoeira com valor maior de MAC na profundidade 0-10 cm, os outros tratamentos não apresentaram diferença entre as profundidades (Tabela 2). Maiores valores de MAC nas profundidades superficiais refletem influência da matéria orgânica na estruturação de solos (Dexter, 1991; Vezzani & Mielniczuk, 2011), e isto pode explicar por que a densidade de solo foi menor na camada superficial do que nas mais profundas, enquanto, para porosidade total e microporosidade, ocorreu o inverso.

Em relação aos tratamentos em cada profundidade, somente apresentaram diferenças nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, nas profundidades de 20-30 e 30-50 cm não houve diferença entre os tratamentos. Os valores de MAC variaram 0,08 a 0,32 m³.m⁻³. Taylor & Ashcroft (1972) ressaltam que valores de MAC superiores a 0,10 m³.m⁻³ são necessários para permitir as trocas gasosas e o crescimento das raízes, nota-se nos dados do presente trabalho, que a maioria dos valores de MAC são superiores a 0,10 m³.m⁻³, exceto para o sistema iLPF e Cultivo agrícola na profundidade 0-10 e 20-30 cm, respectivamente, que foi de 0,08 m³.m⁻³, entretanto, esses valores não diferiram significativamente das outras profundidades as quais apresentaram valores superiores os níveis crítico, portanto para esse atributo tais valores sugere que o sistema iLPF expressa condições satisfatórias ao desenvolvimento da maioria das plantas (Tabela 2).

Com relação à microporosidade (MIC), os tratamentos iLPF, Cultivo agrícola, não apresentaram diferenças entre as profundidades em estudo, enquanto a capoeira apresentou diferença na profundidade 0-10 cm em relação às outras, indicando maior valor de MIC nas profundidades de 10-20, 20-30 e 30-50 cm (Tabela 2).

Quando comparados os tratamentos em relação a cada profundidade houve diferenças significativas em relação aos tratamentos somente na profundidade de 0-10 cm, onde os valores de MIC variaram de 0,34 – 0,46 m³/m³ (Tabela 2).

CONCLUSÕES

A densidade do solo, volume total de poros, macroporosidade e microporosidade de todos os sistemas estudados apresentaram valores dentro da faixa considerada não restritiva ao crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das plantas.

O sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta não apresentou danos na estrutura do solo aos três anos de sua implantação.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, o Projeto iLPF, Projeto PECUS e ao Banco da Amazônia pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J.A.; SANGOI, L. & ENDER M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 25:717-723, 2001.

BLAINSKI, É; TORMENA, C. A; GUIMARÃES, R. M. L; NANNI, M. R. Qualidade física de um latossolo sob plantio direto influenciada pela cobertura do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 36:79-87, 2012.

BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). Methods of soil analysis. 2. ed. Madison: ASA, 1986. p. 363-375.

CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; LEANDRO, W. M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. I - Atributos físicos do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 35:589-602, 2011.

DERPSCH, R.; SIDIRAS, N. & ROTH, C.H. Results of studies made from 1977 to 1984 to control erosion by cover crops and no-tillage techniques in Paraná, Brazil. Soil Till. Res., 8:253-263. 1986.

DEXTER, A.R. Amelioration of soil by natural processes. Soil Till. Res., 20:87-100, 1991.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Manual de métodos de análises do solo. Centro Nacional de pesquisa em solos. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 2º ed. 1997. 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

FORSYTHE, W. Física de Suelos; manual de laboratório. New Cork: University Press, 1975. 324p.



HICKMANN, C. et al. Atributos físico-hídricos e carbono orgânico de um argissolo após 23 anos de diferentes manejos. *Revista Caatinga*, Mossoró, 25:128-136, 2012.

JORDAN, A.; ZAVALA, L. M.; GIL, J. Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain. *Catena*, 81:77-85, 2010.

LAGO, W. N. M; LACERDA, M. P. C; NEUMANN, M. R. B. Indicadores de qualidade dos solos na microbacia do Ribeirão Extrema, Distrito Federal: parte II. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16:721-729, 2012.

LIMA, R. P; LEÓN, M. J. D; SILVA, A. R. Comparação entre dois penetrômetros na avaliação da resistência mecânica do solo à penetração. *Revista Ceres*, 60:577-581, 2013.

LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; ANJOS, L.H.C.; GIACOMO, S.G.; PERIN, A. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 46:1269-1276, 2011.

OLIVEIRA, P. R; CENTURION, J. F; CENTURION, M. A. P. C; ROSSETI, K. V. FERRAUDO, A. S; FRANCO, H. B. J; PEREIRA, F. S; BÁRBARO JÚNIOR, L. S. Qualidade estrutural de um latossolo vermelho submetido à compactação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37, 604-612, 2013.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J & BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. *Ciência & Ambiente*, 27:29-48, 2003.

SILVA, D.A.; SOUZA, L.C.F.; VITORINO, A.C.T.; GONÇALVES, M.C. Aporte de fitomassa pelas sucessões de culturas e sua influência em atributos físicos do solo no sistema plantio direto. *Bragantia*, 70:147-156, 2011.

SPERA, S.T.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. & TOMM. G.O. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solos e na produtividade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:533-542, 2004.

TAYLOR, S.A.; ASHCROFT, G.L. *Physical edaphology: the physics of irrigated on nonirrigated soils*. San Francisco: W.H. Freeman, 1972. 532p.

VEZZANI, F. M. & MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35:213-223, 2011.

WENDLING, B.; VINHAL-FREITAS, I. C.; OLIVEIRA, R. C.; BABATA, M. M.; BORGES, E. N. Densidade, agregação e porosidade do solo em áreas de conversão do cerrado em floresta de pinus, pastagem e plantio direto. *Bioscience Journal*, Uberlândia, 28:256-265, 2012.

WOOD, R. K.; REEDER, R. C.; MORGAN, M. T.; HOLMES, R. G. Soil physics properties as affected grain

cart traffic. *Transactions ASAE*, St Joseph, 36:11-14, 1993.

Tabela 1 - Atributos físicos da área experimental, fazenda N. Sr.^a Aparecida, Belterra – PA, 2013.

Atributos ¹	Unidade	Prof. (cm)			
		0-10	10-20	20-30	30-50
Areia	g.Kg ⁻¹	54	37	27	25
Silte		233	237	154	122
Argila		713	727	820	853

¹Análises realizadas no laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental.

Tabela 2 - Propriedades físicas dos tratamentos, fazenda N. Sr.^a Aparecida, Belterra – PA, 2013.

Variável	Prof (cm)	Tratamentos		
		iLPF	Cultivo agrícola	Capoeira
Ds (kg.dm ⁻³)	0-10	1,08bA	1,04bA	0,72aA
	10-20	1,13aA	1,11aA	1,08aB
	20-30	1,09aA	1,14aA	1,14aB
	30-50	1,05aA	1,10bA	1,11bB
VTP (m ³ .m ⁻³)	0-10	0,54bA	0,55bA	0,67aA
	10-20	0,54aA	0,53aA	0,56aB
	20-30	0,55aA	0,53aA	0,55aB
	30-50	0,54bA	0,54bA	0,56aB
MAC (m ³ .m ⁻³)	0-10	0,08bA	0,10bA	0,32aA
	10-20	0,10bA	0,11bA	0,16aB
	20-30	0,13aA	0,08aA	0,12aB
	30-50	0,14aA	0,12aA	0,15aB
MIC (m ³ .m ⁻³)	0-10	0,46aA	0,44aA	0,34bB
	10-20	0,43aA	0,42aA	0,39aA
	20-30	0,42aA	0,44aA	0,43aA
	30-50	0,40aA	0,41aA	0,40aA

Ds = Densidade do solo; VTP = Volume total de Poros; MAC = Macroporosidade; MIC = Microporosidade.

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si e médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).