



Atributos Físicos de um Latossolo Amarelo Cultivado em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

Eduardo Jorge Maklouf Carvalho⁽¹⁾; Arystides Resende Silva⁽¹⁾; Carlos Alberto Costa Veloso⁽¹⁾; Agust Sales⁽²⁾; Austrelino Silveira Filho⁽¹⁾; Yago Rodrigues Santos⁽³⁾

⁽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; eduardo.maklouf@embrapa.br; carlos.veloso@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.

⁽³⁾ Graduando do curso de Engenharia Ambiental, Universidade do Estado do Pará, Trav. Enéas Pinheiro, 2626, Bairro Marco, CEP 66095-100, Belém (PA). E-mail: yagorsantos2@gmail.com

RESUMO: A estrutura é um dos atributos mais importantes do solo sob o ponto de vista agrícola, tendo participação fundamental nas relações solo-planta. O objetivo deste trabalho foi avaliar alguns atributos físicos de um Latossolo Amarelo textura argilosa em sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), instalado no ano de 2010 com cultivo de Castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*) consorciada com culturas agrícolas e comparado com uma área de capoeira secundária, onde as seguintes variáveis foram analisadas: granulometria, densidade do solo, microporosidade, macroporosidade e porosidade total. O alto teor de argila caracterizou este solo na classe de textura argilosa. A densidade do solo variou significativamente entre os componentes do sistema em estudo. A capoeira apresentou maior porosidade total em relação aos demais sistemas na camada superficial. A macroporosidade e a microporosidade apresentaram diferença em todos os tratamentos. A densidade do solo, a porosidade total, e a macroporosidade e microporosidade, em todos os sistemas indicaram valores dentro do nível considerado não restritivo ao crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das plantas. O sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta não influenciou negativamente nos atributos físicos avaliados neste sistema, aos três anos de idade.

Termos de indexação: *Bertholletia excelsa*, estrutura do solo, sistemas integrados.

INTRODUÇÃO

O crescimento da agropecuária gerou um passivo de milhões de hectares de áreas degradadas provocando alterações profundas nos atributos do solo devido às mudanças nas vegetações naturais em razão da exploração agrícola (Lago et al., 2012).

Na medida em que essas áreas vão sendo agrupadas ao processo produtivo, os atributos

físicos e químicos do solo sofrem modificações, cuja intensidade varia com as condições de clima, natureza dos solo, uso e manejos aplicados, como o tráfego de máquinas, que é um dos responsáveis pela compactação, alterando significativamente a qualidade estrutural do solo (Oliveira et al., 2013).

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

Com o manejo racional do solo, alguns problemas podem ser evitados. Muitos atributos físicos do solo têm sido utilizados para quantificar as alterações provocadas pelas diferentes atividades 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, a porosidade total e as frações granulométricas do solo (Loss et al., 2011; Wendling et al., 2012).

No Brasil, estudos desenvolvidos sobre alterações induzidas pelo sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta sobre as características físicas do solo têm sido realizados na região centro-sul. Contudo, estas pesquisas na região Amazônica são quase que inexistentes.

Diante dessas considerações, o objetivo deste trabalho foi avaliar alguns atributos físicos de um Latossolo Amarelo textura argilosa em sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido 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, com



precipitação média em torno de 1909 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 Castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*) consorciada 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 implantação 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 motivo 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 milho (BRS 1040) e Castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*). 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 soja (Cultivar Sambaiba) (2011) e soja (BRS 326) (2012 e 2013), todos consorciados com forragem e intercalados com Castanha do Pará.

Para fins deste experimento 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 indeformadas em anéis volumétricos de 100 cm³, 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 dos atributos físicos do solo, nas áreas cultivadas com o sistema de iLPF, cultivo agrícola na área de influência da Castanha do Pará (área de 166 m de largura ao lado da espécie arbórea, mencionada anteriormente) e uma área de capoeira, perfazendo um total de 3 tratamentos, onde foram coletadas três amostras indeformadas por profundidade.

A análise granulométrica do solo foi determinada pelo método da pipeta proposto por Embrapa (1997). Determinou-se os valores da densidade aparente do solo (Ds), microporosidade, macroporosidade e porosidade total utilizando-se a metodologia proposta por Embrapa (1997), sendo as análises realizadas no laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental.

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 apresentados pela análise

granulométrica da área experimental demonstraram 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 (Tabela 1).

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 diferiram significativamente entre si. Não houve diferença significativa nas profundidades de 10-20 e 20-30 cm quando comparados os diferentes tratamentos, enquanto que as profundidades 0-10 e 30-50 cm apresentaram uma variabilidade entre os tratamentos em estudo os quais variaram entre 0,72 e 1,14 kg.dm⁻³, 0,96 e 1,11 kg.dm⁻³, respectivamente (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 as maiores Ds foram nas camadas 20-30 e 30-50 cm, as quais não diferiram entre si, no cultivo agrícola na camada 10-20 cm e a menor Ds foi na profundidade 0-10 e 10-20 cm para iLPF e 30-50 cm para o cultivo agrícola, as quais não diferiram entre si (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 demonstram que os tratamentos em estudo não afetaram este atributo a ponto de torná-lo superior à faixa considerada crítica 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 foi identificado Ds superior a 1,30 kg.m⁻³ pode haver restrições para o crescimento e desenvolvimento radicular das plantas.

Em relação aos tratamentos quando comparados na mesma profundidade, a porosidade total teve o comportamento inverso ao da densidade do solo, ou seja, quanto menor a densidade do solo, maior a porosidade total (Tabela 2). A capoeira mostrou maior porosidade total 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, a capoeira e o cultivo agrícola apresentaram diferença significativa entre as profundidades (Tabela 2), sendo que para o cultivo agrícola os maiores porosidade total ocorreram nas profundidades sub superficiais, ao contrário da capoeira, onde o maior valor desta variável ocorreu de 0-10 cm, refletindo em uma menor Ds, sendo isto atribuído acúmulo de material orgânico na camada superficial (Derpsch et al., 1986; Hickmann et al., 2012).

O sistema ILPF e o cultivo agrícola apresentaram valores de porosidade total, nas profundidades 20-30 e 30-50 cm, 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; Oliveira et al., 2013).

A macroporosidade (MAC) apresentou diferença entre as profundidades para todos os tratamentos, com valor maior na profundidade 0-10 cm para a capoeira e nas profundidades 10-20 e 30-50 cm para o ILPF e 30-50 cm para cultivo agrícola (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 macroporosidade, ocorreu o inverso.

Em relação aos tratamentos em cada profundidade, somente apresentaram diferenças significativas nas profundidades de 0-10, 10-20 e 30-50 cm. Os valores de MAC variaram 0,07 a 0,32 $m^3.m^{-3}$. Taylor & Ashcroft (1972) ressaltam que valores de MAC superiores a 0,10 $m^3.m^{-3}$ são necessários para permitir as trocas gasosas e o crescimento das raízes, o que foi observado nos dados do presente trabalho, onde a maioria dos valores de MAC são superiores a 0,10 $m^3.m^{-3}$, exceto para o cultivo agrícola na profundidade 10 - 20 cm, onde o valor foi de 0,07 $m^3.m^{-3}$. Esses valores, não diferiram significativamente das outras profundidades, as quais apresentaram valores superiores aos níveis críticos, portanto, para esse atributo, tais valores sugerem que o cultivo agrícola expressa condições satisfatórias ao desenvolvimento da maioria das plantas (Tabela 2).

Com relação à microporosidade (MIC), os tratamentos ILPF, cultivo agrícola, apresentaram diferenças apenas nas profundidades 10-20 e 30-50 cm e 30-50 cm, enquanto a capoeira apresentou

diferença na profundidade 0-10 cm, 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 30-50 cm, onde os valores de MIC variaram de 0,35 – 0,40 $m^3.m^{-3}$ (Tabela 2).

CONCLUSÕES

A densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade de todos os sistemas estudados indicaram valores dentro do nível considerado não restritivo ao crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das plantas.

O sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta não influenciou negativamente nos atributos físicos avaliados neste sistema, aos três anos de idade.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, ao 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). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.



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

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

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

Variável ¹	Prof (cm)	Tratamentos		
		iLPF	Cultivo agrícola	Capoeira
Ds (kg.dm ⁻³)	0-10	0,97bA	1,14cB	0,72aA
	10-20	0,97aA	1,23aC	1,08aB
	20-30	1,08aB	1,10aB	1,14aB
	30-50	1,06bB	0,96aA	1,11bB
VTP (m ³ .m ⁻³)	0-10	0,56cA	0,51bB	0,67aA
	10-20	0,57aA	0,49bB	0,56aB
	20-30	0,55aA	0,53aB	0,55aB
	30-50	0,56aA	0,56aA	0,56aB
MAC (m ³ .m ⁻³)	0-10	0,14bB	0,10bB	0,32aA
	10-20	0,18aA	0,07bB	0,16aB
	20-30	0,13aB	0,14aB	0,12aB
	30-50	0,17bA	0,23aA	0,15aB
MIC (m ³ .m ⁻³)	0-10	0,42aA	0,41aA	0,34aB
	10-20	0,39aB	0,40aA	0,39aA
	20-30	0,41aA	0,39aA	0,43aA
	30-50	0,39aB	0,35bB	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).