



## **AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM LATOS SOLO AMARELO EM UM CULTIVO DE CUMARU EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA**

SILVA, Arystides Resende<sup>1</sup>; SALES, Agust<sup>2</sup>; VELOSO, Carlos Alberto Costa<sup>1</sup>;  
CARVALHO, Eduardo Jorge Maklouf<sup>1</sup>

**RESUMO:** (EFEITO DO CULTIVO DE CUMARU EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NOS ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM LATOSSOLO AMARELO). O objetivo deste estudo foi avaliar as propriedades físicas 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 Cumaru (*Dipteryx odorata*) 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 indicou 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 nas profundidades superficiais da Capoeira e Cultivo agrícola. A densidade do solo, volume total de poros, macroporosidade e microporosidade de todos os sistemas estudados demonstraram valores dentro da faixa considerada não restritiva ao crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das plantas.

**Palavras-chave:** *Dipteryx odorata*, Compactação do solo, Sistemas integrados.

**ABSTRACT:** (EVALUATION PHYSICAL PROPERTIES A YELLOW OXISOL IN CUMARU INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEM). The objective of this study was to evaluate the physical properties of a yellow latosol in a Crop-Livestock-Forest integration system. We used a system of Crop-Livestock-Forest integrated (iLPF) installed in 2010 with cultivation of Cumaru (*Dipteryx odorata*) in consortium with agricultural crops and a Capoeira. Analyzed if the granulometric properties, bulk density, micropores, macropores and total porosity The high clay content indicates a soil of texture clay. Soil bulk density varied significantly between the components of the system under study. The Capoeira showed high volume Total of Poros in relation to other systems in the 0-10 cm depth. The macroporosity and microporosity showed differences only in the shallow depths of the Capoeira and agricultural crops. Soil bulk density, total porosity, macroporosity and microporosity of all systems studied showed values within the range considered not restrictive to the growth and development of the root system of plants.

**Key-words:** *Dipteryx odorata*, Soil compaction; Integrated systems.

<sup>1</sup> Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA, E-mail: arystides.silva@embrapa.br; carlos.veloso@embrapa.br; eduardo.maklouf@embrapa.br;

<sup>2</sup> Graduando do curso de Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará - UEPA, Paragominas/PA, E-mail: agustsales@hotmail.com.

## 1. INTRODUÇÃO

A degradação dos recursos naturais, causada pela expansão da agropecuária, provocou alterações profundas nas propriedades do solo em razão das mudanças nas vegetações naturais em decorrência da exploração agrícola (Lago *et al.*, 2012).

Essas áreas sofrem alterações nos atributos físicos e químicos do solo à medida que vão sendo incorporadas ao processo produtivo, cuja intensidade varia com as condições de clima, natureza dos solos, 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).

As atividades de manejo influenciam diretamente nas propriedades físicas e nos níveis de compactação do solo, que representam 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 práticas de 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, a porosidade total e suas frações granulométricas (Loss *et al.*, 2011; Wendling *et al.*, 2012).

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

Diante dessas considerações, este trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades físicas de um Latossolo Amarelo cultivado com Cumaru (*Dipteryx odorata*) em sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta.

## 2. 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, 2006).

Utilizou-se um sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) instalado no ano de 2010 com cultivo de Cumaru (*Dipteryx odorata*) 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 implantação do experimento, foram realizadas operações de preparo do solo, correção e adubação. Em fevereiro do mesmo ano foi realizado o plantio consorciado de arroz (cultivar Best) e Cumaru (*Dipteryx odorata*) no espaçamento mencionado anteriormente. Na segunda adubação do arroz foi semeada a forragem (*Brachiaria ruziziensis*) (20 kg.ha<sup>-1</sup>). No período de 2011 a 2013, realizou-se o plantio de milho (BRS 1040) (2011) e arroz (cultivar Best) (2012 e

2013), todos consorciados com forragem e intercalados com Cumaru.

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 indeformadas de solo, 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 e 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 Cumaru (área de 166 m de largura ao lado da espécie arbórea, mencionada anteriormente) e uma área de Capoeira, totalizando 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<sup>-1</sup>), silte (g.kg<sup>-1</sup>), areia (g.kg<sup>-1</sup>). 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 ( $p < 0,05$ ).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise granulométrica da área experimental apresentou valores médios

que na profundidade de 0-10 cm o teor de argila é de  $713 \text{ g.kg}^{-1}$ , indicando um solo de textura argilosa. Com o aumento da profundidade ocorre um aumento gradual no teor de argila (Tabela1).

**Tabela 1** - Propriedades granulométricas da área experimental, fazenda N. Sr.<sup>a</sup> Aparecida, Belterra – PA, 2013

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

<sup>1</sup>Análises realizadas no laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental.

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, 20-30 e 30-50 cm quando comparados os diferentes tratamentos. O menor valor de Ds ( $0,72 \text{ kg dm}^{-3}$ ) 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 os valores de Ds não diferiram entre si nas quatro profundidade em estudo (Tabela 2).

Ao analisar apenas os valores de Ds, tais resultados denotam que os tratamentos em estudo não afetaram este atributo a ponto de torná-lo superior ao nível crítico de  $1,30$  a  $1,40 \text{ kg.m}^{-3}$  (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  $D_s$  superior a  $1,30 \text{ kg.m}^{-3}$  pode haver restrições para o crescimento e desenvolvimento radicular das plantas.

**Tabela 2** - Propriedades físicas dos tratamentos, fazenda N. Sr.<sup>a</sup> Aparecida, Belterra – PA, 2013

Variável	Prof. (cm)	Tratamentos		
		iLPF	Cultivo agrícola	Capoeira
<b>D<sub>s</sub></b> ( $\text{kg.dm}^{-3}$ )	0-10	1,01 bA	1,19 cA	0,72 aA
	10-20	1,07 aA	1,16 aA	1,08 aB
	20-30	1,13 aA	1,12 aA	1,14 aB
	30-50	1,17 aA	1,16 aA	1,11 aB
<b>VTP</b> ( $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ )	0-10	0,55 cA	0,49 bC	0,67 aA
	10-20	0,55 aA	0,51 bB	0,56 aB
	20-30	0,52 aA	0,52 aA	0,55 aB
	30-50	0,51 bA	0,53 bA	0,56 aB
<b>MAC</b> ( $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ )	0-10	0,12 bA	0,07 bB	0,32 aA
	10-20	0,14 aA	0,09 bB	0,16 aB
	20-30	0,11 aA	0,11 aA	0,12 aB
	30-50	0,09 aA	0,11 aA	0,15 aB
<b>MIC</b> ( $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ )	0-10	0,42 aA	0,41 aA	0,34 bB
	10-20	0,40 aA	0,42 aA	0,39 aA
	20-30	0,41 aA	0,41 aA	0,43 aA
	30-50	0,42 aA	0,41 aA	0,40 aA

D<sub>s</sub> = 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 ( $p < 0,05$ ).

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 razão da maior formação e estabilidade de

agregados devido à 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 e o Cultivo agrícola apresentaram diferença significativa entre as profundidades (Tabela 2), sendo que para o Cultivo agrícola os maiores VTP foram para profundidades sub superficiais

ao contrário da Capoeira que foi a superficial de 0-10 cm, 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, na profundidade de 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), sendo profundidades que não sofrem revolvimento.

A macroporosidade (MAC) apresentou distinção entre as profundidades para Cultivo agrícola e Capoeira com valor maior de MAC nas profundidades 20-30 e 30-50 cm e 0-10cm, respectivamente. No tratamento iLPF não houve diferença significativa entre as profundidades (Tabela 2). Maiores valores de MAC nas profundidades superficiais refletem influência da matéria orgânica na estruturação de solos (Dexter, 1991; Vezzani e 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 contrário.

Em relação aos tratamentos em cada profundidade, apresentaram diferenças nas camadas de 0-10, 10-20 e 30-50 cm, na profundidade de 20-30 cm não houve diferença entre os tratamentos. Os valores de MAC variaram 0,07 a 0,32  $m^3.m^{-3}$ . Taylor e 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. Nota-se nos dados do presente trabalho, que a maioria dos valores de MAC são superiores a 0,10  $m^3.m^{-3}$ , exceto para o sistema iLPF e Cultivo agrícola na profundidade 30-50 e 0-10 cm que foi de 0,09 e 0,07  $m^3.m^{-3}$ , respectivamente, entretanto, esses valores não diferiram significativamente das outras profundidades as quais apresentaram valores superiores os níveis crítico, portanto para esse atributo tais valores apontam 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 a 0,42 m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup> (Tabela 2).

#### 4. CONCLUSÃO

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

O sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta cultivado com Cumaru não apresentou danos na estrutura do solo aos três anos de idade.

#### 5. AGRADECIMENTOS

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

#### 6. 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**, v. 36, n. 1, p. 79-87, jan./fev. 2012.

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

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**, v.35, p.589- 602, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832011000200028>.

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**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

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. 212 p. 1997.

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

- HICKMANN, C. et al. Atributos físico-hídricos e carbono orgânico de um argissolo após 23 anos de diferentes manejos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 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**, v.81, p.77-85, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2010.01.007>.
- 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**, v. 16, n. 7, p. 721-729, jul. 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**, v. 60, n. 04, p. 577-581, jul./ago. 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, v.46, n.10, p.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**, v. 37, n. 3, p. 604-612, maio/jun. 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**, v.70, n.1. 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 and nonirrigated soils. **San Francisco: W.H. Freeman**, 532p. 1972.
- 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**, v.35, p.213-223, 2011. doi: 10.1590/S0100-06832011000100020.
- 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, v. 28, n. 1, p. 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, v.36, n.1, p. 11-14, Jan./Feb. 1993.