



## Influência de renque de Mogno Africano (*Khaya ivorensis*) nos atributos físicos de um Latossolo Amarelo no sistema ILPF

**Eduardo Jorge Maklouf Carvalho<sup>(1)</sup>; Arystides Resende Silva<sup>(1)</sup>; Carlos Alberto Costa Veloso<sup>(1)</sup>; Agust Sales<sup>(2)</sup>; Austrelino Silveira Filho<sup>(1)</sup>; Winicius de França Medeiros Vasconcelos<sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup> 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.

<sup>(2)</sup> 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](mailto:agustsales@hotmail.com).

<sup>(3)</sup> Graduando do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Faculdade Metropolitana da Amazônia, Av. Visc. De Souza Franco, 72, Bairro Reduto, CEP 66053-000, Belém (PA). E-mail: medeiros.winicius@hotmail.com

**RESUMO:** A atividade agrícola é uma das principais causas da desestruturação do solo, sendo necessária assim, a busca por alternativas para torna-la social e ambientalmente mais sustentável. Objetivou-se avaliar a influência de renques de mogno africano (*Khaya ivorensis*) nos atributos físicos de um Latossolo Amarelo no sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) e sistema Homogêneo. Para fins deste trabalho foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, onde os fatores de estudo considerados foram o local de amostragem e profundidades. Os valores da análise granulométrica da área experimental indicaram um solo de textura argilosa. O maior valor de densidade do solo foi encontrado no tratamento Homogêneo, o qual diferiu significativamente dos demais tratamentos. Os tratamentos não apresentaram diferença de volume total de poros e macroporosidade entre as profundidades em estudo, entretanto, indicaram diferença significativa entre os tratamentos. Na microporosidade, o sistema iLPF e Homogêneo apresentaram diferença apenas entre os tratamentos na camada 20-30 cm. O sistema iLPF apresentou menor densidade do solo e maior volume total de poros do que o sistema Homogêneo e não apresentou danos na estrutura do solo.

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

### INTRODUÇÃO

Uma das principais causas do desmatamento das florestas na Amazônia é a atividade agrícola, entretanto, essa atividade está em plena expansão na região e tem relevante importância na economia, sendo necessária assim, a busca de alternativas para tornar a Amazônia social e ambientalmente mais sustentável.

Os sistemas de integração Lavoura-Pecuária-floresta (iLPF) possibilitam a recuperação de áreas

degradadas por meio da intensificação do uso da terra, potencializando os efeitos sinérgicos existente entre as diversas espécies vegetais e a criação de animais, proporcionando, de forma sustentável uma maior produção por área (Balbino et al., 2011). Todavia falta ainda uma visão da real dimensão dos efeitos que este tipo de sistema pode trazer para o ecossistema amazônico.

Dentre as atividades de manejo na área agrícola, o período de preparo do solo talvez seja a parte que mais altera o seu comportamento físico, visto que age diretamente na estrutura do solo, devido ao tráfego de máquinas e implementos, que são uns dos responsáveis diretos pela compactação alterando significativamente a qualidade da estrutura do solo, cuja intensidade de alteração varia também com as condições de clima e natureza do solo (Oliveira et al., 2013), os quais indicam as condições nas quais poderá ocorrer limitações ao crescimento radicular de determinada espécie vegetal interferindo na disponibilidade de água e ar às raízes das plantas (Lima et al., 2013).

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo avaliar a influência de renques de mogno africano (*Khaya ivorensis*) nos atributos físicos de um Latossolo Amarelo no sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta e sistema Homogêneo.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em áreas originalmente sob vegetação floresta equatorial densa de terra firme, na Fazenda Vitória, município de Paragominas – PA, localizada na região nordeste do estado do Pará (altitude de 89 metros, 2° 57' 29,47" S de latitude e 47° 23' 10,37" W de longitude). Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo "Aw", isto é, tropical chuvoso com estação seca bem definida, caracterizado por temperatura média anual de 27,2°C, com umidade do ar relativa de 81% e precipitação pluviométrica com média de 1766



mm/ano, com ocorrência de menor disponibilidade hídrica no período de julho a outubro. O solo é classificado como Latossolo Amarelo textura argilosa (Embrapa, 2006).

O experimento é composto por um sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) instalado no ano de 2009, em que são avaliados os sistemas integrados com a espécie de mogno africano (*Khaya ivorensis*). Para o arranjo espacial das árvores empregou-se o plantio em renques, cada um com duas linhas, no espaçamento 5 x 5 m. A distância entre renques foi de 20 m para o cultivo das culturas anuais e forrageiras, o que totalizou 28% por ha da área ocupada pelas faixas dos renques e densidade de 160 árvores.ha<sup>-1</sup>. Avaliou-se também o plantio de mogno africano no sistema homogêneo em espaçamento 5 x 5 m.

Até o ano de 2009, 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 2009, por razão da instalação do experimento, foram realizadas operações de preparo do solo, correção e adubação, em fevereiro do mesmo ano plantou-se o milho BRS 1030, na mesma data foi realizado o plantio da espécie florestal com o seu espaçamento mencionado anteriormente, na segunda adubação de cobertura do milho foi semeada a *Brachiaria ruziziensis* (20 kg.ha<sup>-1</sup>). A segunda cultura a entrar no sistema foi a soja (cultivar Sambaíba) no ano de 2010, e no ano de 2011 a terceira cultura foi a do milho BRS 1055, todos os cultivos foram conduzidos seguindo as recomendações técnicas para as culturas.

Para fins deste trabalho foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, onde os fatores de estudo considerados foram o local de amostragem e profundidades.

Em abril de 2011, coletou-se amostras de solo, através de anéis volumétricos, com estrutura indeformadas nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-50 cm de acordo com o método descrito por Forsythe (1975), Blake & Hartge (1986) para análise dos atributos físicos do solo, nas áreas cultivadas com o sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta com cultivo de mogno africano a 2,5 m e a 10 m de distância dos renques de árvores e no sistema homogêneo cultivado com mogno africano, perfazendo um total de 3 tratamentos. Coletou-se três amostras indeformadas por profundidade e por tratamento.

Através do método da pipeta proposto por Embrapa (1997), realizou-se a análise granulométrica do solo para cada profundidade, obtendo o teor de argila (g.kg<sup>-1</sup>), silte (g.kg<sup>-1</sup>), areia (g.kg<sup>-1</sup>). Determinou-se a densidade aparente do solo (Ds), microporos, macroporos, porosidade total utilizando a metodologia descrita por Embrapa

(1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância através do programa estatístico SISVAR® e quando significativo às médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott p<0,05.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de análise granulométrica, nas diferentes profundidades, são apresentados na Tabela 1, a qual mostra, como é característico deste Latossolo Amarelo textura argilosa, que o teor de argila aumentou ao longo do perfil, variando de 660 g.kg<sup>-1</sup>, na camada superficial, atingindo valores de 725, 770, 790 g.kg<sup>-1</sup> nas profundidades de 10-20, 20-30 e 30-50 cm, respectivamente.

O maior valor de densidade do solo (Ds) na profundidade de 0-10 cm foi encontrado no tratamento Homogêneo o qual diferiu significativamente dos demais tratamentos. Os tratamentos iLPF 2,5 m e iLPF 10 m não diferiram entre si (Tabela 2). A Ds entre os tratamentos variou de 1,05 a 1,30 kg.dm<sup>-3</sup>. Essa variabilidade dos tratamentos foi mantida entre as diferentes profundidades em estudo, tendo o sistema Homogêneo a maior Ds, o qual diferiu nas profundidades 10-20, 20-30 e 30-50 cm dos demais tratamentos, os quais não diferiram entre si, sendo o menor valor de Ds encontrado no tratamento iLPF 2,5 m (Tabela 2). Loss et al. (2014), verificaram menores valores de Ds nos sistemas integrados quando comparados com os sistemas convencionais, no estudo em que avaliaram os atributos físicos e químicos do solo sob diferentes sistemas de uso, confirmando o benefício de se utilizar sistemas integrados.

O sistema iLPF comparado com o sistema Homogêneo apresentou diferença estatística de Ds mostrando que no sistema homogêneo os valores de Ds foram maiores, isto pode ser explicado pelo fato ter sido introduzido no sistema do iLPF a forragem *Brachiaria ruziziensis* como planta de cobertura, com formação de matéria orgânica melhorando a estrutura do solo, pois proporciona a cimentação e a estabilização das partículas do solo amenizando o impacto negativo do pisoteio animal e distribuindo de forma adequada o peso das máquinas e implementos agrícolas (Morais et al., 2012).

Ao comparar no sistema iLPF as diferentes localizações de coleta de amostras (2,5 e 10 m), não houve diferença significativa entre a posição de amostragem (Tabela 2). Neste estudo, as maiores densidades do solo foram verificadas nas profundidades de 10-20 e 20-30 cm (Tabela 2) podendo ser atribuída à camada compactada residual resultante de preparo de solo anteriores com aração e gradagem formando o pé de grade (Oliveira et al., 2013).



Os menores valores de  $D_s$  em todos os tratamentos foram encontrados nas camadas superficiais, exceto no tratamento iLPF 2,5 m, onde a menor  $D_s$  foi encontrada na camada 30-50 cm a qual não diferiu das demais camadas (Tabela 2), indicando um efeito mais pronunciado do aumento da  $D_s$  em profundidade.

Analisando apenas os valores de  $D_s$ , tais resultados indicam que o sistema iLPF utilizando a espécie florestal não afetou 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, quando for identificado  $D_s$  superior a 1,30  $\text{kg.m}^{-3}$  pode haver restrições ao crescimento e desenvolvimento radicular das plantas.

O volume total de poros (VTP) teve o comportamento inverso ao da  $D_s$  nos tratamentos avaliados, ou seja, quanto menor a  $D_s$ , maior o VTP (Tabela 2). Os tratamentos não apresentaram diferença significativa de VTP entre as profundidades (Tabela 2). Em relação aos tratamentos comparados na mesma profundidade, verificou-se que os tratamentos iLPF 2,5 m e iLPF 10 m apresentaram os maiores valores de VTP nas camadas 0-10 e 10-20 cm não diferindo entre si e diferindo do sistema Homogêneo, já na profundidade 20-30 e 30-50 cm o sistema iLPF apresentou os maiores valores seguido do sistema Homogêneo, os quais diferiram entre si (Tabela 2). Esses maiores valores de VTP no sistema iLPF ressalta a importância dos resíduos vegetais na estrutura do solo em virtude da maior formação e estabilidade de agregados em razão à intensa atividade biológica refletindo uma maior aeração e infiltração de água no sistema facilitando assim o crescimento e desenvolvimento radicular das culturas (Cunha et al., 2011). Resultados que confirmam os obtidos por Silva & Martins (2010), onde indicam que o aumento da quantidade de raízes proporciona maiores valores de VTP, no estudo em que avaliaram sistema radicular e atributos físicos do solo do cafeeiro sob diferentes espaçamentos.

A macroporosidade (MAC) não apresentou distinção entre as profundidades dos tratamentos em estudo, no sistema iLPF os maiores valores MAC foram nas camadas superficiais, já no sistema Homogêneo ocorreu o inverso (Tabela 2). Maiores valores de MAC nas profundidades superficiais refletem influência da matéria orgânica na estruturação de solos (Vezzani & Mielniczuk, 2011), e isto pode explicar por que a densidade do 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 de MAC nas profundidades de 0-10 e 30-50 cm, nas profundidades de 10-20 e 20-30 cm não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 2). Os valores de MAC variaram 0,07 a 0,23  $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ . Taylor e Ashcroft (1972) recomendam que valores de MAC superiores a 0,10  $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$  são necessários para possibilitar as trocas gasosas e o crescimento das raízes, é notório nos dados do presente trabalho, que os valores de MAC são superiores a 0,10  $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ , exceto no sistema Homogêneo na profundidade de 0-10 cm que foi de 0,07  $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$  (Tabela 2), portanto para esse atributo tais valores sugerem que o sistema iLPF independentemente dos diferentes cultivos expressa condições satisfatórias ao desenvolvimento da maioria das plantas.

Com relação à microporosidade (MIC), os tratamentos iLPF 2,5 m, iLPF 10,0 m e Homogêneo não apresentaram diferenças entre as profundidades em estudo (Tabela 2). Quando comparados os tratamentos em relação a cada profundidade houve diferença significativa em relação aos tratamentos apenas na profundidade de 20-30 cm, variando de 0,30 a 0,37  $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$  (Tabela 2). De acordo com Silva (2011), macroporos predominam em solos arenosos, enquanto em solos argilosos a tendência é predominar microporos, em razão de solos argilosos possuírem microagregados pela partícula de argila, o que lhe conferem uma maior MIC, como observado neste estudo.

## CONCLUSÕES

O sistema iLPF apresentou menor densidade do solo e maior volume total de poros do que o sistema homogêneo e não indicou danos na estrutura do solo, apresentando valores dentro do nível considerado não restritivo ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, ressaltando sua importância na recuperação de áreas degradadas.

## AGRADECIMENTOS

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

## REFERÊNCIAS

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFIRIO DA SILVA, V.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.46, n.10, p.i-xii, out. 2011.



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>

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.

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.; RIBEIRO, E. C.; PEREIRA, M. G.; COSTA, E. M. Atributos físicos e químicos do solo em sistemas de consórcio e sucessão de lavoura, pastagem e silvipastoreio em Santa Teresinha, ES. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 30, n. 5, p. 1347-1357, Sept./Oct. 2014.

MORAIS, T. P. S.; PISSARRA, T. C. T.; REIS, F. C. Atributos físicos e matéria orgânica de um Argissolo Vermelho-Amarelo em microbacia hidrográfica sob vegetação nativa, pastagem e cana-de-açúcar. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 214-223, 2012.

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.

SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; SILVA, E. M.; SILVEIRA, P. M. BECQUER, T. Qualidade física do solo sob sistemas de integração lavoura-pecuária. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.46, n.10, p.1339-1348. 2011.

SILVA, C. A. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo vermelho cultivado com cana-de-açúcar em sistema de colheita mecanizada. 75f. 2011. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Aquidauana, MS: 2011.

SILVA, V.; L.; B.; MARTINS, P. F. S. Propriedades físicas do solo e sistema radicular do cafeeiro, variedade conilon, sob diferentes espaçamentos. *Revista Ciências Agrárias*, v. 53, n. 1, p. 96-101, jan/jun. 2010.

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.

**Tabela 1** - Análise granulométrica da área experimental, fazenda Vitória, Paragominas – PA.

Atributos <sup>1</sup>	Unidade	Prof. (cm)			
		0-10	10-20	20-30	30-50
Areia		56	44	40	35
Silte	g.Kg <sup>-1</sup>	284	231	190	175
Argila		660	725	770	790

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

**Tabela 2** - Atributos físicos dos tratamentos, fazenda Vitória, Paragominas – PA.

Variável <sup>1</sup>	Prof (cm)	Tratamentos*		
		iLPF 2,5 m**	iLPF 10 m**	Homogêneo
Ds (kg.dm <sup>-3</sup> )	0-10	1,06aA	1,11aA	1,30bA
	10-20	1,19aA	1,19aA	1,38bA
	20-30	1,23aA	1,18aA	1,39bA
	30-50	1,05aA	1,19aA	1,31bA
VTP (m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )	0-10	0,55aA	0,53aA	0,47bA
	10-20	0,49aA	0,52aA	0,44bA
	20-30	0,52aA	0,51aA	0,43bA
	30-50	0,56aA	0,50bA	0,44cA
MAC (m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )	0-10	0,22aA	0,18aA	0,07bA
	10-20	0,12aA	0,17aA	0,11aA
	20-30	0,14aA	0,15aA	0,12aA
	30-50	0,23aA	0,13bA	0,13bA
MIC (m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )	0-10	0,33aA	0,34aA	0,40aA
	10-20	0,36aA	0,35aA	0,32aA
	20-30	0,37aA	0,35aA	0,30bA
	30-50	0,33aA	0,36aA	0,31aA

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

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).

\*\*Distância do renque da espécie florestal.