

RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO EM LATOSSOLO AMARELO SOB SISTEMAS AGROFLORESTAIS E FLORESTA SECUNDÁRIA NO NORDESTE PARAENSE

ALBERTO BENTES BRASIL NETO¹; CÁSSIO RAFAEL DOS SANTOS²; EDUARDO JORGE MAKLOUF CARVALHO³; ARYSTIDES RESENDE SILVA⁴, ANDRE DALAGNOL⁵

¹Professor do Instituto Federal do Pará - IFPA, Óbidos-PA, alberto.neto@ifpa.edu.br

²Estudante da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Belém-PA, rafaelsantos.18@hotmail.com

³Dr. Pesquisador, Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA, eduardo.maklouf@embrapa.br;

⁴Dr. Pesquisador, Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA, arystides.silva@embrapa.br;

⁵Estudante, CEULS/ULBRA, Santarém, handvet@yahoo.com.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

RESUMO: O presente trabalho objetivou avaliar a qualidade física de um Latossolo Amarelo de textura média sob dois sistemas agroflorestais (SAF), com 3 e 14 anos de implantação, e uma floresta secundária de estágio sucessional avançado com aproximadamente 30 anos, por meio da Resistência do solo à Penetração (RP) a cada 0,05 m de profundidade até 0,04 m, em área experimental Campus sede da Universidade Federal Rural da Amazônia, com umidade relativa média variando de 10 a 15% em período chuvoso. Tanto nos sistemas agroflorestais quanto na floresta os valores de RP foram inferiores a 1,0 MPa, considerados muito baixos e sem restrição ao crescimento radicular. Os sistemas agroflorestais apresentaram-se similares à floresta de estágio sucessional avançado nas camadas mais superficiais do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas de manejo; Qualidade do solo; compactação.

PHYSICAL HYDRICAL CHARACTERIZATION OF THREE REPRESENTATIVE SOILS OF THE MUNICIPALITY OF MEDICILÂNIA, STATE OF PARÁ

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the physical quality of a medium - textured Yellow Latosol under two agroforestry systems (SAF), with 3 and 14 years of implantation, and a secondary forest of advanced successional stage with approximately 30 years, through soil resistance To Penetration (RP) at every 0.05 m depth up to 0.04 m, in experimental area Campus headquarters of the Federal Rural University of Amazonia, with average relative humidity varying from 10 to 15% in rainy season. In both agroforestry and forest systems RP values were less than 1.0 MPa, considered to be very low and without restriction to root growth. The agroforestry systems were similar to the forest of advanced successional stage in the more superficial layers of the soil.

KEYWORDS: management systems, soil quality, compaction.

INTRODUÇÃO

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) surgem como uma alternativa de produção, caracterizando-se pela utilização consorciada de espécies agrícolas e florestais de forma deliberada (POMPEU, et al., 2009). Este tipo de produção promove: benefício nos atributos edáficos, quando comparado com outros sistemas de produção agropecuária convencional (FREITAS et al., 2012; IWATA, 2012); diminuição na incidência de pragas e doenças (JUNQUEIRA et al., 2013); rentabilidade econômica (VIEIRA et al., 2013) e segurança no fluxo gênico das espécies (SEOANE et al., 2012).

Dentre os atributos edáficos, acredita-se que os SAF's promovam melhoria na qualidade estrutural do solo (LENKA et al., 2012). Alguns autores afirmam que os SAF's tem a capacidade de simular um ambiente natural (YOUNG, 1997), porém estudos que comprovam cientificamente tais benefícios são raros no Brasil e tratando-se da região Amazônica esta lacuna é bem maior, tendo em vista a ocorrência de condições edáficas e climáticas diferentes das demais regiões do país. Desta

forma, deve-se lançar mão de algum indicador capaz de quantificar os benefícios de um SAF para o solo.

Neste contexto, faz-se necessário o monitoramento da qualidade do solo por meio de indicadores, sendo frequentemente utilizados os de caráter físico. Dentre estes está a Resistência à Penetração (RP), considerada uma importante ferramenta de avaliação do grau de compactação do solo, podendo-se, a partir dela, fazer comparações entre diferentes práticas de manejo. Esta técnica determina a força necessária para que haja a penetração no solo e em diferentes profundidades, sendo assim, capaz de simular a dificuldade no desenvolvimento radicular de plantas presentes no sistema e na infiltração da água (ROBOREDO et al., 2010; MORAES et al., 2014).

Neste sentido, o presente estudo teve por objetivo avaliar a resistência mecânica à penetração de um Latossolo Amarelo de textura média sob diferentes sistemas de manejo: Sistema Agroflorestal composto por Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Aubl.) e por Seringueira (*Hevea brasiliensis* L.); Plantio de Cacau (*Theobroma cacao* Aubl.) consorciado com Bananeira (*Musa* sp.) e Floresta de estágio sucessional avançado de 30 anos, no intuito de verificar a influência de cada uma destas coberturas vegetais na qualidade física deste solo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em áreas experimentais do campus sede da Universidade Federal Rural da Amazônia, município de Belém, estado do Pará, localizadas entre as coordenadas geográficas: 1°27'11" e 1°27'01" Sul e 48°26'37" e 48°26'33" Oeste. O clima é o megatérmico úmido, classificado como Af_i, de acordo com o sistema climatológico de Koppen. O município de Belém apresenta temperatura média em torno de 25° C em fevereiro e 26° C em novembro, umidade relativa do ar normalmente acima de 80% e precipitação anual média de 2.834 mm (SEPOF, 2011).

O solo da área em estudo é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico e apresenta as seguintes informações morfológicas: horizonte A moderado, textura média, relevo plano, altitude de 12 metros, formado sobre sedimentos areno-argilosos do quaternário, pedregosidade ausente, erosão laminar ligeira e bem drenado. A composição granulométrica está apresentada na tabela 01.

Tabela 1. Granulometria de um Latossolo Amarelo distrófico da área em estudo localizada na sede Universidade Federal Rural da Amazônia.

Prof. (cm)	Composição granulométrica (g kg ⁻¹)		
	Areia	Silte	Argila
0 – 10	810	70	120
10 – 20	750	90	160
20 – 40	730	90	180

As áreas experimentais estão dispostas em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) e são compostas de três tratamentos, sendo eles referente aos sistemas de manejo do solo com 10 repetições: T1 - Sistema Agroflorestal com 14 anos de idade composto por Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Aubl.), com espaçamento de 4x4 m e por Seringueira (*Hevea brasiliensis* L.), com espaçamento de 8x8 m; T2 – Sistema Agroflorestal de 3 anos de idade composto por Cacau (*Theobroma cacao* Aubl.), em espaçamento 4 m x 4 m, consorciado Bananeira (*Musa* sp.) como sombreadora em espaçamento 8 m x 8 m; T3 - Floresta secundária de estágio sucessional avançado com aproximadamente 30 anos de idade, como tratamento controle. T1 e T2 foram submetidos à operação de gradagem cruzada superficial, atingindo cerca de 25 cm de profundidade.

A determinação da RP foi realizada no mês de março de 2015, período chuvoso na Amazônia, em parcelas de 450 m² (30 m x 15 m), pontos amostrais distribuídos de maneira aleatória entre as espécies e sob influência da copa das árvores. Para isso utilizou-se um penetrômetro de campo, modelo PNT 2000/motor, com haste de 50 cm de comprimento e cone tipo 2 (médio) com 129 mm² de área.

Em cada ponto avaliou-se a RP em MPa a cada 0,05 m de profundidade até 0,40 m, perfazendo 8 valores por repetição. Realizou-se também coleta de amostras deformadas de solo, aproximadamente 100 gramas, para determinação da umidade relativa. As amostras foram pesadas em seu estado natural e depois secas em estufa a 65°C. Após a secagem, tais amostras foram novamente

pesadas para obtenção de sua massa seca. A determinação da umidade relativa do solo (UR%) foi efetuada por meio da razão entre a subtração da massa de solo úmido e massa de solo seco com a massa úmida (Tabela 2).

Tabela 02. Valores médios da Umidade Relativa do Solo (UR%) da área em estudo localizada na sede da Universidade Federal Rural da Amazônia.

Tratamentos	Umidade Relativa do Solo (UR%)		
	0-0,10 m	0,10-0,20 m	0,20-0,40 m
T1	14,3	11,7	11,5
T2	12,9	12,3	10,2
T3	14,9	12,8	11,7

Os valores médios de RP foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e discriminação das médias pelo teste de Tukey a 5 % de significância ($p < 0,05$), com auxílio do software Statística versão 7.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se que os valores de RP encontrados em todos os tratamentos e profundidades foram menores que 1 Mpa (Tabela 3), os quais são considerados muito baixos e sem restrição ao crescimento radicular, conforme os limites para classes de RP sugeridos por CANARACHE (1990). Isto, provavelmente, se deve ao fato do solo apresentar textura média e as coletas terem sido efetuadas durante o período chuvoso, com UR% variando de 10 a 15%, uma vez que o solo quando úmido apresenta menor resistência à penetração devido a sua maior friabilidade.

Tabela 3. Comparação das médias de Resistência à Penetração (RP) em MPa entre os tratamentos, em cada profundidade (m), com seus respectivos valores de Teste F e Coeficiente de Variação (CV%).

Tratamentos	Resistência à Penetração (MPa)							
	0-0,05 m	0,05 - 0,10 m	0,15- 0,20 m	0,20- 0,25 m	0,25- 0,30 m	0,30- 0,35 m	0,35- 0,40 m	0,35- 0,40 m
T1	0,021*	0,052	0,092	0,155	0,249 ^a	0,423 ^a	0,437 ^a	0,511 ^b
T2	0,021	0,035	0,070	0,114	0,198 ^{ab}	0,394 ^a	0,548 ^a	0,639 ^a
T3	0,024	0,053	0,083	0,124	0,155 ^b	0,203 ^b	0,268 ^b	0,309 ^c
Teste F	1,9 ^{ns}	2,0 ^{ns}	0,8 ^{ns}	1,0 ^{ns}	3,4*	9,8**	21,1**	26,2**
CV (%)	15,0	30,8	47,0	51,1	40,5	35,6	23,3	20,1

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferiram estatisticamente a 5% de significância ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey.

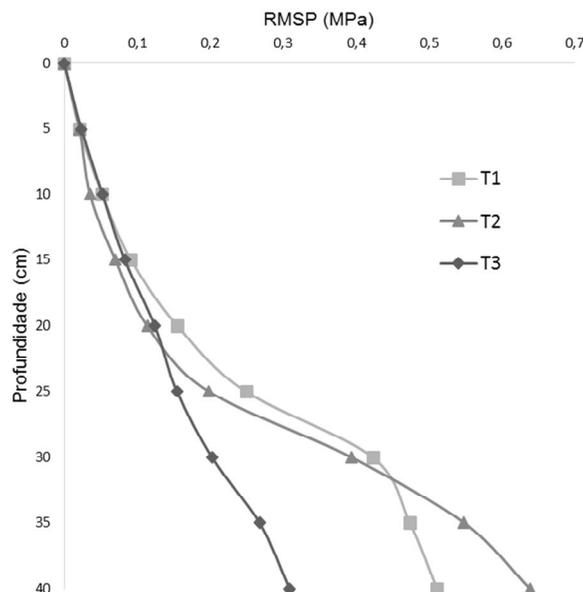
Não houve diferença estatística de RP entre 0,05 e 0,20 m de profundidade para os três tratamentos estudados. No tratamento 1 (T1) os valores de RP, neste intervalo de profundidade, possivelmente foram influenciados pela operação de revolvimento do solo no momento de sua implantação e pelo lançamento de liteira dos componentes do sistema Agroflorestal, os quais normalmente contribuem com a diminuição da erosão, ajudam na agregação de partículas e beneficiam a atividade da fauna edáfica, promovendo melhorias na qualidade dos atributos edáficos (FREITAS et al., 2012).

Em uma vegetação espontânea comparada com um Sistema Agroflorestal e um plantio de leguminosas em um Plintossolo Háplico, Silva et al. (2012), observaram variação não significativa nas primeiras profundidades do solo, ao avaliarem a RP em solo com UR de 15 a 17,1%. Já Silva et al. (2011) também constataram, em seis modalidades de SAFs com diferentes arranjos, floresta natural e plantio convencional, maior similaridade entre os tipos de SAF e a floresta natural em questão, apresentando maior tendência a uma sustentabilidade entre os fatores edáficos e climáticos em que estes cultivos estão inseridos

No Tratamento 2 (T2) os valores de RP provavelmente foram influenciados pela recente operação de preparo do solo, em especial a gradagem, a qual promove alterações na estrutura do mesmo, o que resulta na redução da compactação e consequentemente da RP.

Diferenças significativas entre os tratamentos, foram encontradas nas profundidades de 0,25-0,40 m, desta forma, a curva de Resistência à Penetração apresentou-se com pouca variação até a profundidade de 0,20 m para todas as áreas analisadas, com valores médios de RP menores que 0,2 MPa (Figura 1). Um maior incremento na curva, devido a aumentos consideráveis nos valores de RP, já foi observado nas profundidades posteriores a 0,20 m, especialmente para os tratamentos T2 e T1.

Figura 1. Resistência Mecânica do Solo à Penetração (RP) em MPa em função da profundidade da área de estudo localizada na sede da Universidade Federal Rural da Amazônia.



Nas profundidades de 0,20-0,40 m, o T3 apresentou os menores valores de RP, não diferenciando significativamente de T2 apenas na profundidade de 20-25 cm, porém diferindo de T1 em todas as profundidades de 0,20-0,40 m, isto pode ser explicado pelo fim dos benefícios promovidos pelo revolvimento do solo em T1 e T2, já que o preparo do solo contemplou apenas as camadas superficiais.

Quanto às profundidades de 0,25 a 0,35 cm, os tratamentos T1 e T2 foram semelhantes estatisticamente, apesar de, numericamente, haver tendência de aumento na RP em T2 com o aumento da profundidade, em comparação a T1. Este aumento gradual do T2 foi significativo em relação a T1 na profundidade 0,40 m, ou seja, há indícios da ocorrência de adensamento nesta profundidade em T2.

O revolvimento do solo promove rompimento dos agregados e consequentemente desestabilidade estrutural. Pelo fato de ser um plantio jovem, 3 anos de idade, arranjado em espaçamento relativamente amplo, 4 x 4 m, e susceptível à influência de fatores edáficos e climáticos, devido os componentes não apresentarem tamanho suficiente para cobrir o solo, é provável que os maiores valores de RP em T2 sejam consequência da iluviação de partículas para as camadas subjacentes à área de influência do revolvimento, o que promove obstrução dos poros, ocasionadas principalmente pela movimentação de água das chuvas que adentra o perfil do solo. BRASIL NETO et al. (2014) observaram ocorrência de adensamento entre 0,20 e 0,40 m de profundidade em Latossolo Amarelo de textura média submetido à gradagem na Amazônia cinco meses após o preparo do solo.

O menor valor médio de RP de T1 em comparação a T2 na profundidade 0,40 m pode ser considerado uma consequência da provável melhoria na estrutura e na agregação do solo pelo maior aporte de biomassa vegetal por este sistema já estar implantado a 14 anos, o que normalmente melhora sua drenagem e aeração (CHAVES et al., 2012).

CONCLUSÕES

Em período chuvoso na Amazônia, um Latossolo Amarelo Distófico de textura média e sob diferentes sistemas de manejo apresentou valores de Resistência Penetração do solo classificados como muito baixos e sem restrição ao desenvolvimento da vegetação. A resistência do solo à penetração foi semelhante entre os sistemas agroflorestais e a floresta em estágio sucessional avançado.

REFERÊNCIAS

- Chaves, A. A. A.; Lacerda, M. P. C.; Goedert, W. J.; Ramos, M. L. G. Kato, E. Indicadores de qualidade de um Latossolo Vermelho sob diferentes usos. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, V. 42, n.4, p. 446-454, 2012.
- Brasil Neto, A. B. B.; Noronha, N. C.; Gama, M. A. P.; Souza, R. O. R. M.; Souza Filho, P. B. S.; Santos, M. L. Variação temporal da infiltração de água em um Latossolo Amarelo submetido à gradagem na Amazônia oriental. In: II Inovagri International Meeting, 2014, Fortaleza. Anais do II Inovagri International Meeting - 2014. Fortaleza: INOVAGRI/INCT-EI/INCTSal. p. 4706.
- Canarache, A. PENETR - a generalized semi-empirical model estimating soil resistance to penetration. *Soil Tillage Research*, Amsterdam, v.16, n.1, p.51-70, 1990.
- Iwata, B. F.; Leite, L. F. C.; Araújo, A. S. F.; Nunes, L. A. P. L.; Gehring, C.; Campos, L. P. Sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre os atributos químicos em Argissolo Vermelho-Amarelo do Cerrado piauiense. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.16, n.7, p.730-738, 2012.
- Freitas, I. C.; Santos, F. C. V.; Filho, R. O. C.; Silva, N. R. A.; Correchel, V. Resistência à penetração em Neossolo Quartzarênico submetido a diferentes formas de manejo. *Revista Brasileira de Engenharia agrícola e ambiental*, V.16, 2012.
- Junqueira, A. C.; Schlindwein, M. N.; Canuto, J. C.; Nobre, H. G.; Souza, T. J. M. Sistemas agroflorestais e mudanças na qualidade do solo em assentamento de reforma agrária. *Revista Brasileira de Agroecologia*. V.8, p.102-115, 2013.
- Lenka, N. K.; Choudhury, S. S.; DASS, A.; PATNAIK, U. S. Soil aggregation, carbon build up and root zone soil moisture in degraded sloping lands under selected agroforestry based rehabilitation systems in eastern India. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 150, p. 54-62, 2012.
- Moraes, M. T.; Debiassi, H.; Carlesso, R.; Franchini, J. C.; Silva, V. R. Critical Limits of Soil Penetration Resistance in a Rhodic Eutrudox. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 38, p. 288-298, 2014.
- Pompeu, G. S. S.; Rosa, L. S.; Modesto, R. S.; Santos, M. M.; Rodrigues, A. F. Sistemas agroflorestais comerciais em áreas de agricultores familiares no município de Bragança, Pará: um estudo de caso. *Revista de ciências agrárias*, Belém, n. 51, p.191-210, 2009
- Roboredo, D.; Maia, J. C.S.; Oliveira, O. J.; Roque C. G. Uso de Penetrômetros na avaliação da Resistência Mecânica de um Latossolo Vermelho distrófico. *Engenharia Agrícola*, v. 30, n. 2, p. 307-314, 2010.
- Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C.; Oliveira, V. A.; Lumberreras, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A.; Cunha, T. J. F.; Oliveira, J. B. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 Ed., Embrapa Solos, Brasília, 353 p., 2013.
- Seoane, C. E. S.; Silva, R. O.; Steenbock, W.; Maschio, W.; Pinkuss, I. L.; Salmon, L. P. G.; Luz, R. S. S.; Frouf, L. C. M. Agroflorestas e Serviços Ambientais: Espécies para Aumento do Ciclo Sucessional e para facilitação do Fluxo Gênico. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, Curitiba v.2, p.183-188, 2012.
- Silva, A. R.; Silva, L. L.; Frazão, J. J.; Salgado, F. H. M.; Silva, M. C.; Correchel, V. Resistência Mecânica à Penetração do Solo com diferentes Coberturas Vegetais sob Sistema. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, Garça, v.22, n.2, 2012.
- SEPOF. Estatística municipal. 2011. Disponível em: <<http://iah.iec.pa.gov.br/iah/fulltext/georeferenciamento/belem.pdf>>. Acesso em: 26 de set. de 2014.
- Young, A. *Agroforestry for soil management*. 2nd ed. Nairobi: CAB Internacional, 1997. 320p.