

## MATÉRIA ORGÂNICA E ATRIBUTOS FÍSICO-HÍDRICOS DE UM LATOSSOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

Alberto Bentes Brasil Neto<sup>1</sup>, Cássio Rafael Costa dos Santos<sup>2</sup>, Norberto Cornejo Noronha<sup>2</sup>, Marcos André Piedade Gama<sup>2</sup>, Eduardo Jorge Maklouf Carvalho<sup>3</sup>, Arystides Resende Silva<sup>3</sup>, Iandra Victória Pinto Guimarães<sup>1</sup>, Pedro Ítalo Almeida de Souza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Óbidos, Pará, Brasil, alberto.neto@ifpa.edu.br

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pará, Brasil, rafaelsantos.18@hotmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pará, Brasil, norberto.noronha@hotmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pará, Brasil, gama\_map@yahoo.com.br

<sup>5</sup>Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará, Brasil, eduardo.maklouf@embrapa.br

<sup>6</sup>Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará, Brasil, arystides.silva@embrapa.br

<sup>7</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Óbidos, Pará, Brasil, iandrav3@gmail.com

<sup>8</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Óbidos, Pará, Brasil, pedroitobalmeidadesousapitalo@gmail.com

**RESUMO:** O conhecimento da qualidade física do solo de sistemas cultivados é fundamental para conhecer o nível de alteração dos ecossistemas, subsidiar práticas de manejo que incrementem a produtividade das lavouras e medidas conservacionistas. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a matéria orgânica e os atributos físico-hídricos de um Latossolo Amarelo de textura franco-arenosa de uma área experimental do Campus Belém da Universidade Federal Rural da Amazônia sob quatro sistemas de manejo: (1) Sistema Silvopastoril composto por árvores de seringueira, capim braquiária e equinos; (2) Monocultivo de açaí; (3) Área de cultivo em pousio de aproximadamente 10 anos (4) Fragmento de floresta sucessional com aproximadamente 30 anos. Em cada sistema foram coletadas 10 amostras indeformadas e 10 amostras deformadas nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm e determinadas as variáveis: matéria orgânica; densidade do solo e porosidade total. Em campo e por sistema foram realizados 10 testes de resistência do solo à penetração e infiltração de água no solo. O Pousio favoreceu a ocorrência de menor densidade do solo e resistência do solo à penetração e maior porosidade total na camada superficial, bem como maior infiltração de água no solo, em comparação com os sistemas silvipastoril e monocultivo de açaí, em virtude do acúmulo de matéria orgânica nos primeiros centímetros de profundidade. No entanto, os sistemas silvipastoril e monocultivo de açaí e pousio não apresentaram limitações físicas, com base na densidade do solo e resistência do solo à penetração.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cultivo de açaí, Física do solo, Pousio, Sistema Silvopastoril.

## ORGANIC MATTER AND PHYSICAL-WATER ATTRIBUTES OF AN OXISOL UNDER DIFFERENT MANAGEMENT SYSTEMS

**ABSTRACT:** The knowledge of the physical quality of the soil of cultivated systems is fundamental to know the level of alteration of the ecosystems, to subsidize management practices that increase the productivity of the plantations and conservation measures. Thus, the objective of this study was to evaluate the organic matter and the physical-water attributes of a Yellow Latosol with a sandy-loam texture of an experimental area of the Belém Campus of the Federal Rural University of Amazonia under four management systems: Silvopastoral composed of trees of rubber tree, brachiaria grass and equines; (2) Monoculture of açai; (3) Area of fallow crop of approximately 10 years (4) Fragment of successional forest with approximately 30 years. In each system 10 undisturbed samples and 10 deformed samples were collected at depths 0-10, 10-20 and 20-40 cm and the following variables were determined: organic matter; soil density and total porosity. In the field and per system, 10 tests of resistance of the soil to the penetration and infiltration of water in the soil were performed. Pousio favored the occurrence of lower soil density and soil resistance to penetration and greater total porosity in the superficial layer, as well as greater infiltration of water in the soil, compared to the silvipastoral and monoculture systems of açai, due to the accumulation of matter in the first few centimeters deep. However, the silvipastoral and monoculture systems of açai and fallow did not present physical limitations, based on soil density and soil resistance to penetration.

**KEYWORDS:** Açai culture, Fallow, Physics of the soil, Silvopastoral system.

## MATERIA ORGÁNICA Y ATRIBUTOS FÍSICO-HÍDRICOS DE UN LATOSSOLO BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

**RESUMEN:** El conocimiento de la calidad física del suelo de sistemas cultivados es fundamental para conocer el nivel de alteración de los ecosistemas, subsidiar prácticas de manejo que incrementen la productividad de las labranzas y medidas conservacionistas. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la materia orgánica y los atributos físicos y de agua de un Oxisol de textura franco arenosa de un área experimental de Bethlehem Campus de Amazon Universidad Federal Rural de menos de cuatro sistemas de gestión: (1) Sistema Silvopastoral compuesto por árboles de caucho, pasto braquial y equinos; (2) Monocultivo de açai; (3) Área de cultivo en barbecho de aproximadamente 10 años (4) Fragmento de bosque sucesional con aproximadamente 30 años. En cada sistema se recolectar 10 muestras indeformadas y 10 muestras deformadas en las profundidades 0-10, 10-20 y 20-40 cm y determinadas variables: materia orgánica; densidad del suelo y porosidad total. En

campo y por sistema se realizaron 10 pruebas de resistencia del suelo a la penetración e infiltración de agua en el suelo. El relleno favoreció la ocurrencia de menor densidad del suelo y resistencia del suelo a la penetración y mayor porosidad total en la capa superficial, así como mayor infiltración de agua en el suelo, en comparación con los sistemas silvopastoril y monocultivo de açai, debido a la acumulación de materia orgánica en los primeros centímetros de profundidad. Sin embargo, los sistemas silvopastoril y monocultivo de açai y barbecho no presentaron limitaciones físicas, sobre la base de la densidad del suelo y la resistencia del suelo a la penetración.

**PALABRAS CLAVE:** Barbecho, Cultivo de açai, Física del suelo, Sistema Silvopastoril.

## INTRODUÇÃO

A conversão da vegetação nativa em lavouras de diferentes cultivares somada a práticas inadequadas de manejo do solo tem promovido alterações significativas nos atributos edáficos, principalmente no que se refere à estrutura do solo (ROCHA et al., 2016). Este processo tem gerado queda na produtividade agrícola e afetado resiliência dos ecossistemas alterados, gerando, em muitas situações, a degradação do solo.

Dessa forma, conhecer a qualidade do solo dos sistemas cultivados e comparar com um ecossistema de referência, como um fragmento florestal, é fundamental para: (1) conhecer o nível de alteração dos ecossistemas; (2) subsidiar práticas de

manejo que incrementem a produtividade das lavouras e (3) subsidiar práticas conservacionistas (BARBOSA et al., 2017). Para tanto, indicadores de qualidade física têm sido fundamentais, a exemplo das variáveis: Matéria Orgânica; densidade do solo; porosidade total; resistência à penetração e infiltração de água no solo (REICHERT et al., 2007).

A parte Oriental da Amazônia tem sido fortemente influenciada pela expansão da fronteira agrícola convencional de corte e queima, da pecuária e da exploração madeireira (NOVAES JÚNIOR et al., 2008). No entanto, as modificações desenfreadas nos ecossistemas naturais da região têm promovido uma série de problemas ambientais, que muitas das

vezes são agravados com o uso de práticas de manejo inadequadas. Medidas para amenizar impactos ambientais e potencializar a produtividade das lavouras com base em princípios conservacionistas ainda são pouco adotadas nas propriedades rurais na Amazônia (ALVES et al., 2014). Isto pode ser atribuído principalmente à falta de conhecimento para subsidiar ações eficazes, em especial do ponto de vista ambiental e técnico.

Neste sentido, o monitoramento da qualidade do solo por meio da avaliação dos seus atributos mostra-se uma ferramenta essenciais para avaliar o efeito de tipos de cobertura vegetal e de práticas de manejo sobre o ecossistema no qual os mesmos estão inseridos. A obtenção de tais informações configura-se como uma base indispensável para tomadas de decisão. Estudos comprovam o efeito dos sistemas de manejo sobre a qualidade do solo e eficiência de variáveis edáficas para a diagnose de tais efeitos (PAUDEL et al., 2011; ABDOLLAHI et al., 2015). Dentre os

atributos do solo passíveis de serem avaliados, inserem-se os de caráter físico-hídrico, os quais são extremamente responsivos às ações de manejo e às alterações nos ecossistemas, o que torna tais atributos consideravelmente eficazes (MONCADA et al., 2014).

Diante da importância de conhecer a qualidade física do solo para subsidiar ações voltadas para o manejo e conservação do solo, este estudo teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes sistemas de manejo sobre a matéria orgânica e os atributos físico-hídricos de um Latossolo Amarelo de textura franco-arenosa do município de Belém, Estado do Pará.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em setembro de 2014 em áreas experimentais do campus sede da Universidade Federal Rural da Amazônia e da Embrapa Amazônia Oriental, localizadas no município de Belém, Estado do Pará (1°27'11" e 1°27'01" Sul e 48°26'37" e 48°26'33" Oeste). O local pertence à

zona climática Afi, conforme a classificação de Köppen, com temperatura média de 25°C em fevereiro e 26°C em novembro e precipitação média anual de 2.834 mm (SEPOF, 2011).

Foram avaliados quatro sistemas com diferentes coberturas vegetais: (1) SSP - Sistema Silvopastoril composto por árvores de seringueira (*Hevea brasiliensis* Aubl.) sob espaçamento 6 m x 6 m, capim braquiária (*Brachiaria brizantha* L.) e equinos (*Equus caballus*), pertencente à UFRA; (2) MON - Monocultivo de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) com aproximadamente 5 anos e espaçamento 4 m x 4 m; (3) POU - Área de cultivo em pousio de aproximadamente 10 anos coberta por gramíneas do gênero *Brachiaria sp.*, e arbustos e (4) FFS – Fragmento de floresta sucessional com aproximadamente 30 anos.

Em cada sistema, em uma área de aproximadamente 1 hectare, foram coletadas 10 amostras deformadas e 10 amostras indeformadas nas

profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm, perfazendo 30 amostras deformadas e 30 amostras indeformadas em cada sistema, num esquema amostral inteiramente casualizado. Em campo foram realizados os testes de infiltração de água no solo e da resistência do solo à penetração, perfazendo 10 repetições por sistema.

As amostras deformadas foram utilizadas para caracterização granulométrica (Tabela 1) e da umidade do solo (Tabela 2). A granulometria foi determinada pelo método da pipeta e a umidade do solo pelo método da umidade gravimétrica, ambos descritos em EMBRAPA (1997).

Nas amostras deformadas foi determinado também os teores de matéria orgânica do solo (M.O) em cada um dos sistemas, através da determinação do Carbono orgânico (C.org) conforme o método descrito em Embrapa (1997). Tendo-se os teores de carbono orgânico, calculou-se a matéria orgânica pela fórmula:  $M.O (g\ kg^{-1}) = C.org (g\ kg^{-1}) \times 1,724$ .

**Tabela 1.** Granulometria do solo em estudo (Latossolo Amarelo de textura franco arenosa).

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

**Tabela 2.** Valores médios da Umidade Relativa do Solo em kg kg<sup>-1</sup>, de um Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas de manejo e profundidades.

Sistemas	Umidade Relativa do Solo (kg kg <sup>-1</sup> )		
	0-10 cm	10-20 cm	20-40 cm
SSP	0.12	0.13	0.10
AÇA	0.11	0.09	0.08
POU	0.14	0.11	0.12
FFS	0.16	0.17	0.14

As amostras indeformadas de solo foram obtidas em anéis volumétricos com 100 cm<sup>3</sup>, as quais foram usadas para obter as variáveis: densidade do solo e porosidade total. A densidade do solo (Ds) foi determinada pelo método do anel volumétrico. A porosidade total (Pt) foi calculada pela equação  $Pt = (1 - Ds/Dp)$ .

A Resistência do solo à penetração foi determinada com um Penetrômetro de campo, modelo PNT 2000/motor, com haste de 50 cm de comprimento

e cone tipo 2 (médio) com 129 mm<sup>2</sup> de área, com leituras a cada 5 cm de profundidade até 40 cm.

A infiltração de água do solo foi determinada pelo método dos anéis concêntricos, composto por um anel metálico maior, com 50 cm de diâmetro e 20 cm de altura e um anel menor, com 25 cm de diâmetro e 20 cm de altura, cravados ao solo de maneira concêntrica. Com os dados de infiltração foi determinada a infiltração acumulada (IA), a qual corresponde à

função entre a lâmina de água infiltrada acumulada no solo em função do tempo acumulado (T). Através da IA

foram obtidos os parâmetros (k, a) da equação de regressão não linear proposto por Kostiakov (1932):

$$IA = k T^a \quad (1)$$

Derivando-se a infiltração pelo tempo, encontra-se equação potencial da velocidade de infiltração de água no solo (VI):

$$VI = \frac{dIA}{dT} = k a T^{a-1} \quad (2)$$

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de *Scott-Knott* para discriminação das médias dos sistemas, a 5 % de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de Matéria Orgânica, densidade do solo e porosidade total para os diferentes sistemas e profundidades são apresentados na Tabela 3. Na camada superficial (0-10 cm), os sistemas SSP e POU não diferiram significativamente de FFS quanto ao teor Matéria Orgânica, sendo estes

significativamente maiores que AÇA, nesta profundidade.

Estes resultados podem ser atribuídos à dominância de gramíneas nos sistemas SSP e POU, as quais possuem sistema radicular extenso e taxa de renovação de raízes muito alta nos primeiros centímetros de profundidade (PEREIRA et al., 2009), o que possibilita incorporação da matéria orgânica diretamente na camada superficial do perfil do solo (SILVA et al., 2006). Já no FFS, os altos valores de matéria orgânica podem ser atribuídos às dinâmicas naturais que favorecem a incorporação e manutenção da

matéria orgânica no solo. No sistema AÇA, os menores valores de matéria orgânica em superfície podem ser atribuídos à operação de preparo do solo no momento da implantação da cultura, bem como ao controle das

gramíneas, o que tem favorecido a ocorrência de solo exposto em muitos pontos nas entrelinhas do plantio, que normalmente favorece a oxidação e perda da matéria orgânica do solo (BAYER; MIELNICZUK, 2008).

**Tabela 3.** Matéria orgânica (M.O.), densidade do solo (D.S.) e porosidade total (P.T.) de um Latossolo Amarelo sob sistema Silvipastoril (SSP), monocultivo de Açaí (AÇA); área de cultivo em pousio (POU) e fragmento de floresta sucessional (FFS) nas profundidades 0-10; 10-20 e 20-40 cm.

Sistema	Profundidade (cm)	M.O. g kg <sup>-1</sup>	D.S. kg dm <sup>-3</sup>	P.T. m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>
SSP		28.21 a	1.55 a	0,42 c
AÇA	0-10	18.44 b	1.38 b	0,48 b
POU		25.10 a	1.28 c	0.52 a
FFS		24.18 a	1.23 c	0.54 a
SSP		17.44 b	1.51 a	0.43 c
AÇA	10-20	14.33 b	1.45 b	0.45 b
POU		19.46 b	1.42 b	0.46 b
FFS		26.86 a	1.28 c	0.52 a
SSP		12.63 b	1.58 a	0.40 c
AÇA	20-40	13.51 b	1.46 b	0.45 b
POU		15.51 b	1.44 b	0.46 b
FFS		22.62 a	1.31 c	0.51 a

\*Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente conforme o teste de Scott knott (5 % de significância).

Nas camadas mais subsuperficiais (10-20 e 20-40 cm), os sistemas SSP, AÇA e POU não diferiram estatisticamente e foram significativamente inferiores a FFS quanto ao teor de matéria orgânica no

solo. Estes resultados reforçam a hipótese do efeito das gramíneas no aumento da matéria orgânica do solo em superfície, haja vista que em camadas mais profundas, a densidade radicular das mesmas é menor, logo a



incorporação da matéria orgânica também é reduzida.

No que se refere à densidade do solo, os valores médios variaram de 1.23 a 1.58 kg dm<sup>-3</sup> e estão abaixo do limite crítico ao desenvolvimento da vegetação estabelecido por Reichert et al. (2003), isto é, 1,65 kg dm<sup>-3</sup> para solos com teor de argila menor que 200 g kg<sup>-1</sup>. Estes resultados indicam que os sistemas de manejo estudados não oferecem limitação física ao desenvolvimento das plantas quanto a esta variável.

Na profundidade 0-10 cm, o sistema SSP foi o que apresentou a maior densidade do solo, seguido do sistema AÇA, sendo estes significativamente maiores que POU e FFS. Estes resultados podem ser atribuídos à compactação promovida pelo pisoteio de animais no sistema silvipastoril, promovendo uma carga muito grande no solo em uma área bastante reduzida; pelo tráfego constante de maquinários nas atividades de roçagem na entrelinha do plantio e a constante exposição do solo aos

fatores climáticos no sistema AÇA. É comum a ocorrência de compactação do solo inclusive em suas camadas mais superficiais quando da passagem constante de maquinário pesado, mesmo em solos de textura franco-arenosa, como também constatado por Jabro et al. (2016), os quais avaliaram o efeito da adoção de diferentes intensidades de manejo e utilização de maquinário em um solo franco-arenoso.

A semelhança observada na densidade do solo de POU com o FFS na camada superficial do solo pode ser atribuída principalmente ao acúmulo de matéria orgânica nesta profundidade em POU, que diferentemente do sistema SSP, apresentou altos valores de matéria orgânica. Além do mais, este sistema se encontra isolado do tráfego de pessoas, animais e maquinários, que geralmente são fontes de compactação do solo (REICHERT et al., 2007).

Dessa forma, o pousio de 10 anos na área pode ter favorecido a redução da

densidade do solo, em especial devido à ação das gramíneas. Isto se deve aos benefícios que geralmente promovem estrutural do solo, como: alta densidade e a periódica renovação radicular, além da liberação de exsudatos na rizosfera que estimulam a atividade biológica, proporcionando à formação e à estabilização dos agregados no solo e aumento da porosidade do solo (BAYER; MIELNICZUK, 2008).

Nas camadas subsuperficiais (10-20 e 20-40 cm), o SSP permaneceu com os maiores valores de densidade, demonstrando o efeito do pisoteio de animais também nas camadas mais subsuperficiais do solo. No entanto, houve um aumento da densidade do solo em POU, igualando-se a AÇA, sendo estes significativamente maiores que o FFS nestas profundidades. Estes resultados se devem ao adensamento promovido pelo uso de maquinários nestes sistemas, tendo em vista que antes do abandono da área em POU, uma série de culturas agrícolas exigiram constantes revolvimentos do

solo, bem como uso maquinários. O aumento da densidade do solo em POU em subsuperfície reforçam a hipótese da redução da densidade do solo nas camadas mais superficiais pelo efeito das gramíneas e da cobertura vegetal, haja vista que foi observado também redução do teor de matéria orgânica com o aumento da profundidade.

Blainski et al. (2012) avaliaram a influência vegetal e de resíduos sobre a densidade, porosidade e outros atributos físicos de um solo franco-arenoso sob plantio direto e constataram uma melhoria considerável na qualidade física do solo, com diminuição da densidade, em contraste ao aumento de densidade nos tratamentos sem cobertura vegetal.

Quanto à porosidade total, os valores médios variaram de 0.40 a 0.54  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ , sendo que valores maiores que 0.5  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ , tida como proporção ideal de porosidade de acordo com Kiehl (1979), foram obtidos somente no FFS, em todas as profundidades estudadas,

e no sistema POU, na profundidade 0-10 cm. Valores de porosidade total abaixo de  $0.5 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  podem ser atribuídos ao manejo do solo, que normalmente reduz a porosidade por meio da compactação e adensamento do solo, bem como a predominância da fração areia (Tabela 1), que influencia na menor ocorrência de poros no interior dos agregados, resultando em menor porosidade total, como observado nos estudos de Oliveira Júnior et al. (1997); Souza et al. (2011) e Brasil Neto (2016), estudando Latossolos Amarelos amazônicos com predominância da fração areia.

Os valores de porosidade total do solo nos sistemas estudados apresentam o padrão inversamente proporcional em relação a densidade do solo, ou seja, quanto maior for a densidade do solo menor será a porosidade total e vice-versa, devida a alta correlação entre estas variáveis. A semelhança na porosidade total de POU com o FFS em superfície evidenciam a que a maior porosidade, além de diminuir a densidade, também

favorecem processos importantes para qualidade do solo como as trocas gasosas e a drenagem.

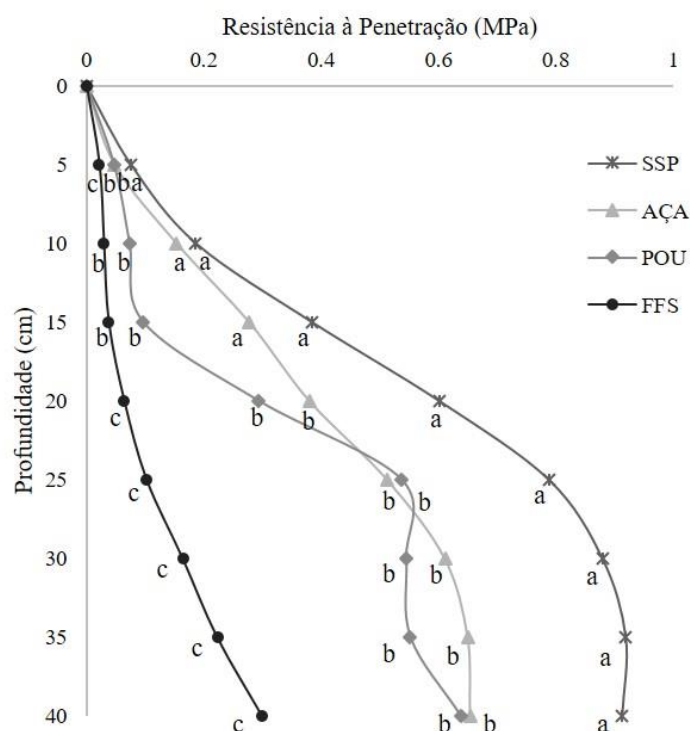
Na Figura 1 são apresentadas as curvas de Resistência do solo à Penetração em MPa, para os diferentes sistemas e profundidades. Os valores médios oscilaram de 0,02 a 0,9 MPa, classificados como muito baixo ( $\leq 1$  MPa), os quais não oferecem limitação ao desenvolvimento da vegetação, conforme os limites críticos estabelecidos por Canarache (1990). A umidade relativa do solo variou de 0.08 a  $0.17 \text{ kg kg}^{-1}$  (Tabela 2).

Assim como a densidade do solo, os valores de Resistência a penetração abaixo de um limite crítico nos diferentes sistemas de manejo e profundidades indicam que não há limitações físicas para o desenvolvimento das culturas. Com base nessas informações, pode-se afirmar que não é necessária a adoção de práticas convencionais de revolvimento do solo para instalação de culturas agrícolas nestes sistemas. No entanto, cuidados a longo prazo

precisam ser tomados para que não haja um aumento considerável da compactação do solo, podendo ser

priorizadas alternativas como um plantio direto ou cultivo mínimo.

**Figura 1.** Resistência do solo à Penetração (MPa) de um Latossolo Amarelo sob sistema Silvipastoril (SSP), monocultivo de Açaí (AÇA); área de cultivo em pousio (POU) e fragmento de floresta sucessional (FFS) em diferentes profundidades.



Letras iguais nas linhas não diferem estatisticamente conforme o teste de Scott knott (5 % de significância).

Diversos autores alertam acerca da suscetibilidade da compactação do solo e do aumento da resistência à penetração em função de práticas de manejo e de coberturas vegetais. Blasinski et al. (2008) avaliaram a

degradação física de um solo de textura média sob diferentes coberturas vegetais (mata nativa, pastagem em pousio, plantio de citros, plantio de culturas anuais) por meio da resistência à penetração e constataram

uma influência considerável e significativa estatisticamente dos sistemas de manejo sobre esta variável.

Tendo em vista que é comum a ocorrência de Latossolos Amarelos de textura franco-arenosa na região, em especial no Nordeste do estado do Pará, recomenda-se lançar mão de uma simples análise da densidade do solo e/ou da resistência do solo à penetração para constatar a necessidade ou não de práticas de preparo convencional do solo.

No que se refere ao comportamento da resistência a penetração nos sistemas estudados, observa-se que o sistema silvipastoril foi o que apresentou a maior resistência do solo à penetração em todas as profundidades estudadas. Estes resultados se devem principalmente à maior densidade e menor porosidade total neste sistema, evidenciando ocorrência de compactação.

Quanto à resistência do solo a penetração no sistema POU, observa-

se que nas profundidades 5 e 10 cm, houve semelhança com o FFS, e a partir de 20 cm, esta variável foi significativamente maior que a observada no sistema de referência, corroborando a hipótese do efeito das gramíneas no melhoramento das condições físicas constatadas em POU. Stumpf et al. (2016) enfatizam o efeito benéfico de espécies gramíneas sobre a qualidade física do solo, ocasionando a diminuição de sua densidade, de sua taxa de compactação e o aumento do espaço poroso do solo, por meio da formação de agregados estáveis e da continuidade de poros, em especial, nas camadas mais superficiais.

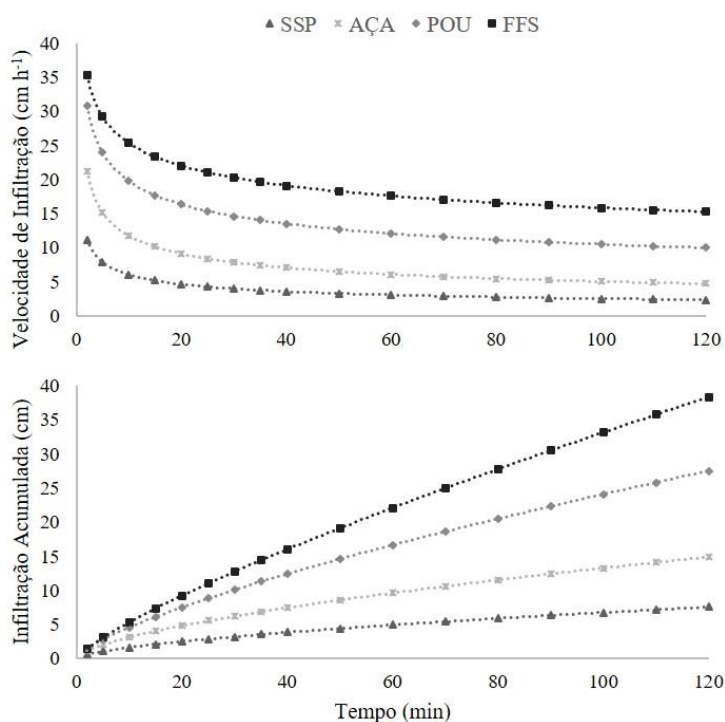
Na Tabela 4 são apresentados os valores médios e Coeficiente de Variação (CV) de Velocidade de Infiltração Básica (VIB), seguidos de equações e coeficientes de ajuste da Velocidade de infiltração. Na Figura 2 encontram-se as curvas de velocidade de infiltração e infiltração acumulada em função do tempo.

**Tabela 4.** Valores médios e Coeficiente de Variação (CV) de Velocidade de Infiltração Básica (VIB), seguidos de equações e coeficientes de ajuste da Velocidade de infiltração.

Sistema	VIB (cm h <sup>-1</sup> )	CV (%)	Velocidade de Infiltração (cm h <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>
SSP	2.33 c	19,3	VI=14.519 T <sup>-0.382</sup>	0.94
AÇA	4.70 c	20.4	VI=27.471 T <sup>-0.369</sup>	0.97
POU	9.97 b	22.2	VI=37.283 T <sup>-0.276</sup>	0.97
FFS	15.55 a	25.1	VI=40.632 T <sup>-0.205</sup>	0.99

\*Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente conforme o teste de Scott knott (5 % de significância).

**Figura 2.** Velocidade de Infiltração e infiltração acumulada de água em um Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas de manejo.



Os valores de VIB foram classificados como muito alta (VIB > 3 cm h<sup>-1</sup>) nos sistemas AÇA, POU e FFS; e

alta (VIB 1,5-3,0 cm h<sup>-1</sup>) no SSP, conforme classificação proposta por Bernardo et al. (2006). Estes valores de

VIB indicam que a drenagem nestes sistemas é eficiente.

Os Sistemas SSP e AÇA apresentaram os menores valores médios de velocidade de infiltração básica, evidenciado pelas curvas de velocidade de infiltração e infiltração acumulada. Estes resultados podem ser atribuídos principalmente pelas alterações promovidas pelo manejo na porosidade do solo, haja vista que em superfície, estes sistemas apresentaram maior densidade do solo e menor porosidade total, em comparação a POU e SER.

Souza et al. (2011), ao estudarem a influência da conversão de uma floresta secundária de 30 anos em sistemas agroflorestais sobre a infiltração de água no solo, constataram uma redução considerável nos valores de VIB deste solo e atribuíram tal resultado às práticas de manejo e uso de maquinário quando do preparo da área para o plantio.

Quanto a infiltração de água no sistema POU, observa-se que a Velocidade de Infiltração Básica não

diferiu do FFS. Isto pode ser atribuído principalmente pela semelhança com a floresta na densidade do solo e da porosidade total na camada superficial em virtude do acúmulo de matéria orgânica e também pelo pousio. Isto ressalta a importância da manutenção da qualidade física e estrutural do solo por meio da manutenção da cobertura vegetal e de práticas de manejo que favoreçam a manutenção da biomassa abaixo e acima do solo, em especial as camadas superficiais, para facilitação da drenagem e da qualidade do solo de maneira geral, sobretudo em solos com teores elevados da fração areia (PARIHAR et al., 2016).

## CONCLUSÃO

O Pousio favoreceu a ocorrência de menor densidade do solo e resistência do solo à penetração e maior porosidade total na camada superficial, bem como maior infiltração de água no solo, em comparação com os sistemas silvipastoril e monocultivo de açaí, em virtude do acúmulo de matéria orgânica nos primeiros centímetros de

profundidade. No entanto, os sistemas sivepastoril e monocultivo de açaí e pousio não apresentaram limitações físicas, com base na densidade do solo e resistência do solo à penetração.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, L. W. R.; CARVALHO, E. J. M.; SILVA, L. G. T.; **Diagnóstico agrícola do município de Paragominas, PA.** – Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014.
- ABDOLLAHI, L.; HANSEN, E. M.; RICKSON, R. J.; MUNKHOLM, L. J. Overall assessment of soil quality on humid sandy loams: Effects of location, rotation and tillage. **Soil & Tillage Research**, v. 145, p. 29-36, 2015.
- BARBOSA, J. S.; SILVA, K. C. R.; CARDUCCI, C. E.; SANTOS, K. L.; KOHN, L. S.; FUCKS, J. S. Atributos Físico-hídricos de um Cambissolo Húmico Sob Sistema Agroflorestal no Planalto Catarinense. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. 1-9, 2017.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A; CAMARGO, F A O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** 2.ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. 654p.
- BLAINSKI, E.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J.; GUIMARÃES, R. M. L. Quantificação da degradação física do solo por Meio da curva de resistência do solo à Penetração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 975-983, 2008.
- BLAINSKI, E.; 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, p. 79-87, 2012.
- BRASIL NETO, A.B. **Atributos físico-hídricos de um Latossolo Amarelo sob diferentes coberturas vegetais em Tomé-Açú, Pará.** 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2016.
- BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação.** 8. Ed. Viçosa: UFV, 2006. 625p.
- 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.
- EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo.** 2.ed. EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.
- KIEHL, E.J. **Manual de edafologia.** São Paulo: Ceres, 1979. 264p.
- KOSTIAKOV, A. N. On The Dynamics of the Coefficient of Water Percolation in Soils and the Necessity for Studying It from a Dynamic Point of View for



Purpose of Amelioration. **Society of Soil Science**, v.14, p.17-21, 1932.

JABRO, J. D.; IVERSEN, W. M.; STEVENS, W. B.; EVANS, R. G.; MIKHA, M. M.; ALLEN, B. L. Physical and hydraulic properties of a sandy loam soil under zero, shallow and deep tillage practices. **Soil & Tillage Research**, v. 159, p. 67-72, 2016.

MONCADA, M. P.; PENNING, L. H.; TIMM, L. C.; GABRIEL, D.; CORNELIS, W. M. Visual examinations and soil physical and hydraulic properties for assessing soil structural quality of soils with contrasting textures and land uses. **Soil & Tillage Research**. V.140, p. 20-28, 2014.

NOVAES JÚNIOR, N. N. P. MURRIETA, S. ADAMS, C. A agricultura de corte e queima: um sistema em transformação. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, Belém, v. 3, n. 2, p. 153-174, 2008.

OLIVEIRA JÚNIOR, R.C. de; VALENTE, M.A.; RODRIGUES, T.E.; SILVA, J.M.L. da. **Caracterização físico-hídricos de cinco perfis de solos do nordeste paraense**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1997. 27p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa, 177).

PARIHAR, C. M.; YADAV, M. R.; JAT, S. L.; SINGH, A. K.; KUMAR, B.; PRADHAN, D. C.; JAT, M. L.; JAT, R. K.; SAHARAWAT, Y. S.; YADAV, O. P. Long term effect of conservation agriculture in maize rotations on total organic carbon, physical and biological properties of a sandy loam soil in north-western Indo-

Gangetic Plains. **Soil & Tillage Research**, v. 161 p. 116-128, 2016.

PAUDEL, B. R.; UDAWATTA, R. P.; KREMER, R. J.; ANDERSON, S. H. Soil quality indicator responses to row crop, grazed pasture, and agroforestry buffer management. **Agroforestry System**, 2011.

PEREIRA, A. L.; CAMPOS, M. C. C.; SOUZA, Z. M. DE.; CAVALCANTE, I. H. L.; SILVA, V. A. DA; MARTINS FILHO, M. V. Atributos do solo sob pastagem em sistema de sequeiro e irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, V.33, p.377-384, 2009.

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

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos mitigação. In: **Tópicos em Ciência do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.49-134.

REYNOLDS, W. D.; BOWMAN, B. T.; DRURY, C. F.; TAN, C. S.; LU, X. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. **Geoderma**, v. 110, n. 1-2, p. 131-146, 2002.

ROCHA, J. E. C.; BRASIL NETO, A. B.; NORONHA, N. C.; GAMA, M. A. P.; CARVALHO, E. J. M. SILVA, A. R.; DOS SANTOS, C. R. C. Organic matter and

physical-hydric quality of an Oxisol under eucalypt planting and abandoned pasture. **Cerne**, v. 22 n. 4. p. 381-388, 2016.

SEPOF. **Estatística municipal**. 2011. Disponível em: <<http://iah.iec.pa.gov.br/iah/fulltext/gepreferenciamento/belem.pdf>>. Acesso em: 26 de set. de 2015.

SILVA, G. R. DA; SILVA JÚNIOR, M. L. DA; MELO, V. S. DE. Efeitos de diferentes usos da terra sobre as características químicas de um Latossolo Amarelo do Estado do Pará. **Acta Amazônica**, V.36, p.151-158, 2006.

SOUZA, C. M. A. F.; CARVALHO, F. S.; CARVALHO, C. J. R.; VASCONCELOS, S. S.; KATO, O. R.; SOUZA, C. M. A. S. Atributos físicos do solo em sistemas agroflorestais sequenciais no município de Igarapé Açú, Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 8., 2011, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: SBSAF: Embrapa Amazônia Oriental: UFRA: CEPLAC: EMATER: ICRAF, 2011.

STUMPF, L.; PAULETTO, E. A.; PINTO, L. F. S. Soil aggregation and root growth of perennial grasses in a constructed clay minesoil. **Soil & Tillage Research**, v. 161, p. 71-78, 2016.