

**Matéria Orgânica e Propriedades Físico-  
Hídricas em Argissolo, em Sistema  
Silvopastoril, em Teresina, Piauí**



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Meio-Norte  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
135**

**Matéria Orgânica e Propriedades Físico-  
Hídricas em Argissolo, em Sistema  
Silvopastoril, em Teresina, Piauí**

*Francisco de Brito Melo  
Adriana Mello de Araújo  
Aderson Soares de Andrade Júnior  
Tânia Maria Leal*

**Embrapa Meio-Norte  
Teresina, PI  
2021**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio-Norte  
Av. Duque de Caxias, 5.650, Bairro Buenos Aires  
Caixa Postal 01  
CEP 64008-480, Teresina, PI  
Fone: (86) 3198-0500  
Fax: (86) 3198-0530  
www.embrapa.br/meio-norte]  
Serviço de Atendimento ao Cidadão(SAC)  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações  
da Unidade Responsável

Presidente  
*Rosa Maria Cardoso Mota de Alcantara*

Secretário-Executivo  
*Jeudys Araújo de Oliveira*

Membros  
*Ligia Maria Rolim Bandeira, Edvaldo Sagrilo,  
Orlane da Silva Maia, Luciana Pereira dos Santos  
Fernandes, Francisco Jose de Seixas Santos, Paulo  
Henrique Soares da Silva, João Avelar Magalhães,  
Paulo Fernando de Melo Jorge Vieira, Alexandre  
Kemenes, Ueliton Messias, Marcos Emanuel da  
Costa Veloso, Jose Alves da Silva Câmara*

Supervisão editorial  
*Ligia Maria Rolim Bandeira*

Revisão de texto  
*Francisco de Assis David da Silva*

Normalização bibliográfica  
*Orlane da Silva Maia*

Tratamento das ilustrações  
*Jorimá Marques Ferreira*

Editoração eletrônica  
*Jorimá Marques Ferreira*

Foto da capa  
*Francisco de Brito Melo*

**1ª edição**  
1ª impressão (2021): formato digital

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
Embrapa Meio-Norte

---

Matéria orgânica e propriedades físico-hídricas em Argissolo, em sistema silvopastoril, em Teresina, Piauí /  
Francisco de Brito Melo ... [et al.]. - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2021.  
PDF (22 p.) : il. ; 16 cm x 22 cm. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Meio-Norte,  
ISSN 1413-1455 ; 135).

1. Sistema integrado. 2. Conservação do solo. 3. Conservação da água. 4. Retenção de água no solo.  
5. Compactação do solo. I. Melo, Francisco de Brito. II. Embrapa Meio-Norte. III. Série.

CDD 631.4 (21. ed.)

---

*Orlane da Silva Maia* (CRB-3/915)

© Embrapa, 2021

## Sumário

---

Resumo .....	5
Abstract .....	7
Introdução.....	8
Material e Métodos .....	10
Resultados e Discussão .....	13
Conclusões.....	19
Referências .....	20

# Matéria Orgânica e Propriedades Físico-Hídricas em Argissolo, em Sistema Silvopastoril, em Teresina, Piauí\*

Francisco de Brito Melo<sup>1</sup>

Adriana Mello de Araújo<sup>2</sup>

Aderson Soares de Andrade Júnior<sup>3</sup>

Tânia Maria Leal<sup>4</sup>

**Resumo** - Objetivou-se com este trabalho avaliar sistemas de manejo de integração pastagem, pecuária e floresta (SIPPF), por meio das propriedades físico-hídricas e da matéria orgânica do solo na região Meio-Norte do Brasil. O experimento foi realizado no período de novembro a dezembro de 2019, no campo experimental da Embrapa Meio-Norte em Teresina, PI. Foram avaliados três sistemas: 1 – Capim-massai consorciado com cunhã; 2 – Capim-massai sombreado por cajueiros; 3 – Vegetação nativa como referência. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelos sistemas de manejo e as subparcelas pelas profundidades dos perfis (0,0 - 0,1 m, 0,1 - 0,2 m, 0,2 - 0,3 m, 0,3 - 0,4 m, 0,4 - 0,5 m, 0,5 - 0,6 m e 0,6 - 0,7 m). Nos três sistemas de manejo, a matéria orgânica apresenta-se concentrada na camada de solo de 0,0 - 0,1m, comportamento causado pelo sistema radicular fasciculado das gramíneas capim-massai, utilizadas nos dois sistemas. A macroporosidade, a microporosidade e a porosidade total no sistema 1 (capim-massai

---

\*Embrapa Macroprograma: 22.13.06.013.00.04.006

<sup>1</sup>Francisco de Brito Melo, engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

<sup>2</sup>Adriana Mello de Araújo, Zootecnista, doutora em Genética e Melhoramento, pesquisadora da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

<sup>3</sup>Aderson Soares de Andrade Júnior, engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

<sup>4</sup>Tânia Maria Leal, médica-veterinária, doutora em Sanidade e Reprodução Animal, pesquisadora da Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí

consociado com cunhã) apresentam maiores valores, em decorrência do maior teor de argila ao longo do perfil do solo e em função do maior tempo de presença do pasto nessa área. As retenções de água na capacidade de campo e no ponto de murcha permanente foram maiores nos sistemas 1 (capim-massai consociado com cunhã) e 2 (capim-massai consociado com cajueiro) em razão do maior armazenamento de água ao longo de todo o perfil do solo. Na densidade do solo, o maior valor ( $1,60 \text{ g cm}^{-3}$ ) aconteceu na camada de 0,2 - 0,3 m nos três sistemas, encontrando-se abaixo do intervalo considerado adequado para essa classe de solo e sistemas de manejo.

**Palavras-chaves:** Sistemas integrados; conservação do solo e da água; água disponível no solo; compactação.

## Organic Matter and Physical and Hydric Properties in Argisolo Under Silvopastoril System in Teresina, Piauí

**Abstract** - The objective of this work was to evaluate integration, pasture, livestock and forest management systems (SIPPF), through the physical-hydric properties and organic matter of the soil in the Mid-North region of Brazil. The experiment was carried out from November to December 2019 at the Embrapa Meio-Norte experimental field in Teresina, PI. Three systems were evaluated: 1 - massai grass intercropped with cunhã; 2 - massai grass shaded by cashew trees and 3 - native vegetation, as a reference. A completely randomized design was used, in a split plot scheme, with four replications. The plots were constituted by the management systems and the subplots by the depths of the profiles (0.0-0.1 m, 0.1-0.2 m, 0.2-0.3 m, 0.3-0.4 m, 0.4-0.5 m, 0.5-0.6 m and 0.6-0.7 m). In the three management systems, organic matter is concentrated in the 0.0-0.1 m soil layer, behavior caused by the fasciculate root system of grasses, massai grass, used in both systems. The macroporosity, microporosity and total porosity, in system 1 (massai grass intercropped with cunhã), presents higher values, due to the higher clay content, along the soil profile and due to the longer pasture presence in this area. Water retention in field capacity and at the point of permanent wilt, were higher in systems 1 (massai grass intercropped with cunhã) and 2 (massai grass intercropped with cashew tree) due to the greater water storage along the entire profile of the ground. In soil density, the highest value ( $1.60 \text{ g cm}^{-3}$ ) occurs in the 0.2-0.3 m layer, in the three systems, being below the range considered appropriate, for this class of soil and systems management.

**Key words:** integrated systems; Conservation of soil and water; Available soil water; Compaction.

## Introdução

---

A agricultura, a pecuária e a silvicultura têm sido praticadas de forma isolada, quase sempre na forma de monoculturas, o que tem contribuído para acelerar o processo de degradação do solo, especialmente em relação à perda de biodiversidade (Assis Júnior; Silveira, 2010). Diante dessa realidade e na busca para reverter os efeitos negativos pertinentes a esses sistemas de produção, a consorciação de espécies vegetais e animais tem-se destacado.

Atualmente, são conhecidas como sistemas silvipastoris (SSPs) as formas de uso e de manejo dos recursos naturais nas quais espécies lenhosas, como árvores, arbustos e palmeiras, são utilizadas em associação com cultivos de pastagens para alimentação de animais na mesma área, simultaneamente ou não (Daniel et al., 1999). Essa prática visa agregar valor à propriedade, pois traz benefícios para o ambiente de produção e em especial para o solo, aumentando a cobertura vegetal e consequentemente contribuindo para a melhoria das propriedades físico-hídricas, químicas, matéria orgânica e também para o bem-estar animal, principalmente nas regiões em que a radiação solar é intensa, levando os animais a níveis de estresses que reduzem sua capacidade produtiva.

As árvores fornecem madeira e, quando frutíferas como mangueiras, coqueiros, cajueiros, ainda rendem ao produtor uma melhoria da renda familiar por meio da comercialização de seus frutos (Murgueitio et al., 2011).

Sistemas silvipastoris que utilizam frutíferas têm demonstrado resultados promissores para a pecuária nordestina, principalmente no Piauí. Rodrigues et al. (2012) associaram caju e capim-massai para terminação de ovinos e obtiveram uma produção forrageira de aproximadamente 1.485 kg de MS ha<sup>-1</sup>; observaram também que, devido ao sombreamento causado pelo cajueiro, as gramíneas elevaram seus componentes folha e colmo, proporcionando uma redução da relação

folha/colmo, entretanto esse resultado não influenciou o comportamento de pastejo dos animais. Os autores também avaliaram o consórcio de massai com leguminosas estilosas, o que incrementou a produção forrageira.

Em trabalho semelhante, Carvalho et al. (2014) compararam dois sistemas de produção forrageira, um em monocultivo de capim-massai e outro de caju consorciado com capim-massai, e constataram que existe influência positiva em relação à morfogênese das gramíneas, pois a intensidade luminosa favorece os componentes vegetais, desenvolvendo e produzindo material forrageiro. Assim sugerem que o capim-massai seja uma variedade adaptada ao sombreamento, recomendando sua utilização em SSPs.

Nesse contexto, estudos com sistemas silviagrícolas nas condições do Nordeste brasileiro são importantes, não somente por serem um sistema inovador cujo efeitos da integração na adaptação de espécies vegetais devem ser mensurados, mas também no caso específico da região selecionada para o estudo, por conciliar demandas que buscam sistemas mais sustentáveis que harmonizem a produção de alimentos com a preservação ambiental.

Os sistemas de integração podem contribuir com a melhoria da qualidade física do solo. Bono et al. (2013), ao avaliarem solo em sistema ILP e monocultivo de lavoura e pastagem, constataram que o manejo integrado apresentou velocidades de infiltração básica e de infiltração acumulada de água no solo mais próximas das observadas na mata nativa. Silva et al. (2011) avaliaram lavoura e pastagem, em sistema ILP e em mata nativa, e constataram que, entre os sistemas produtivos, a melhor estrutura do solo foi verificada no sistema ILP, nas camadas de 0,0 - 0,1m e 0,1 - 0,2 m.

Por outro lado, alguns trabalhos têm demonstrado que a adoção de sistemas de integração nem sempre proporciona melhorias na qualidade física do solo.

Alguns autores têm verificado que os sistemas de integração alteram negativamente algumas propriedades físicas do solo, entretanto sem ultrapassar níveis considerados limitantes à boa qualidade física (Marchão et al., 2007; Spera et al., 2009, 2010). Outros autores têm observado que o manejo com pastagem contínua causa menos impactos nos atributos físicos do solo do que o manejo em sistemas de integração (Spera et al., 2009).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho é avaliar os efeitos de sistemas de integração de cajueiro com capim-massai e de capim-massai consorciado com cunhã para produção de ovinos, nas propriedades físico-hídricas e matéria orgânica do solo na região Meio-Norte do Brasil.

## Material e Métodos

---

O experimento foi realizado no período de novembro a dezembro de 2019, no campo experimental da Embrapa Meio-Norte (5°02'01.04"S e 42°48'00.05"O) em Teresina, PI. O clima de Teresina, de acordo com a classificação climática de Thornthwaite e Mather (1955) é C1sA'a', caracterizado como subúmido seco, megatérmico, com excedente hídrico moderado no verão e uma concentração de 32,2% da evapotranspiração potencial no trimestre que compreende os meses de setembro, outubro e novembro (Bastos; Andrade Júnior, 2019). O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, de acordo com a classificação realizada por Melo et al. (2019).

Foram avaliados três sistemas integrados: 1 – capim-massai associado à cunhã; 2 – capim-massai sombreado por cajueiros; 3 – vegetação nativa de Cerrado.

O pasto de capim-massai do sistema 1 já existia, tendo sido implantado em março de 2011 e desde então submetido a pastejo por bovinos, ovinos e caprinos. No preparo da área destinada ao consórcio do capim com a leguminosa, foi aplicado herbicida não seletivo com o intuito de eliminar

as plantas existentes. Após o tempo de atuação nas plantas, foi realizada a roçagem e em seguida a gradagem do solo. A cunhã foi introduzida na área em janeiro de 2018, cujas sementes foram semeadas a lanço, na quantidade de 12 kg de sementes ha<sup>-1</sup>. Para auxiliar no desenvolvimento da leguminosa, foi realizada adubação fosfatada com 65 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

A área com cajueiros era utilizada há 17 anos em cultivo de monocultura, sistema 2. O pomar é constituído por quatro clones de cajueiro-anão-precoce (CCP09, CCP76, Embrapa 50 e Embrapa 51) que totalizam 178 plantas ha<sup>-1</sup>. Foi adotado o espaçamento de 8 m entre fileiras e 7 m entre plantas. A altura média das plantas, no momento da implantação da pastagem, era de 3,7 m com uma produtividade de castanha-de-caju estimada em 1.280 kg ha<sup>-1</sup>. Em março de 2017, as plantas de cajueiro receberam uma poda de limpeza, ou seja, a eliminação de galhos secos e doentes, para que houvesse melhor arejamento e consequentemente melhor insolação da área, facilitando o plantio e o desenvolvimento do capim, prática que foi repetida em janeiro de 2018. A implantação do pasto de capim-massai foi realizada nas entrelinhas e também na projeção da copa em maio de 2017. O plantio foi feito a lanço, após a gradagem da área.

No manejo dos pastos, em ambos os sistemas, foi utilizada lotação fixa, rotacionada com 4 dias de ocupação e 28 dias de descanso. Foram utilizadas, em ambos os sistemas, ovelhas da raça Santa Inês, com peso vivo inicial de 37,5 ± 6,46 kg e taxa de lotação de 99 animais por hectare.

Em cada sistema, foram selecionados quatro pontos para abertura das trincheiras com 1 metro de profundidade para coleta de amostras de solo com estruturas indeformadas, coletadas nas profundidades: 0,0 - 0,1 m, 0,1 - 0,2 m, 0,2 - 0,3 m, 0,3 - 0,4 m, 0,4 - 0,5 m, 0,5 - 0,6 m e 0,6 - 0,7 m. De forma semelhante, foi selecionada uma área de vegetação nativa não pastejada que foi tomada como referência, no mesmo período em que se realizaram as demais coletas (novembro a dezembro de 2019).

Ao redor de cada trincheira, nas quatro direções cardeais, foram definidos quatro pontos (repetições) para retirada de amostras com estrutura deformada, equidistantes a cada 10 m, nas mesmas profundidades das trincheiras, as quais foram utilizadas nas análises químicas, matéria orgânica e nas determinações dos teores de areia, silte e argila. As amostras de uma mesma profundidade foram misturadas para formar uma amostra composta (uma amostra por profundidade por área avaliada).

Para a determinação da granulometria, que visa quantificar a participação de cada fração granulométrica na amostra de solo, foi utilizada a amostra deformada com aplicação da metodologia da dispersão total descrita por Teixeira et al. (2017). Para determinar a densidade do solo, que corresponde à relação entre a massa de solo da amostra e o volume ocupado pela mesma, foram utilizadas as amostras coletadas com os anéis volumétricos de 100 cm<sup>3</sup> nas diferentes profundidades. Para essas determinações, foi utilizada a metodologia proposta por Teixeira et al. (2017).

Para a determinação da porosidade total (PT) obtida pela diferença entre a massa do solo saturado e a massa do solo seco em estufa a 105 °C durante 24 horas, utilizou-se o método proposto por Silva (1999). A microporosidade do solo foi determinada pelo método da mesa de tensão, segundo metodologia proposta por Silva (1999). A macroporosidade foi determinada pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade.

A determinação da umidade na capacidade de campo ( $\theta_{CC}$ ) foi obtida na tensão de 10 kPa (Richards; Fireman, 1943; Cassel; Nielsen, 1986), que corresponde à umidade do solo, quando este estiver retendo a maior quantidade possível de água no seu interior. A umidade no ponto de murcha permanente ( $\theta_{PMP}$ ), que equivale à umidade limite inferior do solo capaz de ser absorvida pelas plantas, foi obtida na tensão de 1.500 kPa, na câmara de Richards (Klein, 1999). Os valores de CAD foram obtidos pela diferença entre a umidade na capacidade de campo e a umidade no ponto de murcha permanente, multiplicados pela espessura de cada camada de solo (10 cm), com os valores expressos em mm de água retida na camada de solo.

Os teores de matéria orgânica do solo foram obtidos aplicando-se o fator de correção de 1,724 aos valores de carbono do solo, conforme recomendado por Pribyl (2010), comumente usado para estimar o teor de MO em solos a partir do carbono orgânico total (COT), que foi determinado pelo método Walkly Black, por oxidação a quente com dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) e titulação com sulfato ferroso ( $FeSO_4$ ) (Teixeira et al., 2017).

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelos sistemas de manejo e as subparcelas, pelas profundidades. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), como fonte de variação o tipo de sistema de manejo do solo. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade por meio do software R (Team, 2017).

## Resultado e Discussão

---

Com exceção da matéria orgânica (MO), as variáveis argila (ARG), areia total (AT), macroporosidade (MAC), microporosidade (MIC), porosidade total (PT), umidade do solo em capacidade de campo ( $\theta_{CC}$ ), umidade do solo em ponto de murcha permanente ( $\theta_{PMP}$ ), água disponível (CAD) e densidade do solo (DS) apresentaram efeitos significativos em relação aos sistemas integrados adotados e avaliados (Tabela 1).

Quanto às camadas de solo, nos três sistemas de manejo, a MO diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ), apresentando valores na camada de solo de 0,0 - 0,1m, superiores às demais camadas, o que indica que a gramínea, por apresentar um sistema radicular fasciculado, proporcionou esse acréscimo na camada superficial do solo; a vegetação nativa, por estar em equilíbrio, ou seja, com aporte da folhagem e ausência de entrada de animais e máquinas agrícolas durante vários anos consecutivos, mantém altos teores de MO na camada superficial do solo, seguida das camadas de 0,1 - 0,2, 0,2 - 0,3, 0,3 - 0,4 e 0,4 - 0,5 m nos sistemas 1 e 2 e no sistema 3 indo até a camada de solo de 0,5 - 0,6 m (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores médios, teste F e coeficiente de variação da matéria orgânica e dos atributos físico-hídricos do solo em decorrência dos sistemas integrados.

	M.O. g kg <sup>-1</sup>	ARG %	AT	MAC cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>	MIC cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>	PT cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>	θ CC cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>	θ PMP cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>	CAD mm	DS g cm <sup>-3</sup>
<b>Sistemas Manejo</b>										
Sistema 1	1,04 a	18,54 a	74,14 b	29,91a	27,02a	61,93 a	22,04a	8,95 a	13,10 b	1,57 ab
Sistema 2	1,01 a	17,38 ab	73,69 b	27,13 b	25,74 b	52,87 b	22,71 ab	9,12 a	15,12 a	1,56 b
Veg. Nat. 3	1,10 a	16,63 b	75,57 a	26,39 b	25,31 b	51,70 b	20,72 b	8,59 b	15,27 a	1,60 a
Teste F	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	*
Prof. m	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
<b>Sistema 1</b>										
0,0-0,1	1,54 a	13,14 e	78,44 a	37,42 a	30,52 a	67,93 a	29,49 a	12,41 a	17,08 a	1,45 c
0,1-0,2	1,05 b	14,97 de	79,33 a	27,57 cd	24,53 b	52,10 bc	18,37 de	5,32 b	13,06 b	1,58 b
0,2-0,3	1,08 b	16,80 cd	77,42 a	26,04 d	23,07 b	49,11 c	17,44 e	6,49 d	10,96 b	1,6 a
0,3-0,4	0,95 bcd	19,07 bc	77,44 a	28,30 cd	25,25 b	53,55 bc	21,91 c	10,64 b	11,27 b	1,60 ab
0,4-0,5	1,03 bc	21,54 ab	67,49 b	34,20 ab	24,91 b	59,11 b	24,70 b	8,63 c	13,07 b	1,61 ab
0,5-0,6	0,80 d	21,62 ab	68,68 b	30,28 bcd	25,62 b	55,90 bc	20,88 c	9,68 bc	11,20 b	1,55 b
0,6-0,7	0,84 cd	22,65 a	67,09 b	32,14 abc	26,30 b	58,44 b	21,52 c	9,47 bc	12,06 b	1,59 ab
<b>Sistema 2</b>										
0,0-0,1	1,34 a	11,70 b	80,73 a	31,75 a	23,90 b	55,65 b	20,01 b	8,07 d	11,94 b	1,45 c
0,1-0,2	1,05 b	13,11 b	79,21 ab	35,29 a	26,43 ab	61,71 ab	22,87 a	7,95 d	14,92 a	1,58 b
0,2-0,3	1,08 b	13,38 b	76,01 bc	34,73 a	27,38 ab	62,11 ab	22,16 ab	8,21 cd	13,94 ab	1,6 a
0,3-0,4	0,95 bcd	13,57 b	73,96 cd	33,38 a	26,63 ab	60,00 ab	22,56 ab	8,67 bcd	13,89 ab	1,60 ab
0,4-0,5	1,03 bc	22,74 a	67,54 de	35,39 a	29,09 a	64,48 a	24,70 a	10,15 ab	14,55 ab	1,61 ab
0,5-0,6	0,80 d	22,24 a	71,41 ef	35,66 a	27,87 a	63,52 ab	23,38 a	9,83 a bc	13,55 ab	1,55 b
0,6-0,7	0,84 cd	23,66 a	70,16 f	37,90 a	27,86 a	65,76 a	23,30 a	10,98 a	12,33 ab	1,59 ab

Continua...

Tabela 1. Continuação.

	MO. g kg <sup>-1</sup>	ARG %	AT %	MAC cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>	MIC cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>	PT cm <sup>2</sup> cm <sup>-3</sup>	θ CC cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>	θ PMP cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>	CAD mm	DS g cm <sup>-3</sup>
Mata Nativa 3										
0,0-0,1	1,36 a	13,01 b	80,42 a	37,02 a	30,04 a	67,94 a	30,25 a	6,32 c	23,93 a	1,43 c
0,1-0,2	1,14 b	14,45 b	77,13 a	26,55 b	22,10 c	48,65 c	22,10 a	7,29 bc	14,81 b	1,58 b
0,2-0,3	1,10 b	14,64 b	78,51 a	28,34 b	24,05 bc	52,39 bc	24,55 b	9,60 a	14,95 b	1,6 a
0,3-0,4	1,12 b	18,19 a	73,22 b	29,51 b	24,85 bc	54,37 bc	23,85 b	9,29 a	14,56 b	1,60 ab
0,4-0,5	1,14 b	18,88 a	73,38 b	29,44 b	24,91 bc	54,35 bc	21,90 b	9,26 a	12,64 b	1,61 ab
0,5-0,6	0,94 bc	19,12 a	73,16 b	30,23 b	25,38 bc	55,61 bc	22,02 b	9,43 a	12,39 b	1,55 b
0,6-0,7	0,87 c	19,40 a	72,95 b	32,01 ab	25,85 b	57,85 b	22,32 b	8,91 a b	13,4 b	1,59 ab
Sist. versus Prof.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Teste F	*	**	**	**	**	**	**	**	**	*
CV1 %	7,04	1,66	7,04	6,33	2,82	3,60	1,28	8,74	5,81	1,38
CV2 %	7,74	1,89	7,09	7,19	5,45	5,88	4,68	7,14	7,67	5,16

MO = matéria orgânica; ARG = argila; AT = areia total; MAC = macroporosidade; MIC = microporosidade; PT: porosidade total; θCC: umidade do solo em capacidade de campo (10 kPa); θCC: umidade do solo em ponto de murcha permanente (1500 kPa); CAD-água disponível; DS: densidade do solo.

1Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% (\*\* p<0,01) e a 5% (\* p<0,05) e na linha representa significância pelo teste F a 1% (\*\* p<0,01) e a 5% (\* p<0,05) de probabilidade;

CV1: coeficiente de variação das parcelas (sistemas de manejo); CV2: coeficiente de variação das subparcelas (camada de solo);

ns: não significativo.

A dinâmica da MO é fortemente afetada pelas práticas de manejo, que, quando bem executadas e com anos de adoção, o excedente da parte aérea da pastagem gerado e as raízes que permanecem na área propiciam a manutenção ou o incremento do estoque de carbono (Pinheiro, 2007). O maior acúmulo de MO na camada superficial (até 0,1 m) foi devido ao não revolvimento do solo nesses sistemas o qual ocasiona maior quantidade de palhada na superfície. Outros fatores importantes são as condições edafoclimáticas da região onde o trabalho foi desenvolvido, que se caracterizam por elevada radiação solar e altas temperaturas em praticamente 8 meses do ano (Andrade Júnior et al., 2004), que aceleram o processo de decomposição da palhada nas camadas mais superficiais do solo, tornando a MO disponível (Cruz et al., 2018).

Quanto à granulometria do solo, observou-se diferença significativa ( $p < 0,01$ ) entre os sistemas. Os sistemas 1 e 2 apresentaram maiores teores de argila, diferindo do sistema 3. Por outro lado, quanto aos teores de AT, o sistema 3 apresentou o maior teor, diferindo dos demais sistemas, os quais não diferiram entre si. A variação observada nas frações granulométricas deve-se à própria natureza dos materiais de origem dos solos da região (sedimentos derivados de arenito e folhelho), que promove a variabilidade espacial dessas frações típicas de solos classificados como Argissolo. Vários autores, entre eles Bertoni e Lombardi Neto (2008) e Brady e Weil (2013) afirmaram que os sistemas de manejo do solo não são capazes de promover alterações na granulometria dos solos, o que também foi verificado no presente estudo.

Na granulometria, os teores de ARG e de AT diferiram em profundidades dos perfis de solo ( $p < 0,01$ ). Nos três sistemas, os teores de argila foram menores até 0,3 - 0,4 m e conseqüentemente maiores teores de AT. Essa característica é normal tendo em vista que o solo é classificado como Argissolo, ficando nessa profundidade o horizonte B textural, ou seja, nessa classe de solo há uma migração natural do horizonte superficial para

o subsuperficial, sendo uma mudança abrupta no teor de argila entre os horizontes A e B.

Quanto às características de MAC, de MIC e de PT, o sistema 1 apresentou maiores valores em decorrência do maior teor de ARG no perfil do solo e em razão do maior tempo da presença do pasto nessa área, sendo este implantado 6 anos antes da implantação do sistema 2, causando maior distribuição do sistema radicular no perfil do solo, aumentando a MO, melhorando a sua estrutura. Resultados semelhantes foram observados por Conte et al. (2011).

Analisando-se a MAC, a MIC e a PT nas diferentes profundidades, observa-se que os sistemas 1 e 3 apresentaram maiores valores na camada de 0,0 - 0,1 m diferindo ( $p < 0,01$ ) das demais camadas de solo. Esse comportamento é explicado pelos maiores teores de MO nessa camada de solo nos dois sistemas acima citados. Quanto ao sistema 2, apesar de apresentar também, na profundidade de 0,0 - 0,1 m, valor de MO menor do que os outros dois sistemas na mesma profundidade, quando comparado com as demais profundidades dentro do mesmo sistema, foi mais elevado do que nas demais profundidades. A explicação é devido ao menor tempo de adoção do sistema nesta área (6 anos a menos). A maior contribuição para os maiores valores de MAC, de MIC e de PT nas camadas mais profundas de 0,4 - 0,7 m, em todos os sistemas, foram os teores de ARG. A variação observada no comportamento dos atributos MAC, MIC e PT são fundamentais para explicar as diferenças observadas em relação à retenção de água, já que a microporosidade é um atributo do solo que tem a função de retenção e de armazenamento de água e a macroporosidade tem como função possibilitar a aeração e infiltração de água (Nagahama et al., 2016).

Analisando-se a  $\theta_{CC}$  e a  $\theta_{PMP}$ , observa-se que os sistemas 1 e 2 apresentaram os maiores valores nos dois parâmetros em razão do maior armazenamento de água ao longo de todo o perfil do solo, enquanto no

sistema 3 esse armazenamento se concentrou na camada superficial do solo (0,0 - 0,1 m). O comportamento pode ser explicado pela melhor estrutura do solo, devido aos maiores teores de ARG, distribuídos ao longo do perfil nos sistemas 1 e 2.

Quanto à CAD, verifica-se que os sistemas 2 e 3 apresentaram os maiores valores, não diferindo entre si ( $p < 0,01$ ) e ambos diferindo do obtido no sistema 1. Esse comportamento deu-se em razão das CADs totais nos perfis, considerando a profundidade de 0,0 - 0,7 m no sistema 3, que totaliza um armazenamento de água de 106,86 mm, e no sistema 2, totalizando 95,08 mm, ambos superiores ao apresentado pelo sistema 1, que totaliza 88,70 mm.

Quanto às camadas do perfil do solo, os sistemas 1 e 3 apresentaram maiores CADs na camada superficial do perfil de solo (0,0 - 0,1 m), não diferindo entre as demais camadas, enquanto no sistema 2 os maiores valores de CAD ficaram entre 0,1 - 0,7 m, não havendo diferenças entre essas camadas e todas diferindo ( $p < 0,01$ ) da camada de 0,0 - 0,1m. Quando consideradas as CADs totais nos três perfis, em toda a profundidade, ou seja, de 0,0 - 0,7 m, o sistema 3 apresentou um armazenamento de água de 106,86 mm e o sistema 2, de 95,08 mm, ambos superiores ao apresentado pelo sistema 1, cujo valor é de 88,70 mm, ou seja, os ganhos dos sistemas 3 e 2 são de 20,4% e 7,2% superiores ao sistema 1, respectivamente.

Analisando-se a DS, os três sistemas apresentaram valores muito similares e considerados abaixo dos normais para esse tipo de textura do solo, que varia de  $1,70 \text{ g cm}^{-3}$  a  $1,80 \text{ g cm}^{-3}$  (Reichert et al., 2003). Nas condições do trabalho, ocorreram variações de  $1,56 \text{ g cm}^{-3}$  (sistema 2) a  $1,60 \text{ g cm}^{-3}$  (sistema 3); o sistema 1 não diferiu do sistema 3 e os dois diferiram do sistema 2.

Quanto à densidade do solo, ocorreu interação entre sistemas e profundidades. A maior densidade ( $1,60 \text{ g cm}^{-3}$ ) ocorreu na camada de 0,2 - 0,3 m nos três sistemas. Esse valor encontra-se abaixo do intervalo considerado adequado para essa classe de solo e sistemas de manejo com animais, que é de  $1,7 \text{ g cm}^{-3}$  a  $1,8 \text{ g cm}^{-3}$  apontado por Reichert et al. (2003), Pragana et al. (2012) e Balin et al. (2017). Conte et al. (2011) concluíram que na região fisiográfica do Planalto Médio Gaúcho a presença de animais nas áreas em pastejo não causou alterações na densidade e na porosidade total do solo após 7 anos de aplicação de tratamentos de altura de pastejo, em sistema de integração lavoura-pecuária.

## Conclusões

---

1. Nos três sistemas de manejo, a matéria orgânica apresenta-se concentrada na camada de solo de 0,0 - 0,1m, comportamento causado pelo sistema radicular fasciculado das gramíneas (capim-massai) utilizadas nos dois sistemas.
2. A macroporosidade, a microporosidade e a porosidade total no sistema 1 (capim-massai consorciado com cunhã) apresentam maiores valores, em decorrência do maior teor de argila ao longo do perfil do solo e em razão do maior tempo de presença do pasto nessa área.
3. As retenções de água na capacidade de campo e no ponto de murcha permanente são maiores nos sistemas 1 (capim-massai consorciado com cunhã) e 2 (capim-massai consorciado com cajueiro) em razão do maior armazenamento de água ao longo de todo o perfil do solo.
4. Na densidade do solo, o maior valor ( $1,60 \text{ g cm}^{-3}$ ) acontece na camada de 0,2 - 0,3 m, nos três sistemas, encontrando-se abaixo do intervalo considerado adequado para essa classe de solo e sistemas de manejo.

## Referências

---

- ANDRADE JUNIOR, A. S. de; BASTOS, E. A.; SILVA, C. O. da; GOMES, A. A. N.; FIGUEREDO JÚNIOR, L. G. M. de. **Atlas climatológico do Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 1 CD-ROM. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 101).
- ASSIS JÚNIOR, S. L. de; SILVEIRA, R. D. Insetos e carrapatos no sistema integração lavoura-pecuária-floresta. **Informe Agropecuário**, v. 31, n. 257, p. 90-96, jul./ago. 2010.
- BALIN, N. M.; BIANCHINI, C.; ZIECH, A. R. D.; LUCHESE, A. V.; ALVES, M. V.; CONCEIÇÃO, P. C. Fauna edáfica sob diferentes sistemas de manejo do solo para produção de cucurbitáceas. **Scientia Agraria**, v. 18, n. 3, p. 74-84, 2017.
- BASTOS, E. A.; ANDRADE JUNIOR, A. S. de. **Boletim agrometeorológico de 2018 para o município de Teresina, PI**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2019. 37 p. (Embrapa Meio-Norte, Documentos, 266)
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 6. ed. São Paulo: Ícone, 2008. 355 p.
- BONO, J. A. M.; MACEDO, M. C. M.; TORMENA, C. A. Qualidade física do solo em um latossolo vermelho da região sudoeste dos cerrados sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 37, n. 3, p. 743-753, 2013.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 686 p.
- CARVALHO, W. F. de; MOURA, R. L. de; SANTOS, M. S. dos; SILVA, S. F.; LEAL, T. M. Morfogênese e estrutura de capim-massai em diferentes sistemas de cultivo sob pastejo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 4, n. 1, p. 28-37, jul. 2014.
- CASSEL, D. K.; NIELSEN, D. R. Field capacity and available water capacity. In: KLUTE, A. (ed.). **Methods of soil analysis: part 1: physical and mineralogical methods**. 2nd. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 901-926. (Agronomy, 9).
- CONTE, O.; FLORES, J. P. C.; CASSOL, L. C.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. de F.; LEVIEN, R.; WESP, C. de L. Evolução de atributos físicos de solo em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1301-1309, out. 2011.
- CRUZ, G. H. T.; DOURADO, F. de O.; SANTOS, L. da C.; SILVA, S. M. da C.; REIS, E. F. dos; ÁGUAS, M. A. de. Propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 6, p. 3002-3011, 2018.
- DANIEL, O.; COUTO, L.; GARCIA, R.; PASSOS, C. A. M. Proposta para padronização da terminologia empregada em sistemas agroflorestais no Brasil. **Revista Árvore**, v. 23, n. 3, p. 367-370, 1999.

KLEIN, V. A. **Propriedades físico-hídrico-mecânicas de um latossolo roxo, sob diferentes sistemas de uso e manejo**. 1998. 150 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MARÇHAO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M. da; SANTOS JUNIOR, J. de D. G. dos; SA, M. A. C. de; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 873-882, jun. 2007.

MELO, F. de B.; ANDRADE JUNIOR, A. S. de; PESSOA, B. L. de O. **Levantamento, zoneamento e mapeamento pedológico detalhado da área experimental da Embrapa Meio-Norte em Teresina, PI**. 2. ed. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2019. 41 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 265).

MURGUEITIO, E.; CALLE, Z.; URIBE, F.; CALLE, A.; SOLORIO, B. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 10, p. 1654-1663, 2011.

NAGAHAMA H. de J.; GRANJA, G. P.; CORTEZ, J. W.; RAMOS, R. L.; ARCOVERDE, S. N. S. Efeitos da escarificação mecânica nos atributos físicos do solo e agrônômicos do capim elefante. **Revista Ceres**, v. 63, n. 5, p. 741-746, set./out. 2016.

PINHEIRO, E. F. M. **Fracionamento físico e caracterização da matéria orgânica do solo sob diferentes coberturas vegetais**. 2007. 98 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

PRAGANA, R. B.; RIBEIRO, M. R.; NOBREGA, J. C. A.; RIBEIRO FILHO, M. R.; COSTA, J. A. da. Qualidade física de Latossolos Amarelos sob plantio direto na região do Cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 5, p. 1591-1600, nov. 2012.

PRIBYL, D. W. A critical review of the conventional SOC to SOM conversion factor. **Geoderma**, v. 156, n. 3/4, p. 75-83, 2010.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência & Ambiente**, v. 14, n. 27, p. 29-48, jul./dez. 2003.

RICHARDS, L. A.; FIREMAN, M. Pressure-plate apparatus for measuring moisture sorpting and transmission by soils. **Soil Science**, v. 56, n. 6, p. 395-404, 1943.

RODRIGUES, M. M.; OLIVEIRA, M. E. de; LEAL, T. M.; MOURA, R. L. de; ARAUJO, D. L. da C.; SANTOS, M. S. dos; RODRIGUES, F. N.; RODRIGUES, V. de S. Forage intake process of goats on a Massai grass pasture with different sward heights. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 6, p. 4339-4348, nov./dez. 2016.

RODRIGUES, M. M.; SANTOS, M. S. dos; LEAL, T. M.; OLIVEIRA, M. E. de; MOURA, R. L. de; ARAUJO, D. L. da C.; RODRIGUES, F. N.; VASCONCELOS, J. I. de. Comportamento de ovinos em sistema silvopastoril com cajueiro. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 14, n. 1, p. 1-4, 2012.

- SILVA, F. C. da (org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 1999. 370 p.
- SILVA, R. F. da; GUIMARÃES, M. de F.; AQUINO, A. M. de; MERCANTE, F. M. Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1277-1283, out. 2011.
- SPERA, S. T.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Atributos físicos de um Hapludox em função de sistemas de produção integração lavoura-pecuária (ILP), sob plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 1, p. 37-44, 2010.
- SPERA, S. T.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 129-136, 2009.
- TEAM, R. C. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: The R Foundation, 2017. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 15 dez. 2018.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574 p.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. New Jersey: Drexel institute of technology, 1955. 104 p. (Climatology, v. 8, n. 1).

**Embrapa**

---

**Meio-Norte**

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL