

## Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 13 (9)

September 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/13920201030>

Article link

<http://sea.ufr.edu.br/index.php?journal=SEA&page=article&p=view&path%5B%5D=1030&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES, CrossRef, ICI Journals Master List.



## Atributos físico-hídricos do solo sob diferentes sistemas de manejos no trópico úmido maranhense

### Soil-water physical attributes under different managements systems in the humid tropics in Maranhão

J. B. Martins Filho<sup>1</sup>, K. C. Cunha Meneses<sup>1</sup>, A. L. Brito Filho<sup>2</sup>, C. E. L. Feitosa<sup>3</sup>, M. F. Farias<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Maranhão

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista

<sup>3</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Author for correspondence: [boni.martins@outlook.com](mailto:boni.martins@outlook.com)

**Resumo:** O estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar as modificações das propriedades físicas de um Latossolo sob diferentes condições de uso e manejo. A pesquisa foi desenvolvida na Fazenda Sítio Novo e em área de mata nativa, respectivamente, nos municípios de São Benedito do Rio Preto/MA e Chapadinha/MA. A pesquisa seguiu o delineamento inteiramente casualizado, com 3 tratamentos e 4 repetições, constando os seguintes usos/manejos: plantio direto (PD); plantio convencional (PC) e mata nativa (MN). Foram analisadas as seguintes propriedades físicas: densidade aparente, porosidade e umidade do solo e resistência à penetração nas profundidades de 0,0-0,20 m e 0,20-0,40 m. As propriedades hídricas analisadas foram: velocidade de infiltração básica, capacidade total de água no solo e condutividade hidráulica vertical. O solo apresentou maior densidade e baixa conservação da umidade em PD e PC. A mata nativa apresentou maior porosidade total e maior conservação da umidade no solo. Constatou-se capacidade total de água no solo maior em MN (39,89 mm) seguida de PC (25,33 mm) e PD (18,84 mm). Os usos e manejos empregados nos solos analisados na fazenda refletem à degradação das propriedades físicas do solo em relação à mata nativa.

**Palavras-Chave:** Física do solo, Compactação, Dinâmica da água no solo.

**Abstract:** This study was conducted to evaluate the physical properties modifications of an Oxisol under different conditions of use and management. The research was conducted at Fazenda Sítio Novo and in native forest area, respectively in the municipalities of São Benedito do Rio Preto/MA and Chapadinha/MA. The research followed a completely randomized design with 3 treatments and 4 replications, with the following uses and management: no-tillage (PD); conventional planting (CP) and native forest (MN). The following physical properties were analyzed: bulk density, porosity and soil moisture and penetration resistance at depths of 0.0-0.20 m and 0.20-0.40 m. The water properties analyzed were: basic infiltration velocity, total soil water capacity and vertical hydraulic conductivity. The soil presented higher density and low conservation of moisture in PD and PC. Native forest presented higher total porosity and higher conservation of soil moisture. Total soil water capacity was higher in MN (39.89 mm) followed by PC (25.33 mm) and PD (18.84 mm). The uses and management employed in the soils analyzed on the farm reflect the degradation of the physical properties of the soil in relation to native forest.

**Keywords:** Soil Physics, Compaction, Soil Water Dynamics

### Introdução

A qualidade do solo agrícola pode ser mensurada a partir de diversas propriedades e atributos que sofrem alterações ao longo do tempo, ou seja, a condição de um solo pode ser determinada em função dos atributos físicos, químicos e/ou biológicos que apresentam (COLODEL et al., 2018).

Especificamente, a qualidade física do solo tem sido alvo de diversos estudos que visam

compreender até que ponto as condições físicas dos solos são fatores que limitam a produtividades de culturas de interesse econômico, como por exemplo a soja e o milho (GIRARDELLO et al., 2014; DALCHIAVON et al., 2011).

Os atributos físicos dos solos são comumente estudados com as suas propriedades hídricas e vice e versa, pois, ambas se correlacionam, como por exemplo, tem-se que ao se preservar o arranjo das partículas e a estrutura do

solo promove-se a manutenção da macroporosidade resultando em boas condições de infiltração da água no solo (NICODEMO et al., 2018).

Em função da dinâmica que a área agrícola é submetida durante o ciclo da cultura é possível diagnosticar a qualidade física do solo através da determinação de atributos físicos como densidade, porosidade e umidade. Segundo Farias et al., (2017) algumas das propriedades físicas que melhor explicam o dinamismo do solo agrícola em função do uso são a resistência mecânica a penetração (RP) e infiltração da água no solo.

A classe de solo predominante no estado do Maranhão são os Latossolos, sendo na região do leste maranhense comum a ocorrência de solos coesos, nos quais há o aumento da dureza do solo a medida que este perde umidade (DANTAS et al., 2014). Aliado a isso, a dificuldade de manutenção da palhada como cobertura de solo, culmina na má adaptabilidade do plantio direto no cerrado maranhense (BRESSAN et al., 2013; LEITE et al., 2010).

Mesmo com as adversidades relativas as propriedades físicas em solos maranhenses, o estado é destaque na produção de soja e milho na região Nordeste, de acordo com a CONAB (2018) a produção total dessas commodities na safra de 2017/2018 foi, respectivamente, de 2.973,4 e 1.884,0 milhões de toneladas. Diante da notória vocação agrícola apresentada pelo Maranhão somando-se a riqueza de biodiversidade de seu território torna-se cada vez mais necessária a conciliação da exploração agrícola com a preservação do meio ambiente.

Objetivo deste estudo foi avaliar as alterações nas propriedades físicas e hídricas em um Latossolo submetido a diferentes sistemas de manejo no Trópico Úmido no leste maranhense nos municípios de Chapadinha-MA e São Benedito do Rio Preto-MA.

## Métodos

### Descrição da área

O presente estudo foi conduzido na Fazenda Sítio Novo, localizada no município de São Benedito do Rio Preto/MA, nas coordenadas 3°27'50.57" Sul, 43°34'08.14" Oeste e elevação de 92 metros, situado na região do leste maranhense que apresenta clima tropical úmido e relevo de topografia plana. Esta área de estudo é de cultivo intensivo usada para plantios de soja (*Glycine max*) e milho (*Zea mays*). Parte deste estudo também ocorreu em Chapadinha/MA, município vizinho de São Benedito do Rio Preto, em área de reserva legal.

As áreas analisadas na fazenda foram: PD- Área de cultivo de soja, subsolada em 2016 e realizado o plantio de soja variedade Paragominas, seguido de plantio direto nas safras de 2017/18 e 2018/19 nas quais foram cultivadas, respectivamente, as variedades FT4288 e FT3190. PC- Área de cultivo de milho, maneja sob plantio

convencional nas últimas três safras, sendo em 2016/17 e 2017/18 com soja e cultivado milho na safra de 2018/19. O terceiro tratamento consistiu em área de mata nativa (MN), em área de reserva legal do município de Chapadinha- MA

### Atributos físicos e hídricos

Foram avaliadas as seguintes propriedades físicas-hídricas: densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade, umidade gravimétrica, capacidade total de água no solo, condutividade hidráulica vertical, resistência do solo à penetração e velocidade de infiltração básica (VIB).

Foram coletadas, no mês de março de 2019, amostras indeformadas de solo nas camadas de 0-0,20m e 0,20-0,40m em quatro pontos amostrais, totalizando oito amostras por tratamento, sendo o estágio fenológico da soja em PD V6 (quinta folha trifoliolada completamente desenvolvida) e do milho sob PC V3 (surgimento da terceira folha).

As determinações de densidade, porosidade total, macroporosidade e microporosidade foram determinadas de acordo com as recomendações do Manual de Métodos de Análise de Solo da EMBRAPA (1997).

A densidade do solo foi determinada através do método do anel volumétrico, no qual o solo é coletado através de um cilindro metálico e seco em estufa a 105°C por 24 horas. Obtendo-se os valores de densidade com a equação 1:

$$D_s = \frac{M_s}{V} \text{ Eq. 1}$$

Onde:

$D_s$  = densidade do solo ( $g/cm^3$ );

$M_s$  = massa do solo seca a 105°C (g);

$V$  = volume do anel ou cilindro ( $cm^3$ ).

Para a determinação de porosidade total foi a princípio obtidos os valores de densidade de partículas (equação 2) pelo método do balão volumétrico (EMBRAPA, 1997), conforme a equação 2:

$$D_p = \left( \frac{TFSE}{50 - V_{ag}} \right) \text{ Eq. 2}$$

Onde:

$D_p$  = Densidade de partícula ( $g/cm^3$ );

$TFSE$  = Terra Fina Seca em Estufa (g);

$V_{ag}$  = volume de álcool gasto (ml).

Os valores de microporosidade foram obtidos pela câmara de Richard, no qual as amostras de solo são saturadas e postas na câmara que drena a água presente nos macroporos. Obtém-se o volume de porosidade total e microporos com as equações 3, 4 e macroporosidade por estimativa a partir da diferença entre porosidade total e microporosidade conforme equação 5:

$$PT = \left(1 - \frac{Ds}{Dp}\right) \text{ Eq. 3}$$

$$\text{Microporosidade} = \frac{M60 - Ms}{v} \text{ Eq. 4}$$

$$\text{Macroporosidade} = PT - \text{Microporosidade} \text{ Eq. 5}$$

Onde:

M60 = peso da amostra após ser submetida a tensão de 60 cm de coluna de água;

Ms = peso da amostra seca a 105°C (g);

V = volume do cilindro (cm³);

Dp = densidade de partícula (g/cm³).

A resistência do solo a penetração é uma variável utilizada para identificar a compactação do solo ao longo do perfil, os testes de resistência foram realizados até a profundidade de 60 cm nas condições de campo utilizando um penetrômetro de impacto.

Os pontos de capacidade de campo e ponto de murcha permanente foram determinados pelo método da câmara de Richards (EMBRAPA, 1997). A capacidade total de água no solo (CAD) para as plantas foi obtida a partir da equação 6 conforme BERNARDO et al. (2006):

$$CAD = \frac{CC - PMP}{10} Ds.Z \text{ Eq. 6}$$

Onde:

CC= capacidade de campo (tensão de 10 kPa);

PMP = ponto de murcha permanente (tensão de 1.500 kPa);

Ds = densidade do solo (g/cm³);

Z = profundidade efetiva das raízes (cm).

Os testes de infiltração foram realizados pelo método de infiltrômetro de anéis (BRANDÃO, 2006). Os valores de condutividade hidráulica vertical (Kv) foram obtidos a partir da equação 7 (SOUSA, 2013 apud SOUZA & CAMPOS, 2001).

$$Kv = U \cdot \frac{l}{T} \cdot \ln \cdot \frac{H0}{Ht} \text{ Eq. 7}$$

Onde:

U = fator de conversão (1/60000);

l = profundidade de cravação dos anéis (mm);

H0 = coluna d'água inicial (mm);

Ht = coluna d'água final (mm);

T = tempo de rebaixamento (min);

Resistência a Penetração (Mpa).

#### Análise dos dados

A análise dos dados de densidade, sistema poroso e umidade do solo seguiu o delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo constituído por 3 tratamentos e 4 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (Anava) e as médias analisadas e comparadas por

meio do Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, para cada área estudada com o respectivo uso do solo, utilizando o programa estatístico SISVAR.

Os dados obtidos de velocidade de infiltração básica foram classificados conforme BERNARDO et al. (2006) (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação da velocidade de infiltração básica

VIB (mm/h)	Grau
> 30	Muito alta
15-30	Alta
5-15	Média
< 5	Baixa

A condutividade hidráulica vertical foi classificada de acordo com as faixas propostas por Sousa, (2013) apud Almeida et al., (2006) (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação da condutividade hidráulica vertical

Kv (m/s)	Grau
> 10 <sup>-3</sup>	Muito alta
10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-5</sup>	Alta
10 <sup>-6</sup>	Média
10 <sup>-7</sup> - 10 <sup>-8</sup>	Baixa

#### Resultados e discussões

A resistência do solo a penetração variou entre áreas analisadas, sendo o uso do solo o fator primordial para compreensão dessa diferença (Figura 1). Constatou-se valores semelhantes de RP na camada até 0,15 m em PC e MN, no entanto na camada mais profunda de 0,15-0,30 m observa-se maior valor de RP em mata nativa.

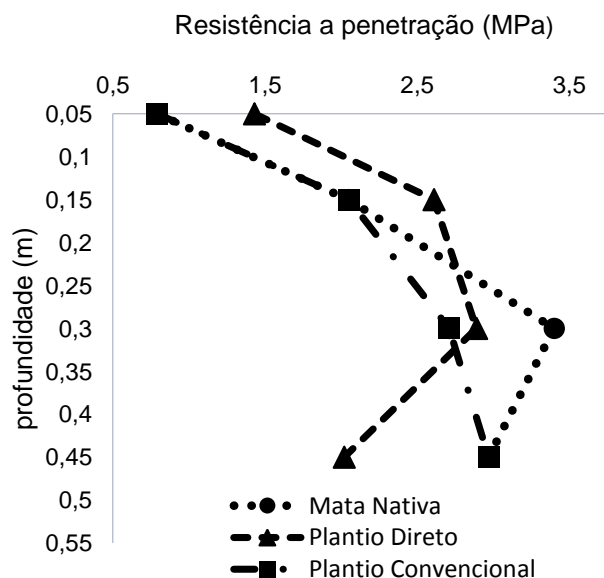


Figura 1. Valores médios de Resistência do Solo a Penetração em Mata Nativa (MN), Plantio Direto (PD) e Plantio Convencional (PC).

Martins & Santos (2017) observaram valores de RP superiores a 3 MPa na camada de 0,10-0,20 m em Latossolo Vermelho sob plantio direto no Estado do Paraná, resultados acima dos constatados neste trabalho.

Constatou-se valores médios de RP de 2,02 MPa na camada de 0-20 cm e 2,89 MPa na camada de 20-40 cm em SPD com cultivo de soja, Girardello et al. (2014) propuseram o valor crítico de 3,0 MPa para a cultura da soja, pois, constataram redução na produtividade em 10% da cultura em Latossolo vermelho sob SPD.

Os dados de RP para PC condizem com o observado por Drescher et al. (2012), que constataram que o solo após submetido ao processo de aração apresenta baixa RP nas profundidades de 0-20 cm (0,5 a 1,5 MPa) que aumenta ao longo do perfil até 2 MPa.

A MN apresentou o maior valor médio de RP abaixo da profundidade de 0,25 m, de acordo com Souza & Alves (2003) isso ocorre em função do

adensamento natural de solos no cerrado, devido ao peso das camadas subjacentes há o aumento da densidade em camadas mais profundas e consequentemente elevação da RP.

Na área sob PC cultivada com milho, obteve-se média de RP de 1,42 MPa na camada de 0-20 cm e 2,71 MPa na camada de 20-40 cm, no que tange a essa cultura, Deperon Júnior et al. (2016) reportaram que valores acima de 1,53 MPa podem reduzir linearmente a produtividade de grãos de milho.

As áreas de produção agrícola analisadas não apresentaram diferenças expressivas no que diz respeito a densidade (Tabela 3), entretanto, constatou-se Ds de 1,60 g cm<sup>-3</sup> em PD, valor estatisticamente igual ao obtido em PC e MN. De acordo com Seixas et al. (2005) nos primeiros anos de implantação do plantio direto, devido ao não revolvimento do solo é comum o aumento da densidade na camada superficial.

**Tabela 3.** Valores médios de umidade gravimétrica (Ug), densidade do solo (Ds), porosidade total (PT), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi).

Trat	Prof.	Ug	Ds	PT	Ma	Mi
	cm		%	g cm <sup>-3</sup>	-----%	-----
PD	0-20	6,32 A	1,60 AB	30,54 A	20,43 B	10,11 A
	20-40	6,14 A	1,63 B	30,15 A	20,62 B	9,53 A
PC	0-20	8,24 A	1,68 B	30,67 A	19,0 B	11,67 A
	20-40	7,47 A	1,68 B	31,0 A	20,0 B	11,0 A
MN	0-20	17,08 B	1,47 A	39,47 B	6,63 A	32,84 B
	20-40	15,53 B	1,45 A	37,75 B	9,22 A	28,53 B

Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Neste trabalho, a Ds média em PC na camada superficial foi 1,68 g cm<sup>-3</sup>, valor mais alto quando comparado aos dados obtidos por Sales et al. (2016) que avaliaram atributos físicos de um Latossolo após a colheita do milho e obtiveram valor médio de Ds de 1,65 g cm<sup>-3</sup> na camada de 0-20 cm em PC, os autores reportam que esse valor é justificado pelo fato de que sistema radicular dessa cultura ser mais robusto e possui maior diâmetro na fase da colheita.

No que diz respeito ao sistema poroso do solo, é possível verificar que a porosidade total não demonstrou diferença significativa entre os manejos PC e PD, isso deve se ao fato da área de plantio direto ter passado pelo processo de subsolagem e pelo curto período de tempo (2 anos) de manejo em PD, aliado a isso o sistema também não possui uma boa adaptabilidade como na região Sul. A porosidade total em PD e PC estão próximas a faixa de porosidade adequada a solos arenosos, que de acordo com Reichardt & Timm (2004) situa-se entre 0,32 e 0,47 cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>.

A microporosidade em MN foi superior a macroporosidade, o mesmo foi observado por Martinkoski et al. (2017) que ao estudarem a qualidade física do solo sob floresta secundária no Estado do Paraná obtiveram valores de macro e microporosidade de 10% e 51%, respectivamente.

Os valores de microporosidade em MN são característicos de solos com maior teor de argila, com alto potencial de retenção de água (LIMA et al., 2005), foram estatisticamente diferentes dos solos manejados sob PC e SPD.

A área com cultivo da soja apresentou maior valor de VIB em comparação a área cultivada com milho e a mata nativa, no que tange a condutividade hidráulica vertical, observa-se que todos as áreas avaliadas possuem Kv classificadas como altas (Tabela 4).

**Tabela 4.** Valores médios de velocidade de infiltração básica (VIB) e condutividade hidráulica vertical (Kv).

Trat	VIB (mm/h)	Classe (VIB)	Kv (m/s)	Classe (Kv)
SPD	37,5	Muito alta	5,76.10 <sup>-4</sup>	Alta
PC	12,0	Média	1,0.10 <sup>-4</sup>	Alta
MN	19,8	Alta	3,67.10 <sup>-5</sup>	Alta

Moreira et al. (2017) ao estudarem as propriedades hídricas de solos em diferentes agroecossistemas amazônicos, constataram VIB de 38,19 mm/h em área de pastagem degradada e 13,0 mm/h em sistema agroflorestal, os autores reportaram que são áreas que são pouco sujeitas a

mecanização agrícola, no entanto, justificam a diferença entre as velocidades de infiltração básica em função da diferença de tipos de solo, conteúdo de matéria orgânica, sistema radicular das plantas em cada área e porosidade dos solos.

As alterações nas propriedades hídricas dos solos sob plantio direto e convencional são significativamente distintas daquelas observadas em mata nativa. O solo com vegetação nativa possui mais água disponível para as plantas, menor densidade e maior porosidade total (Figura 2).

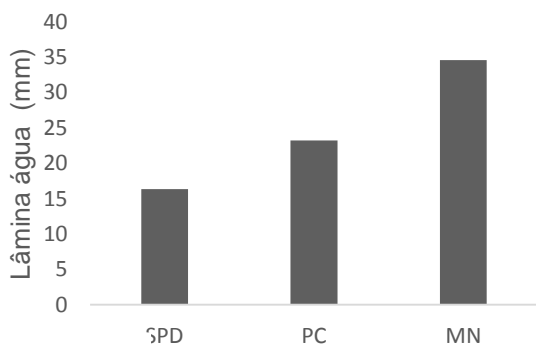


Figura 2. Valores médios de capacidade de água disponível (CAD) para os manejos de plantio direto (SPD), plantio convencional (PC), e mata nativa (MN).

Os valores de capacidade total de água calculados para os solos analisados apresentaram a seguinte configuração  $MN > PC > PD$ . É possível inferir que devido a cobertura do solo por serrapilheira na área correspondente a MN, há maior proteção do solo contra o impacto das gotas de chuvas e que auxilia na diminuição da evaporação da água, aumentando assim a capacidade do solo reter mais água nessa área.

### Conclusões

O solo apresentou maior densidade e baixa conservação da umidade em PD e PC. A mata nativa apresentou maior porosidade total e maior conservação da umidade no solo relativamente ao longo do tempo.

### Referências

BRANDÃO, V. S.; CECÍLIO, R. A.; PRUSKI, F. F.; SILVA D. D. Infiltração de água no solo. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 120p.

BERNADO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. Viçosa: UFV, 2008, 8ª ed. 625 p.

BRESSAN, S. B.; NÓBREGA, J. C. A. NÓBREGA, R. S. A.; BARBOSA, R. S.; SOUSA L. B. Plantas de cobertura e qualidade química de Latossolo Amarelo sob plantio direto no cerrado maranhense.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.4, p.371–378, 2013.

CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. Perspectivas para a agropecuária– Safra 2018/2019. Perspec. agropec., Brasília, v.6, p. 1-112, ago. 2018.

COLODEL, J. R.; PIERANGELI, M. A. P. SOUZA, M. F. P.; CARVALHO; M. A. C. DALCHIAVON, F. C. Atributos físicos e biológicos de Argissolo Vermelho-Amarelo Amazônico sob diferentes sistemas de uso e manejo. Revista de Ciências Agrárias, n. 41, v.2, p. 287-297, 2018.

DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. P.; NOGUEIRA, D. C.; ROMANO, D.; ABRANTES, F. L. J.; ASSIS, T. OLIVEIRA, M. S. Produtividade da soja e resistência mecânica à penetração do solo sob sistema plantio direto no cerrado brasileiro. Pesquisa Agropecuária. Trop., v. 41, n. 1, p. 8-19, 2011.

DANTAS, J. S.; MARQUES JÚNIOR, J.; MARTINS FILHO, M. V.; RESENDE, J. M. A.; CAMARGO, L. A.; BARBOSA, R. S. Gênese de solos coesos do leste maranhense: relação solo-paisagem. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.38, p.1039-1050, 2014.

DEPERON JÚNIOR, M. A.; NAGAHAMA, H. J.; OLSZEWSKI, N.; CORTEZ, J. W.; SOUZA, E. B. Influência de implementos de preparo e de níveis de compactação sobre atributos físicos do solo e aspectos agrônômicos da cultura do milho. Engenharia Agrícola, v.36, n.2, p.367-376, 2016.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FARIAS, M.F.; FEITOSA, C. E. L.; RODRIGUES, K. M.; TEIXEIRA, L. C.; FURTADO, M. B.; SERRANO, L. J. P. Impact of Management on the Physical Attributes of a Dystrophic Yellow Latosol. Journal of Agricultural Science; v. 9, n. 5, p. 217-225, 2017.

GIRARDELLO, V. C.; AMADO, T. J. C.; SANTI, A. L.; CHERUBIN, M. R.; KUNZ J.; TEIXEIRA, T. G. Resistência à penetração, eficiência de escarificadores mecânicos e produtividade da soja em latossolo argiloso manejado sob plantio direto de longa duração. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.38, p.1234-1244, 2014.

LEITE, L. F. C.; FREITAS, R. C. A.; SAGRILO, E.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no Cerrado Maranhense. Revista Ciência Agrônômica, v. 41, n. 1, p. 29-35, jan-mar, 2010.

LIMA, C. L. R.; REINERT, D. J. REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S; GUBIANI, P. I. Qualidade físico-hídrica e rendimento de soja (*Glycine max L.*) e feijão (*Phaseolusvulgaris L.*) de um Argissolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de manejo. *Ciência Rural*, v.36, n.4, 2006.

MOREIRA, W. K. O.; SILVA, E. G.; LIMA, N. T.; ALVES, J. D. N.; RAYOL, B. P. Velocidade de infiltração básica da água no solo em diferentes agroecossistemas amazônicos. *Agrarian Academy*, v.4, n.7; p. 463-467, 2017.

MARTINS, F. P.; SANTOS, E. L. Taxa de infiltração da água e a resistência do solo a penetração sob sistemas de uso e manejo. *Acta Iguazu*, v.6, n.4, p. 28-40, 2017

MARTINKOSKI, L.; VOGEL, G.; F.; JADOSKI, S. O.; WATZLAWICK, L. F. Qualidade Física do Solo Sob Manejo Silvopastoril e Floresta Secundária. *Floresta e Ambiente*, v.24, p. 1-9, 2017.

NICODEMO; M. L. F.; BORGES; W. L. B.; SOUZA, I. M. D. Atributos físicos do solo em quatro sistemas de uso da terra em São Carlos, SP. *Revista Brasileira Ciências Agrárias*, Recife, v.13, n.2, p. 1-7, 2018.

REICHARDT, K. & TIMM, L.C. Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações. Barueri, Manole, 2004. 478p.

SALES, R. P.; PORTUGAL, A. F.; MOREIRA, J. A. KONDO, A. M. K.; PEGORARO, R. F. Qualidade física de um Latossolo sob plantio direto e preparo convencional no semiárido. *Revista Ciência Agronômica*, v. 47, n. 3, p. 429-438, 2016.

SEIXAS, J.; ROLOFF, G.; RALISCH, R. Tráfego de máquinas e enraizamento do milho em plantio direto. *Ciência Rural*, v35, n.4, p.794-798, 2005.

SOUZA, Z.M. & ALVES, M.C. Propriedades físicas e teor de matéria orgânica em um Latossolo Vermelho de Cerrado sob diferentes usos e manejos. *Revista Acta Sciense*, 25:27-34, 2003.

SOUZA, F. A. A contribuição dos solos originados sobre granitos e rochas alcalinas na condutividade hidráulica, na recarga do lençol freático e na suscetibilidade erosiva – um estudo de caso na alta bacia hidrográfica do rio dos bois em Ipora-GO. 208f. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil, 2013.