# IMPACTO DO MANEJO SOBRE A QUALIDADE FÍSICA DE UM PLANOSSOLO HÁPLICO FRANCO-ARENOSO

PEDRO LUAN FERREIRA DA SILVA[1], FLÁVIO PEREIRA DE OLIVEIRA[2], ADRIANA FERREIRA MARTINS[3], ANDRÉ JÚLIO DO AMARAL[4], PAULO ROBERTO MEGNA FRANCISCO[5]

[1]Eng. Agr. Mestrando em Agronomia, PGA-UEM, Maringá-PR, pedroluanferreira@gmail.com;
[2]Dr. em Ciência do Solo, Prof. Assoc. CCA, UFPB, Areia-PB, pereira@cca.ufpb.br;
[3]Dra. em Ciência do Solo, PNPD/PPGCS. CCA, UFPB, Areia-PB, biol.adriana@gmail.com;
[4]Dr. em Ciência do Solo, Pesquisador. EMBRAPA, Recife-PE. andre.amaral@ambrapa.br;
[4]Dr. em Engenharia Agrícola, Pesquisador. UFCG, Campina Grande-PB, paulomegna@gmail.com;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
Goiânia/GO – Brasil
02 a 05 de agosto de 2020

**RESUMO**: O objetivo deste trabalho foi avaliar qualidade física de um Planossolo Háplico no Agreste da Paraíba em função de diferentes sistemas de manejo. O trabalho foi conduzido na estação experimental da Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária (EMPAER-PB) na Cidade de Alagoinha, PB, em um Planossolo Háplico de textura franco-arenosa. Foram avaliados quatro sistemas de manejo: Mata nativa (MT), sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) com quatro anos de implantação, área de agricultura familiar (AF) e pastagem (PTG) em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC). Analisou-se a densidade do solo, porosidades (total, macro e micro), índice de vazios, condutividade hidráulica saturada e porosidade livre de ar, nas camadas de 0,00-0,10 e 0,10-0,20 m. Conclui-se que o solo avaliado é sensível as mudanças de uso e que o acompanhamento dessas mudanças através dos indicadores de qualidade física do solo é fundamental na avaliação de sustentabilidade de um sistema de produção agropecuária.
**PALAVRAS-CHAVE:** Agreste, iLPF, preparo do solo, parâmetros físicos, SQi.

## IMPACT OF MANAGEMENT ON THE PHYSICAL QUALITY OF A SANDY-LOAM ALBAQUALFS

**ABSTRACT**: The aim of this work was to evaluate the physical quality of a Planosols in Agreste of Paraíba according to different management systems. The work was carried out in the experimental station of the Paraiba Corporation of Research, Rural Extension and Land Regularization (EMPAER-PB) in the City of Alagoinha, PB, in an Albaqualfs with a sandy-loam texture. Four management systems were evaluated: Native forest (F), crop-livestock-forest integration system (iCLF) with four years of implementation, family farming area (FF) and pasture (PST) in a completely randomized design (DIC). Soil density, porosities (total, macro and micro), voids index, saturated hydraulic conductivity and free air porosity were analyzed in the 0.00-0.20 and 0.10-0.20 m layers. It is concluded that the evaluated soil is sensitive to changes in use and that the monitoring of changes through indicators of physical soil quality is essential in assessing the sustainability of an agricultural production system.
**KEYWORDS:** Agreste, iCLF, soil-tillage, physical parameters, SQi.

## INTRODUÇÃO

O manejo inadequado do solo em ambientes agrícolas e naturais tem a capacidade de ocasionar o processo de degradação e reduzir o desenvolvimento das culturas. Dos componentes do manejo que mais ocasionam a alteração física do solo, o preparo se destaca em função dos danos que

promove a estrutura do solo (Stefanoski et al., 2013). A fim de remediar esse processo, inúmeros estudos têm utilizado uma gama de indicadores físicos de qualidade do solo que tem a função de prevenir ou avaliar se um determinado sistema de uso pode ocasionar a degradação física do solo.

Os indicadores de qualidade do solo (SQi) são um conjunto de ferramentas que podem nortear as avaliações de sustentabilidade econômica e ambiental de práticas agrícolas, verificando o seu impacto na melhoria ou empobrecimento do solo (Castellini et al., 2019). Desses indicadores, geralmente se utilizam aqueles mais sensíveis as mudanças de uso do solo como densidade e capacidade de campo relativa (Nascimento et al., 2019), porosidade e capacidade de aeração do solo (Reynolds et al., 2007), condutividade hidráulica saturada e estabilidade de agregados do solo (Andrade et al., 2013). Nos últimos anos tem se observado que o sistema de manejo do solo adotado pelos produtores rurais no Agreste da Paraíba tem acelerado o processo de degradação física do solo, tornando-o improdutivo em algumas localidades. Contudo, o impacto que esses sistemas de manejo, seja convencionais e principalmente conservacionistas, ocasionam a qualidade física do solo necessitam de estudos especialmente nesse contexto regional.

Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar qualidade física de um Planossolo Háplico no Agreste da Paraíba em função de diferentes sistemas de manejo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em julho de 2015 em área experimental da Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária (EMPAER), em Alagoinha, Paraíba, Brasil (06° 57’ 00” S e 35° 32’ 42” W; altitude de 317 metros). O clima do município é caracterizado como tropical quente e úmido, tipo As’ segundo a classificação climática de Köppen-Geiger (Peel et al., 2007), com chuvas de outono-inverno e período chuvoso entre os meses de março e agosto. A precipitação média anual é de 1017 mm, com temperatura variando de 22 a 26 °C e umidade relativa do ar de 65%. O solo da área experimental foi classificado como Planossolo Háplico Eutrófico mésico solódico com horizonte A moderado e de textura franco-arenosa (Santos et al., 2018). Antes da implantação do experimento realizou-se uma coleta de amostras para a caracterização física do solo da área experimental até a profundidade de 0,20 m, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização física do Planossolo Háplico antecedente a implantação do experimento.

| **Areia** | **Silte** | **Argila** | **ADA** | **GF** | $\rho_s$ | $\rho_p$ | $\alpha$ | **Classificação Textural** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ---------- g kg$^{-1}$ ---------- | | | | % | --- g cm$^{-3}$ --- | | m³ m$^{-3}$ | |
| 0.00-0.10 m | | | | | | | | |
| 685 | 172 | 143 | 38 | 73,4 | 1,54 | 2,64 | 0,42 | Franco Arenosa |
| 0.10-0.20 m | | | | | | | | |
| 682 | 146 | 172 | 51 | 61,0 | 1,56 | 2,58 | 0,39 | Franco Arenosa |

ADA = Argila dispersa em água; GF = Grau de floculação; $\rho_s$ = Densidade do solo; $\rho_p$ = Densidade de partículas; $\alpha$ = Porosidade total.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), composto por quatro sistemas de manejo: Mata nativa (MT), sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) com quatro anos de implantação, área de agricultura familiar (AF) e pastagem (PTG). As repetições corresponderam ao número de amostras por sistemas, sendo quatro repetições (4 pontos amostrais) Tabela 2.

Tabela 2. Sistemas de manejo no Planossolo Háplico na Cidade de Alagoinha, PB.

| | |
|---|---|
| **Mata nativa (MT)** | |

| | |
|---|---|
| **iLPF** | |
| **Agricultura Familiar (AF)** | |
| **Pastagem (PTG)** | |

Amostras de solo com estrutura indeformada foram coletadas com auxílio de cilindros metálicos tipo Uhland com volume de 102,09 $cm^3$ nas camadas de 0,00-0,10 e 0,10-0,20 m, para determinação de porosidades (Total - PT; macro - Ma; micro – Mi; $m^3$ $m^{-3}$) e condutividade hidráulica saturada ($K_\theta$; cm $h^{-1}$) conforme metodologia descrita no Manual de Métodos e Análises de Solo da Embrapa (Teixeira et al., 2017). A densidade do solo (Ds; g $cm^{-3}$) foi calculada através da relação entre a massa do solo seco e o volume da amostra (Blake & Hartge, 1986).

O índice de vazios foi calculado utilizando a seguinte equação $\varepsilon = \alpha Est/ (1- \alpha Est)$; em que: ($\varepsilon$) representa o índice do volume de vazios (adimensional) e αEst a porosidade total, que foi estimada através da umidade correspondente ao volume de saturação ($m^3$ $m^{-3}$). A porosidade livre de ar ($\theta$ar; $m^3$ $m^{-3}$) foi estimada conforme metodologia proposta por Reynolds et al. (2007). As médias foram calculadas e realizou-se a análise do coeficiente de correlação de Pearson (*r*) utilizando o *software Excel*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se na Tabela 1, que a porosidade do solo (PT) na camada de 0,00-0,10 m foi maior no sistema Agricultura em relação aos demais sistemas avaliados, com 0,49 $m^3$ $m^{-3}$. A utilização de implementos no preparo do solo contribuiu para o aumento da PT em função do rompimento de camadas compactadas. A mesma tendência foi verificada para o atributo macroporosidade (Ma), que foi superior, inclusive ao solo do sistema Mata nativa. Quanto a microporosidade (Mi), verifica-se que os valores médios foram matematicamente iguais, variando de 0,34 $m^3$ $m^{-3}$ no sistema agricultura a 0,39 $m^3$ $m^{-3}$ no sistema Mata. Em relação a densidade do solo (Ds), verifica-se que foi menor no sistema Agricultura e maior no sistema Pastagem, contudo, mantiveram-se abaixo do limite crítico, que segundo Reynolds et al. (2007) é de 1,4 a 1,6 g $cm^{-3}$ para solos de textura arenosa.

O número de vazios (ε) foi superior no sistema Agricultura e menor no sistema iLPF. Com relação a condutividade hidráulica saturada ($K_\theta$) verifica-se que foi maior na camada de 0,00-0,10 m e

reduziu em profundidade, possivelmente ocasionada pela redução na macroporosidade em subsuperfície. Na camada de 0,10-0,20 m houve redução no índice (ε), PT, Ma, Mi e $K_\theta$ de todos os tratamentos avaliados.

Tabela 3. Atributos físicos de qualidade de um Planossolo Háplico de textura franco-arenosa no Agreste da Paraíba.

| Sistema | PT | Ma | Mi | ε | Ds | $K_\theta$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ---------- $m^3$ $m^{-3}$ | ---------- | | ---------- | g $cm^{-3}$ | cm $h^{-1}$ |
| | | | **0,00-0,10 m** | | | |
| Mata | 0,42 | 0,02 | 0,39 | 0,741 | 1,33 | 0,99 |
| iLPF | 0,41 | 0,06 | 0,35 | 0,721 | 1,35 | 8,83 |
| Agricultura | 0,49 | 0,15 | 0,34 | 0,994 | 1,08 | 13,93 |
| Pastagem | 0,44 | 0,08 | 0,35 | 0,789 | 1,40 | 11,74 |
| σ | 0,035 | 0,054 | 0,022 | 0,125 | 0,143 | 5,652 |
| CV (%) | 8,0 | 70,1 | 6,20 | 15,42 | 11,09 | 63,70 |
| | | | **0,10-0,20 m** | | | |
| Mata | 0,39 | 0,05 | 0,34 | 0,657 | 1,26 | 1,99 |
| iLPF | 0,39 | 0,04 | 0,34 | 0,670 | 1,39 | 6,02 |
| Agricultura | 0,36 | 0,04 | 0,32 | 0,563 | 1,40 | 0,99 |
| Pastagem | 0,36 | 0,04 | 0,32 | 0,576 | 1,48 | 2,786 |
| σ | 1,168 | 0,019 | 0,147 | 0,279 | 0,623 | 2,3132 |
| CV (%) | 44,89 | 45,86 | 44,82 | 45,37 | 45,08 | 88,29 |

PT= Porosidade total, Ma= Macroporosidade, Mi= Microporosidade, ε= índice de vazios, Ds= densidade do solo, $K_\theta$= Condutividade hidráulica saturada, σ= Desvio padrão, CV= Coeficiente de variação.

A porosidade total do solo apresentou correlação forte negativa com a porosidade livre de ar (*θ*ar) (*r*= -0,997) e positiva forte com o índice de vazios (*r*= 0,994) (Tabela 4). A densidade do solo se correlacionou negativamente com a maioria dos atributos físicos do solo avaliados, excetuando-se a porosidade livre de ar (0,762). Esse fato pode estar relacionado ao aumento da microporosidade por ocasião do aumento de densidade do solo. Entre os coeficientes de correlação, as interações que não demostraram efeito significativo foram: Ma x Mi (*r*= -0,169), Mi x Ds (*r*= -0,197) e Mi x $K_\theta$ (*r*= 0,041). No caso da interação Mi x Ds, a ausência de significância está relacionada ao baixo efeito da Ds sobre a formação de Mi, já que este último depende da textura e granulometria do solo.

Tabela 4. Coeficiente de correlação de Pearson (*r*) para atributos físicos de qualidade de um Planossolo Háplico de textura franco-arenosa no Agreste da Paraíba, camada de 0,00-0,20 m.

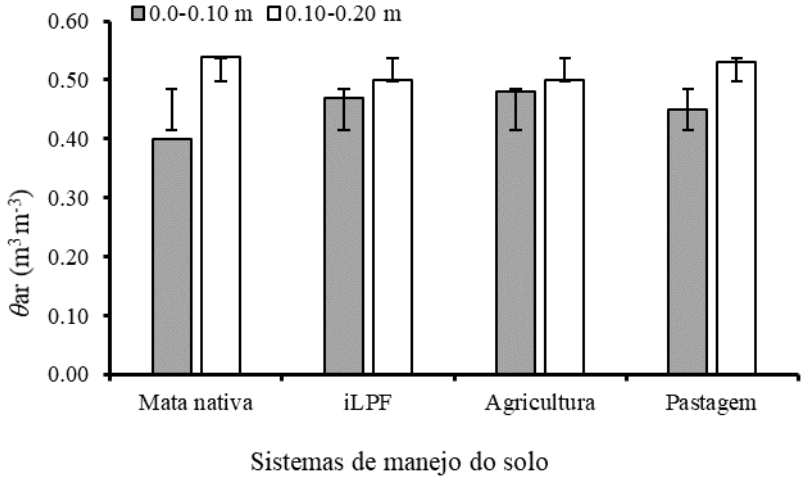
| | PT | Ma | Mi | *θ*ar | ε | Ds | $K_\theta$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PT** | 1 | 0,816 | 0,430 | -0,997 | 0,994 | -0,774 | 0,827 |
| **Ma** | | 1 | -0,169 | -0,802 | 0,847 | -0,757 | 0,855 |
| **Mi** | | | 1 | -0,448 | 0,376 | -0,197 | 0,041 |
| ***θ*ar** | | | | 1 | -0,991 | 0,762 | -0,825 |
| **ε** | | | | | 1 | -0,809 | 0,827 |
| **Ds** | | | | | | 1 | -0,509 |
| **$K_\theta$** | | | | | | | 1 |

PT= Porosidade total, Ma= Macroporosidade, Mi= Microporosidade, ε= índice de vazios, Ds= densidade do solo, $K_\theta$= Condutividade hidráulica saturada, σ= Desvio padrão, CV= Coeficiente de variação.

Com relação a porosidade livre de ar (*θ*ar), verifica-se que foi maior em subsuperfície em função do volume significativo de microporos (Figura 1). Em relação aos tratamentos, verifica-se que a porosidade livre de ar foi maior no sistema agricultura na camada de 0,00-0,10 m e matematicamente igual na camada de 0,10-0,20 m. Verifica-se que a porosidade livre de ar foi maior que 0,50 $m^3$ $m^{-3}$ em todos os sistemas de manejo avaliados na camada de 0,10-0,20 m. é um fato preocupante, pois sinaliza que nessa camada está havendo uma baixa difusão de gases, que pode ser prejudicial para o

crescimento do sistema radicular e desenvolvimento das plantas. O elevado volume de poros livres de ar na camada de 0,10-0,20 m é função da elevada microporosidade e baixa macroporosidade do solo.

Figura 1. Porosidade livre de ar ($\theta$ar) de um Planossolo Háplico de textura franco-arenosa no Agreste da Paraíba.




## CONCLUSÃO

Os sistemas de manejo alteram a qualidade física do solo em ambas as camadas de solo avaliadas. O sistema Agricultura familiar favoreceu a formação de macroporos em superfície por ocasião do manejo do solo. A análise de correlação demostrou forte interação entre os atributos físicos do solo avaliados. De todos os atributos, a porosidade livre de ar demonstrou a maior sensibilidade as mudanças de uso do solo. Conclui-se que o solo avaliado é sensível as mudanças de uso e que o acompanhamento dessas mudanças através dos indicadores de qualidade física do solo é fundamental na avaliação de sustentabilidade de um sistema de produção agropecuário.

## REFERÊNCIAS


Andrade, R. S.; Stone, L.F.; Godoy, S. G. Estimativa da resistência do solo à penetração baseada no índice S e no estresse efetivo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 9, p. 932-937, 2013.

Blake, G. R.; Hartge, K. K. Bulk density. In: Klute, A. Methods of soil analysis. 2 ed. Madison: Soil Science Society of America, 1986, p. 363-382.

Castellini, M.; Stellaci, A. M.; Barca, E.; Lovino, M. Application of multivariates analysis for selecting soil physical quality indicators: A case study in long-term field experiments in Apulia (Southern Italy). Soil Science Society American Journal, v. 83, n. 1, p. 707-720, 2019.

Nascimento, D. M.; Cavalieri-Polizeli, K. M. V.; Silva, A. H.; Favaretto, N.; Parron, L. Soil physical quality under long-term integrated agricultural production systems. Soil & Tillage Research, v. 186, n. 1, p. 292-299, 2019.

Peel, M. C.; Finlayson, B. L.; Mcmahon, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrology and Earth System Sciences, v. 11, n. 4, p. 1633-1644, 2007.

Reynolds, W. D.; Drury, C. F.; Yang, X. M.; Fox, C. A.; Tan, C. S.; Zhang, T. Q. Land management effects on the near-surface physical quality of a clay loam. Soil & Tillage Research, v. 96, n. 1-2, p. 316-330, 2007.

Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C.; Oliveira, V. Á.; Lumbreras, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A.; Araújo Filho, J. C.; Oliveira, J. B.; Cunha, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5.ed. Brasília: Embrapa, 2018. 356p.

Stefanoski, D. C.; Santos, G. G.; Marchão, R. L.; Petter, F. A.; Pacheco, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 12, p. 1301-1309, 2013.

Teixeira, P. C.; Donagemma, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. (Eds.). Manual de métodos e análise de solos. 3 ed. Brasília: Embrapa, 2017. 573 p.