

ATRIBUTOS FÍSICO-HÍDRICOS DE UM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO SOB DIFERENTES USOS

Herbert Moraes Moreira Ramos¹, José Francisco Bezerra Duarte², Antônio Alisson Fernandes Simplício³, Izabella Maria Costa Oliveira⁴, Daniel de Lima Feitosa⁴

RESUMO

A caracterização dos atributos do solo está diretamente relacionada com o desenvolvimento e a produtividade das culturas. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de diferentes usos do solo sobre os atributos físico-hídricos de um Neossolo Quartzarênico. Amostras de solo foram coletadas, em áreas de vegetação natural, pastagem de sequeiro, pastagem irrigada e cultivada com culturas anuais, nas camadas de: 0 a 20 e 20 a 40 cm. Foram determinados: análise granulométrica, densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e a velocidade de infiltração básica. Os dados foram submetidos à análise de variância com delineamento experimental em blocos completos casualizados, com cinco repetições e de correlação de Pearson. A velocidade de infiltração básica e macroporosidade foram maiores no solo sob vegetação natural com 38 mm h^{-1} e $0,21 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ respectivamente. Os maiores valores de densidade do solo e microporosidade $1,9 \text{ Mg m}^{-3}$ e $0,23 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ foram obtidos na área com culturas anuais. As maiores correlações significativas foram observadas entre a densidade do solo com a macroporosidade (-0,72) e velocidade de infiltração básica (-0,82). As maiores alterações ocorreram nas áreas sob cultivadas com culturas anuais. O uso agrícola do solo promoveu alterações nos atributos físico-hídricos avaliados, com exceção da macroporosidade e a porosidade total.

Palavras-chave: manejo do solo, física do solo, indicadores de qualidade do solo

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Professor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Codó, Maranhão. e-mail: moreiraramoss@hotmail.com

²) Licenciado em Ciências Agrárias, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Codó, Maranhão. e-mail: josefcoetraud@hotmail.com

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Engenharia Agrícola, Professor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Codó, Maranhão. e-mail: antonio.simplicio@ifma.edu.br

⁴ Discente em agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Codó, Maranhão. e-mail: oliveiraizabella31@gmail.com, 8178daniellima@gmail.com

PHYSICAL AND HYDRICAL ATTRIBUTES OF A QUARTZARENIC NEOSOL UNDER DIFFERENT USES

ABSTRACT

The characterization of soil attributes are directly related to the development and productivity of crops. The objective of this work was to evaluate the effect of different land uses on the physical-hydrical attributes of a Arenosols Entisols. Soil samples were collected, in areas of natural vegetation, dryland pasture, irrigated pasture and cultivated with annual crops, in the layers: 0 to 20 and 20 to 40 cm. The following were determined: particle size analysis, soil density, total porosity, macroporosity, microporosity and the basic infiltration speed. The data were submitted to analysis of variance with experimental design in complete randomized blocks, with five replications and Pearson's correlation. The rate of basic infiltration and macroporosity were higher in the soil under natural vegetation with 38 mm h^{-1} and $0.21 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ respectively. The highest values of soil density and microporosity 1.9 Mg m^{-3} and $0.23 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ were obtained in the area with annual crops. The greatest significant correlations were observed between soil density and macroporosity (-0.72) and basic infiltration speed (-0.82). The biggest changes occurred in the areas under cultivated with annual crops. The agricultural use of the soil promoted changes in the physical-hydrical attributes evaluated, with the exception of macroporosity and total porosity.

Keywords: soil management, soil physics, soil quality indicators

INTRODUÇÃO

O estudo e a caracterização dos atributos físicos-hídricos do solo estão diretamente relacionados com o desenvolvimento e a produtividade das culturas, sendo seu conhecimento de fundamental importância para qualquer tomada de decisão quanto à exploração agrícola. Pois estes coordenam o fluxo de gases e água no solo e a resistência à penetração das raízes (LIBARDI 2005).

A crescente demanda no uso do solo para fins de agricultura, induz riscos com relação a modificação dos seus atributos, sejam eles químicos, hídricos, físicos e/ou biológicos, os quais se apresentam em seu estado natural. Tais modificações podem ser resultantes da ação mútua entre fatores naturais e antrópicos, predominando de forma massiva os fatores resultantes da intervenção humana (BAMBERG et al., 2009). Os principais danos observados são; erosão, desagregação, desestruturação, encrustamento superficial, compactação e lixiviação.

Essas modificações geralmente provêm do uso de sistemas de cultivo que utilizam técnicas de revolvimento e desagregação do solo (BAMBERG et al., 2009).

Os atributos físico-hídricos do solo tais como: densidade, umidade, armazenamento de água no solo e porosidade apresentam informações importantes para melhor compreensão sobre o potencial de produção agroflorestal e as necessidades específicas das culturas (MARCHÃO et al., 2007). São convenientes a serem pesquisados a fim de se obter informações sobre as alterações da qualidade do solo (REICHERT et al., 2007).

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes usos do solo, sobre os atributos físico-hídricos de um Neossolo Quartzarênico, no município de Codó - MA.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado na mesorregião do leste maranhense no município de Codó (MA), na área experimental do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão - IFMA, com a localização geográfica "22° 25' 40" S e 48° 18' 27" W.

O local apresenta altitude de 48m e o clima é caracterizado como megatérmico úmido e sub-úmido de inverno seco (AW)

ATRIBUTOS FÍSICO-HÍDRICOS DE UM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO SOB DIFERENTES USOS

segundo a classificação de Köppen, o solo da área foi classificado como Neossolo Quartzarênico (SANTOS et al., 2018). A temperatura média da região fica em torno de 27°C, com precipitação pluviométrica média de 1.200 mm, sendo que de janeiro a março registra maior concentração de chuva (CORREIA FILHO, 2011). Na Tabela 1, estão

dispostos os dados da estatística descritiva para os atributos do solo. À textura do solo nas camadas são semelhantes com média de 85%, 8% e 7% de areia, argila e silte, respectivamente, permitindo classificá-los como Areia-franca conforme o triângulo para classificação das classes texturais do solo, (SANTOS et al., 2018).

Tabela 1. Estatística descritiva dos atributos químicos e físico-hídricos de um Neossolo Quartzarênico no município de Codó no Estado do Maranhão.

Atributos do solo	Média	Mín.	Max.
Argila (g g ⁻¹)	8,0	5,4	9,8
Silte (g g ⁻¹)	7,0	1,8	13,7
Total de areia (g g ⁻¹)	85	80	90
Densidade do solo (Mg m ⁻³)	1,8	1,6	1,9
Densidade de partículas (Mg m ⁻³)	2,7	2,1	2,9
Porosidade total (cm ³ cm ⁻³)	0,37	0,30	0,43
Velocidade de infiltração básica (mm h ⁻¹)	20	16	38
Macroporosidade (cm ³ cm ⁻³)	0,15	0,10	0,25
Microporosidade (cm ³ cm ⁻³)	0,15	0,10	0,23
Capacidade de campo (cm ³ cm ⁻³)	8,8	7,0	10,4

As amostras de solo foram coletadas em quatro perfis distintos, em áreas de vegetação natural (VN), pastagem de sequeiro em capim Mombaça (PS), pastagem irrigada em Braquiária Brizanta (PI) e cultivada com culturas anuais (CA).

Em cada solo foram coletadas amostras com estrutura deformada e indeformada, nas camadas de: 0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m, em minitrincheiras, com cinco repetições. Para as determinações indeformadas dos atributos físico-hídricos foram utilizados anéis volumétricos em aço inox com 50 cm³. Os atributos do solo determinados foram: teor de argila, silte e areia (análise granulométrica), densidade de partícula (DP), densidade do solo (Ds), porosidade total (PT), macroporosidade (Map), microporosidade (Mip), capacidade de campo (CC) e a velocidade de infiltração básica (VIB). As análises foram realizadas com o manual de métodos de análise de solo (DONAGEMA et al., 2011) e velocidade de

infiltração básica foi realizada pelo método dos anéis concêntricos, com anéis de 0,15 e 0,30 m de diâmetro, conforme Bernardo et al. (2009).

Os dados foram submetidos à análises de correlação de Pearson e a análise de variância (teste F) com delineamento experimental em blocos completos casualizados, com cinco repetições e aplicou-se o teste Tukey (5%), para comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os dados da correlação de Pearson entre os atributos físico-hídricos. As maiores correlações significativas foram observadas entre Ds e Map (0,72), VIB e Ds (0,82) e Map com PT (0,82). A CC teve uma correlação positiva com Mip (0,69) e com PT (0,64) e Dp com Map (0,69).

Tabela 2. Matriz de correlação entre os atributos físico-hídricos do solo.

Atributos	Coeficiente de correlação						
	Ds	Dp	Map	Mip	PT	VIB	CC
Ds	1,00 ^{ns}	0,33 ^{ns}	-0,72*	0,38 ^{ns}	-0,44 ^{ns}	-0,82*	-0,04 ^{ns}
Dp	0,33 ^{ns}	1,00 ^{ns}	-0,57 ^{ns}	0,69 ^{ns}	-0,25 ^{ns}	-0,23 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Map	-0,72*	-0,57 ^{ns}	1,00 ^{ns}	-0,47 ^{ns}	0,82*	0,47 ^{ns}	0,20 ^{ns}
Mip	0,38 ^{ns}	0,69 ^{ns}	-0,47 ^{ns}	1,00 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,57 ^{ns}	0,69 ^{ns}
PT	-0,44 ^{ns}	-0,25 ^{ns}	0,82*	0,04 ^{ns}	1,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,64 ^{ns}
VIB	-0,82*	-0,23 ^{ns}	0,47 ^{ns}	-0,57 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,00 ^{ns}	-0,44 ^{ns}
CC	-0,04 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,69 ^{ns}	0,64 ^{ns}	-0,44 ^{ns}	1,00 ^{ns}

*Correlações significativas a 5% de probabilidade e ns = correlações não significativas

Resultados semelhantes foram observados por Marcatto et al. (2017) avaliando a relação entre as propriedades físicas e hídricas e os tipos de uso da terra (culturas de grãos soja, milho e trigo e pastagem) em Neossolos Regolíticos da bacia hidrográfica do rio Pirapó-PR. Para esses mesmos autores a densidade do solo demonstrou uma correlação negativa muito forte ($r = -0,998$) com a macroporosidade e uma correlação positiva muito forte ($r = 0,982$) com a microporosidade, evidenciando que a compactação do solo demonstrada pela densidade, reduz o volume de macroporos e aumenta a quantidade de microporos.

A porosidade de aeração ou porosidade livre de água é diretamente afetada pelos valores de densidade e pelo conteúdo de água no solo. Tais tendências corroboram com a proposição de que a granulometria exerce papel significativo no controle dos atributos

físico-hídricos dos solos. A argila apresenta uma correlação positiva e os totais de areias uma correlação negativa, o que é um resultado esperado, devido ao efeito da área superficial específica das partículas (LIBARDI, 2005).

Na Tabela 3 é apresentada a análise de variância dos atributos físico-hídricos para profundidades e uso do solo.

Os coeficientes de variação foram relativamente baixos, corroborando com os resultados deste trabalho com exceção para a macroporosidade e porosidade total. Silva et al. (2008), estudando a variação de atributos físico-hídricos em Latossolo Vermelho-Amarelo do cerrado mato-grossense sob diferentes formas de uso e Araújo et al. (2014), estudando a variabilidade espacial de atributos físicos de um Neossolo Flúvico submetido a diferentes tipos de uso e manejo verificaram coeficientes de variação baixos com exceção a resistência à penetração.

Tabela 3. Resumo da análise de variância dos atributos físico-hídricos em função do uso do solo e da profundidade.

Atributos	Fonte de variação		
	Uso do solo (US)	Profundidade (P)	CV%
Ds	18,6321**	3,4424 ^{ns}	2,87
Dp	,0658**	1,4224 ^{ns}	6,56
Map	2,3348 ^{ns}	0,5128 ^{ns}	25,78
Mip	13,1340**	2,2059 ^{ns}	7,71
PT	0,0930 ^{ns}	1,2410 ^{ns}	13,28
CC	18,5792**	13,6757**	7,10

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$), * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$) e ns não significativo ($p \geq .05$).

Verifica-se que não houve diferenças significativas com relação à profundidade com exceção para CC. Esses resultados foram

semelhantes aos obtidos por Silva et al. (2008), avaliando o efeito da produção a soja e milho "safrinha" no sistema plantio direto e da

ATRIBUTOS FÍSICO-HÍDRICOS DE UM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO SOB DIFERENTES USOS

pastagem cultivada formada com *Brachiaria humidicola* sobre os atributos físico-hídricos de um Latossolo Vermelho-Amarelo. Quanto ao uso do solo verifica-se o efeito significativo sobre a Ds, Dp, Mip e CC, com exceção para PT e Map.

Esses resultados foram semelhantes aos obtidos Pelissari et al. (2013), avaliando os atributos físico-hídricos em Neossolo Quartzarênico sob plantio de *Eucalyptus grandis* para a porosidade total em diferentes profundidades nos períodos chuvoso e seco.

Valores similares foram observados por Souza et al. (2005) e Carvalho et al. (2015) em Neossolos Quartzarênicos sob diversas culturas (floresta de eucalipto, pastagem extensiva, integração lavoura-pecuária, integração lavoura-pecuária-floresta e vegetação nativa de cerrado) e formas de manejo. Quanto ao efeito significativo sobre a densidade do solo, densidade da partícula, microporosidade e capacidade de campo, observa-se a influência dos usos do solo (Tabela 3) sobre esses atributos.

Tabela 4. Médias dos valores dos atributos físico-hídricos de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas usos em áreas de vegetação natural (VN), pastagem de sequeiro (PS), pastagem irrigada (PI) e cultivada com culturas anuais (CA).

Atributos	Uso do solo			
	PS	PI	CA	VN
Ds	1,78047 ^a	1,77900 ^a	1,79100 ^a	1,64700 ^b
Dp	2,81800 ^a	2,81800 ^a	2,60000 ^b	2,59800 ^b
Map	0,14100 ^a	0,15100 ^a	0,17400 ^a	0,18500 ^a
Mip	0,22300 ^a	0,22300 ^a	0,18900 ^b	0,19400 ^b
PT	0,36500 ^a	0,36900 ^a	0,35800 ^a	0,36200 ^a
CC	9,14800 ^a	9,14800 ^a	7,48100 ^b	8,12400 ^b

Médias seguidas de letras iguais na linha, não diferiram pelo teste de o teste de Tukey ($P < 0,05$). (Ds) densidade do solo; (PT) porosidade total; (Macro) macroporosidade; (Micro) microporosidade.

Corroborando com esses resultados, Carneiro et al. (2009), estudando os atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo, verificaram que os manejos e usos do solo, promoveram aumento da densidade do solo e efeito menos pronunciado na macroporosidade em relação a área de mata, constatando ainda, que as áreas de pastagens apresentaram os maiores valores, devido, provavelmente, ao pastejo intensivo e as alterações promovidas no solo pelo tráfego durante o processo de plantio, pulverização e colheita.

Quanto à microporosidade do solo o incremento desse atributo do solo, quando submetido ao uso agrícola, tem sido relatado por vários autores, como resultado da compactação do solo, promovendo a transformação de parte dos macroporos em microporos (SILVA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2007). Para a microporosidade em

alguns sistemas de manejo em relação ao solo sob condição natural (Tabela 4), salienta-se que esses valores podem ser considerados baixos, o que é comum nessa classe de solo, uma vez que a distribuição do espaço poroso apresenta relação direta com a granulometria. Essa característica do solo em questão deve ser analisada com cautela no manejo adotado, por se tratar de poros de retenção da água disponível às plantas (MELLO et al., 2002; SEVERIANO et al., 2009).

Araújo et al. (2007), avaliando a qualidade de um solo sob diferentes usos e sob Cerrado nativo observaram que na camada superficial (0,00-0,05 m) do solo, tendo como referência o solo sob mata, também verificaram os valores mais altos para a densidade do solo nas áreas sob pastagem, sendo esses valores resultantes do pisoteio animal na área. Vale destacar que, os valores dos parâmetros físicos do solo foram influenciados pelos sistemas de manejo do

solo e variaram em profundidade. Nos sistemas em pastagem, os valores de densidade de solo, foram superiores aos observados nos demais sistemas (Marchão et

al., 2007). A Figura 2 mostra o resultado velocidade de infiltração básica, os maiores valores (38 mm.h^{-1}) foram obtidos para a área com VN e o menor (16 mm.h^{-1}) para PI

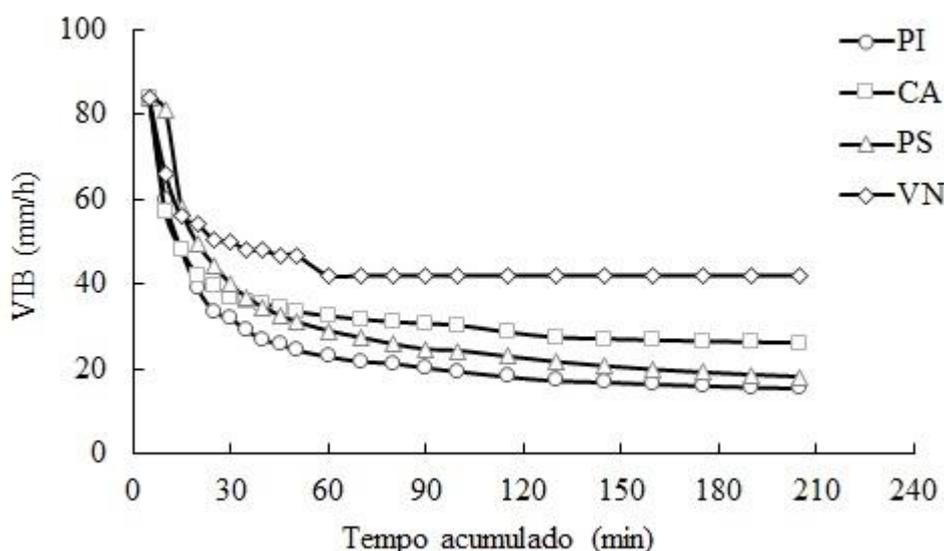


Figura 2: Velocidade de Infiltração Básica (VIB) em quatro perfis distintos, em áreas de vegetação natural (VN), pastagem de sequeiro (PS), pastagem irrigada (PI) e cultivada com culturas anuais (CA).

A análise dos valores mostra da que os diferentes usos do solo influenciaram a VIB, havendo uma redução de 44%, mostrando que a ação antrópica aumentou a compactação do solo, especialmente nas pastagens.

Esses resultados reforçam a ideia de alteração estrutural dos solos pelo uso, principalmente em relação à forma, tamanho e continuidade de poros, que afetariam a dinâmica da água neste sistema (SOUZA e ALVES, 2003).

A microporosidade e a densidade do solo interferiram na velocidade de infiltração da água no solo conforme visto nas correlações (Tabela 2). Suzuki (2005) avaliando a infiltração de água em Neossolos Regolíticos do rebordo do planalto do Rio Grande do Sul, atribuíram valores elevados de infiltração em solos com floresta à maior estruturação do solo, continuidade dos poros, ação das raízes, minhocas e insetos, que formam canalículos e favorecem a infiltração.

CONCLUSÕES

O uso agrícola do solo promoveu alterações nos atributos físico-hídricos avaliados, com exceção da macroporosidade e a porosidade total.

As maiores alterações nos atributos físico-hídricos do solo ocorreram na área sob pastagens. A infiltração de água no solo foi influenciada por alterações na densidade de solo causadas pelo uso do solo nas áreas pastagem de sequeiro em capim Mombaça, irrigada em Braquiária Brizanta e cultivada com culturas anuais.

A densidade do solo, a microporosidade e capacidade de campo foram os atributos mais sensíveis ao uso agrícola do solo e são, portanto, melhores indicadores dos efeitos do uso e manejo do solo.

ATRIBUTOS FÍSICO-HÍDRICOS DE UM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO SOB DIFERENTES USOS

AGRADECIMENTOS

Instituto Federal de Educação, Ciência do Tecnologia do Maranhão Campus Codó e ao Grupo de Pesquisa em Manejo de Solo e Água- GPMSA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, D. R., MION, R. L., SOMBRA, W. A., de ANDRADE, R. R., & AMORIM, M. Q. Variabilidade espacial de atributos físicos em solo submetido à diferentes tipos de uso e manejo. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 101-115, 2014. <http://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema>.
- ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob Cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1099-1108, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000500025>.
- BAMBERG, A.L.; PAULETTO, E.A.; GOMES, A. S.; TIMM, L.C.; PINTO, L.F.S.; LIMA, A.C.R. de; SILVA, T.R. da. Densidade de um Planossolo sob sistemas de cultivo avaliada por meio da tomografia computadorizada de raios gama. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1079-1086, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000500001>.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MONTOVANI, E. C. Viçosa: **Manual de Irrigação** 8 a Edição. Editora UFV, 2009. p. 625.
- CARNEIRO, M. A. C., Souza, E. D. D., Reis, E. F. D., Pereira, H. S., & Azevedo, W. R. D. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 33, n. 1, p. 147-157, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000100016>.
- CARVALHO, R. P., DANIEL, O., DAVIDE, A. C., & SOUZA, F. R. (2015). Atributos físicos e químicos de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 148-159, 2015. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237138297016>.
- CORREIA FILHO, F. L. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Maranhão: **relatório diagnóstico do município de Codó**. Teresina, PI: CPRM, 2011. 31 p.
- DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. M. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.
- LIBARDI, P. L. **Dinâmica da Água no Solo Vol. 61**. Edusp, 2005.
- MARCATTO, F. S. A., & SILVEIRA, H. Relação entre as propriedades físicas e hídricas e os tipos de uso da terra em Neossolos Regolíticos da bacia hidrográfica do rio Pirapó-PR. **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 50, p. 427-440, 2017. <https://doi.org/10.5752/p.2318-2962.2017v27n50p427>.
- MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M.; SANTOS JUNIOR, J. D. G.; CAROLINO DE SÁ, M. A.; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura pecuária no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 873-882, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000600015>.
- MELLO, C.R.; OLIVEIRA, G.C.; RESCK, D.V.S.; LIMA, J.M.; DIAS JÚNIOR, M.S.

Estimativa da capacidade de campo baseada no ponto de inflexão da curva característica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.4, p.836-841, 2002.

OLIVEIRA G.C.; SEVERIANO, E.C.; MELLO, C.R. Dinâmica da resistência à penetração de um Latossolo Vermelho da Microrregião de Goiânia, GO. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.3, p.265-270, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662007000300004>.

PELLISSARI, A. L., AMORIM, R. S. S., JORDANI, S. A., & GUIMARÃES, P. P. (2013). Atributos físico-hídricos e estoque de carbono em Neossolo Quartzarênico sob plantio de Eucalyptus urograndis. **Nativa**, v. 1, n. 1, p. 24-28, 2013. <http://dx.doi.org/10.14583/2318-7670.v01n01a05>.

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.

REINERT, DJ; REICHERT, JM. Propriedades Físicas do Solo. Universidade Federal de Santa Maria, **Centro de Ciênc. Rurais**, 18 p. 2006.

SANTOS, H. G. dos JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C. dos, OLIVEIRA, V. A. DE LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ... & CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SEVERIANO, E.C.; OLIVEIRA, G.C.; CURI, N.; DIAS JÚNIOR, M.S. Potencial de uso e qualidade estrutural de dois solos cultivados com cana-de-açúcar em Goianésia, GO.

Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.33, n.1, p.159-168, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000100017>

SILVA, G. J., VALADÃO JÚNIOR, D. D., BIANCHINI, A., AZEVEDO, E. C. D., & MAIA, J. C. D. S. (2008). Variação de atributos físico-hídricos em Latossolo Vermelho-Amarelo do cerrado mato-grossense sob diferentes formas de uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32 n. 5, p.2135-2143, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000500034>.

SILVA, S.R.; BARROS, N.F.; COSTA, L.M. Atributos físicos de dois Latossolos afetados pela compactação do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.4, p.842-847, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662006000400009>.

SOUZA, E. D., CARNEIRO, M. A. C., & PAULINO, H. B. Atributos físicos de um Neossolo Quartzarênico e um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 11, p. 1135-1139, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005001100012>.

SOUZA, Z.M. & ALVES, M.C. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de Cerrado, sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 18-23, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662003000100004>.

SUZUKI, L. E. A. S. **Compactação do solo e sua influência nas propriedades físicas do solo e crescimento e rendimento de culturas**. 2005. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.