

# Qualidade física de um Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes usos

Leandro Campos Pinto<sup>1</sup>

Wantuir Filipe Teixeira Chagas<sup>2</sup>

Francisco Hércio Canuto Amaral<sup>3</sup>

## Resumo

Diante dos aspectos envolvidos na retenção de água pelo solo devido aos diferentes manejos adotados, realizou-se este estudo para avaliar a retenção de água no solo e o índice S no diagnóstico da qualidade estrutural do solo sob diferentes sistemas de manejo. O trabalho foi conduzido em julho/agosto de 2013 nas instalações da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Coletaram-se amostras indeformadas na camada de 0 a 20 cm em um Latossolo Vermelho Distroférico sob os seguintes usos: plantio convencional de milho, plantio de café, plantio de eucalipto e um referencial de equilíbrio (mata nativa). As amostras indeformadas foram submetidas aos potenciais matriciais de -2; -4; -6 e -10 kPa em unidade de sucção, com funis de placa porosa e em câmara de Richards de média pressão a -33 e -100 kPa e alta pressão para -500 e -1500 kPa. A estrutura do solo foi avaliada com base nos atributos: densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade determinados pelo método do anel volumétrico. Para cálculo do índice S, empregou-se a equação apresentada por Dexter, a qual é utilizada quando o ajuste é feito pelo modelo de van Genuchten. Os resultados mostraram que o solo de mata possui maior capacidade de drenagem da água em relação aos outros manejos do solo. Em todas as condições avaliadas os valores de índice S foram superiores a 0,050, o que indica uma boa qualidade física do solo sob os diferentes manejos adotados.

**Palavras-chave:** Retenção de água. Índice S. Porosidade.

## Introdução

A importância da água e do solo para o sustento alimentar da população humana são indiscutíveis. De acordo com Azevedo e Dalmolin (2006), o solo é a fonte mais básica e primordial de sustento da humanidade. Por isso, o manejo incorreto pode trazer perdas consideráveis, muitas vezes, irreversíveis ao ecossistema, degradando ambientes naturais, afetando diretamente a economia de um determinado local ou até mesmo de uma região.

A dinâmica da água no solo se inicia a partir do momento em que esta toca o solo e desencadeia uma relação que pode ser mútua ou destrutiva, dependendo da intensidade de um (água) e da proteção do outro (solo). Lepsch (2011) citou que a água dentro dos poros do solo está intimamente associada às suas partículas sólidas e ao ar, o que provoca mudança de comportamento não só desse

1 Universidade Federal de Lavras, doutor em Ciência do Solo. [leandcampos@yahoo.com.br](mailto:leandcampos@yahoo.com.br). Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras-DCS/UFLA, Campus Universitário, Cx. Postal 3037, CEP: 37200-000.

2 Universidade Federal de Lavras, doutor em Ciência do Solo. [wantuirfilipe@gmail.com](mailto:wantuirfilipe@gmail.com).

3 Universidade Federal de Lavras, doutor em Ciência do Solo. [helcioagro@gmail.com](mailto:helcioagro@gmail.com).

líquido como também dos sólidos ou gases no interior deste solo. A água depois que se infiltra no solo tem um comportamento diferente de quando ela estava somente na superfície. Ao penetrar o solo, dependendo da sua quantidade e do tipo de solo em que se infiltra, sua retenção e movimentação dependem de vários fatores, tais como textura, estrutura, quantidade e tamanho dos poros e a forma como os horizontes estão dispostos no perfil do solo (PINTO et al., 2015; 2018). Fatores ligados ao solo, à superfície e os relacionados ao manejo, embora independentes, atuam em conjunto e podem influenciar uma das mais importantes propriedades do meio poroso que influem diretamente a infiltração de água no solo (ALVARENGA, 2010).

Várias são as maneiras pelas quais a qualidade física do solo pode se manifestar; são exemplos de má qualidade física dos solos a baixa capacidade de infiltração de água, o escoamento superficial, a baixa aeração, o sistema radicular reduzido e a dificuldade de mecanização (ANDRADE; STONE, 2009). A degradação do solo é um dos principais problemas ambientais em todo o mundo e há fortes indícios de que os processos de degradação do solo apresentam uma ameaça imediata para a biomassa e os rendimentos econômicos, bem como um risco em longo prazo para as produções agrícolas futuras (PAGLIAI; VIGNOSSO; PELEGRINNI, 2004). A densidade do solo é afetada por cultivos que alteram a estrutura e, por consequência, o arranjo e volume dos poros, influenciando as propriedades físico-hídricas importantes, tais como: a porosidade de aeração, a retenção de água no solo, a disponibilidade de água às plantas e a resistência do solo à penetração (TORMENA; ROLOFF; SÁ, 1998).

Freddi et al. (2009) citaram que para práticas de cultivo relacionadas com a estrutura, a distribuição do tamanho dos poros e as propriedades hídricas do solo como os fluxos e a disponibilidade de água às plantas têm sido empregados indicadores de qualidade do solo como o índice "S". De acordo com Andrade e Stone (2009), o índice S é altamente correlacionado com a densidade do solo, porosidade total e macroporosidade, mostrando tratar-se de um indicador adequado da qualidade física de solos.

Dexter (2004a) enfatizou que, de maneira similar à densidade, outro atributo físico do solo que sofre alterações com a degradação da sua estrutura é a porosidade; em geral, a degradação da estrutura do solo resulta na sua compactação, o que ocasiona redução do volume de macroporos e mudanças na continuidade e distribuição de poros. Portanto, a necessidade de reduzir o impacto ambiental das atividades agrícolas e controlar a degradação da estrutura do solo é um dos principais objetivos da gestão ambiental do solo (PAGLIAI; VIGNOSSO; PELEGRINNI, 2004).

Segundo Li et al. (2011), atributos indicadores da qualidade física do solo estão inter-relacionados porque todos refletem a estrutura do solo, mas a medição de todos esses atributos pode consumir muito tempo e, portanto, é desejável obter um parâmetro simples para avaliação global. O parâmetro S, segundo os autores, pode servir a esse propósito, mas a teoria precisa ser validada em solos submetidos a práticas de manejo diferentes.

Conhecer o comportamento da água no solo é essencial para a tomada de decisões referentes ao manejo racional dos cultivos irrigados ou não. Pagliai et al. (2004) citaram que, para uma melhor compreensão dos problemas relacionados com a gestão sustentável do solo, produção agrícola e proteção ambiental, é necessário o conhecimento das funções e parâmetros hidráulicos do solo. Segundo Imhoff (2002), a qualidade física do solo é intrínseca, inferida a partir de suas características e propriedades ou por observações indiretas. A quantificação da qualidade física deve incluir atributos físicos do solo relacionados à magnitude com que a matriz do solo resiste à deformação e com a capacidade dele em fornecer ar e água em proporções adequadas ao pleno desenvolvimento da planta (SINGER; EWING, 2000). Diante dos aspectos envolvidos na retenção de água pelo solo devido aos diferentes manejos adotados, o presente trabalho objetivou avaliar a retenção de água no

solo e o índice S no diagnóstico da qualidade estrutural em um Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes usos.

## Material e métodos

O trabalho foi conduzido em julho/agosto de 2013 nas instalações da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras(MG), definida geograficamente pelas coordenadas 21° 14' de latitude Sul e 45° 00' de longitude Oeste e altitude 910 m. Esta área insere-se na unidade geomorfológica do Planalto Atlântico, especificamente na Superfície do Alto Rio Grande com predominância de relevo ondulado.

Geologicamente a região é representada, de forma predominante, por rochas do Complexo Varginha, do Arqueano, com material de origem dos solos proveniente da alteração de gabro e gnaisse-granítico. A região em estudo apresenta clima Cwb, segundo a classificação de Koppen, ou seja, temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco e verão chuvoso. Pela classificação de Thornthwaite, é designado como B3rB'3a', úmido, com pequeno déficit hídrico, mesotérmico, evapotranspiração potencial de 899 mm ao ano (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007). A precipitação e temperatura média da região foram de 1.530 mm e 19,4° C, respectivamente, para a série de dados de 1961 a 1990 e, atualmente, para a série de 1991 a 2004 é de 1.460 mm e 20,4° C (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

Amostras indeformadas foram coletadas na camada de 0 a 20 cm em um Latossolo Vermelho distroférico (LVdf), classificado de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2013), sob os seguintes manejos: plantio convencional de milho (1,22 ha), plantio de café (0,25 ha), plantio de eucalipto (0,32 ha) e floresta nativa (5,8 ha). A área sob plantio de milho tem uma história de culturas anuais alternadas (milho e feijão), com o plantio de milho sendo realizado na estação chuvosa do ano (outubro a março) e feijão, sob irrigação, na estação seca (abril a setembro). A área sob eucalipto tem em sua história cultivo de culturas anuais, como milho, feijão e batata. E a área sob plantio de café foi implantada há mais de 15 anos em antiga área de pastagem. Posteriormente, saturaram-se as amostras com água destilada por 24 horas que, em seguida, foram submetidas aos potenciais matriciais de -2; -4; -6 e -10kPa em unidade de sucção, com funis de placa porosa, em câmara de Richards de média pressão a -33 e -100 kPa e alta pressão para -500 e -1500 kPa. Após o equilíbrio, pesou-se a amostra úmida e seca após secagem em estufa a 105-110°C por 24 horas. Após esfriada em dessecador, pesou-se a amostra seca.

A porcentagem de umidade foi calculada com base no peso seco em estufa e, após a obtenção destes dados, construiu-se a curva característica de umidade.

Ajustaram-se os pontos experimentais por meio da equação de van Genuchten (1980) (EQUAÇÃO 1), minimizando a soma dos quadrados dos desvios, utilizando o software SWRC (Dourado-Neto et al., 2000), obtendo, assim, os parâmetros empíricos de ajuste, 'a', 'm' e 'n', fixando a  $U_s$  (umidade de saturação) no valor correspondente à porosidade total.

$$U = U_r + \frac{(U_s - U_r)}{[1 + (\alpha \Psi_m)^n]^m} \quad (1)$$

em que  $U$  = umidade no solo que se deseja saber ( $gg^{-1}$ ),  $U_s$  = umidade de saturação, ou seja, a umidade na menor tensão aplicada;  $U_r$  = umidade residual, ou seja, a umidade na maior tensão aplicada;  $\Psi_m$  = potencial mátrico da água no solo e  $\alpha$ ,  $m$  e  $n$  são parâmetros empíricos da equação.

Para cálculo do índice S, empregou-se a Equação 2, apresentada por Dexter (2004a) que é utilizada quando o ajuste é feito pelo modelo de van Genuchten (1980).

$$S = -n(U_s - U_r) \left[ 1 + \frac{1}{m} \right]^{-(1+m)} \quad (2)$$

em que:

S = valor da inclinação da CRA no seu ponto de inflexão;

$U_r$  = umidade residual ( $g\ g^{-1}$ )

$U_s$  = umidade de saturação ( $g\ g^{-1}$ )

m e n = parâmetros empíricos da equação.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados, com cinco repetições, sendo os tratamentos constituídos de quatro sistemas de uso (café, eucalipto, milho e mata nativa). A estrutura do solo foi avaliada com base nos atributos: densidade do solo ( $D_s$ ), porosidade total (PT), macroporosidade (Macro) e microporosidade (Micro), determinados pelo método do anel volumétrico (amostras indeformadas), conforme Ferreira e Dias Junior (1994).

As médias dos valores de retenção de água por ponto de tensão, dos valores de índice S e valores de  $D_s$ , PT, Macro e Micro para cada manejo foram submetidas à análise de variância e, quando significativas, procedeu-se o teste de média Skott-Knott (SCOTT-KNOTT, 1974) ao nível de 5% de probabilidade por meio do software SISVAR (FERREIRA, 2014).

## Resultados e discussão

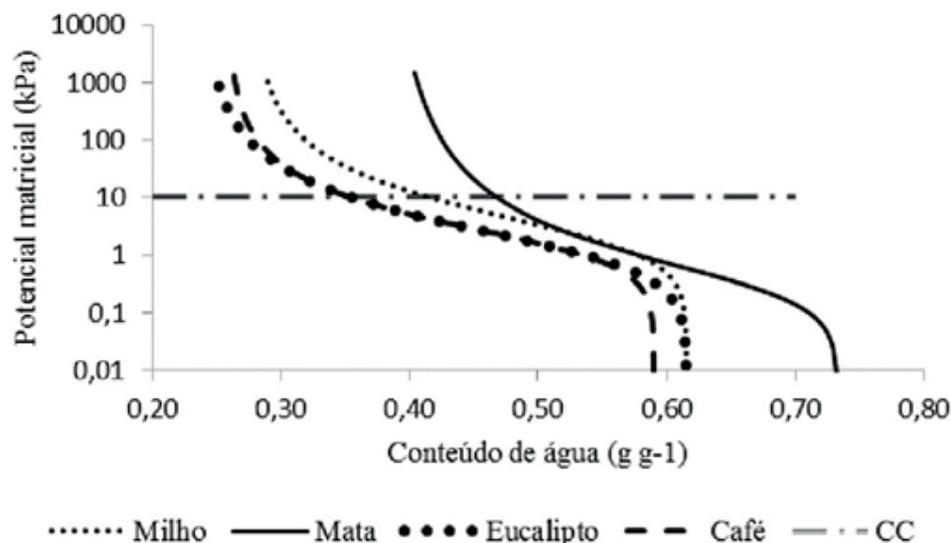
A Tabela 1 apresenta os parâmetros de ajuste da equação de van Genuchten (1980), obtidos com auxílio do programa SWRC, utilizados para a construção das curvas características de umidade do solo para cada sistema de manejo do solo estudado, as quais são apresentadas na Figura 1.

**Tabela 1.** Parâmetros de ajuste da equação de van Genuchten (1980) utilizada para construção da curva característica de umidade do solo para cada sistema de manejo do solo estudado.

Manejo	m	n	$\alpha$	$U_s$ $U_r$	
				---- $g \cdot g^{-1}$ ----	
Milho	0,3535	1,5510	0,5403	0,62	0,28
Mata	0,3300	1,4953	3,8994	0,73	0,34
Eucalipto	0,3463	1,5367	1,1573	0,62	0,24
Café	0,3865	1,6391	0,8025	0,59	0,26

**Fonte:** Elaboração dos autores (2016).

**Figura 1.** Curvas de retenção de água de um Latossolo Vermelho Distroférico sob diferentes sistemas de manejo. CC é a tensão de 10 kPa correspondente à capacidade de campo.



**Fonte:** Elaboração dos autores (2016).

Na Figura 1 são apresentadas as curvas de retenção de água em diferentes manejos do Latossolo Vermelho Distroférico.

Analisando a curva de retenção da água no solo da mata (Figura 1), nota-se um comportamento típico deste tipo de manejo, no qual se esperaria encontrar uma maior retenção de água devido ao efeito da matéria orgânica (RAWLS et al., 2003).

Em tensões superiores a 10 kPa, correspondente à capacidade de campo, o solo sob mata apresentou maior retenção de água, seguido, respectivamente, do manejo de milho, café e eucalipto. A maior retenção de água obtida pelos manejos de mata e milho em altas tensões é devido à maior microporosidade observada nestes tratamentos (Tabela 2), e a menor retenção de água obtida pelos manejos com café e eucalipto é devido aos menores valores de microporosidade nestes ambientes (Tabela 2).

**Tabela 2.** Média dos valores de densidade do solo (Ds), macroporosidade (Macro), microporosidade (Micro), porosidade total (PT) e índice S para os diferentes manejos do solo amostrados.

Manejo	Ds**	Macro**	Micro***	PT***	Índice S
	g cm <sup>-3</sup>	.....g g <sup>-1</sup> .....			
Milho	0,99 a	0,18 b	0,44 a	0,61 b	0,085 a
Mata	0,87 b	0,32 a	0,41 a	0,73 a	0,087 a
Eucalipto	0,97 a	0,23 b	0,38 b	0,61 b	0,098 a
Café	1,02 a	0,20 b	0,39 b	0,58 b	0,088 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.\*\* (P < 0,01); \*\*\* (P < 0,001).

**Fonte:** Elaboração dos autores (2016).

De acordo com a Figura 1 e Tabela 2, o ambiente sob mata apresentou o maior conteúdo de água em baixas tensões evidenciadas pelo menor valor de densidade do solo, maior valor de macroporosidade e maior valor de porosidade total. Esses resultados se devem, possivelmente, por se tratar de um sistema sem pedoturbação antrópica e por ter um maior conteúdo de matéria orgânica acumulada neste ambiente (BEUTLER et al., 2002) atuando como um ambiente regulador da água no solo, contribuindo para a recarga e manutenção dos corpos d'água.

Rawls et al. (2003) observaram que a retenção de água é substancialmente mais sensível à quantidade de carbono orgânico em solos, de forma que um aumento no conteúdo de matéria orgânica resulta em um aumento na retenção de água de todas as classes texturais.

Em ambos os sistemas de manejo, o maior conteúdo de água em baixas tensões deveu-se, ainda, à mineralogia oxidica da fração argila, que promove a formação de microagregados arredondados com menos de 1 mm, em que predominam poros de empacotamento composto entre estes e destes com grãos não envoltos de plasma, formando um aspecto maciço poroso "in situ", promovendo maior proporção de poros grandes e menor densidade do solo (FERREIRA; FERNANDES; CURI, 1999). Em altas tensões, possivelmente o maior teor de argila destes solos foi responsável por maior retenção de água, principalmente no ambiente sob Mata.

Segundo Dexter (2004a), a redução do índice S está muito associada à diminuição da porosidade do solo em áreas cultivadas. Neste estudo, observaram-se maiores valores de macroposidade na mata. Este resultado demonstra que a perda da qualidade física do solo pode estar ligada também à redução da porosidade do solo, o mesmo resultado foi observado por Argenton et. al. (2005).

Tavares Filho e Tessier (2010), estudando o efeito de diferentes manejos em Latossolos no Paraná, verificaram que a porosidade de um Latossolo Vermelho Distroférico foi maior que o mesmo parâmetro no Latossolo Vermelho Eutroférico sob mesmo manejo. No LVdf somente os macroporos foram afetados pelo manejo enquanto o LVef sofreu alteração tanto nos macro quanto nos microporos.

Ferreira e Dias Júnior (2001) citaram que os fatores que afetam a retenção de água pelo solo são a textura, a mineralogia, o conteúdo de matéria orgânica e a estrutura do solo, sendo a estrutura particularmente importante na faixa de retenção de água a baixa tensão, na qual a retenção é governada principalmente pelos fenômenos de capilaridade.

Na Tabela 2, estão apresentados os valores de Índice S determinados para os quatro manejos de solos. Este índice é um parâmetro que tem grande sensibilidade para distinguir alterações introduzidas pelo manejo na qualidade física do solo para o crescimento de plantas, obtido a partir do valor da inclinação da tangente no ponto de inflexão da curva de retenção de água (DEXTER, 2004a). Verifica-se que nenhum manejo apresentou diferença significativa para o índice S, apresentando altos valores deste índice, indicando que esses solos apresentam uma boa qualidade física.

Na mata nativa, o valor de "S" foi de 0,087, podendo-se, desta forma, afirmar que esse solo possui boa qualidade física, corroborando os dados de Oliveira et al. (2013) para um Latossolo Vermelho Eutroférico sob mata na região de Jaboticabal (SP).

Os valores de densidade encontrados nos diferentes manejos (Tabela 1) estão abaixo dos valores considerados limitantes por Reichert, Silva e Reinert (2007), que são  $> 1,39 \text{ g cm}^{-3}$  para textura argilosa. Ainda de acordo com a Tabela 1, foram observados os menores valores de Ds associados à maior Macro e PT para o solo sob Mata. De acordo com Mello, Ivo e Ross (2006), a maior quantidade de material orgânico na superfície, consequência do maior crescimento de raízes e incorporação de serrapilheira, justifica a menor Ds na camada mais superficial de solos sob vegetação nativa.

Verificou-se (TABELA 2) o aumento da  $D_s$  e redução do volume de poros no ambiente sob Café, o que justifica a redução do teor de água nos potenciais mais baixos próximos à saturação ( $U_s$ ) (FIGURA 1).

Maiores valores de índice S equivalem à maior inclinação da curva de retenção de água (DEXTER, 2004a), indicando melhor distribuição de poros e maior quantidade de poros com maior diâmetro, a exemplo do que se observa na Tabela 1. Os baixos valores de densidade do solo encontrados em Latossolos são decorrentes da microagregação das partículas de argila, o que promove aumento da porosidade e conseqüente diminuição da densidade do solo (FERREIRA; FERNANDES; CURI, 1999; KLEIN, 2005; RESENDE et al., 2014), assim, depreende-se que os manejos adotados estão preservando esta característica.

Apesar de os solos cultivados estarem mais expostos a perdas da qualidade física em conseqüência do tráfego de máquinas, equipamentos e pisoteio de animais, isto não foi observado pelo índice S.

## Conclusões

O solo de mata possui maior capacidade de drenagem da água em relação aos outros manejos do solo.

Os menores valores de densidade do solo estão associados à maior macroporosidade e porosidade total para o solo sob mata.

Em todas as condições avaliadas, os valores de índice S foram muito superiores a 0,050, indicando uma boa qualidade física do solo sob os diferentes manejos adotados.

## Water retention and S index of an Oxisol under different uses

### Abstract

Due to the aspects involved in the water retention by soil regarding different managements, this study was carried out to assess the water retention in the soil and the S index in the diagnosis of the soil structural quality under different management systems. The work was conducted in July/August, 2013 in the facilities of the Federal University of Lavras. Undisturbed samples were collected from 0 to 20 cm depth layer of an Oxisol under the following uses: conventional tillage of corn, coffee crop, eucalyptus crop and an equilibrium reference (native vegetation). Undisturbed samples were submitted to matrix potentials of -2; -4; -6 and -10 kPa in suction unit, with porous plate funnel, and to Richards' medium pressure chamber to -33 and -100 kPa and high pressure to -500 and -1500 kPa. The soil structure was assessed based on the attributes: soil density, total porosity, macroporosity and microporosity, determined by the volumetric ring method. In order to calculate the S index, it was used the equation presented by Dexter which is used when the adjustment is done by van Genuchten's method. The results showed that soil under native vegetation has greater drainage capacity compared to other soil managements. In all assessed conditions, the values of S index were above 0.050, which indicates an adequate soil physical quality under the different management systems adopted.

**Keywords:** Water retention. S index. Porosity.

## Referências

- ALVARENGA, C. C. **Indicadores hidrológicos do solo para identificação de áreas potenciais de recarga subterrânea**. 2010. 81f. Dissertação (mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3081/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_Indicadores%20hidrol%C3%B3gicos%20do%20solo%20para%20identifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20%C3%A1reas%20potenciais%20de%20recarga%20subterr%C3%A2nea.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3081/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Indicadores%20hidrol%C3%B3gicos%20do%20solo%20para%20identifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20%C3%A1reas%20potenciais%20de%20recarga%20subterr%C3%A2nea.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2015.
- Andrade, R. S.; Stone, L. F. Índice S como indicador da qualidade física de solos do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 4, p.382–388, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n4/v13n4a03>>. Acesso em: 25 mar. 2015.
- ARGENTON, J.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C. WILDNER, L. P. Comportamento de atributos relacionados com a forma de estrutura de LatossoloVermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 03, p. 425-435, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v29n3/25743.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2015.
- AZEVEDO, A. C.; DALMOLIN, R. S. D. **Solos e Ambiente: uma introdução**. 2. ed. Editora Pallotti: Santa Maria (RS), 2006.
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; SOUZA, Z. M.; ANDRIOLI, I.; ROQUE, C. G. Retenção de água em dois tipos de Latossolo sob diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 3, p. 829-834, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v26n3/29.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2015.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n6/a39v31n6.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2014.
- DEXTER, A. R. Soil physical quality. Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, v. 120, n. 3-4, p.201-214, 2004a. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706103002891>>. Acesso em: 05 maio 2014.
- DEXTER, A. R. Soil physical quality. Part II. Friability, tillage, filth and hard-setting. **Geoderma**, v. 120, n. 3-4, p. 215-225, 2004b. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706103002908?via%3Dihub>>. Acesso em: 05 maio 2014.
- DEXTER, A. R. Soil physical quality. Part III. Unsaturated hydraulic conductivity and general conclusions about S-theory. **Geoderma**, v. 120, n. 3-4, p. 227-239, 2004c. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001670610300291X>>. Acesso em: 05 mai. 2014.
- DOURADO-NETO, D.; NIELSEN, D. N.; HOPMANS, J. W.; REICHART, K.; BACHI, O. O. S. Software to model soil water retention curves (SWRC, version 2.0). **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 1, p. 191-192, 2000. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90162000000100031](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162000000100031)>. Acesso em: 19 maio 2014.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília, 2013. 353 p. Disponível em: <[http://livraria.sct.embrapa.br/liv\\_resumos/pdf/00053080.pdf](http://livraria.sct.embrapa.br/liv_resumos/pdf/00053080.pdf)>. Acesso em: 11 mar. 2014.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v38n2/a01v38n2.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2015.

FERREIRA, M. M.; DIAS JÚNIOR, M. S. **Física do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 117p.

FERREIRA, M. M.; FERNANDES, B.; CURI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de latossolos da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 3, p. 515-524, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v23n3/04.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2015.

FERREIRA, M. M.; DIAS JUNIOR, M. S. **Física do Solo**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 63p.

FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; DUARTE, A. P.; LEONEL, C. L. Compactação do solo e produção de cultivares de milho em Latossolo Vermelho. I - Características de planta, solo e índice S. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 793-803, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v33n4/05.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2015.

IMHOFF, S. **Indicadores de qualidade estrutural e trafegabilidade de Latossolos e Argissolos Vermelhos**. 2002. 94f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP, 2002- Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-11092002-094725/pt-br.php>>. Acesso em: 01 mar. 2014.

KLEIN, V. A. **Propriedades do solo e manejo da água em ambientes protegidos com cultivo de morangueiro e figueira**. Passo Fundo: Ed. UPF, 2005. 61 p.

LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de textos, 2011. p. 143-159.

LI, L.; CHAN, K. Y.; NIU, Y.; OATES, A.; DEXTER, A. R.; HUANG, G. Soil physical qualities in an Oxic Paleustalf under different tillage and stubble management practices and application of S theory. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 113, n. 2, p. 82-88, jun. 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198711000420>>. Acesso em: 08 mar. 2014.

MELLO-IVO, W. M. P.; ROSS, S. Efeito da colheita seletiva de madeira sobre algumas características físicas de um Latossolo Amarelo sob floresta na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 5, p. 769-776, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbcs/v30n5/02.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2014.

OLIVEIRA, P. R.; CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. C.; ROSSETTI, K. V.; FERRAUDO, A. S.; FRANCO, H. B. J.; PEREIRA, F. S.; BÁRBARO, L. S. Qualidade estrutural de um Latossolo Vermelho submetido à compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 3, p. 604-612, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v37n3/06.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2014.

PINTO, L. C.; MELLO, C. R.; OWENS, P. R.; NORTON, L. D.; CURI, N. Role of Inceptisols in the hydrology of mountainous catchments in Southeastern Brazil. **Journal of Hydrologic Engineering**, v. 21, n. 2, 05015017, 2015. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0001275](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0001275)>. Acesso em: 15 abr. 2014.

PINTO, L.C.; MELLO, C.R.; NORTON, L.D.; POGGERE, G.C.; OWENS, P. R.; CURI, N. A. Hydropedological Approach to a Mountainous Clayey Humic Dystrudept in the Mantiqueira Range, Southeastern Brazil. **Scientia Agricola**, v. 75, n. 1, p. 60-69, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1678-992x-2016-0144>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

PAGLIAI, M.; VIGNOZZI, N.; PELLEGRINI, S. Soil structure and the effect of management practices. **Soil and Tillage Research**, v. 79, n. 2, p. 131-143, 2004. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198704001394>>. Acesso em: 05 abr. 2014.

RAWLS, W. J.; PACHEPSKY, Y. A.; RITCHIE, J. C.; SOBECKI, T. M.; BLOODWORTH, H. Effect of soil organic carbon on soil water retention. **Geoderma**, v. 116, n. 1-2, p. 61-76, 2003. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706103000946>>. Acesso em: 05 mai. 2014.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. **Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação**. In: CERRETA, C. A.; SILVA, L. S. da; REICHERT, J. M. Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. v. 5. p. 49-134.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F.; KER, J. C. Pedologia: base para distinção de ambientes. Lavras: UFLA. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 6. ed. Lavras: UFLA, 2014. p. 113-114.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p.507-512, 2014. Disponível em: <<https://www.ime.usp.br/~abe/lista/pdfXz71qDkDx1.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2015.

SINGER, M.; EWING, S. Soil quality. In: SUMMER, M. E. (Ed.). **Handbook of soil science**. Boca Raton: CRC, 2000. p. 271-298.

TAVARES FILHO, J.; TESSIER, D. Effects of different management systems on porosity of Oxisols in Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 3, p. 899-906, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v34n3/31.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2014.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G.; SÁ, J. C. M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 2, p. 301-309, 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v22n2/16.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2014.

VAN GENUCHTEN, M.Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal** 44, n. 5, p. 892-898, 1980. Disponível em: <[http://people.ucalgary.ca/~hayashi/gly607/reading/van\\_Genuchten1980.pdf](http://people.ucalgary.ca/~hayashi/gly607/reading/van_Genuchten1980.pdf)>. Acesso em: 14 abr. 2014.

#### **Histórico editorial:**

Submetido em: 21/09/2016

Aceito em: 19/07/2017

Como citar:

ABNT

PINTO, L. C.; CHAGAS, W. F. T.; AMARAL, F. H. C. Qualidade física de um Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes usos. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 3, p. 47-57, jul./set. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n320181103>

APA

PINTO, L. C., CHAGAS, W. F. T. & AMARAL, F. H. C. (2018). Qualidade física de um Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes usos. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (3), 47-57. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n320181103>

ISO

PINTO, L. C.; CHAGAS, W. F. T. e AMARAL, F. H. C. Qualidade física de um Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes usos. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 3, pp. 47-57. Eissn 2316-1817. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n320181103>

VANCOUVER

Pinto LC, Chagas WFT, Amaral FHC. Qualidade física de um Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes usos. *Rev agrogeoambiental*. 2018. jul./set.; 10(3): 47-57. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n320181103>

