

## CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA E CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DE TRÊS SOLOS SOB FRUTÍFERAS PERENES

Franciane Diniz Cogo\*  
Flávia Aparecida Diniz Cogo\*\*

**RESUMO:** As características físico-hídricas do solo representam grande importância no sistema solo-água-plantas porque a umidade é um dos fatores que mais beneficia a produtividade das culturas agrícolas. Esta pesquisa objetivou avaliar o comportamento físico-hídrico do solo a partir da condutividade hidráulica e da curva de retenção de água no solo de três classes de solo sob pomar de frutíferas. Para esta avaliação físico-hídrica foram usadas amostras deformadas e indeformadas de um Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf), Argissolo Vermelho-amarelo distrófico (PVAd) e Cambissolo Háplico Tb distrófico típico (CXbd). Foram determinados a densidade de partículas, densidade do solo, granulometria, volume total de poros, macro e microporosidade, estabilidade de agregados, condutividade hidráulica saturada e a curva de retenção de água no solo. Conclui-se que o  $K_0$  foi classificado para LVdf alta, o PVAd alta e CXbd baixa. O LVdf apresentou a  $K_0$  superior aos demais solos, em função de sua maior porosidade e menor índices de agregação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Características físico-hídricas do solo; Porosidade do solo.

## WATER RETENTION CURVE AND HYDRAULIC CONDUCTIVITY OF THREE TYPES OF SOIL WITH PERENNIAL FRUIT TREES

**ABSTRACT:** The soil's physical and hydric characteristics have great importance in the soil-water-plant system. In fact, humidity is one of the factors that most benefits the productivity of crops. Current study evaluates the physical and hydric behavior of soil from the point of view of hydraulic conductivity and water retention curve in three types of soil with fruit trees. Deformed and non-deformed samples of Dystroferic Red Latisol (LVdf), dystrophic Red-Yellow Argisol (PVAd) and typical dystrophic Haplic Cambisol Tb (CXbd) were used. Particle densities, soil density, granulometry, total pore volume, macro and micro porosity, stability of aggregates, saturated hydraulic conductivity and water retention curve in soil were determined.

\* Doutora em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Lavras. E-mail: francianecogo@gmail.com

\*\* Especialista em Gestão Educacional pela Faculdade Geremário Dantas - Instituto Mendonça Costa Educacional, (FGD - IMEC), Brasil.

Results show that K<sub>0</sub> was classified for high LV<sub>df</sub>, high PV<sub>Ad</sub> and low CX<sub>bd</sub>. LV<sub>df</sub> provided higher K<sub>0</sub> rates than the other soils, due to greater porosity and low segregation indexes.

**KEY WORDS:** Physical and hydric characteristics of soil; Soil porosity.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de laranja e o segundo maior de tangerina (EPAMIG, 2017). A fruticultura vem crescendo nos últimos anos, principalmente as frutas perenes, as quais apresentam significativa importância econômica e social, chegando a proporcionar 230 mil empregos diretos e indiretos (IRENO *et al.*, 2014).

O solo é o suporte do cultivo agrário e por isso é necessário conhecer os seus atributos físico-hídricos, tais como curva de retenção de água e a condutividade hidráulica. Sobre um mesmo pomar de frutíferas pode-se encontrar mais de uma classe de solo, as quais apresentam características físico-hídricas diferentes e assim interferem de maneira diferenciada no manejo do solo (BONOMO *et al.*, 2013).

A permeabilidade ou condutividade hidráulica é uma das grandezas pedológicas que mais diz respeito aos processos dinâmicos nos vazios do solo. A condutividade hidráulica saturada no perfil superficial está fortemente relacionada com a taxa de infiltração básica e com a permeabilidade dos macroporos no perfil, uma vez que a condutividade hidráulica não saturada diminui de forma significativa a partir da saturação, com a diminuição do potencial matricial e do tamanho dos poros que retêm água (DAS, 2013; CARDUCCI *et al.*, 2013).

A curva de retenção de água apresenta várias utilidades no manejo do solo como o balanço de água no solo, disponibilidade de água às plantas, infiltração, cálculo da umidade correspondente à capacidade de campo, ponto de murcha permanente e a capacidade de água disponível (BARRETO *et al.*, 2011). Portanto, o conhecimento destas utilidades permite melhorar o manejo e a qualidade do produto final (BONOMO *et al.*, 2013).

A forma da curva característica de retenção de água do solo é afetada

pela estrutura do solo, sendo assim quanto mais compactado o solo menor será a porosidade total e menor será o volume de poros existentes entre os agregados (SILVA *et al.*, 2012). As propriedades de transmissão de água no solo por meio dos macroporos podem exercer considerável influência na infiltração, drenagem e perdas de solo e de água por erosão, e assim afetar o desenvolvimento das culturas e a qualidade do produto final e ambiental. Estas informações demonstram que o teor de água de saturação, bem como a redução inicial do conteúdo de água como consequência da aplicação de sucção ficarão diminuídos (LIER, 2010).

Pelo exposto, o presente trabalho objetivou avaliar o comportamento físico-hídrico do solo a partir da condutividade hidráulica e da curva de retenção de água no solo de três classes de solo sob pomar de frutíferas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida em área com cultivo de frutíferas perenes. O clima da região é definido segundo a classificação de Köppen Cwa - temperado chuvoso (mesotérmico), regionalmente apresenta as seguintes características: amplitude térmica inferior a 6 °C, temperatura média anual entre 21 e 26 °C, em que o mês de fevereiro é o mais quente do ano e os de junho e julho, os de temperatura mais amena. A precipitação pluviométrica média anual é de aproximadamente 1.300 mm.

Na condução deste estudo foram amostrados o horizonte B dos três seguintes solos: Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf), Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd) e Cambissolo Háptico Tb distrófico típico (CXbd), classificados segundo Embrapa (1999); a profundidade amostrada variou de acordo com o tipo de solo.

Foram coletadas cinco amostras deformadas em cada solo. As amostras foram utilizadas para a determinação da densidade de partículas (Dp) pelo método do picnômetro (BLACK *et al.*, 1965) e granulometria pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997). Para obtenção das curvas de retenção de água do solo, as amostras deformadas foram antecipadamente saturadas por 24 horas, empregando-se a unidade de sucção

nas tensões de água correspondentes a 2, 4, 6, 10 kPa e o aparelho extrator de Richards nas tensões de 33, 100, 500 e 1.500 kPa (EMBRAPA, 1997).

Foram coletadas também na mesma profundidade cinco amostras indeformadas em anéis com capacidade para 316 cm<sup>3</sup>. Estas amostras indeformadas foram submetidas a saturação prévia e em seguida determinada a condutividade hidráulica do solo saturado ( $K_0$ ) (EMBRAPA, 1997), e a microporosidade do solo, submetendo as amostras a tensão de 6 kPa (OLIVEIRA, 1968) e, na sequência, secas em estufa a 105 °C para determinação da densidade do solo (EMBRAPA, 1997). O Total de Poros (TP) foi calculado pela expressão:  $TP = (1 - D_s/D_p)$ , sendo  $D_s$  a densidade do solo e  $D_p$  a densidade de partículas. A macroporosidade foi calculada pela diferença entre TP e microporosidade.

As curvas de retenção de água no solo foram obtidas plotando os valores da umidade volumétrica em função da tensão da água no solo ( $q = f(m)$ ), por meio do programa Sigma Plot 9.0) (OLIVEIRA *et al.*, 2004) e as equações ajustadas através de um ajuste não linear, utilizando o programa de SWRC (DOURADO NETO *et al.*, 2000), usando-se o modelo proposto por Van Genuchten (1980).

A estabilidade de agregados em água foi realizada de acordo com a metodologia de Kemper e Roseanau (1986). Os agregados foram conseguidos mediante manipulação de monólitos com as mãos, sendo usados para peneiramento em água os agregados que passaram na peneira de 8,00 mm e ficaram retidos na de 4,75 mm. Os agregados foram submetidos a um pré-umidecimento lento, por ascensão capilar por um período de 24 horas. Como índice de agregação, adotou-se o diâmetro médio geométrico (DMG) e diâmetro médio ponderado (DMP).

Os resultados físico-hídricos dos solos foram submetidos à análise de variância, utilizando delineamento inteiramente casualizado e a comparação das médias foi realizada pelo teste de Scott-Knot ( $p < 0,05$ ).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O LVdf apresentou um valor de densidade de partícula superior aos demais solos, isto pode ser atribuído ao elevado teor de óxidos, hidróxidos e óxi-hidróxidos

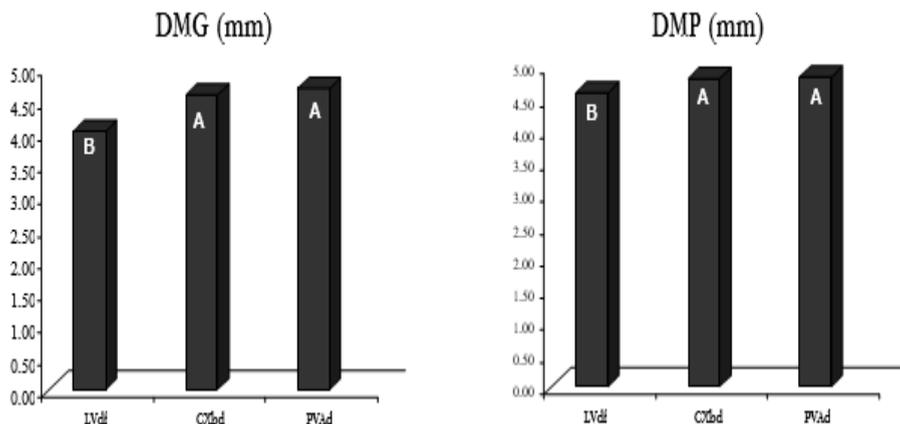
de ferro e alumínio presente na fração argila dos Latossolos (LIER, 2010), conforme apresentado na Tabela 1. A análise granulométrica dos solos revelou que o CXbd e o PVAd se enquadram como argiloso, enquanto que o LVdf como muito argiloso (Tabela 1). Este resultado sinaliza que o LVdf pode proporcionar maior retenção de água, devido à maior superfície específica das frações argila, apresentando assim maior potencialidade a compactação por apresentarem elevada friabilidade e superfície de contato (REICHARDT; TIMM, 2012).

**Tabela 1.** Densidade de partículas (Dp) e granulometria do horizonte B de três classes de solos

Solo	Dp ---g cm <sup>-3</sup> ---	Granulometria		
		Argila	Silte	Areia
		-----g kg <sup>-1</sup> -----		
LVdf	2,81	755	104	141
CXbd	2,61	440	120	420
PVAd	2,56	534	128	338

Obs.: Dp: Densidade de partículas.

O LVdf apresentou menores índices de agregação para o DMP e DMG, isto pode ser atribuído ao fato dos agregados do horizonte Bw de solos oxidicos desenvolverem estrutura tendendo ao granular, bem desenvolvida, de tamanho muito pequeno ou pequeno (EMBRAPA, 1999). Os agregados retidos em malha de 4,75 mm tendem a desfazer em microagregados.



**Figura 1.** Diâmetro Médio Geométrico (DMG) e Diâmetro Médio em Peso (DMP) do horizonte B de três classes de solos.

O LVdf demonstrou menores valores de densidade do solo ( $D_s$ ) e condutividade hidráulica ( $K_0$ ) e maiores valores de PT e de macroporosidade conforme apresentado na Tabela 2. Os valores encontrados para Latossolos Vermelhos oxídicos argilosos são típicos em condições naturais (OLIVEIRA *et al.*, 2004). O CXbd apresentou menor macroporosidade (Tabela 2), o que pode significar limitações ao desenvolvimento do sistema radicular a maioria das plantas cultivadas (OLIVEIRA, 2017), porque pode comprometer o fluxo de ar no solo.

**Tabela 2.** Atributos físico-hídricos do horizonte B de três classes de solos

Solo	Ds g cm <sup>-3</sup>	Porosidade			K <sub>0</sub> mm h <sup>-1</sup>
		Total	Micro	Macro	
LVdf	1,03 C	0,62 A	0,39 A	0,23 A	153,33 A
CXbd	1,57 A	0,42 C	0,37 A	0,05 C	12,31 B
PVAd	1,33 B	0,56 B	0,40 A	0,16 B	18,94 B

Obs.: Letras iguais minúsculas na coluna não se diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knot ( $p < 0,05$ );  $D_s$ : Densidade do solo; TP: Total de Poros; Micro: Microporosidade do solo; Macro: Macroporosidade do solo;  $K_0$ : Condutividade hidráulica do solo saturado.

A maior  $K_0$  no LVdf está relacionada com a maior macroporosidade, que será distribuída na estruturação, que neste solo está a nível de microagregado tendendo a granular em solos oxidicos, proporcionar valores inferiores de densidade de solo e superiores de porosidade do que em solos de estrutura granular (FERREIRA; FERNANDES; CURI, 1999).

De acordo com a classificação de Reichardt (1990), a  $K_0$  é considerada muito alta no LVdf, alta no PVAd e média no CXbd. Este resultado pode ser atribuído à alta variabilidade deste parâmetro, que geralmente é verificada pelos altos coeficientes de variação. O LVdf apresentou maior retenção de água até a tensão de 10 kPa conforme apresentado na Figura 2, por causa do arranjo estrutural o qual gera maior porosidade total (Tabela 2). A retenção de água a baixas tensões está associada com as forças de capilaridade, as quais são dependentes da estrutura do solo (GIASSETI *et al.*, 2004). Nesse sentido que quando quantificou a retenção de água à 6 kPa nas amostras indeformadas, conforme apresentado na Tabela 2, a retenção de água foi semelhante em todos os solos, e isto não ocorreu quando utilizou-se amostras deformadas (Figura 2), isso ocorre porque a desagregação do solo por ocasião do preparo da terra fina seca ao ar e também por interferir na tortuosidade do solo, desobstruem os poros bloqueados do solo, favorecem a formação de poros maiores, os quais retêm água até a tensão de 10 kPa (GIASSETI *et al.*, 2004).

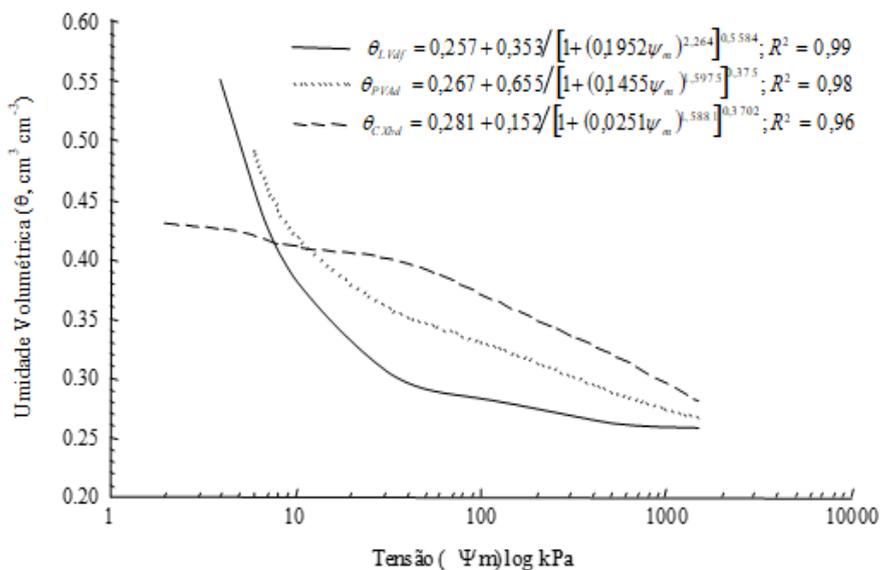


Figura 2. Curva de retenção de água de três classes de solos.

As curvas na faixa de alta tensão de água no solo (100 e 1500 kPa) apresentam aspecto assintótico ao eixo das abscissas, conforme apresentado na Figura 2. Este mesmo comportamento foi verificado em várias pesquisas (SILVA *et al.*, 2012), devido ao fato que em altas tensões a retenção de água está relacionada a forças de adsorção, que por sua vez necessitam de grandes quantidades de energia para serem removidas do solo (REICHARDT; TIMM, 2012). A alta tensão, a umidade dos três solos tendem a se convergirem a um valor, conforme apresentado na Figura 2, provavelmente em função do alto teor de argila (Tabela 1).

#### 4 CONCLUSÕES

O comportamento físico-hídrico do solo a partir da condutividade hidráulica e da curva de retenção de água no solo de três classes de solo sob pomar de frutíferas apresentou condutividade hidráulica alta para LVdf e PVAd, e baixa para CXbd.

## REFERÊNCIAS

BARRETO, H. B. F.; BATISTA, R. O.; FREIRE, F. G. C.; SANTOS, W. O.; COSTA, F. G. B. Análises de indicadores de retenção e armazenamento de água no solo do perímetro irrigado Gorutuba, em Janaúba, MG. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 5, p. 189-192, 2011.

BLACK, C. A.; EVANS, D. D.; ENSMINGER, L. E.; WHITE, J. L.; CLARK, F. E. eds. **Methods of soil analysis**. Madison, v. 1, p. 545-567, 1965.

BONOMO, D. Z.; BONOMO, R.; PARTELLI, F. L.; SOUZA, J. M.; MAGIERO, M. Desenvolvimento vegetativo do cafeeiro Conilon submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 7, n. 2, p. 157-169, 2013.

CARDUCCI, C. E.; OLIVEIRA, G. C.; ZEVIANI, W. M.; LIMA, V. M. P.; SERAFIM, M. E. Bimodal pore distribution on soils under conservation management system for coffee crop. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 291-302, 2013.

DAS, B. M. (2013). **Fundamentos De Engenharia Geotécnica**. 7. ed. Cengage Learnin. Tradução, São Paulo, 632 p.

DOURADO-NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPMANS, J. W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S. Software to model soil water retention curves (SWRC, version 2.00). **Scientia Agrícola**, v. 57, p. 191-192, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 212 p., 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.

EPAMIG - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. CITROS - tangerina. Disponível em: <http://epamig.br>. Acesso em: 17 abr. 2017.

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.

GIASSETI, L. I.; CARVALHO, L. A.; LIBARDI, P. L.; NOGUEIRA, M. C. S. Curvas de retenção de água em amostras de solo com estrutura indeformada e deformada. Santa Maria. XV RBMCSA. **Anais [...]**. CD-rom. 2004.

IRENO, M. T.; SILVA, V. C.; CONEGUNDES, G. J.; SILVA, J. A.; CONVENTO, A. B.; EUZEBIO, L. P. S.; BERMEJO, L. Doença do Cítrus - Cancro Cítrico. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 25, n. 1, p. 34-37, 2014.

KEMPER, W. D.; ROSENAU, R. C. Aggregate stability and Size distribution. In: KLUTE, A. ed. Methods of soil analysis. Madison, **American Society of Agronomy**, p. 425-442, 1986.

LIER, de J. V. Q. **Física do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. v. 1. 298 p.

OLIVEIRA, G. C.; DIAS JÚNIOR, M. S.; RESCK, D. V. S.; CURI, N. Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 327-336, 2004.

OLIVEIRA, J. B. CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS E SEU EMPREGO AGRÍCOLA E NÃO AGRÍCOLA. Disponível em: <http://jararaca.ufsm.br/websites/dalmolin/download/textospl/classif.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2017.

OLIVEIRA, L. B. Determinação da macro e microporosidade pela mesa de tensão em amostras de solo com estrutura indeformada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 3, p. 197-200, 1968.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 188 p.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2012.

SILVA, J. R. L.; MONTENEGRO, A. A. A.; SANTOS, T. E. M. Caracterização física e hidráulica de solos em bacias experimentais do semiárido brasileiro, sob manejo conservacionista. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,

Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 27-36, 2012.

SOUZA, J. M.; BONOMO, R.; PIRES, F. R.; BONOMO, D. Z. Curva de retenção de água e condutividade hidráulica do solo em lavoura de café conilon submetida à subsolagem. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 2, p. 226-236, abr./jun. 2014.

VAN GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity unsaturated soils. **Soil Sci. Am. J.** v. 44, p. 892-898, 1980.

*Recebido em: 28/09/2017*

*Aceito em: 24/05/2018*