



## Intervalo hídrico ótimo de um Neossolo Quartzarênico órtico latossólico submetido a diferentes sistemas de cultivo

**Hebert Camilo Nunes Silva<sup>(1)</sup>; Geraldo Rodrigues Dos Santos Neto Oliveira<sup>(1)</sup>; Ivan Carlos Carreiro Almeida<sup>(2)</sup>; Raphael Bragança Alves Fernandes<sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup>Acadêmico de Agronomia; Instituto Federal do Norte de Minas Gerais- Campus Januária; Januária- MG; [hcnsilva@yahoo.com.br](mailto:hcnsilva@yahoo.com.br); <sup>(2)</sup>Professor do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - Campus Teófilo Otoni; <sup>(3)</sup> Professor do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

**RESUMO:** As culturas agrícolas requerem condições físicas adequadas para que possam atingir alta produtividade. O intervalo hídrico ótimo (IHO) é um indicador da qualidade física do solo, e integra conceitos de água disponível no solo, porosidade de aeração, resistência do solo à penetração (RP) e densidade do solo. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o IHO de um NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico submetido a quatro diferentes sistemas de uso e do solo: mata nativa (T1), fruticultura (T2), culturas anuais (T3) e pastagem (T4). A área de estudo localiza-se na Fazenda São Geraldo, em Januária-MG. Os resultados de IHO obtidos indicaram que o solo sob mata nativa não apresentou restrições hídricas. Nos demais tratamentos a RP passou a determinar o limite inferior do IHO, afetando mais do que a umidade no ponto de murcha permanente em diferentes valores de densidade:  $1,50 \text{ g cm}^{-3}$  (T2),  $1,53 \text{ g cm}^{-3}$  (T3) e  $1,62 \text{ g cm}^{-3}$  (T4). O solo de pior qualidade física e com maior restrição hídrica foi o da área sob cultivo de fruticultura, o que foi atribuído à passagem de máquina e a não descompactação do solo no decorrer dos anos.

**Termos de indexação:** água disponível, resistência à penetração, densidade do solo.

### INTRODUÇÃO

As culturas agrícolas requerem solos com condições físicas adequadas para que elevada produtividade possa ser alcançada. A qualidade física do solo é um termo largamente usado para descrever a capacidade do solo em prover as condições físicas favoráveis para suportar a produção vegetal. Um solo com qualidade física adequada requer um balanço entre aeração, disponibilidade de água associada com o potencial mátrico ( $\Psi$ ) e uma resistência do solo à penetração (RP) que não limite o crescimento de raízes (Letey, 1985).

Com intuito de formular um indicador de qualidade estrutural do solo diretamente relacionado com o crescimento das plantas, Silva et al. (1994) propuseram o conceito de "Least Limiting Water Range" (LLWR), termo que tem sido empregado em

português como sendo o "Intervalo Hídrico "Ótimo (IHO) (Tormena et al., 1998).

O IHO é definido por dois limites, um superior e outro inferior, associados aos conteúdos de água no solo não limitantes ao crescimento radicular. O limite superior refere-se à umidade na porosidade de aeração de 10% (Grable & Siemer, 1968; Zou et al., 2000) e, ou, à umidade retida na capacidade de campo (Reichardt, 1988). Por sua vez, o limite inferior refere-se à umidade retida no ponto de murcha permanente (Savage et al., 1996) e, ou, à umidade a partir do qual a RP é crítica ao crescimento radicular (2 MPa). Caso os valores dos atributos físicos utilizados na quantificação do IHO estejam dentro dos limites previstos, assume-se que o solo apresente qualidade física e poucas restrições ao crescimento das plantas.

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar o intervalo hídrico ótimo de um Neossolo Quartzarênico, submetido a diferentes sistemas de cultivo.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no ano de 2014, na Fazenda São Geraldo, pertencente ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, no município de Januária-MG, nas coordenadas  $15^\circ 29' 44'' \text{ S}$  e  $44^\circ 21' 45'' \text{ O}$ . O clima da região é classificado com Aw, tropical com estação seca de inverno (Köppen). O solo da área do experimento é um NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico de textura franco-arenosa (argila: 13%, silte: 7% e areia: 80%).

Os tratamentos avaliados foram constituídos pelos sistemas de cultivos: mata nativa (T1); fruticultura, com a cultura da acerola (T2); culturas anuais, com sorgo para silagem (T3) e pastagem no sistema não contínuo (T4). Todos os tratamentos estavam sendo submetidos ao mesmo sistema de cultivo há pelo menos 10 anos.

Para a determinação do IHO foram coletadas 30 amostras indeformadas em cada tratamento, utilizando-se de anéis cilíndricos de  $92 \text{ cm}^2$ . As amostras foram coletadas com amostrador de Uhland na camada de 0-5 cm de profundidade.

Quando em laboratório, as amostras foram



previamente saturadas com água e, em seguida, os anéis de cada tratamento foram divididas em dez grupos de três amostras. Cada grupo foi submetido à um dos seguintes potenciais: -0,001; -0,002; -0,004; -0,006; -0,008 e -0,01 MPa, em mesa de tensão (Topp & Zebchuk, 1979); e -0,05; -0,1; -0,8; e -1,5 MPa, em câmaras de pressão (Klute, 1986). Depois de retiradas da mesa ou câmara, as amostras foram submetidas à determinação da RP.

Na determinação da RP utilizou-se um penetrômetro eletrônico de bancada (Marconi, modelo MA-933), seguindo indicações de Tormena et al. (1998). Os ensaios de RP foram realizados no centro de cada amostra, considerando toda a extensão da altura do anel, mas descartando-se os valores obtidos nos 0,5 cm das extremidades superior e inferior. Uma vez finalizada a avaliação da RP, as amostras foram pesadas e levadas à estufa a 105 °C por 24 horas, e novamente pesadas, para a determinação da umidade ( $\theta$ ) e na sequência, da densidade do solo (Ds).

Os valores de RP foram ajustados em relação à Ds e  $\theta$ , utilizando-se um modelo de regressão não-linear proposto por Busscher (1990). Os valores de  $\theta$  foram ajustados em relação à Ds e ao potencial da água no solo ( $\Psi$ ), utilizando-se um modelo de regressão não-linear proposto por Tormena et al. (1998). Os coeficientes de ajuste destas equações foram obtidos utilizando-se o software Statística®.

Na determinação do IHO foi utilizado um algoritmo desenvolvido em EXCEL® (Leão & Silva, 2004). Com o algoritmo foi gerado um gráfico a partir das equações 1, 2, 3 e 4. Essas equações relacionam a densidade do solo (Ds) com: (1) umidade do solo ( $\theta$ ) na capacidade de campo ( $\theta_{CC}$ ), equivalente ao conteúdo de água no potencial de -0,01 MPa; (2)  $\theta$  no ponto de murcha permanente ( $\theta_{PMP}$ ), equivalente ao conteúdo de água no potencial de -1,5 MPa; (3)  $\theta$  em que a porosidade de aeração ( $\theta_{PA}$ ) for  $\leq 0,1 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  e; (4)  $\theta$  em que a resistência à penetração ( $\theta_{RP}$ ) atinge 2,0 MPa. Os limites indicados anteriormente foram utilizados no algoritmo a partir de dados de literatura, sendo para  $\theta_{CC}$ ,  $\theta_{PMP}$ ,  $\theta_{PA}$  e  $\theta_{RP}$  considerados os valores propostos, respectivamente, por Haise et al. (1955), Richards & Weaver (1944), Grable & Siemer (1968) e Taylor et al. (1966), todos referenciados em Leão & Silva (2004).

$$\theta_{CC} = \text{EXP}(d + e.Ds).0,01^f \quad (1)$$

$$\theta_{PMP} = \text{EXP}(d + e.Ds).1.5^f \quad (2)$$

$$\theta_{RP} = [2/(a.Ds^c)]^{1/b} \quad (3)$$

$$\theta_{PA} = [1-(Ds/Dp)]-0,1 \quad (4).$$

Os resultados obtidos indicaram que na área de mata nativa (T1), o solo não apresentou restrições ao crescimento de raízes, uma vez que os limites superiores e inferiores do IHO foram delimitados unicamente pelos valores correspondentes às umidades na capacidade de campo e no ponto de murcha permanente (Figura 1). Esta situação é qualificada como a ideal por Reynolds et al. (2002).

Os demais tratamentos, correspondentes aos usos efetivos do solo, apresentaram algum tipo de restrição, em especial quanto ao limite inferior do IHO, com a RP passando a limitar o desenvolvimento vegetal a partir dos valores de Ds de 1,50 g cm<sup>-3</sup> (T2), 1,53 g cm<sup>-3</sup> (T3) e 1,62 g cm<sup>-3</sup> (T4). Situações semelhantes foram verificadas por outros autores (Silva et al., 1994; Tormena et al., 1998 e Imhoff et al., 2001) em solos cultivados. As áreas dos gráficos mostra o tamanho do intervalo de condições consideradas ótimas para as plantas, assim quando maior a área hachurada maior será a água disponível e menor as restrições físicas do solo, T1> T4> T3> T2, nessa situação.

Os gráficos de IHO também indicaram uma movimentação à direita da área que pouco limita o desenvolvimento vegetal. Essa movimentação em direção a maiores valores de Ds é comum em solos cultivados estando relacionada à compactação pelo tráfego de máquinas e implementos (Hajabbasi et al., 1997; Hartemink, 1998; Cavenage et al., 1999), associada frequentemente à redução dos teores de matéria orgânica (Silva & Kay, 1997; Dalal & Chan, 2001) e à menor estabilidade da estrutura do solo (Horn et al., 1995).

O aumento da densidade do solo com a compactação provoca, simultaneamente, a redução da porosidade de aeração (PA) e o incremento da resistência do solo à penetração, sendo este efeito, mais pronunciado nas áreas de cultivo, onde há maior ação antrópica (Tormena et al., 1998; 1999; Araújo et al., 2004; Leão et al., 2004).

A porosidade de aeração não alcançou o valor limitante ( $\leq 10\%$ ) em nenhum dos tratamentos. Isto indica que o desenvolvimento radicular possivelmente não sofrerá restrições quanto a aeração nos diferentes valores de Ds obtidos.

A RP, consideravelmente influenciada pela Ds, definiu grande parte do limite inferior do IHO e, portanto, pode limitar o desenvolvimento das raízes nas áreas avaliadas, em especial nas áreas de fruticultura (T2) e culturas anuais (T3). Efeitos semelhantes são reportados na literatura (Tormena et al., 1998; 1999; Araújo et al., 2004; Leão et al., 2004) quando se avalia o IHO em solos sobre diferentes coberturas vegetais (cultivados, pastagens, mata).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO



## CONCLUSÕES

O uso do solo com atividades agropecuárias proporciona alterações no intervalo hídrico ótimo, com reflexo em restrições ao melhor desenvolvimento vegetal.

Dos sistemas de cultivo avaliados, o solo com maior degradação de sua qualidade física foi a área submetida à fruticultura.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FAPEMIG, pela bolsa de Iniciação Científica concedida aos dois primeiros autores; ao IFNMG - Campus Janaúria e ao Departamento de Solos da UFV, pela oportunidade da execução da pesquisa; ao CNPq, pelo apoio aos pesquisadores; e aos colaboradores envolvidos no trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M.A.; TORMENA, C.A.; SILVA, A.P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:337-345, 2004.
- BUSSCHER, W.J. Adjustment of flat-tipped penetrometer resistance data to a common water content. *Transactions of the ASAE*, 3:519-524, 1990.
- CAVENAGE, A.; MORAES, M.L.T.; ALVES, M.C.; CARVALHO, M.A.C.; FREITAS, M.L.M. & BUZETTI, S. Alterações nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23:997-1003, 1999.
- DALAL, R.C. & CHAN, K.Y. Soil organic matter in rainfed cropping systems of the Australian cereal belt. *Soil Science Society of America Journal*, 39:435-464, 2001.
- GRABLE, A. R.; SIEMER, E. G. Effects of bulk density, aggregate size, and soil water suction on oxygen diffusion, redox potential and elongation of corn roots. *Soil Science Society of America Journal*, 32:180-186, 1968.
- HAISE, H.R.; HAAS, H.J. & JENSEN, L.R. Soil moisture studies of some great plains soils. II. Field capacity as related to 1/3-atmosphere percentage, and minimum point as related to 15- and 26-atmosphere percentage. *Soil Science Society of America Journal*. 34:20-25, 1955.
- HAJABBASI, M.A.; JALALIAN, A. & KARIMZADEH, H.R. Deforestation effects on soil physical and chemical properties, Lordegan, Iran. *Plant Soil*, 190:301-308, 1997.
- HARTEMINK, A.E. Soil chemical and physical properties as indicators of sustainable land management under sugar cane in Papua New Guinea. *Geoderma*, 85:283-306, 1998.
- HORN, R.; DOMZAL, H.; SLOWINSKA-JURKIEWICZ, A. & Van OUWERKERK, C. Soil compaction processes and their effects on the structure of arable soils and the environment. *Soil Till. Res.*, 35:23-36, 1995.
- IMHOFF, S.; DA SILVA, A.P.; DIAS JÚNIOR, M.S. & TORMENA, C.A. Quantificação de pressões críticas para o crescimento de plantas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25:11-18, 2001.
- KLUTE, A. Water retention: laboratory methods. In: KLUTE, A., ed. *Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods*. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, p.635-660, 1986.
- LEÃO, T.P.; SILVA, A.P. A simplified Excel® algorithm from estimating the least limiting water range of soils. *Scientia Agricola*, 61:649-654, 2004.
- LEÃO, T.P.; SILVA, A.P.; MACEDO, M.C.M.; IMHOFF, S.; EUCLIDES, V.P.B. Intervalo hídrico ótimo na avaliação de sistemas de pastejo contínuo e rotacionado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:415-423, 2004.
- LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. *Adv. Soil.*, 1:277-294, 1985.
- NEVES JUNIOR, A.F. Avaliação da qualidade física de solos em pastagens degradadas da Amazônia. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Piracicaba: Esalq/USP, 2005, 65p.
- REICHARDT, K. Capacidade de campo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.12, n.3, p.211-216, 1988.
- RICHARDS, L.A. & WEAVER, L.R. Fifteen atmosphere percentage as related to the permanent wilting point. *Soil Sci.*, 56:331-339, 1944.
- SAVAGE, M. J.; RITCHIE, J. T.; LAND, W. L.; DUGAS, W. A. Lower limit of soil water available. *Agronomy Journal*, v.88, n.5, p.844-851, 1996.
- SILVA, A. P.; KAY, B. D. & PERFECT, E. Characterization of the least liming water range. *Soil Sci. Am.J.*, 58:1775-1781, 1994.
- SILVA, A.P.; KAY, B.D. Estimating the least limiting water range of soils from properties and management. *Soil Science Society of America Journal*. 61:877- 883, 1997.
- TAYLOR, H.M.; ROBERSON, G.M.; PARKER JUNIOR, J.J. Soil strength-root penetration relations to medium to coarse-textured soil materials. *Soil Science*, 102:18-22, 1966.
- TOPP, G.C. & ZEBCHUK, W. The determination of soil water desorption curves for soil cores. *Can. J. Soil Sci.*, 59:19-26, 1979.
- TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. & LIBARDI, P. L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, 22:573-5817, 1998.
- ZOU, C.; SANDS, R.; BUCHAN, G.; HUDSON, I. Least limiting water range: a potential indicator of physical quality of forest soils. *Australian Journal of Soil Research*, Sydney, v.38, n.5, p.947- 958, 2000.
- REYNOLDS, W.D.; BOWMAN, B.T.; DRURY, C.F.; TAN, C.S.; LU, X. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. *Geoderma*, 110, p.131-146, 2002.

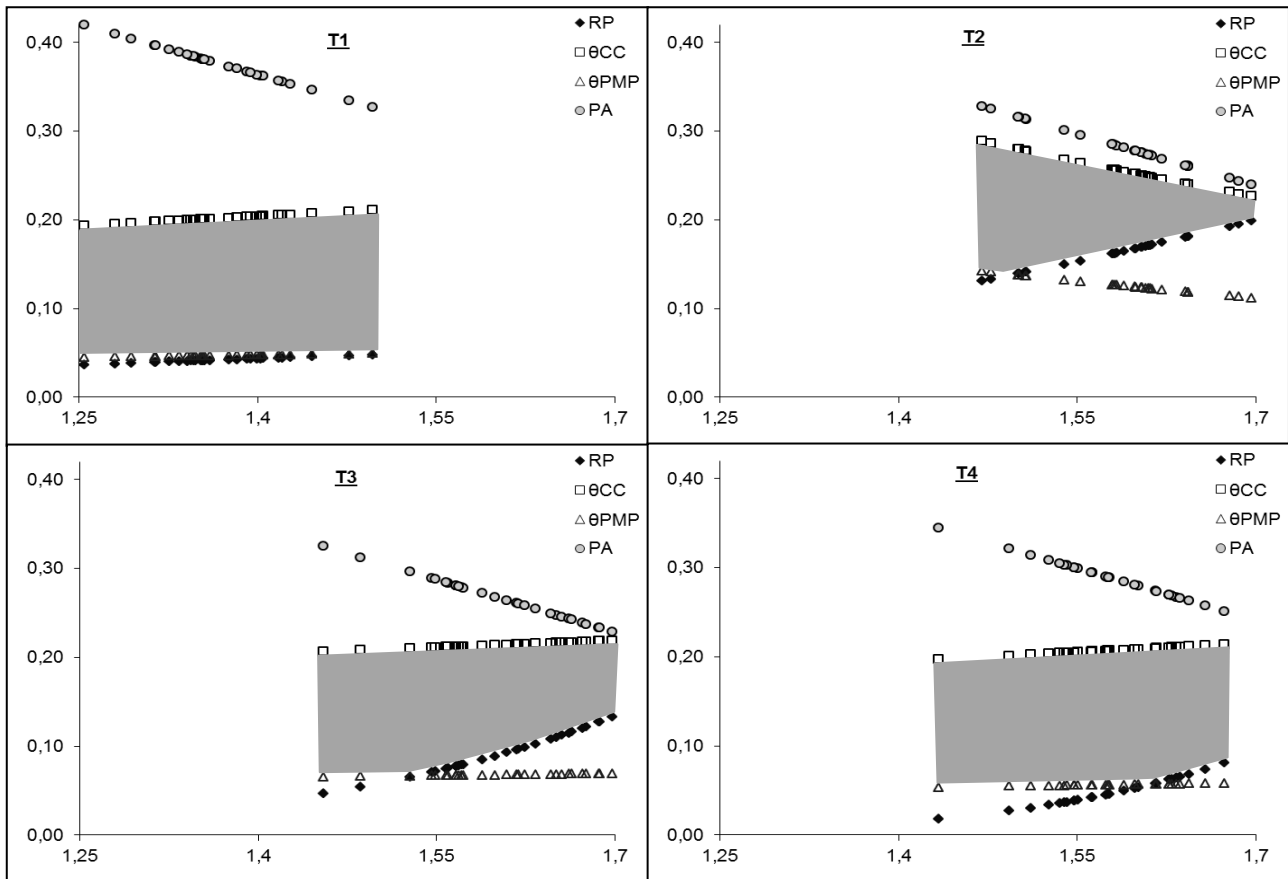


Figura 1: Intervalo hídrico ótimo (IHO) associado à variação do conteúdo de água em função da densidade do solo ( $D_s$ ) nos níveis críticos de capacidade de campo ( $\theta_{CC}$ ,  $\psi = -0,01$  MPa), ponto de murcha permanente ( $\theta_{PMP}$ ;  $\psi = -1,5$  MPa), porosidade de aeração de 10% e resistência do solo à penetração de 2,0 MPa, observados em áreas da Fazenda São Geraldo, Januária-MG. A área hachurada representa o IHO. Tratamentos: T1 = mata nativa, T2 = fruticultura (acerola), T3 = culturas anuais (sorgo para silagem), T4 = pastagem.