



Intervalo Hídrico Ótimo em um Latossolo Vermelho submetido a Diferentes Manejos

**Eracilda Fontanela⁽¹⁾; Milton da Veiga⁽²⁾; José Miguel Reichert⁽³⁾;
Dalvan José Reinert⁽³⁾ & José Eloir Denardin⁽⁴⁾**

- (1) Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo (PPGCS), Bolsista CAPES, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), eracildafontanela@yahoo.com.br (apresentador do trabalho); (2) Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da EPAGRI – Campos Novos / SC; (3) Professor titular do Departamento de Solos da UFSM, reichert@smail.ufsm.br, dalvanreinert@gmail.com; (4) Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da EMBRAPA Trigo – Passo Fundo / RS.

Apoio: EMBRAPA e CNPq

RESUMO: Boa qualidade física do solo, do ponto de vista agrícola e ambiental, é manifestada pela boa infiltração da água no solo, ausência de escoamento superficial, adequada porosidade de aeração, adequada retenção de água no solo, adequada trabalhabilidade e adequado enraizamento das plantas. Este trabalho objetivou avaliar os diferentes manejos de um Latossolo Vermelho Distrófico sobre o intervalo hídrico ótimo (IHO). Foram coletadas amostras em sistema plantio direto há 13 anos e escarificado e em mata nativa, no centro das camadas de 0,00 a 0,06 e 0,10 a 0,15 m. As amostras de solo foram submetidas em grupos de tensão (0,004; 0,006; 0,008; 0,01; 0,03; 0,05; 0,07; 0,1; 0,5 e 1,5 MPa). Em seguida, foram determinadas a densidade do solo (D_s), resistência à penetração mecânica (RP) e umidade volumétrica (q_v). O IHO e a densidade crítica (D_{sc}) do solo foram quantificados através da curva de retenção de água (CRA) e da resistência à penetração (RP). O aumento da D_s reduziu o IHO, devido aos efeitos da resistência do solo à penetração e da porosidade de aeração que determinaram, respectivamente, os limites inferior e superior da água disponível. O solo manejo escarificado apresentou a maior restrição física quanto à resistência à penetração, com valor de D_{sc} de $1,60 \text{ Mg m}^{-3}$.

Palavras-chave: resistência do solo à penetração, porosidade de aeração

INTRODUÇÃO

Parâmetros de qualidade do solo são necessários na identificação de problemas nas áreas de lavoura, para que se estabeleçam estimativas realistas de produção de alimentos, monitoramento das alterações de sustentabilidade e qualidade ambiental, auxiliando na tomada de decisão quando se pretende estabelecer a alternativa de manejo do solo em determinada condição. Esses devem abranger os fatores de crescimento das plantas, serem exequíveis

com metodologias simplificadas e permitirem a comparação entre diferentes solos ou sistemas de manejo do solo cultivado, a fim de monitorar as práticas de preparo e, procurando aumentar o limite superior e o limite inferior do conteúdo de água no solo onde os fatores físicos diretamente relacionados com o crescimento de plantas são inexistentes (SILVA, 2003).

As plantas necessitam de um sistema radicular que absorva água e nutrientes e de condições físicas adequadas ao crescimento para fixação delas no solo. O crescimento das raízes é frequentemente reduzido por uma combinação de estresses físicos como a resistência mecânica, a tensão da água e a deficiência de oxigênio no solo (BENGOUGH et al., 2006). Para Letey (1985), o crescimento e o desenvolvimento das plantas estão relacionados diretamente com a aeração, resistência à penetração e disponibilidade de água. Essa relação tem sido estudada a fim de estabelecer valores críticos, os quais resultam em decréscimo na produtividade. A porosidade de aeração mínima para um bom desenvolvimento do sistema radicular foi definida como sendo de 10% (CANNEL, 1977). O valor de resistência mecânica a penetração (RP) limitante, por sua vez, foi atribuída em 2,0 MPa, o qual prejudica o crescimento e desenvolvimento das raízes (TAYLOR, 1966).

O conceito intervalo hídrico ótimo (IHO), introduzido no Brasil por Tormena et al. (1998) e traduzido do “least limiting water range” (LLWR), é o conceito de um único parâmetro que incorpora, numa faixa de conteúdo de água, as limitações ao crescimento e desenvolvimento das plantas por aeração, água disponível e resistência do solo à penetração das raízes.

O IHO tem sido considerado um parâmetro adequado para avaliação da qualidade física do solo em culturas anuais de solos tropicais. Com a quantificação do IHO, obtém-se o valor de densidade



do solo em que o IHO é zero, denominado como densidade crítica (Dsc) do solo. Esse parâmetro, além da facilidade de obtenção, tem grande importância ao crescimento e desenvolvimento das plantas em diferentes manejos de solo.

O objetivo deste estudo foi determinar a relação entre a resistência do solo à penetração e o IHO em diferentes sistemas de manejo do solo (plantio direto contínuo por 13 anos, escarificado em diferentes épocas e mata nativa) em um Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em uma área experimental pertencente a Embrapa Trigo, situada no município de Passo Fundo, RS. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo "Cfa" e "Cfb" (clima subtropical úmido com verões quentes ou amenos, respectivamente), com precipitação pluvial mínima de 60 mm mensais, distribuída ao longo de todos os meses do ano (NIMER, 1989). O solo em estudo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 1999).

O experimento foi implantado no ano de 2001, em um delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas. As amostras foram coletadas, na primeira quinzena de dezembro de 2006, em um dos blocos, nos diferentes preparos do solo, com tráfego controlado na área, ou seja, o maquinário utilizado nas atividades agrícolas se desloca sempre no mesmo trajeto. Assim, existem dois níveis de tráfego: ausência e presença das usuais operações de manejo, onde os maquinários agrícolas propagaram suas tensões. As amostras dos tratamentos com tráfego foram coletadas na lateral, a cerca de 0,10 m da propagação dessas tensões. As parcelas principais (6 x 12 m) foram distribuídas conforme os sistemas de preparo do solo, possuindo regiões tanto de alto tráfego como de mínimo tráfego. Os tratamentos de manejo do solo foram: (i) sistema plantio direto contínuo por 13 anos (SPD); (ii) escarificado há seis meses (E6); (iii) escarificado há 12 meses (E12); (iv) escarificado há 18 meses (E18) e nas subparcelas os níveis de tráfego (sem e com tráfego das usuais operações de manejo) e (v) mata nativa.

Em cada condição de manejo, nos dois níveis de tráfego, foram coletadas dez grupos de amostras com estrutura preservada, na entrelinha da soja, (em anéis volumétricos com 0,06 m de diâmetro e 0,03 m de altura), no centro de duas camadas (0,00 a 0,06 e

0,10 a 0,15 m). Os dez grupos de amostras, sendo duas amostras de cada tratamento por grupo, foi submetido a uma das seguintes tensões: 0,004; 0,006; 0,008 e 0,01 MPa em mesa de tensão (Topp & Zebchuk, 1979); e 0,03; 0,05; 0,07; 0,1; 0,5 e 1,5 MPa em câmaras de pressão descritas em Klute (1986). Todas as camadas foram coletadas com duas repetições. Assim, foram coletados um total de 320 amostras (cinco preparos x duas camadas x dois níveis de tráfego x duas repetições x dez tensões).

No Laboratório de Física de Solos da Universidade Federal de Santa Maria-RS, as amostras foram preparadas (toalete) e saturadas por capilaridade.

A umidade das amostras foi equilibrada na respectiva tensão e, posteriormente, foi determinada a massa das amostras e a resistência do solo à penetração, com penetrômetro eletrônico, conforme descrito em Tormena et al. (1998).

A densidade do solo (D_s) e a umidade volumétrica (q) foram determinadas em cada amostra. Os dados de RP foram ajustados em relação à q e D_s , utilizando o modelo não linear proposto por Busscher (1990), adotando os procedimentos descritos em Silva et al. (1994).

A curva de retenção de água no solo foi ajustada utilizando a metodologia descrita por Silva et al. (1994). Os dados de umidade do solo em função do potencial mátrico foram ajustados pela equação de van Genuchten (1980), utilizando-se o software SWRC (*Soil Water Retention Curve*) para a obtenção dos parâmetros empíricos de ajuste a , m , n , e fixando a umidade de saturação (q_s) no valor correspondente à porosidade total e umidade residual (q_r) como valor da umidade volumétrica à tensão de -1,5 MPa.

O IHO foi determinado considerando como limite inferior a quantidade de água retida no potencial de -1,5 MPa (q_{PMP}), considerada como a umidade volumétrica no ponto de murcha permanente ou o conteúdo volumétrico de água no solo quando a resistência do solo à penetração foi de 2 MPa (q_{RP}). Como limite superior foi considerado o conteúdo de água retida no solo no potencial de -0,01 MPa ou o conteúdo volumétrico de água no solo quando a porosidade de aeração é de 10% (q_{PA}).

Para obtenção dos parâmetros de estimação do IHO, utilizou-se um algoritmo por meio do programa estatístico Statistical Analysis System (SAS) desenvolvido por Leão et al. (2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação da densidade do solo (D_s) influenciou na q_{CC} e q_{PMP} , assim como na água disponível ($q_{CC} - q_{PMP}$). A q_{CC} e q_{PMP} foi positivamente relacionada com a D_s para o manejo escarificado e mata nativa (Fig. 1 e Fig. 3) e negativamente para o SPD (Fig. 2). Nesse sentido, Silva (2003) também encontrou relação positiva da q_{CC} e a q_{PMP} com a D_s em um Latossolo Vermelho Distrófico. Com o aumento da densidade do solo em solos argilosos, há uma redução na macroporosidade em maior proporção do que a porosidade total, reduzindo o diâmetro de poros maiores, de modo a se tornarem mais eficientes na retenção de água em elevados potenciais. Independente do manejo do solo, o aumento da D_s coincidiu com a diminuição da q_{PA} .

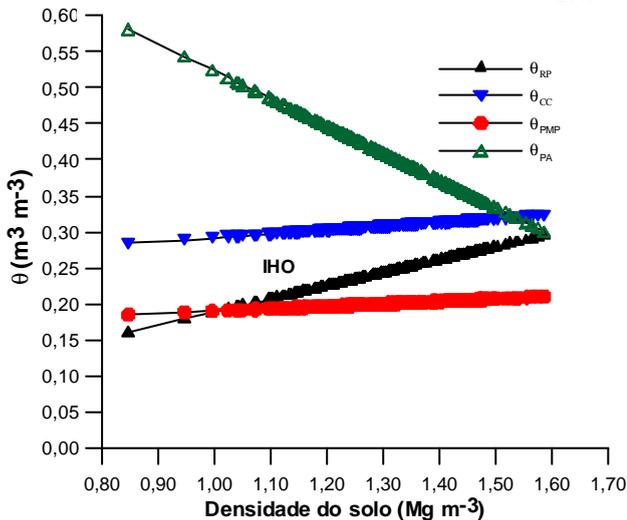


Figura 1 – Variação do conteúdo de água (q) com a densidade do solo (D_s) nos níveis críticos da capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP), porosidade de aeração (PA) e resistência à penetração (RP) em solo sob manejo escarificado.

A q_{PA} substituiu q_{CC} como fator limitante no escarificado quando a D_s foi maior que $1,54 \text{ Mg m}^{-3}$ (Fig. 1). Por outro lado, a q_{RP} substituiu a q_{PMP} como fator limitante, quando a D_s foi maior que $1,02 \text{ Mg m}^{-3}$ e em valores abaixo desse, o IHO no sistema escarificado foi definido por q_{CC} e q_{PMP} . As limitações convergiram na D_s de $1,60 \text{ Mg m}^{-3}$ e o IHO foi considerado como sendo zero (D_s).

No SPD e na mata nativa, a q_{PA} não foi o fator limitante (Fig. 2 e Fig. 3), uma vez que a q_{CC} foi o limite superior do IHO no intervalo de densidades do

solo observadas. Na mata nativa, a q_{RP} substituiu a q_{PMP} como fator limitante, quando a D_s foi maior que $1,01 \text{ Mg m}^{-3}$ e em valores abaixo desse, o IHO foi definido por q_{CC} e q_{PMP} . Em todos os sistemas de manejos, o IHO foi definido basicamente pelo q_{CC} e q_{RP} na maioria dos valores de D_s medidos.

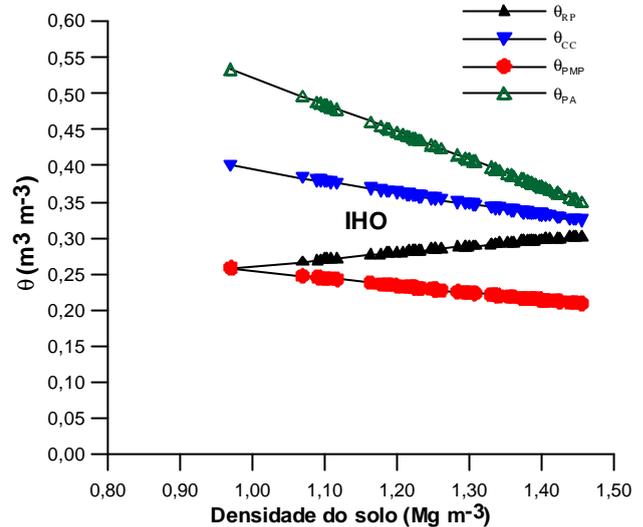


Figura 2 – Variação do conteúdo de água (q) com a densidade do solo (D_s) nos níveis críticos da capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP), porosidade de aeração (PA) e resistência à penetração (RP) no solo sob SPD.

A incorporação da aeração do solo e da resistência do solo à penetração, na definição do IHO para o crescimento de plantas, resultou num parâmetro mais sensível às alterações da estrutura do solo do que o conceito de água disponível. Para o manejo escarificado, o IHO variou de 0 a $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ enquanto a água disponível variou de $0,09$ a $0,11 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. No SPD a variação do IHO foi de $0,02 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ a $0,14 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, enquanto os valores de água disponível variaram de $0,11 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ a $0,14 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Já na mata nativa, o IHO variou de $0,07$ a $0,14 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$.

Pode-se verificar uma relação negativa do IHO com a D_s em todos os manejos estudados. O SPD apresentou maior IHO em densidades do solo inferiores a $1,26 \text{ Mg m}^{-3}$, em relação ao manejo escarificado e a mata nativa.

Entretanto, no SPD os valores de IHO foram superiores a $0,02 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Esse mesmo sistema apresentou valores extremos do IHO nas D_s de $0,97 \text{ Mg m}^{-3}$ a $1,25 \text{ Mg m}^{-3}$ a partir da qual os valores de IHO foram significativamente superiores no manejo escarificado e mata nativa.

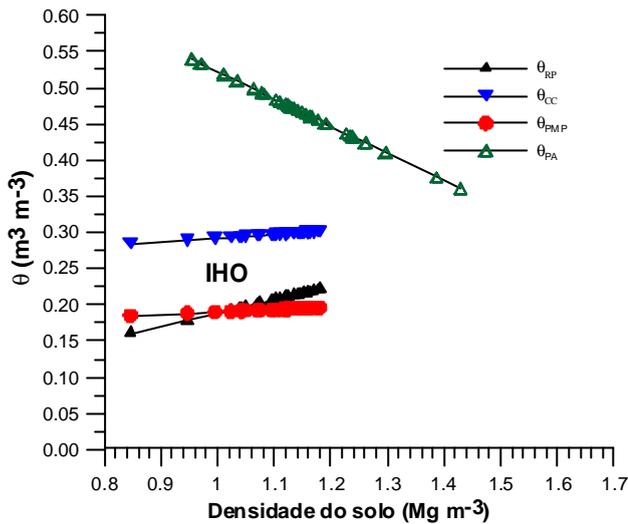


Figura 3 – Variação do conteúdo de água (θ) com a densidade do solo (Ds) nos níveis críticos da capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP), porosidade de aeração (PA) e resistência à penetração (RP) no solo sob mata nativa.

CONCLUSÕES

O IHO foi mais sensível às variações da estrutura do solo do que à água disponível, refletindo melhor a qualidade física do solo para o crescimento das culturas.

A porosidade de aeração e a resistência à penetração foram fortemente influenciadas pela densidade do solo.

A resistência do solo à penetração determinou o limite inferior do IHO nos tratamentos, reduzindo seus valores com o aumento da densidade do solo e, conseqüentemente, restringindo o desenvolvimento radicular das plantas.

O manejo escarificado foi o que apresentou maior restrição física quanto à resistência a penetração com elevado valor de densidade do solo crítica ($1,60 \text{ Mg m}^{-3}$) em função do manejo adotado, intensidade de tráfego e umidade de trabalhabilidade do solo.

REFERÊNCIAS

BENGOUGH, A.G.; BRANSBY, M.F.; HANS, J.; McKENNA, S.J.; ROBERTS, T. & VALENTINE, T.A. Root responses to soil physical conditions; growth dynamics from field to cell. *J. Exp. Botany*, 57: 437-447, 2006.

CANNEL, R.Q. Soil aeration and compaction in relation to root growth and management. *Ap. Biol.*, v. 2, p. 1-86, 1977.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: EMBRAPA - Embrapa Produção de Informação. 1999. 412p.

KLUTE, A. Water retention: laboratory methods. In: KLUTE, A., ed. *Methods of soil analysis – physical and mineralogical methods*. Madison, Am. Soc. Agronomy, 1986. p. 635-660.

LEÃO, T. P.; SILVA, A. P. da.; PERFECT, E.; TORMENA C. A. An Algorithm for Calculating the Least Limiting Water Range of Soils. *Agronomy J.*, 97: 1210- 1215. 2005.

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop productions. *Adv. Soil Sci*, 1: 277-294, 1985.

SILVA, A.P.; KAY, B.D.; PERFECT, E. Characterization of the least limiting water range. *Soil Sci Soc. Am. J.*, 58: 1775-1781, 1994.

SILVA, V.R. Propriedades físicas e hídricas em solos sob diferentes estados de compactação. 2003. 160p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2003.

TAYLOR, H.M., ROBERSON, G.M., PARKER, Jr J.J. Soil Strength-root penetration relations for medium- to coarse -textured soil materials. *Soil Sci.* 102: 18-22, 1966.

TOPP, G. C.; ZEBTCHUK, W. The determination of soil water desorption curves for soil cores. *Canadian J. Soil Sci* 59: 19-26, 1979.

TORMENA, C.A.; SILVA, A.P. da & LIBARDI, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um latossolo roxo sob plantio direto. *R Bras. Ci. Solo*, 22: 573-581, 1998.