

DENSIDADE RESTRITIVA AO CRESCIMENTO RADICULAR EM FUNÇÃO DA ARGILA*

SUZUKI, L.E.A.S.1; REINERT, D.J.2; REICHERT, J.M.2; LIMA, C.L.R.3

*Pesquisa realizada com recursos da CAPES, CNPq e FAPERGS.

1Engenheiro Agrônomo, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria/RS. Bolsista Capes. E-mail: suzuki@mail.ufsm.br.

2Engenheiro Agrônomo, Professor do Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais (CCR), UFSM. E-mail: dalvan@ccr.ufsm.br; reichert@smail.ufsm.br.

3Engenheira Agrícola, Pós Doutoranda em Ciência do Solo, UFSM. Bolsista CNPq. E-mail: clriima@mail.ufsm.br

RESUMO: O desenvolvimento radicular e a produtividade das culturas dependem das condições físicas do solo; contudo, há carência de informações sobre valores ou limites de parâmetros físicos considerados críticos ao desenvolvimento radicular e a produtividade das culturas. O objetivo deste estudo foi (i) avaliar a densidade do solo restritiva ao crescimento radicular, considerando uma resistência do solo à penetração de 2 MPa; (ii) estabelecer relações entre a densidade restritiva estimada e o teor de argila de solos com diferentes classes texturais; (iii) testar a relação do item (ii) com resultados da literatura. Foi avaliada a densidade, a resistência à penetração e a profundidade do sistema radicular da cultura da soja de seis solos do Rio Grande do Sul (Argissolo Vermelho distrófico arênico, Argissolo Vermelho distrófico latossólico, Argissolo Vermelho-Amarelo aluminico típico, Latossolo Vermelho distrófico típico, Latossolo Vermelho aluminoférrico típico e Latossolo Vermelho distroférico típico) submetidos a diferentes manejos. A densidade restritiva ao crescimento radicular em função do teor de argila do solo pode ser estimada pela equação que considera uma resistência à penetração de 2 MPa ($DSrRP = -0,00083 \text{ argila} + 1,84573$) ou pela equação obtida com dados da literatura ($DSrLiteratura = -0,00074 \text{ argila} + 1,79420$).

PALAVRAS-CHAVE: *resistência à penetração, intervalo hídrico ótimo, plantio direto*

INTRODUÇÃO: A resposta das plantas é dependente de uma série de fatores. Além dos parâmetros físicos, a fertilidade e a biologia do solo exercem função importante na produtividade das culturas. Além disso, cada cultura pode responder diferentemente à compactação do solo. GUIMARÃES et al. (2002) constataram que dois cultivares de feijoeiro responderam diferentemente ao desenvolvimento aéreo e radicular em solos sob diferentes níveis de compactação.

A partir de parâmetros físicos como a densidade, a resistência do solo à penetração e a porosidade de aeração, associados ao conhecimento da parte aérea e radicular das cultura, têm-se buscado valores restritivos ou críticos ao crescimento, ao desenvolvimento e ao rendimento das culturas (VOORHEES, 1992; De MARIA et al., 1999; CARVALHO et al., 2004).

Em função da carência e com a finalidade de buscar informações que indiquem limites restritivos em solos submetidos a diferentes níveis de compactação, objetivou-se neste estudo (i) avaliar a densidade restritiva ao crescimento radicular, considerando uma resistência do solo à penetração de 2 MPa; (ii) estabelecer relações entre a densidade restritiva estimada e o teor de argila de solos com diferentes classes texturais; (iii) testar a relação do item (ii) com resultados da literatura.

MATERIAL E MÉTODOS: No primeiro semestre de 2004 e 2005 foram coletados, no Rio Grande do Sul, em propriedades agrícolas e parcelas experimentais sob plantio direto, seis solos classificados segundo EMBRAPA (1999) como: Argissolo Vermelho distrófico arênico (92 g kg⁻¹ argila), Argissolo Vermelho distrófico latossólico (278 g kg⁻¹ argila), Argissolo Vermelho-Amarelo aluminico típico (400 g kg⁻¹ argila), Latossolo Vermelho distrófico típico (463 g kg⁻¹ argila), Latossolo Vermelho aluminoférrico típico (546 g kg⁻¹ argila) e Latossolo Vermelho distroférico típico (654 g kg⁻¹ argila). No período da coleta, as áreas encontravam-se com as culturas da soja (27 manejos) ou feijoeiro (4 manejos).

A resistência à penetração no campo (RP) foi avaliada a cada 0,015 m, até 0,30 m de profundidade, utilizando-se um penetrômetro digital marca Remik CP 20 Ultrasonic Cone Penetrometer. A RP foi ajustada pelo modelo não linear proposto por BUSSCHER (1990): $RP = \alpha \theta^{\beta} Ds^{\epsilon}$, onde: RP é a resistência do solo à penetração (MPa), θ é a

umidade volumétrica ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$), D_s é a densidade do solo (Mg m^{-3}) e a , b , c são parâmetros do ajuste. A partir do modelo obtido entre resistência à penetração e densidade do solo, calculou-se a densidade restritiva para uma resistência à penetração de 2 MPa ($DSrRP$). Posteriormente, relacionou-se a densidade restritiva estimada para os seis solos com seus respectivos teores médios de argila (camada de 0,00 – 0,30 m). A relação entre densidade ($DS_{literatura}$) e argila também foi feita com dados da literatura, utilizando trabalhos que consideraram como densidade crítica ao crescimento das plantas aquela em que o intervalo hídrico ótimo fosse zero (SILVA et al., 1994; SILVA & KAY, 1997; BETZ et al., 1998; TORMENA et al., 1998; TORMENA et al., 1999; IMHOFF et al., 2001; SILVA, 2003; BEUTLER et al., 2004; LEÃO et al., 2004; COLLARES, 2005; MARCOLIN, 2006), trabalhos em vaso (GUIMARÃES et al., 2002; STONE et al., 2002) e no campo (De MARIA et al., 1999), onde a densidade crítica foi aquela que afetou a porosidade e crescimento radicular.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os valores médios de q_v e D_s estiveram associados ao diferenciado teor de argila dos solos estudados. Maiores teores de argila condicionam maior retenção de água. O intervalo de variação dos parâmetros foi dependente do tipo de solo e do manejo adotado (Tabela 1).

Tabela 1. Momentos estatísticos para as variáveis: umidade volumétrica (q_v , $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$), densidade (D_s , Mg m^{-3}) e resistência à penetração (RP , MPa) para os seis solos em estudo.

Variável	Média	Desvio padrão	Coefficiente de variação	Máximo	Mínimo
Argissolo Vermelho distrófico arênico					
q_v ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)	0,22	0,0222	10,22	0,29	0,16
D_s (Mg m^{-3})	1,67	0,1242	7,42	1,89	1,27
RP (MPa)	1,86	0,4189	22,56	2,85	0,64
Argissolo Vermelho distrófico latossólico					
q_v ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)	0,26	0,0236	9,22	0,29	0,20
D_s (Mg m^{-3})	1,54	0,1070	6,95	1,78	1,22
RP (MPa)	1,46	0,2628	18,01	2,17	0,82
Argissolo Vermelho-Amarelo aluminico típico					
q_v ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)	0,35	0,0284	8,22	0,38	0,25
D_s (Mg m^{-3})	1,39	0,1043	7,48	1,59	0,97
RP (MPa)	2,02	0,1452	7,17	2,30	1,65
Latossolo Vermelho distrófico típico					
q_v ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)	0,33	0,0259	7,73	0,37	0,25
D_s (Mg m^{-3})	1,39	0,1329	9,53	1,64	1,03
RP (MPa)	1,67	0,3007	17,99	2,23	0,91
Latossolo Vermelho aluminoferrico típico					
q_v ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)	0,38	0,0304	8,05	0,43	0,31
D_s (Mg m^{-3})	1,39	0,1469	10,58	1,61	0,96
RP (MPa)	2,31	0,3555	15,39	2,88	1,31
Latossolo Vermelho distroferrico típico					
q_v ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)	0,40	0,0288	7,14	0,46	0,32
D_s (Mg m^{-3})	1,36	0,0828	6,08	1,55	1,13
RP (MPa)	1,94	0,3126	16,13	2,69	1,24

A Figura 1a apresenta uma equação obtida para estimar a densidade restritiva ao crescimento radicular considerando uma resistência à penetração de 2 MPa ($DSrRP$) e o teor de argila para os seis solos deste estudo. Utilizando resultados da literatura onde se considerou como sendo restritiva uma densidade em que o intervalo hídrico

ótimo fosse zero e densidade onde a porosidade e o crescimento radicular fossem afetados (DSrLiteratura), a Figura 1b apresenta uma equação para estimar a densidade restritiva em função do teor de argila do solo.

Dessa forma, obtemos duas equações para estimar a densidade restritiva ao crescimento radicular. A Figura 2 compara a densidade em função da argila do solo para essas duas equações. Verifica-se pela Figura 2 que as equações apresentam densidades estimadas semelhantes, embora para os menores teores de argila a DSrRP apresenta uma densidade de 0,06 Mg m⁻³ maior do que a DSrLiteratura, diminuindo essa diferença com aumento da argila.

Ambas as equações podem estimar a densidade restritiva ao crescimento radicular. Porém, estudos devem ser realizados avaliando se as densidades estimadas realmente restringem o crescimento radicular e para quais culturas.

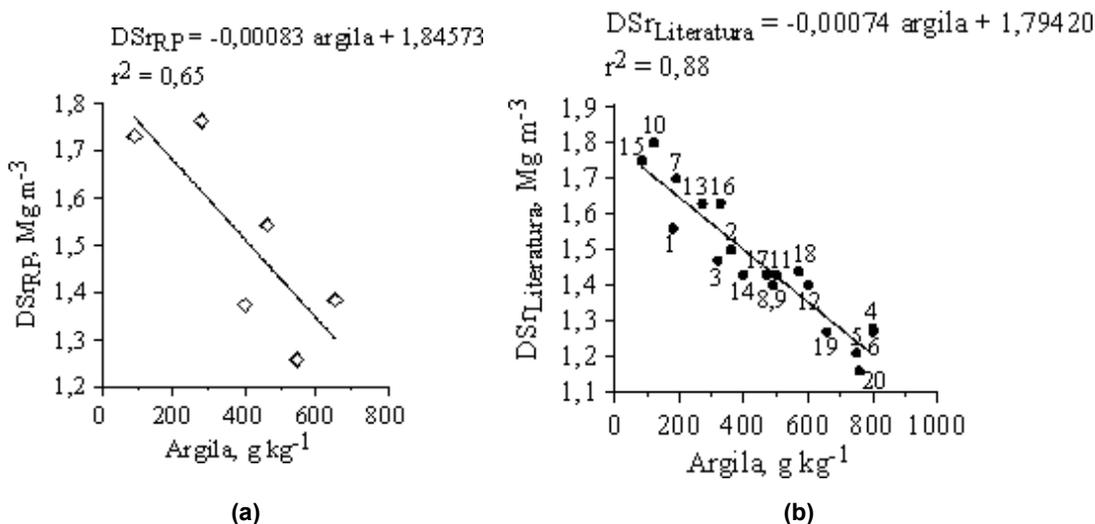


Figura 1. Densidade restritiva estimada para os seis solos em estudo (DSrRP) (a) e densidade restritiva estimada para os dados da literatura (DSrLiteratura) (b), em função do teor de argila.

1SILVA et al., 1994; 2SILVA & Kay, 1997; 3BETZ et al., 1998; 4TORMENA et al., 1998; 5De MARIA et al., 1999; 6TORMENA et al., 1999; 7IMHOFF et al., 2001; 8GUIMARÃES et al., 2002; 9STONE et al., 2002; 10, 11, 12SILVA, 2003; 13BEUTLER et al., 2004; 14LEÃO et al., 2004; 15COLLARES et al., 2005; 16,17,18,19,20MARCOLIN, 2006.

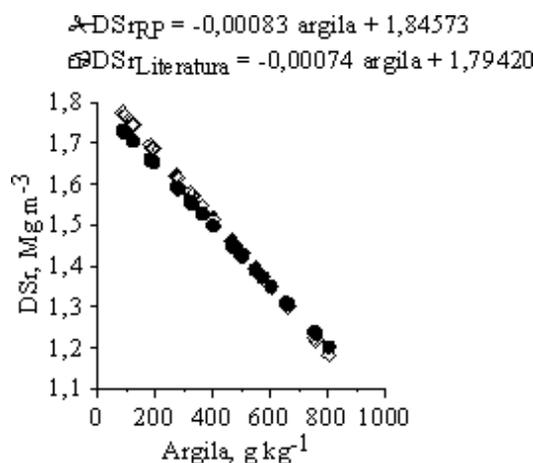


Figura 2. Densidade restritiva estimada pela equação obtida para os seis solos em estudo ($DSr_{RP} = -0,00083 \text{ argila} + 1,84573$) e para os dados da literatura ($DSr_{Literatura} = -0,00074 \text{ argila} + 1,79420$).

CONCLUSÕES:

A densidade restritiva ao crescimento radicular em função do teor de argila do solo pode ser estimada pela equação que considera uma resistência à penetração de 2 MPa ($DSr_{RP} = -0,00083 \text{ argila} + 1,84573$) ou pela equação obtida

com dados da literatura ($DSr_{literatura} = -0,00074 \text{ argila} + 1,79420$).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BETZ, C.L.; ALLMARAS, R.R.; COPELAND, S.M. & RANDALL, G.W. Least limiting water range: traffic and long-term tillage influences in a Webster soil. *Soil Science Society of America Journal*, 62:1384-1393, 1998.

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; SILVA, A.P. da; ROQUE, C.G. & FERRAZ, M.V. Compactação do solo e intervalo hídrico ótimo na produtividade de arroz de sequeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39:575-580, 2004.

BUSSCHER, W.J. Adjustment of flat-tipped penetrometer resistance data to a common water content. *Transactions of the ASAE*. Saint Joseph, 3:519-524, 1990.

CARVALHO, R.; GOEDERT, W.J. & ARMANDO, M.S. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39:1153-1155, 2004.

COLLARES, G.L. Compactação em Latossolos e Argissolo e relação com parâmetros de solo e de plantas. 2005. 106f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M. & SOUZA DIAS, H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23:703-709, 1999.

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.

GUIMARÃES, C.M.; STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro. II: efeito sobre o desenvolvimento radicular e da parte aérea. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 6:213-218, 2002.

IMHOFF, S.; SILVA, A.P.; DIAS JUNIOR, M.S. & TORMENA, C.A. Quantificação de pressões críticas para o crescimento das plantas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25:11-18, 2001.

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.

MARCOLIN, C.D. Propriedades físico-hídrico-mecânicas de solos sob plantio direto, na região de Passo Fundo-RS. 2006. 92f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.

SILVA, A.P.; KAY, B.D. & PERFECT, E. Characterization of the least limiting water range of soils. *Soil Science Society of America Journal*, 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.

SILVA, V.R. Propriedades físicas e hídricas em solos sob diferentes estados de compactação. 2003. 191f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

STONE, L.F.; GUIMARÃES, C.M. & MOREIRA, J.A.A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro. I: efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 6:207-212, 2002.

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*, 22:573-581, 1998.

TORMENA, C.A.; SILVA, A.P.; LIBARDI, P.L. Soil physical quality of a Brazilian Oxisol under two tillage systems using the least limiting water range approach. *Soil & Tillage Research*, 52:223-232, 1999.

VOORHEES, W.B. Wheel-induced soil physical limitations to root growth. *Advances in soil science*. 19:73-95, 1992.