



Permeabilidade do solo ao ar e condutividade hidráulica saturada em solo franco arenoso sob diferentes níveis de compactação

Mayra de Souza Dettmer⁽¹⁾; Douglas Rodrigo Kaiser⁽²⁾ Dalvan José Reinert⁽³⁾ José Miguel Reichert⁽³⁾; André de Oliveira⁽¹⁾ & Miriam Fernanda Rodrigues⁽⁴⁾

- (1) Acadêmica (o) do Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria- UFSM. Campus Universitário, Santa Maria (RS), CEP 97106-900– Bolsista PIBIC-CNPq, mayradet@hotmail.com, andreoliveira89@hotmail.com. (2) Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo -UFSM- Bolsista CAPES, douglasrodrigokaiser@gmail.com, (3) Professor Titular do Departamento de Solos, UFSM. dalvan@ccr.ufsm.br, reichert@smail.ufsm.br, (4) Mestranda do Curso de Pós Graduação em Engenharia Florestal, UFSM- Bolsista CAPES, miriamf_rodrigues@yahoo.com.br.

RESUMO: A geometria e a conectividade entre a rede de poros do solo é responsável pela condutividade da água e pelas trocas gasosas entre o solo e a atmosfera externa, o que garante a atividade biológica e a respiração das raízes. No presente trabalho, determinou-se a condutividade hidráulica saturada e a permeabilidade do ar em solo sob diferentes sistemas de manejo e níveis de compactação. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram: plantio direto (PD); plantio direto com tráfego adicional (PDc); escarificação (Esc) e preparo convencional (PC). A permeabilidade do solo ao ar e a condutividade hidráulica saturada apresentaram correlação positiva com a macroporosidade e negativa com a densidade e microporosidade do solo. Os macroporos ($> 50 \mu\text{m}$) são os principais condutores de ar no solo. O revolvimento e a compactação imposta ao solo não afetaram significativamente a permeabilidade do solo em relação ao plantio direto.

Palavras-chave: aeração do solo, porosidade, manejo do solo.

INTRODUÇÃO

O sistema poroso do solo é responsável pelas trocas gasosas entre a atmosfera do solo e a atmosfera externa (Ball et al., 1988), infiltração e retenção da água no solo (Meek et al., 1992) e é o caminho preferencial para o crescimento das raízes (Williamns & Weil, 2004). O bom funcionamento desse sistema garante a atividade biológica do solo e a interação entre o sistema radicular e a rizosfera.

A infiltração de água no solo depende da condutividade hidráulica saturada do solo, e os efeitos sobre essa propriedade dinâmica são resultantes da influência do manejo no sistema poroso. As práticas de manejo do solo devem proporcionar um equilíbrio na distribuição dos poros de solo, de forma que a retenção de água e os processos dinâmicos de aeração e condução de água sejam mantidos em taxas adequadas.

Neste trabalho, avaliou-se o efeito de manejos e níveis de compactação sobre a densidade, distribuição de poros e na condutividade hidráulica saturada e na permeabilidade do solo ao ar.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na área experimental do Departamento de Solos da UFSM. O solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, Os primeiros 0,50 m do perfil são homogêneos e apresenta em média 0,108 kg kg⁻¹ de argila; 0,342 kg kg⁻¹ de silte e 0,621 kg kg⁻¹ de areia e o horizonte Bt apresenta 0,335 kg kg⁻¹ de argila. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por níveis de compactação do solo condicionados pelo tráfego de máquinas e pelo preparo do solo: plantio direto (PD); plantio direto sobre área que recebeu quatro passadas sobrepostas e paralelas de uma pá carregadeira com massa de 8,5 Mg (PDc); escarificação (ESC) e preparo convencional com uma aração e uma gradagem niveladora (PC).

Amostras com estrutura preservada foram coletadas nas camadas de 0 a 0,05; 0,05 a 0,10; 0,10 a 0,20; 0,20 a 0,30; 0,30 a 0,40 e 0,40 a 0,50 m. No laboratório as amostras foram saturadas, pesadas e

XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

submetidas às tensões de 6 e 10 kPa em coluna de areia e 33 e 100 kPa em câmara de Richards. Após o equilíbrio em cada tensão, mediu-se o fluxo de ar nas amostras, utilizando-se um permeâmetro de carga constante de ar. A condutividade do ar no solo (K_i) é calculada usando-se a equação 1.

$$K_i = \rho_i \cdot g \frac{\Delta V \cdot l}{\Delta t \cdot \Delta p \cdot A} \quad [1]$$

Onde: K_i = condutividade ao ar (cm s^{-1}); ρ_i = densidade do ar no momento da medida (g cm^{-3}); g = aceleração da gravidade (981 cm s^{-2}); ΔV = quantidade de ar que passa na amostra na Δt ($\text{cm}^3 \text{ s}^{-1}$); l = altura da amostra (cm); Δp = pressão do ar que passa pela amostra ($1000 \text{ dinas cm}^{-2}$); A = área do cilindro (cm^2).

A partir da condutividade ao ar, calculou-se a permeabilidade do solo ao ar (K_a) com a equação 2.

$$K_a = K_i \frac{\eta}{\rho_i g} \quad [2]$$

Onde: K_a = permeabilidade ao ar (cm s^{-1}); K_i = condutividade ao ar (cm s^{-1}); η = viscosidade do ar ($\text{g s}^{-1} \text{ cm}^{-1}$); ρ_i = densidade do ar (g cm^{-3}); g = aceleração da gravidade (981 cm s^{-2}).

Após a última tensão (100 kPa), as amostras foram saturadas e mediu-se a condutividade hidráulica saturada em permeâmetro de carga variável.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e quando o teste *f* foi significativo, fez-se a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito do tráfego adicional aplicado ao solo se manifestou com maior intensidade na camada de 0,05 a 0,10 m, ocorrendo à redução significativa na quantidade de macroporos do solo (Tabela 1).

A permeabilidade do solo ao ar não foi significativamente alterada pelo revolvimento do solo e pelo nível de compactação imposto. A condutividade hidráulica do solo saturado foi significativamente reduzida pela compactação do solo nas camadas de 0,05 a 0,10 m e de 0,20 a 0,30 m, o que indica que os poros dessa camada são mais tortuosos, pois os valores de porosidade são

semelhantes para ambos os níveis de compactação (Tabela 2). Apesar dos valores de permeabilidade ao ar e condutividade hidráulica saturada serem numericamente diferentes, estatisticamente não se observa diferença, pois a variação encontrada é elevada, o que pode ser comprovado pelo alto coeficiente de variação.

A permeabilidade do solo ao ar teve correlação negativa com a densidade e com a microporosidade do solo, e positiva com a porosidade total, macroporosidade e com a condutividade hidráulica saturada (Tabela 3 e 4). Isso indica que solos com menor densidade e maior quantidade de macroporos são mais eficientes para renovar o ar do solo pelo processo de aeração, reduzindo os riscos ao metabolismo microbiano e para a respiração das raízes. De maneira geral, o manejo e os níveis de compactação impostos no solo em estudo não afetam a permeabilidade do solo, não representando riscos ao crescimento radículas das plantas.

CONCLUSÕES

A permeabilidade do solo ao ar e a condutividade hidráulica saturada apresentaram correlação positiva com a macroporosidade e negativa com a densidade e microporosidade do solo;

Os macroporos ($> 50 \mu\text{m}$) são os principais condutores de ar no solo;

O revolvimento e a compactação imposta ao solo não afetaram significativamente a permeabilidade do solo em relação ao plantio direto.

REFERÊNCIAS

- BALL, B. C.; O'SULLIVAN, M. F.; HUNTER, R. Gas diffusion fluid flow and derived pore continuity indices in relation vehicles traffic and tillage. *J. Soil Sci.*, 39:327-339, 1988.
- MEEK, B.D.; RECHEL, E.R.; CARTER, L.M.; DETAR, W.R.; URIE, A.L. Infiltration rate of a sandy loam soil: effects of traffic, tillage and plant roots. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 56:908-913, 1992.
- WILLIAMS, S.M.; WEIL, R.R. Crop cover root channels may alleviate soil compaction effects on soybean crop. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 68:1403-1409, 2004.

XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA
Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

Tabela 1. Densidade, macroporosidade e microporosidade em diferentes e níveis de compactação.

Camada (m)	Sistema de manejo				CV ² (%)
	PDc	PD	ESC	PC	
Densidade do solo (Mg m ⁻³)					
0,00-0,05	1,58 a	1,52 a	1,66 a	1,53 a	7,18
0,05-0,10	1,68 a	1,64 a	1,62 a	1,52 a	5,42
0,10-0,20	1,73 a	1,61 b	1,61 b	1,52 b	2,74
0,20-0,30	1,70 a	1,59 a	1,55 a	1,59 a	5,40
0,30-0,40	1,71 a	1,58 a	1,56 a	1,61 a	4,46
0,40-0,50	1,53 a	1,60 a	1,62 a	1,54 a	7,58
Macroporosidade (m ³ m ⁻³)					
0,00-0,05	0,13 a	0,14 a	0,18 a	0,19 a	25,34
0,05-0,10	0,05 b	0,13 ab	0,18 a	0,18 a	29,93
0,10-0,20	0,10 a	0,13 a	0,14 a	0,15 a	18,48
0,20-0,30	0,10 a	0,12 a	0,17 a	0,18 a	34,97
0,30-0,40	0,09 a	0,16 a	0,12 a	0,11 a	25,78
0,40-0,50	0,09 a	0,10 a	0,17 a	0,17 a	36,76
Microporosidade (m ³ m ⁻³)					
0,00-0,05	0,26 a	0,26 a	0,20 b	0,24 ab	5,59
0,05-0,10	0,31 a	0,23 a	0,24 a	0,23 a	16,28
0,10-0,20	0,23 a	0,25 a	0,24 a	0,27 a	8,48
0,20-0,30	0,25 a	0,27 a	0,23 a	0,22 a	21,41
0,30-0,40	0,25 a	0,22 a	0,28 a	0,27 a	17,95
0,40-0,50	0,27 a	0,30 a	0,25 a	0,23 a	23,86

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2. Condutividade hidráulica do solo saturado (mm h⁻¹) em manejo e níveis de compactação.

Camada (m)	Sistema de manejo				Média	CV (%)
	PDc	PD	ESC	PC		
0,00-0,05	44,9 a	104,4 a	46,2 a	73,4 a	67,2 A	103,7
0,05-0,10	16,9 b	91,6 ab	114,7 a	34,7 ab	64,5 AB	155,3
0,10-0,20	74,4 a	185,0 a	17,8 a	33,0 a	77,6 AB	209,8
0,20-0,30	5,96 c	15,8 b	64,3 a	16,3 bc	25,6 AB	91,29
0,30-0,40	3,1 a	13,4 a	29,6 a	60,7 a	26,7 B	159,17
0,40-0,50	14,9 a	5,5 a	24,4 a	20,3 a	16,3 B	140,76
Média	26,7 a	69,3 ab	49,5 a	39,8 a		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Tabela 3. Coeficiente de correlação de Pearson entre as propriedades físicas avaliadas.

Tensão (kPa)	Ds	Pt	Mac	Mic	Ksat
6	-0,16 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,36*	-0,09 ^{ns}	0,49*
10	-0,14 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,42*	-0,17 ^{ns}	0,47*
33	-0,16 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,43*	-0,09 ^{ns}	0,57*
100	-0,12 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,48*	-0,23**	0,48*
Ksat	-0,19 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,31*	0,01 ^{ns}	

Significativo a 1% de probabilidade. ns : não significativo

XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA
Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

Tabela 4. Permeabilidade do solo ao ar (μm^2) em diferentes sistemas de manejo e níveis de compactação.

Camada (m)	Sistema de manejo				Média	CV(%)
	PDc	PD	ESC	PC		
Tensão de 6 kPa						
0,00-0,05	10,38 a	23,25 a	46,65 a	12,33 a	23,15 A	209,5
0,05-0,10	6,65 a	14,35 a	43,77 a	8,63 a	18,35 A	85,0
0,10-0,20	14,45 a	72,37 a	8,27 a	23,32 a	30,85 A	179,2
0,20-0,30	3,08 a	15,67 a	22,47 a	10,87 a	13,02 A	38,94
0,30-0,40	4,47 a	11,13 a	11,67 a	11,01 a	9,57 A	29,23
0,40-0,50	7,25 a	7,78 a	26,20 a	14,23 a	13,86 A	121,55
Média	8,55 b	24,09 a	26,50 a	13,40 a		
Tensão de 10 kPa						
0,00-0,05	9,57 a	17,30 a	58,57 a	19,23 a	26,17 A	206,4
0,05-0,10	7,70 a	13,40 a	52,55 a	12,83 a	21,62 A	95,9
0,10-0,20	19,65 a	90,77 a	10,85 a	19,95 a	35,31 A	200,6
0,20-0,30	3,60 a	20,20 a	25,85 a	11,67 a	15,33 A	68,96
0,30-0,40	5,31 a	11,67 a	12,72 a	8,66 a	9,59 A	31,92
0,40-0,50	7,52 a	9,63 a	41,03 a	12,85 a	17,75 A	155,07
Média	8,89 b	27,16 a	33,59 a	14,20 a		
Tensão de 33 kPa						
0,00-0,05	12,90 a	17,15 a	67,43 a	24,52 a	30,50 A	184,9
0,05-0,10	8,95 a	14,90 a	62,40 a	18,41 a	26,16 A	69,8
0,10-0,20	20,10 a	64,95 a	12,75 a	30,42 a	32,05 A	133,1
0,20-0,30	4,20 a	17,67 a	31,75 a	17,55 a	17,79 A	40,97
0,30-0,40	6,73 a	11,90 a	15,60 a	14,59 a	12,21 A	46,23
0,40-0,50	12,52 a	9,28 a	40,02 a	15,50 a	19,33 A	117,70
Média	10,90 b	22,64 ab	38,33 a	20,17 a		
Tensão de 100 kPa						
0,00-0,05	17,22 a	21,52 a	94,60 a	36,85 a	42,55 A	103,7
0,05-0,10	14,48 a	25,83 a	78,35 a	22,87 a	35,38 A	155,3
0,10-0,20	20,95 a	77,62 a	19,13 a	37,55 a	38,81 A	209,8
0,20-0,30	10,30 a	21,87 a	78,82 a	20,23 a	32,81 A	91,29
0,30-0,40	11,25 a	15,02 a	19,97 a	18,52 a	16,19 A	159,17
0,40-0,50	15,57 a	12,57 a	57,45 a	19,15 a	26,21 A	140,76
Média	14,98 c	29,07 bc	58,05 a	25,86 bc		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.