

Condutividade hidráulica saturada e indicadores físico-hidricos de um Argissolo sob florestas de eucalipto e campo nativo

Pereira, T. I.¹; Prevedello, J.¹; Kaiser, D. R.¹; Reinert, D. J.¹; Reichert, J. M.¹; Oliveira, A.¹

¹ Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, e-mail: tiagoivanp@gmail.com,
Apresentador; juliprevedello@gmail.com; douglasrodrigokaiser@gmail.com;
dalvanreinert@gmail.com; jmreichert@googlemail.com; proado@gmail.com.

Resumo

A condutividade hidráulica saturada do solo informa sobre a capacidade de transporte de água, solutos e substâncias químicas no solo e é dependente da porosidade. O objetivo deste estudo foi avaliar a condutividade hidráulica do solo saturado em áreas com floresta de eucalipto e campo nativo. O experimento foi conduzido na FEPAGRO Florestas, no município de Santa Maria em um Argissolo Vermelho-Amarelo. Os tratamentos avaliados foram: *Eucalyptus grandis* com 3 anos de idade; campo nativo próximo ao EG; *Eucalyptus saligna* com 5 anos de idade e campo nativo próximo ao ES. A condutividade hidráulica saturada do solo foi maior na camada superficial e no campo nativo próximo ao *E. grandis*, apresentando relação direta com a macroporosidade e porosidade total do solo. O aumento da densidade do solo exerceu efeito negativo na condutividade hidráulica saturada do solo, ou seja, à medida que a densidade do solo aumenta a condutividade hidráulica saturada do solo diminui.

Introdução

O aumento do consumo de produtos florestais tem resultado no aumento das áreas cultivadas por espécies de rápido crescimento. A área total com florestas plantadas em 2007 totalizou 5,95 milhões de hectares, destes, 63 % são cultivadas com eucalipto (SBS, 2008). A conversão de ecossistemas naturais em áreas de exploração agrícola ou florestal pode trazer sensíveis modificações nos processos de decomposição e síntese da matéria orgânica, resultado do uso e manejo inadequado do solo. Em consequência disso, ocorrem alterações nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, as quais levam ao processo de degradação e redução da produtividade, principalmente devido à erosão superficial.

A condutividade hidráulica saturada (K_{sat}) é uma propriedade físico-hídrica importante para informar sobre a capacidade de transporte de água, solutos e substâncias químicas no solo sendo um bom indicador de alterações no solo (Mesquita & Moraes, 2004). Dentre as variáveis que influenciam o fluxo de água no solo, Libardi (2000) destaca a forma das partículas, a superfície específica, a porosidade, a estrutura, a compactação, ou seja, todas as propriedades que refletem a geometria porosa do solo. Além disso, Mesquita & Moraes (2004) relatam que a K_{sat} de um solo é determinada pela

geometria e continuidade dos poros preenchidos com água, dessa forma, pode-se afirmar que, os maiores valores de K_{sat} são encontrados juntamente com os maiores valores de porosidade. Porém, Bouma (1982) relata que pequenos poros podem conduzir mais quando são poros contínuos, enquanto poros maiores em uma dada seção podem não contribuir para o fluxo quando apresentam descontinuidade.

A condutividade hidráulica é uma das propriedades do solo que melhor indica as diferenças estruturais nas camadas que constituem o perfil (Corsini, 1974), além de revelar as deformações sofridas pelo mesmo durante o processo de compactação, resultante do uso e manejo inadequado do mesmo. No processo de compactação, os poros maiores, responsáveis pela aeração do solo, tendem a diminuir, sendo substituídos por poros menores (Boone & Veen, 1994) e, conseqüentemente, o fluxo de água é reduzido (Reichert et al., 2007).

Como a K_{sat} é específica para cada solo e é influenciada pelo uso e manejo do mesmo, e devido aos fenômenos da água no solo serem dinâmicos e influenciáveis pelas camadas subjacentes, torna-se necessário identificá-la de forma global (Tavares Filho et al., 2006). Assim este trabalho tem por objetivo avaliar a condutividade hidráulica do solo saturado nos diferentes usos e nas diferentes camadas de um Argissolo Vermelho-Amarelo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisas de Recursos Florestais – FEPAGRO Florestas, no município de Santa Maria, RS. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico arênico (EMBRAPA, 2006). A análise granulométrica indicou valores médios de 165,5 g kg⁻¹ de argila, 195,7 g kg⁻¹ de silte e 638,7 g kg⁻¹ de areia (classe textural franco-arenosa) até a profundidade de 0,40 m. O solo da área não apresenta horizonte E, o horizonte Bt inicia a 0,80 m de profundidade e apresenta 300 g kg⁻¹ de argila. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado. Os tratamentos avaliados foram diferentes usos do solo: *Eucalyptus grandis* com 3 anos de idade (EG); campo nativo 1 próximo ao EG (CN1); *Eucalyptus saligna* com 5 anos de idade (ES) e campo nativo 2 próximo ao ES (CN2).

Para caracterizar o solo nos diferentes usos, amostras com estrutura preservada foram coletadas com anéis metálicos nas camadas de 0 - 0,20; 0,20 - 0,40; 0,40 - 0,60; 0,60 - 0,80 m, para determinar a macro, micro, porosidade total e a condutividade hidráulica saturada. No laboratório, as amostras foram saturadas, pesadas e submetidas à tensão de 6 KPa na mesa de areia para determinar a macroporosidade. Após, foram novamente saturadas para determinação da condutividade hidráulica do solo saturado (K_{sat}) em permeâmetro de carga variável, sendo a amostra submersa em água, conforme metodologia descrita em Gubiani et al. (2008). Em seguida, as amostras foram secas em estufa a 105° C até peso constante para determinar a densidade do solo (ρ_s). 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

A camada superficial do solo apresentou menor densidade associada à maior macroporosidade e porosidade total, independente do uso do solo (Tabela 1). Isso, está relacionado aos ciclos de umedecimento e secagem, à atividade biológica e radicular (Cavichiolo et al., 2005) e à maior presença de resíduos vegetais sobre o solo (Prevedello, 2008). Com o aumento da profundidade ocorre aumento da densidade do solo em função desses ciclos e da atividade biológica serem menos pronunciadas.

Tabela 1. Densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total em diferentes usos do solo.

Profundidade (m)	Uso do Solo				Média*
	CN1	EG	CN2	ES	
Densidade do solo (Mg cm ⁻³)					
0,00-0,10	1,29	1,36	1,34	1,36	1,34b
0,10-0,20	1,43	1,50	1,50	1,48	1,48a
0,20-0,30	1,41	1,50	1,49	1,48	1,47a
0,30-0,40	1,50	1,52	1,50	1,47	1,50a
0,40-0,50	1,47	1,55	1,52	1,47	1,50a
Média	1,42b	1,49a	1,42b	1,45ab	
Cv (%)	3,79				
Macroporosidade (cm ³ cm ⁻³)					
0,00-0,10	0,18	0,20	0,11	0,14	0,16a
0,10-0,20	0,13	0,11	0,09	0,11	0,11b
0,20-0,30	0,12	0,10	0,08	0,11	0,10b
0,30-0,40	0,09	0,08	0,08	0,11	0,09b
0,40-0,50	0,10	0,07	0,07	0,10	0,08b
Média	0,13a	0,11ab	0,09b	0,11ab	
Cv (%)	24,67				
Microporosidade (cm ³ cm ⁻³)					
0,00-0,10	0,27	0,16	0,31	0,27	0,25a
0,10-0,20	0,25	0,27	0,28	0,24	0,26a
0,20-0,30	0,27	0,26	0,28	0,24	0,26a
0,30-0,40	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25a
0,40-0,50	0,27	0,26	0,26	0,23	0,25a
Média	0,26ab	0,24b	0,28a	0,25ab	
Cv (%)	11,55				
Porosidade total (cm ³ cm ⁻³)					
0,00-0,10	0,46	0,36	0,42	0,41	0,41a
0,10-0,20	0,39	0,38	0,37	0,35	0,37b
0,20-0,30	0,39	0,36	0,36	0,35	0,38b
0,30-0,40	0,35	0,34	0,34	0,36	0,35b
0,40-0,50	0,37	0,33	0,33	0,33	0,34b
Média	0,39a	0,35b	0,37ab	0,36b	
Cv (%)	7,64				

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

CN1 = campo nativo próximo ao EG; EG = *Eucalyptus grandis*; CN2 = campo nativo próximo ao ES; ES = *Eucalyptus saligna*.

A condutividade hidráulica do solo foi maior na camada superficial e apresentou redução com o aumento da profundidade do solo (Tabela 2). Esse fato, correlacionado com a maior macroporosidade encontrada nessa camada e, segundo Mesquita & Moraes (2004), o fluxo de água no solo depende da profundidade, textura, estrutura, porosidade e, essas propriedades podem integrar-se das mais variadas formas. A Ksat é uma propriedade dinâmica do solo e seu comportamento será determinado pelo nível de compactação que o solo apresenta quantidade e continuidade de poros, principalmente dos macroporos (Reichert et al., 2007).

Nos diferentes usos, o tratamento CN1 foi o que apresentou maior Ksat, seguido do ES, EG, CN2. Essa tendência está relacionada com a menor Ds e maior Mac nesses tratamentos. O aumento na densidade do solo (ds) exerceu efeito negativo na Ksat, ou seja, com o incremento na ds do solo ocorreu redução da Ksat, concordando com Camargo & Alleoni (2006), os quais observaram diminuição da condutividade hidráulica com aumento da densidade do solo.

O volume de $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ para os macroporos, utilizados como limitantes para o crescimento radicular das plantas foram observados nas camadas subsuperficiais do CN1, EG e CN2 (Prevedello, 1996; Tormena et al., 1998), associados a esses encontramos valores de Ksat variando de 15,7 a 118,8 mm h^{-1} , essa grande variação ocorre porque o coeficiente de variação é muito alto para este tipo de análise, o qual é, geralmente, maior que 70 % (Reichert et al., 2007).

Tabela 2. Condutividade hidráulica do solo saturado (mm h^{-1}) para os diferentes usos do solo. Santa Maria, RS.

Profundidade (m)	Condutividade hidráulica do solo saturado (mm h^{-1})				Média*
	CN1	EG	CN2	ES	
0,00-0,10	210,6	206,9	78,0	193,1	172,2a
0,10-0,20	51,6	78,8	63,4	55,8	62,4b
0,20-0,30	86,1	33,7	15,7	47,0	45,6b
0,30-0,40	117,8	37,8	34,9	90,0	70,1b
0,40-0,50	127,9	26,0	21,0	64,8	59,9b
Média	118,8a	76,7ab	42,6b	90,2ab	
Cv (%)	86,4				

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

CN1 = campo nativo próximo ao EG; EG = *Eucalyptus grandis*; CN2 = campo nativo próximo ao ES; ES = *Eucalyptus saligna*.

Conclusões

A condutividade hidráulica saturada do solo apresenta relação direta com a macroporosidade e porosidade total do solo e, é maior na camada superficial e no campo nativo próximo ao *E. grandis*.

O aumento da densidade do solo exerce efeito negativo na condutividade hidráulica saturada do solo, ou seja, à medida que a densidade do solo aumenta a condutividade hidráulica saturada do solo diminui.

Literatura citada

BOUMA, J. Measuring the conductivity of soil horizons with continuous macropores. Soil Science Society of America Journal. v. 46, p. 438-441, 1982.

BOONE, F. R. & VEEN, B. W. Mechanisms of crop responses to soil compaction. In: SOANE, B. D.; van OUWERKWRK, C. Soil compaction in crop production. Amsterdam: Elsevier, 1994. p.237-264.

CAMARGO de, O. A. & ALLEONI, L. R. F. Conceitos Gerais de Compactação do solo. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/Artigos/CompSolo/Comp1.htm>>. Acesso em: 9/11/2010.

CAVICHIOLO, S. R. et al. Modificações nos atributos físicos de solos submetidos a dois sistemas de preparo em rebrota de *Eucalyptus saligna*. Revista Árvore, v. 29, p. 571-577, 2005.

CORSINI, P. C. Modificações de características físico-hídricas em perfis de série Jaboticabal e Santa Tereza, ocasionadas pelo cultivo intensivo. Científico, v. 2, p. 49-161, 1974.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de classificação de solos. 2 ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa Solos, 2006. 306p.

GUBIANI, P. I. et al. Ksat 2008 - programa computacional auxiliar na determinação da condutividade hidráulica do solo saturado pelo método do permeâmetro de carga decrescente. In: Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 17, Rio de Janeiro, RJ. Anais... Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1 CD ROM. 2008.

LIBARDI, P. L. Dinâmica da água no solo. 2. ed. Piracicaba, 2000. 509p.

MESQUITA, M. G. B. F. & MORAES, S. O. A dependência entre a condutividade hidráulica saturada e atributos físicos do solo. Ciência Rural, v. 34, p. 963-969, 2004.

PREVEDELLO, C. L. Física do solo com problemas resolvidos. Curitiba, Salesward-discovery, 1996. 446p.

PREVEDELLO, J. Preparo do solo e crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. em argissolo. 2008. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: Identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: CERRETA, C. A.; SILVA, L. S.; REICHERT, J. M. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 5. p. 49-134, 2007.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. Fatos e números do Brasil florestal, 2008. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/FatoseNumerosdoBrasilFlorestal.pdf>>. Acesso em: 20 outubro de 2010.

TAVARES FILHO, J.; FONSECA, I. C. B.; RIBON, A. A.; BARBOSA, G. M. C. Efeito da escarificação na condutividade hidráulica saturada de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. *Ciência Rural*, v. 36, p. 996-999, 2006.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G.; SÁ, J. M. C. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciado por calagem, preparo inicial e tráfego. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v. 22, p. 301-309, 1998.