



Propriedades físico-hídricas de um Cambissolo Húmico em floresta de *Pinus taeda* L. e campo nativo

Rosa, S. F. da¹; Abrão, S. F.²; Reinert, D. J.³; Reichert, J. M.³; Dalbianco, L.⁴; Oliveira, A. de.⁵

¹Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (UFSM), RS, CEP 97105-900, e-mail: suzanafdr@yahoo.com.br. Apresentador ²UFSM, e-mail: simone_abrao@hotmail.com. ³UFSM, email: dalvan@ccr.ufsm.br, reichert@smail.ufsm.br. ⁴UFSM, e-mail: agro_dalbianco@hotmail.com. ⁵UFSM, e-mail: andredeoliveira89@hotmail.com.

Resumo

O presente estudo objetivou avaliar as modificações nas propriedades físico-hídricas de um Cambissolo Húmico em florestamentos de *Pinus taeda* L., em primeira e segunda rotação e campo nativo pastejado. Foram analisados a densidade do solo (Ds), a porosidade total (Pt), a macroporosidade (Mac), a microporosidade (Mic) e a condutividade hidráulica do solo saturado ($K_{\theta s}$). Para tanto, foram abertas cinco trincheiras por área, onde coletaram-se amostras com estrutura preservada nas camadas de 0,00–0,05; 0,05–0,20; 0,20–0,40 e 0,40–0,60 m. Os resultados permitiram observar que a Pt foi menos influenciada que a Mac e Mic pelo sistema de uso e manejo do solo. Os maiores valores de Mac foram encontrados nas camadas mais superficiais das áreas com povoamentos de *P. taeda*. Observou-se também maior proporção de Mic nas áreas de campo nativo que diferiram das áreas com *P. taeda* na camada de 0,00–0,05 m. A área com plantio de *P. taeda* apresentou os valores mais elevados de condutividade hidráulica do solo, devido principalmente à maior Mac. O trabalho demonstrou que a substituição de áreas de campo nativo pastejado por florestas de *P. taeda* promoveu melhorias nas propriedades físico-hídricas do Cambissolo Húmico.

Introdução

As propriedades físicas do solo são importantes fatores que interferem na produtividade de sítios florestais, pois estão relacionadas com a capacidade de armazenamento e disponibilidade de água no solo e, dessa forma, interferem no crescimento e produtividade das plantas (Prichett & Fisher, 1987). As diferentes formas de uso e o manejo podem alterar a estrutura do solo, influenciando no comportamento da disponibilidade de água, aeração e resistência oferecida ao crescimento radicular das plantas.

Dentre as propriedades do solo que expressam a estrutura, têm sido avaliadas as propriedades físico-hídricas, tais como a densidade, a porosidade e a condutividade hidráulica, devido à facilidade na quantificação e a possibilidade de determinação do armazenamento e drenagem de água no perfil.

Os solos de mata e campo nativo normalmente têm maior macroporosidade, conteúdo de matéria orgânica e estabilidade dos agregados (Silva et al., 1998). Aumentos na densidade do solo em superfície, nos sistemas florestais, podem estar relacionados ao tempo de utilização da área, a arquitetura do sistema radicular, a pouca cobertura do solo durante o período inicial de crescimento das plantas e as condições de umidade do solo no preparo e plantio das mudas (Costa et al., 2003).

Devido à alteração da cobertura acarretar modificações na estrutura e dinâmica do solo, atualmente, a substituição de áreas de pastagem extensiva em ecossistema de campo nativo por espécies de eucalipto e pinus tem sido alvo de polêmica e questionamentos em relação ao efeito dessas culturas nas propriedades do solo. No entanto, pesquisas dessa magnitude ainda são escassas.

De acordo com o exposto, o estudo tem por objetivo avaliar as modificações nas propriedades físico-hídricas de um Cambissolo Húmico em áreas de florestamento com *Pinus taeda* L., em primeira e segunda rotação e campo nativo pastejado.

Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido no município de Cambará do Sul, RS, Brasil, localizado na região fisiográfica dos Campos de Cima da Serra. De acordo com Köppen, o clima da região é classificado como Cfb1, temperado úmido, com temperatura média anual de 14,8 °C, precipitação média anual de 1787 mm e umidade relativa do ar de 80% (Moreno, 1961). O solo é classificado como Cambissolo Húmico Alumínico típico, considerados solos rasos, moderadamente drenados, com cores bruno escuras a bruno avermelhadas, argilosos, friáveis e com horizonte B incipiente (Embrapa, 2006). A distribuição granulométrica nas camadas do solo pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização granulométrica (%) das camadas de um Cambissolo Húmico sob plantio de *Pinus taeda* em primeira (RT1) e segunda (RT2) rotação e campo nativo adjacente aos povoamentos, em Cambará do Sul, RS, Brasil.

Camada	RT1			CN1			RT2			CN2		
(m)	Areia	Argila	Silte	Areia	Argila	Silte	Areia	Argila	Silte	Areia	Argila	Silte
0,00-0,05	15,56	56,91	27,53	17,94	49,85	32,21	20,80	49,02	30,17	17,50	51,70	30,80
0,05-0,20	16,45	53,82	29,73	16,17	49,58	34,24	21,58	48,75	29,67	17,00	50,05	32,94
0,20-0,40	17,92	52,17	29,91	15,64	58,89	25,48	19,54	56,50	23,96	19,24	54,47	26,29
0,40-0,60	19,74	56,40	23,86	14,28	64,87	20,84	17,82	58,92	23,26	15,54	57,62	26,84

A avaliação foi realizada em plantios comerciais de *Pinus taeda* L. com diferentes rotações e em campo nativo pastejado. A área experimental de primeira rotação (RT1) está localizada na Fazenda Olaria (29 06'S; 50 11'W) e a de segunda rotação (RT2) localizada na Fazenda Varzinha (28 53'S; 50 07'W). Na época da coleta de solos, os povoamentos tinham 13 anos de idade, implantados em espaçamento 3 x 2 m. Nas áreas adjacentes a cada povoamento foram avaliados campos nativos, os quais são usados como pastagem para pecuária extensiva.

As amostras de solo, por área, foram coletadas em cinco trincheiras. Para avaliar a densidade do solo (Ds), a macroporosidade (Mac), a microporosidade (Mic), a porosidade total (Pt) e a condutividade hidráulica do solo saturado ($K_{\theta s}$), coletaram-se amostras com estrutura preservada, em cilindros metálicos de 3,0 cm de altura e 6,0 cm de diâmetro, nas camadas de 0,00–0,05; 0,05–0,20; 0,20–0,40 e 0,40–0,60 m.

Em laboratório, as amostras foram saturadas, pesadas e submetidas à tensão de 6 kPa na mesa de tensão, para calcular a Mac, a Mic e a Pt. Logo após, as amostras foram novamente saturadas e determinou-se a $K_{\theta s}$ em permeâmetro de carga constante (Embrapa, 1997). As três medições do volume de água percolada nas amostras foram feitas a cada cinco minutos após o início da percolação, visto que as amostras já haviam sido previamente saturadas. Ao final, as amostras foram secas em estufa a 105°C até peso constante, a fim de determinar a Ds.

A análise estatística foi realizada através de análise de variância e teste de comparação de médias Scott-Knott (5%) pelo pacote estatístico Sisvar 5.1 (Ferreira, 2008).

Resultados e discussão

Os tratamentos não diferiram quanto à Ds nas camadas avaliadas (Tabela 2). Isso demonstra que a substituição da vegetação de campo nativo por florestas de *P. taeda* não promoveu alteração na Ds. Entretanto, é possível observar que a $K_{\theta s}$ diminui e a Ds aumenta com a profundidade.

Em estudo realizado por Dalben e Osaki (2008), avaliando as propriedades físicas em um Cambissolo Háplico sob floresta nativa e de *P. taeda*, os autores observaram que a densidade do solo foi maior para o ecossistema floresta nativa, quando comparado ao ecossistema povoamento de *P. taeda*, nas profundidades de 0–20 cm e 20–40 cm. Evidenciando a potencialidade das florestas de *P. taeda* em promover uma boa estrutura do solo.

O uso do solo interferiu na porosidade total somente na camada 0,40–0,60 m, sendo superior no *P. taeda* de segunda rotação, o qual diferiu dos demais tratamentos (Tabela 2). A macroporosidade foi superior nos povoamentos de *P. taeda*, na camada 0,00–0,05 m (Tabela 2), o que evidencia o efeito do sistema radicular do pinus e do maior aporte da matéria orgânica na formação da porosidade de aeração do solo com vegetação florestal.

Quanto à microporosidade, observa-se uma maior proporção de microporos nas áreas de campo nativo, que diferem das áreas com *P. taeda* na primeira camada de solo. Na camada 0,05–0,20 m a microporosidade foi superior no CN1, diferindo dos demais tratamentos, enquanto que na camada 0,20–0,40 a microporosidade foi superior no CN1 e no *P. taeda* de segunda rotação, diferindo dos demais.

Esses resultados evidenciam o efeito das espécies florestais no aumento da proporção de macroporos nas camadas mais superficiais do solo e a redução desses poros de aeração por efeito da compactação superficial do solo devido ao pisoteio animal nas áreas pastejadas no CN.

Tabela 2. Propriedades físico-hídricas de um Cambissolo Húmico sob plantio de *Pinus taeda* em primeira (RT1) e segunda (RT2) rotação e campo nativo adjacente aos povoamentos, em Cambará do Sul, RS, Brasil.

Trat	Ds (g.cm ⁻³)	Pt (cm ³ .cm ⁻³)	Mic (cm ³ .cm ⁻³)	Mac (cm ³ .cm ⁻³)	K _{θs} (mm.h ⁻¹)
Camada 0,00-0,05 m					
RT1	0,88 a*	0,64 a	0,47 c	0,18 a	271,99 a
CN1	0,89 a	0,63 a	0,58 a	0,05 b	84,03 b
RT2	0,84 a	0,65 a	0,48 c	0,18 a	271,66 a
CN2	0,96 a	0,61 a	0,54 b	0,07 b	107,90 b
Camada 0,05-0,20 m					
RT1	1,00 a	0,59 a	0,50 b	0,10 a	136,68 a
CN1	1,00 a	0,60 a	0,54 a	0,06 a	18,50 a
RT2	1,04 a	0,58 a	0,40 b	0,09 a	54,31 a
CN2	0,99 a	0,60 a	0,50 b	0,10 a	25,54 a
Camada 0,20-0,40 m					
RT1	1,08 a	0,58 a	0,46 b	0,12 a	61,69 a
CN1	1,07a	0,58 a	0,49 a	0,10 a	1,08 a
RT2	1,01 a	0,60 a	0,49 a	0,10 a	89,37 a
CN2	1,08 a	0,58a	0,46 b	0,12 a	15,34 a
Camada 0,40- 0,60 m					
RT1	1,21 a	0,53 b	0,47 a	0,06 a	2,37 a
CN1	1,15 a	0,55 b	0,50 a	0,05 a	0,07 a
RT2	1,08 a	0,58 a	0,48 a	0,10 a	7,61 a
CN2	1,13 a	0,56 b	0,49 a	0,06 a	6,71 a

*Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade de erro. Ds = densidade do solo; Pt = porosidade total; Mac = macroporosidade; Mic = microporosidade; K_{θs}= condutividade hidráulica do solo saturado.

O resultado observado para a Pt, Mac e Mic demonstra que a porosidade total é menos influenciada do que a macro e microporosidade pelo sistema de uso e manejo do solo, já que ela depende do efeito combinado das duas, sendo mais importante estudar o comportamento relativo da macro e microporosidade com a porosidade total do solo (Bertol et al., 2000).

Em estudo realizado por Cavenage et al. (1999), analisando as alterações das propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro, observaram que a macroporosidade do solo sob diferentes usos – áreas com pinus, pastagem, eucalipto e mata ciliar – dentro de cada área, apresentou-se menor na camada superficial (0,00–0,10 m) pelo fato de a densidade do solo ter sido maior. No entanto, no presente estudo, os resultados não corroboram com os autores citados, pois não ocorreu relação entre a densidade e a macroporosidade.

Os plantios de *P. taeda* apresentaram os maiores valores de K_{θs} na camada 0,00–0,05 m, também evidenciando o efeito do sistema radicular e da matéria orgânica nas áreas com floresta, favorecendo a estruturação do solo. Os valores mais elevados de K_{θs} ocorreram até 0,20 m, onde também se observou maior Mac e Pt. Esses resultados corroboram com Mesquita & Moraes (2004), reafirmando a dependência da K_{θs} com outros atributos físicos do solo, dentre os quais, a porosidade total, macro e microporosidade.

A $K_{\theta s}$ é uma propriedade dinâmica, sendo mais dependente da estrutura do que da textura do solo (Mesquita & Moraes, 2004). Desse modo, o seu comportamento é determinado pelo grau de compactação do solo, pela geometria e continuidade dos poros, sendo dependente da sua quantidade e distribuição, principalmente dos macroporos.

Portanto, a área com plantio de *P. taeda* apresentou os valores mais elevados de condutividade hidráulica do solo, devido principalmente à maior Mac. Esse comportamento indica que a substituição do campo nativo com pisoteio animal por povoamento de pinus melhorou a qualidade estrutural do solo, devido ao crescimento de sistema radicular diferenciado das plantas presentes anteriormente, que pode auxiliar no aporte de material orgânico e na agregação do solo.

Conclusões

A substituição de áreas de campo nativo pastejado por florestas de *P. taeda* beneficiou as propriedades físico-hídricas, elevando a condutividade hidráulica do solo saturado, que aliada a outras propriedades físicas, indicou melhorias da qualidade estrutural do Cambissolo Húmico.

Agradecimentos

Ao Sr. Félix Mauro de Macedo, proprietário da área; à empresa Cambará S.A e ao CNPq, que tornaram possível a realização deste trabalho.

Literatura Citada

BERTOL, I. et al. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico Álico afetadas pelo manejo do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 91-95, 2000.

CAVENAGE, A. et al. Alterações nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-escuro sob diferentes culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 997-1003, 1999.

COSTA, F. S. et al. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetada pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 527-535, maio/jun. 2003.

DALBEN, A. D.; OSAKI, F. Atributos físicos do solo de um Cambissolo Háplico em floresta nativa e de *Pinus taeda*. **Revista Acadêmica, Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 29-37, jan./mar. 2008.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ, 2006. 306p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

MESQUITA, M. G. B. F.; MORAES, S. O. A dependência entre a condutividade hidráulica saturada e atributos físicos do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 963-969, maio/jun. 2004.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 73p.

PRITCHETT, W. L.; FISHER, R. F. **Properties and management of forest soils**. 2 ed. New York: John Wiley e Sons, 1987. 494p.

SILVA, M. L. N. et al. Estabilidade e resistência de agregados de um Latossolo Vermelho Escuro cultivado com sucessão milho-adubo verde. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 97-103, 1998.