

CONDUTIVIDADE E RETENÇÃO DE ÁGUA EM NEOSSOLOS E SAPROLITOS DERIVADOS DE ARENITO⁽¹⁾

Fabrizio de Araújo Pedron⁽²⁾, Jessé Rodrigo Fink⁽³⁾, Miriam
Fernanda Rodrigues⁽⁴⁾ & Antonio Carlos de Azevedo⁽⁵⁾

RESUMO

Os Neossolos são solos que apresentam inúmeras limitações de uso, principalmente relacionadas à sua profundidade efetiva, e têm sido muito pouco pesquisados no Brasil. Neossolos desenvolvidos sobre rochas sedimentares devem receber especial atenção para que sejam evitados danos ambientais, como a contaminação de aquíferos. O objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento da condutividade hidráulica e a capacidade de retenção de água em perfis de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados de arenito da Formação Caturrita no Rio Grande do Sul. Foram levantados dados morfológicos e determinadas a granulometria, porosidade, densidade do solo (Ds), condutividade hidráulica saturada (K_s), infiltração básica de água no campo (IB) e retenção de água em amostras de solo e saprolito de seis perfis de Neossolos. Os perfis apresentaram Ds elevada, baixa macroporosidade e alta microporosidade, o que contribuiu para baixa K_s e IB, mesmo em condições de textura franco-arenosa e camada saprolítica altamente fraturada. Os dados de K_s e IB apresentaram elevado coeficiente de variação entre os perfis analisados e entre as repetições de um mesmo perfil. A retenção de água teve valores superiores nas camadas Cr em relação aos horizontes A e volume superior de água disponível às plantas variável entre horizonte A e saprolito para os perfis analisados.

Termos de indexação: pedologia, física de solos, infiltração de água no solo.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 20 de agosto de 2010 e aprovado em 24 de maio de 2011.

⁽²⁾ Professor do Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Av. Roraima 1000, CEP 97105-900 Santa Maria (RS). E-mail: fapedron@ufsm.br

⁽³⁾ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Av. Bento Gonçalves 7712, Caixa Postal 15100, CEP 91540-000 Porto Alegre (RS). E-mail: fink1@gmail.com

⁽⁴⁾ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, UFSM. E-mail: miriamf_rodrigues@yahoo.com.br

⁽⁵⁾ Professor do Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ. Caixa Postal 09, CEP 13418-900 Piracicaba (SP). Bolsista do CNPq. E-mail: aazevedo@usp.br

SUMMARY: *HYDRAULIC CONDUCTIVITY AND WATER RETENTION IN LEPTOSOLS-REGOSOLS AND SAPROLITE DERIVED FROM SANDSTONE, BRAZIL*

Leptosols and Regosols are soils with a series of restrictions for use, mainly related to the effective depth, which have been poorly studied in Brazil. These soils, when derived from sedimentary rocks should be treated with particular care to avoid environmental damage such as aquifer contamination. The purpose of this study was to verify the behavior of hydraulic conductivity and water retention capacity in profiles of Leptosols and Regosols derived from sandstone of the Caturrita formation in Rio Grande do Sul state. The morphology, particle size distribution, porosity, soil density (D_s), saturated hydraulic conductivity (K_s), basic water infiltration in the field (BI) and water retention were determined in soil and saprolite samples of six soil profiles. High D_s , low macroporosity and high microporosity were observed in the profiles, resulting in a low K_s and BI, even under conditions of sandy texture and a highly fractured saprolite layer. The variation coefficients of data of K_s and BI were high among the studied profiles and between replications of a same profile. Water retention of the studied soils was higher in Cr layers than in the A horizons and the volume of plant-available water greater and variable among A horizons and Cr layers.

Index terms: pedology, soil physics, soil water infiltration.

INTRODUÇÃO

Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos são solos pouco desenvolvidos, caracterizados, em geral, pelo baixo potencial de uso agrícola e não agrícola, devido, principalmente, às suas condições morfológicas e ambientais. Esses solos apresentam sequência de horizonte e, ou, camadas do tipo A-R ou A-Cr-R, com pequena profundidade efetiva, com contato lítico dentro de 50 cm na classe dos Neossolos Litólicos e maior que esse limite na dos Neossolos Regolíticos (Embrapa, 2006). Em ambos os casos, o contato com o saprolito (Pedron et al., 2009, 2010) pode ocorrer relativamente próximo da superfície. São solos frequentemente associados a terrenos acidentados e pedregosos, mas podem ocorrer em áreas pouco movimentadas ou planas, dependendo das condições climáticas e geológicas. No Estado do Rio Grande do Sul (RS), esses solos ocupam aproximadamente 22 % de sua área (Brasil, 1973).

Em caso de solos pouco desenvolvidos, como os Neossolos em questão, a camada saprolítica assume importante papel ambiental, pois altera o crescimento e desenvolvimento da vegetação e os fluxos hídricos no perfil (Schafer et al., 1979; Lietzke & Weber, 1981; Stolt & Baker, 1994; Sternberg et al., 1996; Pedron et al., 2009; Stürmer et al., 2009). Entretanto, a falta de informações sobre aspectos morfológicos, químicos, físicos e mineralógicos desses materiais saprolíticos, no Brasil, tem contribuído para o uso inadequado dos Neossolos, especialmente os mais rasos, e sua consequente degradação.

As áreas de ocorrência de rochas sedimentares no Rebordo do Planalto e na Depressão Central do RS apresentam importância ambiental porque fazem

parte do Sistema Aquífero Guarani (Soares et al., 2008). Nessas áreas, a presença de solos com textura predominantemente arenosa e pequena profundidade confere maior fragilidade ao aquífero, visto que a sua camada protetora é mais delgada e frágil. Contudo, o grau dessa fragilidade precisa ser verificado com dados de campo e laboratório. Assim, o conhecimento da configuração morfológica, condutividade hidráulica e do potencial de retenção de água nos Neossolos sobre o Sistema Aquífero Guarani é fundamental para a manutenção do ambiente natural.

O objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento da condutividade hidráulica e da capacidade de retenção de água em perfis de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados de arenito da Formação Caturrita no RS.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no município de Santa Maria, na região central do Rio Grande do Sul (RS), conhecida como Rebordo Meridional do Planalto Gaúcho (Figura 1), onde o clima é do tipo Cfa de Köppen – clima subtropical, úmido sem estiagem. A temperatura média anual é de 19,2 °C, e a precipitação pluviométrica anual média, de 1.708 mm, bem distribuídos nos 12 meses (Maluf, 2000).

O substrato geológico pertence à Formação Caturrita, originada do Triássico, sobre a Bacia do Paraná. Essa formação sedimentar é de origem fluvial, constituída por arenitos finos a médios de composição quartzosa e matriz argilosa, podendo conter considerável teor de feldspato e, ainda, fácies pelíticas.

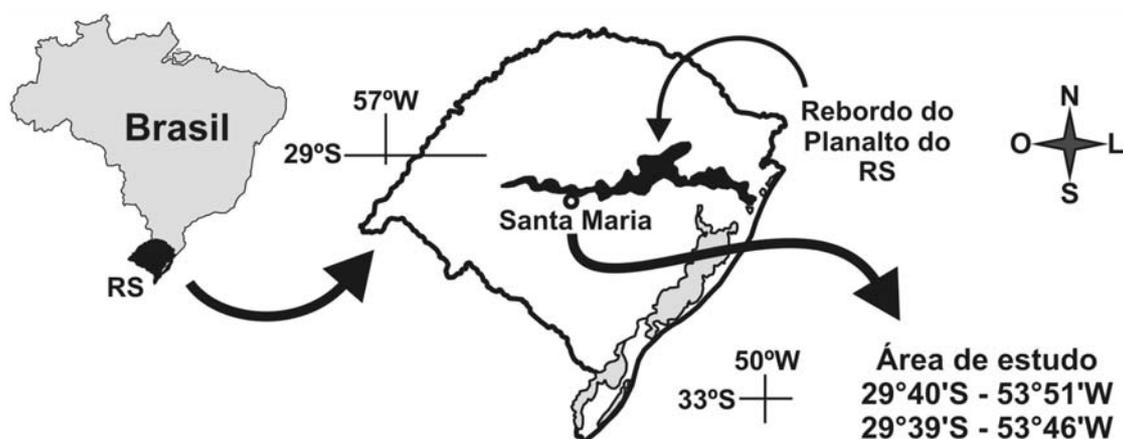


Figura 1. Localização da região de estudo, onde foram amostrados perfis de Neossolos Litólicos e Regolíticos derivados do arenito da Formação Caturrita no RS.

A Formação Caturrita apresenta comportamento predominante de aquífero (Maciel Filho, 1990; Pierini et al., 2002).

Os dados ambientais e taxonômicos referentes aos perfis estudados estão dispostos no quadro 1. A determinação da granulometria total foi efetuada em relação à massa total da amostra seca coletada no campo, diretamente na face do perfil, com três repetições. As amostras foram separadas por tamisamento seco, considerando-se as seguintes classes granulométricas: terra fina (< 2 mm), cascalho (2 a 20 mm), calhau (20 a 200 mm) e matacão (> 200 mm). A granulometria da fração terra fina foi realizada via tamisamento úmido seguido de sedimentação pelo método da pipeta, utilizando o NaOH 1 mol L⁻¹ como dispersante químico, enquanto a argila natural foi dispersa em água (Embrapa, 1997). O grau de floculação (GF) foi calculado conforme orientações da Embrapa (1997). As análises químicas de rotina (dados não apresentados), realizadas visando à classificação taxonômica dos perfis de solos, seguiram o método da Embrapa (1997).

No quadro 2 são apresentados dados referentes ao fraturamento das camadas saprolíticas e rochosas

determinados por Pedron et al. (2010). A condutividade hidráulica saturada (K_s) foi analisada em laboratório pelo método do permeâmetro de carga constante, segundo Embrapa (1997). Amostras com estrutura preservada foram coletadas em cilindros ($\varnothing = 6$ cm; $h = 5$ cm), saturadas em laboratório e submetidas a uma carga hidráulica constante, obtendo-se, após a estabilização do fluxo hídrico na amostra, a percolação de água pelo tempo. Nos mesmos cilindros da K_s foram determinados a macroporosidade, microporosidade e densidade do material. Os conteúdos de água correspondentes ao ponto de saturação e na tensão de 6 kPa foram utilizados como correspondentes a porosidade total e microporosidade do material, respectivamente. A macroporosidade foi determinada pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade, e a densidade do solo (D_s) foi obtida pela relação entre a massa seca do material (g) e o seu volume (cm³) (Embrapa, 1997).

A curva característica de água foi determinada nos potenciais de -1, -6 e -10 kPa em coluna de areia; -10 e -33 kPa em membranas de Richards; e de -100 a -3.000 kPa, em amostras deformadas, em psicrômetro de ponto de orvalho. Os valores da umidade volumétrica

Quadro 1. Simbologia, dados ambientais e classificação taxonômica dos perfis de Neossolos derivados do arenito da Formação Caturrita no RS

Perfil	Relevo	Uso atual ⁽¹⁾	Classificação taxonômica (Embrapa, 2006)
P1	Ondulado a forte ondulado	Campo sujo	Neossolo Regolítico distro-úmbrico léptico
P2	Ondulado a forte ondulado	Campo sujo	Neossolo Regolítico distro-úmbrico léptico
P3	Ondulado a forte ondulado	Campo sujo	Neossolo Regolítico distrófico léptico
P4	Ondulado	Campo sujo	Neossolo Litólico distro-úmbrico típico
P5	Ondulado	Campo limpo	Neossolo Regolítico distro-úmbrico léptico
P6	Forte ondulado	Campo limpo	Neossolo Litólico distro-úmbrico típico

⁽¹⁾ Campo sujo: pastagem espontânea sem manejo, com vegetação herbácea e arbustiva, predominando a família das gramíneas (Poaceae); Campo limpo: pastagem espontânea com limpeza frequente, com predomínio de vegetação herbácea da família das gramíneas (Poaceae).

Quadro 2. Configuração das fraturas existentes nas camadas de saprolito e rocha nos perfis estudados, conforme Pedron et al. (2010)

Perfil	Camada avaliada	Espessura das fraturas	Distância entre fraturas	Preenchimento das fraturas	Azimute do sentido do mergulho	Azimute da exposição do perfil	Ângulo de mergulho
		mm	cm				(°) ⁽¹⁾
P1	Cr	2	7	Raízes finas e solo	150° SE	150° SE	3
P2	Cr	2	3	Raízes finas e solo	330° NW	330° NW	30
P3	Cr	3	5	Raízes finas e solo	85° NE	85° NE	15
P4	RCr	np ⁽²⁾	np	np	np	140° SE	np
P5	Cr	1	5	Raízes finas e solo	não aparente	250° SW	Sem ângulo predominante
P6	RCr	1	8	Raízes finas e solo	190° SW	190° SW	7

⁽¹⁾ Linha horizontal como referência. ⁽²⁾ np: não presente no contato.

e o potencial matricial foram ajustados à equação de van Genuchten (van Genuchten, 1980).

A taxa de infiltração de água no solo foi determinada pelo método dos duplos cilindros concêntricos, conforme Embrapa (1997). As leituras foram tomadas a 1, 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 150 e 180 min após o início do teste. Ajustou-se o modelo de Kostiakov para a lâmina infiltrada e para a taxa de infiltração, definindo-se como infiltração básica (IB) do solo o instante em que a declividade da curva de infiltração de água no solo equivaleu a $-0,01 \text{ cm h}^{-1} \text{ minuto}^{-1}$ (Cauduro & Dorfman, 1986).

As definições de horizontes e camadas usadas para designar solo, saprolito e rocha, adotadas neste trabalho, seguiram as sugestões de Pedron et al. (2009). Todas as análises físico-hídricas foram realizadas com cinco repetições por amostra, nos horizontes e camadas onde foi possível a coleta dos cilindros.

RESULTADOS

Os perfis de Neossolos Litólicos apresentaram sequência de horizontes/camadas A e RCr, com horizonte A de profundidade igual ou inferior a 23 cm (P4 e P6). Já os perfis de Neossolos Regolíticos apresentaram sequência de horizontes/camadas A, Cr e RCr, com espessura do saprolito variando de 63 cm no P1 a 39 cm no P3. A espessura do horizonte A é superior nos Neossolos Regolíticos (Quadro 3). Os horizontes A de todos os perfis não apresentaram fragmentos de materiais grosseiros. No entanto, as camadas Cr, consideradas saprolíticas, apresentaram terra fina preenchendo parte das fraturas, com variação de 218 g kg^{-1} no Cr1 do P2 a 10 g kg^{-1} no Cr2 do P1 e P5. Em relação à fração grosseira, predominaram fragmentos do tamanho de calhaus, com exceção do Cr1 e Cr2 do P2, onde predominaram cascalhos.

Em relação à granulometria da fração terra fina, os teores de argila foram baixos, em torno de 100 a 140 g kg^{-1} , com exceção do Cr1 no P2, com 298 g kg^{-1} , e do A no P4, com 256 g kg^{-1} . Os teores de areia foram elevados, com variação de 533 a 805 g kg^{-1} nos horizontes A do P4 e P5, respectivamente, classificando o P1, P2, P3 e P6 como franco-arenosos, o P4, como franco-argilo-arenoso, e o P5, como areia franca. Ressalta-se que a fração areia predominante foi a fina. Os valores percentuais do GF foram relativamente altos, acima de 50 %, com a maioria acima de 70 %. Esses valores refletem os teores médios a baixos de argila dispersa. A relação silte/argila apresentou variação média de 1,2 no horizonte A e 0,8 nas camadas Cr.

No quadro 4 são apresentados os dados de porosidade, D_s e K_s dos perfis estudados. Verifica-se que os valores de macroporosidade são baixos, com variação de 3 a 12 % entre os perfis. A microporosidade apresentou variação de 33 a 47 % do volume. Os valores de densidade dos solos e saprolitos são elevados: entre $1,67$ e $1,84 \text{ Mg m}^{-3}$. Os seis perfis apresentaram baixa K_s , com destaque para o P4 e P6, com $0,25$ e $0,46 \text{ cm h}^{-1}$, respectivamente. Os maiores valores são encontrados no P1 e P5, com $3,51$ e $3,28 \text{ cm h}^{-1}$, respectivamente. Dentro de cada perfil, a camada saprolítica (Cr) apresentou menor K_s que o horizonte A. Essa mesma relação não aconteceu para os atributos porosidade e densidade. A microporosidade e a D_s mostraram baixo coeficiente de variação; já a macroporosidade e, principalmente, a K_s apresentaram maior dispersão dos dados entre as repetições e entre as médias da população.

Na figura 2 são encontrados os dados referentes à infiltração de água nos perfis estudados. Assim como a K_s , as taxas de infiltração e a infiltração acumulada de água foram baixas. Verifica-se que somente o P2 e o P5 apresentaram infiltração acumulada superior a 100 mm, mas isso somente em uma das repetições, pois nas demais os valores foram inferiores a 37 mm.

Quadro 3. Granulometria dos perfis de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados do arenito da Formação Caturrita no RS

Perfil	SH ⁽¹⁾	Prof.	Granulometria fração total ⁽²⁾			Granulometria terra fina				Argila Natural	GF ⁽⁴⁾	Silte/Argila
			Calhaus	Cascalho	Terra fina	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila			
		cm				g kg ⁻¹					%	
P1	Ap	0-12	0	0	1000	250	513	130	107	27	75	1,21
	A	12-29	0	0	1000	192	533	135	140	34	76	0,96
	Cr ₁	29-60	603	306	91	163	542	134	161	35	78	0,83
	Cr ₂	60-92	930	60	10	(3)	-	-	-	-	-	-
	RCr	92-115+	940	50	10	-	-	-	-	-	-	-
P2	A	0-30	0	0	1000	212	457	204	127	46	64	1,60
	Cr ₁	30-60	0	782	218	65	366	271	298	57	81	0,91
	Cr ₂	60-82	190	605	205	37	378	355	230	49	79	1,55
	RCr	82-155+	950	40	10	-	-	-	-	-	-	-
P3	A	0-30	0	0	1000	91	545	257	107	31	71	2,40
	Cr	30-69	775	100	125	40	636	179	145	35	76	1,23
P4	RCr	69-120+	990	0	10	-	-	-	-	-	-	-
	A	0-23	0	0	1000	123	411	210	256	56	78	0,82
P5	RCr	23-75+	990	0	10	-	-	-	-	-	-	-
	A	0-28	0	0	1000	310	494	111	85	44	48	1,31
	Cr ₁	28-53	433	413	154	263	486	132	119	59	50	1,11
P6	Cr ₂	53-73	930	60	10	-	-	-	-	-	-	-
	RCr	73-110+	930	60	10	-	-	-	-	-	-	-
P6	A	0-17	0	0	1000	246	532	110	112	37	67	0,99
	RCr	17-45+	990	0	10	-	-	-	-	-	-	-

⁽¹⁾ SH: sequência de horizontes e camadas. ⁽²⁾ A fração matacão não foi identificada nas amostras analisadas. ⁽³⁾ A ausência dos valores refere-se à ocorrência restrita da fração terra fina, inviabilizando a sua separação granulométrica. ⁽⁴⁾ GF: Grau de flocculação.

Quadro 4. Porosidade, densidade do solo (Ds) e condutividade hidráulica saturada (K_s) dos perfis dos Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados de arenito da Formação Caturrita no RS

Perfil	Horizonte/camada	Macroporosidade	Microporosidade	Ds	K _s
P1	Ap	8 (9,8) ⁽¹⁾	47 (6,3)	1,71 (3,9)	3,51 (86,7)
	A	12 (10,2)	39 (6,3)	1,67 (2,5)	1,96 (100,2)
	Cr ₁	9 (23,9)	45 (1,9)	1,83 (3,4)	0,48 (163,5)
P2	A	7 (42,6)	43 (3,6)	1,83 (3,6)	1,87 (127,2)
	Cr ₁	11 (16,6)	42 (1,4)	1,79 (3,5)	0,56 (107,8)
P3	A	8 (35,8)	41 (3,3)	1,81 (2,4)	1,31 (142,9)
	Cr	8 (34,7)	46 (1,7)	1,72 (3,5)	0,70 (81,0)
P4	A	4 (38,4)	43 (3,0)	1,84 (3,4)	0,25 (193,7)
	Cr	12 (32,7)	33 (11,4)	1,83 (2,0)	3,28 (103,1)
P5	A	10 (25,5)	39 (2,4)	1,84 (3,8)	0,91 (84,6)
	Cr	3 (38,9)	44 (2,0)	1,83 (2,7)	0,46 (129,4)
P6	CV (%)	35,2	9,4	3,4	82,1

⁽¹⁾ Valores entre parênteses representam o CV (%) dos dados, considerando cinco repetições.

Os menores valores foram encontrados no P4, com 15, 3 e 3 mm nas suas repetições. Os valores de IB foram relativamente baixos, com ampla variação: de 0,1 a 164 mm no mesmo perfil (P3). O P6 apresentou os menores valores: 0,1, 0,4 e 14 mm nas suas três repetições. O CV para as repetições da IB variou de 72,7 a 164,3 % entre os perfis.

Os dados de retenção de água são apresentados na figura 3. Observa-se que a retenção de água nos

horizontes A é inferior à verificada nos saprolitos, com exceção do P1, onde o Cr apresentou maior retenção que o horizonte A somente após o potencial de -100 kPa. A umidade volumétrica no potencial de -10 kPa, considerado equivalente à capacidade de campo (CC), foi de 0,42 a 0,51 cm³ cm⁻³. No potencial de -1.500 kPa, considerado o ponto de murcha permanente (PMP), a umidade volumétrica variou entre 0,10 e 0,24 cm³ cm⁻³ no horizonte A do P4 e P5, respectivamente.

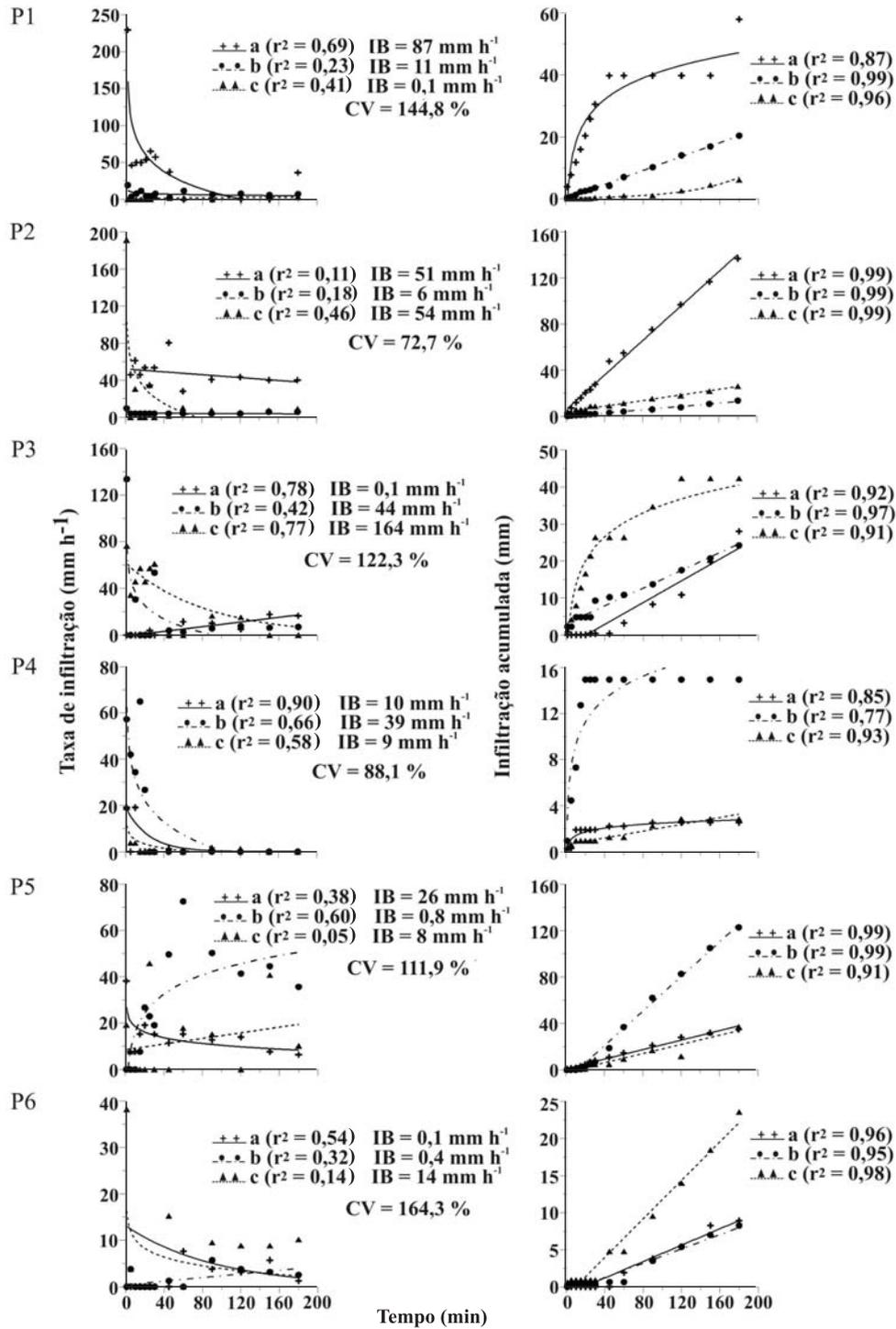


Figura 2. Taxa de infiltração, infiltração acumulada e IB de água dos Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados de arenito da Formação Caturrita. As letras a, b e c representam as três repetições realizadas em cada perfil (P1 a P6). CV = coeficiente de variação.

DISCUSSÃO

Os dados morfológicos e físicos dos quadros 2 e 3 mostram que os perfis apresentam variabilidade na sequência de horizontes, na profundidade efetiva, na

granulometria e na configuração de fraturas, o que pode estar contribuindo para a variação nos dados de porosidade, principalmente a macroporosidade. Devido à inexistência de dados sobre Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados de arenito no RS, a

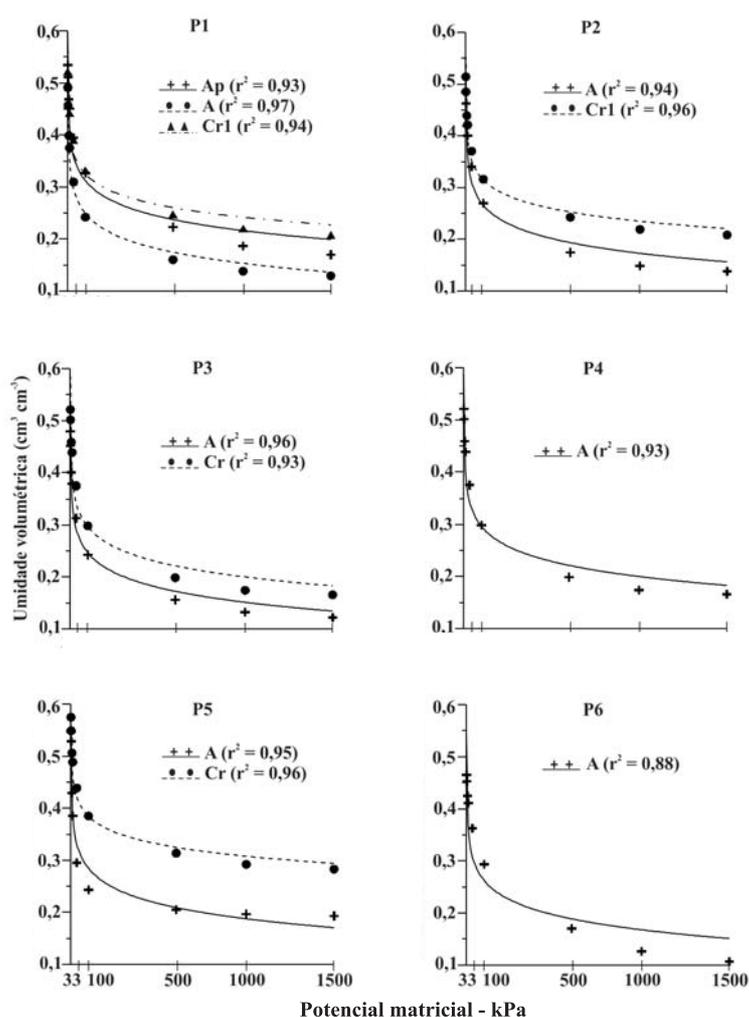


Figura 3. Curvas de retenção de água em Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados da Formação Caturrita no RS.

comparação foi realizada com Argissolos da mesma região que apresentam características morfológicas e físicas semelhantes no horizonte A. Os valores de macroporosidade são semelhantes aos encontrados por Streck et al. (2004) e Lima et al. (2006) em Argissolo com textura franco-arenosa em Santa Maria, RS. Contudo, os valores de microporosidade obtidos por esses autores foram, em geral, inferiores ao valor mínimo encontrado para os Neossolos (33 %).

Os valores de D_s obtidos neste trabalho são semelhantes aos encontrados em solos compactados, inclusive sob compactação induzida. Em estudos com Argissolos foram encontradas D_s de 1,68 e 1,82 $Mg\ m^{-3}$ (Lima et al., 2006) e 1,77 e 1,85 $Mg\ m^{-3}$ (Streck et al., 2004) para área sob sistema plantio direto sem e com compactação induzida, respectivamente. Collares et al. (2006) obtiveram valores críticos de D_s , considerando o intervalo hídrico ótimo, em área mantida sob plantio direto por 12 anos, de 1,76 $Mg\ m^{-3}$ e valores máximos de 1,93 $Mg\ m^{-3}$, em área sob plantio

direto compactado. Ressalta-se que o histórico de uso das três áreas estudadas neste trabalho é de pousio associado à pecuária de baixa intensidade (carga animal média de 0,5 unidade animal ha^{-1}) por mais de 10 anos, sugerindo que a elevada D_s nessas áreas tem origem diferente daquela resultante do uso agrícola e pecuário intensivo.

Nos dados de K_s fica evidente a sua redução em profundidade, quando comparados os horizontes A e as camadas Cr. Entretanto, os menores valores de K_s são dos horizontes A dos Neossolos Litólicos (P4 e P6). Lima et al. (2006) apresentaram valores de K_s obtidos em Argissolo com textura franco-arenosa semelhantes aos encontrados em Neossolos, com valores médios de 4,40 $cm\ h^{-1}$ sob plantio direto, 2,82 $cm\ h^{-1}$ sob plantio convencional e 1,05 $cm\ h^{-1}$ sob plantio direto com compactação induzida. Esses valores sugerem que a K_s , nos Neossolos analisados neste trabalho, foi alterada pela elevada densidade e baixa macroporosidade do sistema. Embora sejam comuns as correlações entre macroporosidade e D_s com a K_s

(King & Franzmeier, 1981; McKeague et al., 1982; Mbagwu, 1995), elas não foram verificadas neste trabalho; contudo, foi observado que os dois menores valores de K_s estão associados aos valores mais elevados de D_s e menores valores de macroporosidade.

Os valores de infiltração de água nos perfis derivados de arenito da Formação Caturrita foram baixos quando comparados aos de outros Neossolos derivados de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral no RS. As infiltrações básica e acumulada, neste trabalho, apresentaram valores máximos de 164 mm h⁻¹ e 136 mm, respectivamente. Stürmer et al. (2009), analisando perfis de Neossolos derivados de rochas vulcânicas, encontraram valores de até 953 mm h⁻¹ e 5.160 mm para os mesmos parâmetros. Além disso, os baixos valores de r^2 da curva ajustada e a sua variação entre as repetições para o mesmo perfil, evidenciados pelo elevado CV, mostram que, embora os valores sejam baixos, destoando daqueles encontrados por Stürmer et al. (2009), ainda apresentam certa variação no comportamento da infiltração, o que se reflete, inclusive, no tipo de ajuste matemático dos dados para o mesmo perfil.

O fluxo hídrico em saprolitos é regulado pelas fraturas do material, sua macroporosidade e pelo preenchimento dessas fraturas e macroporos, principalmente com material fino (McKay et al., 2005; Vepraskas, 2005; Stürmer et al., 2009). As camadas saprolíticas dos perfis de Neossolos Regolíticos encontram-se altamente fraturadas, porém com espaçamento entre fraturas relativamente pequeno e preenchido com solo, raízes e saprolitos alterados. Além disso, verifica-se incremento de argila em profundidade nas camadas Cr, o que contribui para redução da K_s e infiltração de água no perfil. Outra evidência da importância das fraturas foi a menor infiltração de água naqueles perfis com contato lítico próximo da superfície e sem fraturamento aparente (P4 e P6).

A baixa K_s e IB nos perfis de Neossolos deste trabalho pode ter relação com a continuidade de poros. Foi verificado valor baixo de macroporos, associado a elevado teor de areia e silte. Os elevados teores de areia fina e silte na granulometria dos horizontes superficiais (A) podem estar contribuindo para deposição desse material nos macroporos, reduzindo seu volume e sua continuidade. Dados de Driese & McKay (2004), Cumbie & McKay (1999) e Cey et al. (2009) sugerem que partículas finas, como argila, silte e areia fina, podem ser transportadas em meio poroso e depositadas nas superfícies dos poros, podendo ocasionar a sua obstrução. O preenchimento dos macroporos e fraturas com argilominerais e óxidos impede o fluxo preferencial e reduz a sua condutividade hidráulica para próxima da matriz do solo ou saprolito (Vepraskas, 2005; McKay et al., 2005).

Conforme Reichert & Cabeda (1992), solos arenosos com predominância de areia fina são mais suscetíveis

à desagregação pelas gotas da chuva. Além disso, teores de argilas expansivas elevam as chances de dispersão de agregados e selamento da camada superficial (Wakindiki & Ben-Hur, 2002). A análise mineralógica obtida por difratometria de raios X da fração argila dos Neossolos sedimentares deste trabalho indicou o predomínio de micas e esmectitas associadas a caulinitas (Fink & Pedron, 2009). Dados apresentados por Reichert & Cabeda (1992) apontam para uma densidade da crosta de selamento superficial de 2,18 Mg m⁻³ para Argissolos com textura franco-arenosa – situação ainda mais limitante que a encontrada para os Neossolos deste trabalho. Entretanto, esses dados reforçam a hipótese de que o processo de adensamento dos Neossolos derivados de arenito pode ter ocorrido naturalmente, por dispersão do sistema e deposição de partículas finas nos macroporos ao longo do tempo.

A baixa K_s e IB dos Neossolos condiciona elevada suscetibilidade aos processos erosivos. Solos relativamente rasos, com textura arenosa a franco-arenosa, contato saprolítico (Pedron et al., 2009) e lítico próximo à superfície, com baixa permeabilidade associada a relevo ondulado a forte ondulado, tornam o sistema frágil à ação da água da chuva, criando condições favoráveis à erosão (Wakindiki & Ben-Hur, 2002). Esse fato eleva o potencial de degradação do aquífero constituído pelo arenito Caturrita.

A retenção de água nos horizontes A foi, de maneira geral, inferior à retenção nas camadas Cr. Entretanto, o volume de água disponível às plantas, aquele entre o CC e o PMP, nos perfis P1 e P2 foi superior no horizonte A em relação à camada Cr, o que não ocorreu nos perfis P3 e P5, onde a disponibilidade de água na camada Cr foi superior. Essa condição de retenção e disponibilidade hídrica dos saprolitos, associada ao seu intenso fraturamento, é importante para a manutenção da umidade para as plantas em solos pouco desenvolvidos como os Neossolos, sobretudo em períodos de deficiência hídrica (Sternberg et al., 1996).

CONCLUSÕES

1. Os Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos avaliados, com textura média a arenosa, apresentaram características físico-hídricas atípicas, com densidade do solo elevada, baixa macroporosidade, alta microporosidade, apresentando saprolito com fraturas preenchidas por material fino, o que resultou em baixa condutividade saturada e baixa taxa de infiltração de água no solo.

2. A condutividade saturada e a infiltração de água para os Neossolos estudados apresentaram elevado coeficiente de variação entre os perfis analisados e entre as repetições de um mesmo perfil, conferindo com a literatura disponível para Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos.

3. A retenção de água foi superior no Cr, em relação aos horizontes superficiais A, porém a disponibilidade de água apresentou-se variável entre o horizonte A e o Cr para os perfis analisados.

AGRADECIMENTOS

Ao FIPE (Fundo de Incentivo à Pesquisa) da UFSM, à FAPERGS e ao CNPq, pelo auxílio financeiro no desenvolvimento do trabalho.

LITERATURA CITADA

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento de reconhecimento dos solos do Rio Grande do Sul. Recife, DNPEA-MA, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30)
- CAUDURO, F.A. & DORFMAN, R. Manual de ensaios de laboratório e de campo para irrigação e drenagem. Porto Alegre, PRONI-IPH-UFRGS, 1986. 216p.
- CEY, E.E.; RUDOLPH, D.L. & PASSMORE, J. Influence of macroporosity on preferential solute and colloid transport in unsaturated field soils. *J. Contam. Hydrol.*, 107:45-57, 2009.
- COLLARES, G.L.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. & KAISER, D.R. Qualidade física do solo na produtividade da cultura do feijoeiro num Argissolo. *Pesq. Agropec. Bras.*, 41:1663-1674, 2006.
- CUMBIE, D.H. & McKAY, L.D. Influence of diameter on particle transport in a fractured shale saprolite. *J. Contam. Hydrol.*, 37:139-157, 1999.
- DRIESE, S.G. & McKAY, L.D. Epi-fluorescence micromorphology of saprolite reveals evidence for colloid retention in microscale pore systems. *Geoderma*, 121:143-152, 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- FINK, J.R. & PEDRON, F.A. Morfologia e classificação de Neossolos derivados de rochas sedimentares do Rio Grande do Sul, RS. Santa Maria, DS/CCR/UFSM, 2009. 30p. (Relatório Técnico)
- KING J.J. & FRANZMEIER, D.P. Estimation of saturated hydraulic conductivity from soil morphological and genetic information. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 45:1153-1156, 1981.
- LIETZKE, D.A. & WEBER, R.S. The importance of Cr horizons in soil classification and interpretations. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 45:593-599, 1981.
- LIMA, C.L.R.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S. & GUBIANI, P.I. Qualidade físico-hídrica e rendimento de soja (*Glycine max* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) de um Argissolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de manejo. *Ci. Rural*, 36:1172-1178, 2006.
- MACIEL FILHO, C.L. Carta geotécnica de Santa Maria. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 1990. 21p.
- MALUF, J.R.T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. *R. Bras. Agrometeorol.*, 8:141-150, 2000.
- MBAGWU, J.S.C. Saturated hydraulic conductivity in relation to physical properties of soils in the Nsukka Plains, Southeastern Nigeria. *Geoderma*, 68:51-66, 1995.
- McKAY, L.D.; DRIESE, S.G.; SMITH, K.H. & VEPRASKAS, M.J. Hydrogeology and pedology of saprolite formed from sedimentary rock, eastern Tennessee, USA. *Geoderma*, 126:27-45, 2005.
- McKEAGUE, J.A.; WANG, C. & TOPP, G.C. Estimating saturated hydraulic conductivity from soil morphology. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 49:1239-1244, 1982.
- PEDRON, F.A.; AZEVEDO, A.C.; DALMOLIN, R.S.D.; STÜRMER, S.L.K. & MENEZES, F.P. Morfologia e classificação taxonômica de Neossolos e saprolitos derivados de rochas vulcânicas da formação Serra Geral no Rio Grande do Sul. *R. Bras. Ci. Solo*, 33:119-128, 2009.
- PEDRON, F.A.; FINK, J.R.; DALMOLIN, R.S.D. & AZEVEDO, A.C. Morfologia dos contatos entre solo-saprolito-rocha em Neossolos derivados de arenitos da Formação Caturrita no Rio Grande do Sul. *R. Bras. Ci. Solo*, 34:1941-1950, 2010.
- PIERINI, C.; MIZUSAKI, A.P.; SCHERER, C.M.S. & ALVES, D.B. Integrated stratigraphic and geochemical study of the Santa Maria and Caturrita formations (Triassic of the Paraná Basin), southern Brazil. *J. S. Am. Earth Sci.*, 15:669-681, 2002.
- REICHERT, J.M. & CABEDA, M.S.V. Salpico de partículas e selamento superficial em solos do Rio Grande do Sul. *R. Bras. Ci. Solo*, 16:389-396, 1992.
- SCHAFFER, W.M.; NIELSEN, G.A. & NETTLETON, W.D. Morphology of a paralithic contact in a soil over soft sandstone. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 43:383-386, 1979.
- SOARES, A.P.; SOARES, P.C. & HOLZ, M. Heterogeneidades hidroestratigráficas no Sistema Aquífero Guarani. *R. Bras. Geoci.*, 38:598-617, 2008.
- STERNBERG, P.D.; ANDERSON, M.A.; GRAHAM, R.C.; BEYERS, J.L. & TICE, K.R. Root distribution and seasonal water status in weathered granitic bedrock under chaparral. *Geoderma*, 72:89-98, 1996.
- STOLT, M.H. & BAKER, J.C. Strategies for studying saprolite and saprolite genesis. In: CREMEENS, D.L.; BROWN, R.B. & HUDDLESTON, J.H., eds. Whole regolith pedology. Madison, Soil Science Society of America, 1994. p.1-20. (Special Publication, 34)

- STRECK, C.A.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. & KAISER, D.R. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. *Ci. Rural*, 34:755-760, 2004.
- STÜRMER, S.L.K.; DALMOLIN, R.S.D.; AZEVEDO, A.C.; PEDRON, F.A. & MENEZES, F.P. Relação da granulometria do solo e morfologia do saprolite com a infiltração de água em Neossolos Regolíticos do rebordo do Planalto do Rio Grande do Sul. *Ci. Rural*, 39:2057-2064, 2009.
- van GENUCHTEN, M.T.A. Closed-form equation for predicting hydraulic conductivity of unsaturated soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44:892-898, 1980.
- VEPRASKAS, M.J. Predicting contaminant transport along quartz veins above the water table in a mica-schist saprolite. *Geoderma*, 126:47-57, 2005.
- WAKINDIKI, I.I.C. & BEN-HUR, M. Soil mineralogy and texture effects on crust micromorphology, infiltration and erosion. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 66:897-905, 2002.