



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

RELAÇÕES LINEARES ENTRE A VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO BÁSICA E OUTRAS PROPRIEDADES FÍSICO-HÍDRICAS DO SOLO EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA RURAL

Leandro Dalbianco⁽¹⁾; Jean Minella⁽²⁾; José Miguel Reichert⁽²⁾; Claudia Alessandra Peixoto de Barros⁽³⁾; Eracilda Fontanela⁽¹⁾; Julio Cesar Wincher Soares⁽³⁾

⁽¹⁾Estudante de Doutorado; Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo (PPGCS); Departamento de Solos (DS); Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima, 97105-900, Santa Maria, RS; agro.dalbianco@gmail.com; ⁽²⁾Professor; DS; UFSM; ⁽³⁾Estudante de Mestrado; PPGCS; DS; UFSM.

Resumo – Este estudo tem por objetivo identificar as variáveis de solo que controlam e explicam o processo de infiltração de água no solo em uma pequena bacia hidrográfica. Foram conduzidos ensaios de infiltração em cinco encostas, procurando representar áreas próximas e distantes da rede de drenagem. Para cada ponto onde foi realizado o ensaio amostraram-se quatro camadas de solo (0,0 a 0,05, 0,20 a 0,25, 0,40 a 0,45 e 0,60 a 0,65 m) para a obtenção de propriedades físico-hídricas como condutividade hidráulica do solo saturado, densidade do solo, granulometria, microporosidade e porosidade total. Para cada camada do solo, essas propriedades foram correlacionadas com a velocidade de infiltração básica e utilizadas para a elaboração de equações de regressão para a estimativa da infiltração. Os resultados indicam que as camadas subsuperficiais do solo apresentam maior importância no processo de infiltração de água no solo, tendo em vista que estas tiveram a maior quantidade de propriedades correlacionadas com o valor de infiltração. Para as camadas 0,20 a 0,25 m e 0,60 a 0,65 m as propriedades do solo conseguiram estimar satisfatoriamente a velocidade de infiltração básica, e o teor de areia teve grande relação com esta propriedade, estando presente em três das quatro equações de regressão. Desta forma, sugere-se que para estudos de modelagem hidrológica do processo de infiltração de água no solo sejam amostradas a camada superficial e também uma camada subsuperficial, que pode ser a segunda camada (0,20 a 0,25 m).

Palavras-Chave: mudança textural; contato lítico; fluxo de água; escoamento superficial.

INTRODUÇÃO

A infiltração da água no solo depende das condições físicas externas e internas deste, que juntas representam a estrutura do solo e a sua qualidade para a infiltração de água (Hillel, 1998). As condições físicas do solo – representadas por propriedades do solo como densidade global, porosidade total, condutividade hidráulica do solo saturado, microporosidade e textura – têm grande relação com a infiltração de água e o processo erosivo do solo (Wischmeier & Smith, 1978).

A quantidade de água infiltrada no solo depende da taxa de infiltração que, após o início de um evento chuvoso, decresce até atingir valor constante (Libardi, 1995), momento em que o solo encontra-se saturado. Esse valor constante é conhecido como velocidade de infiltração básica (VIB) e representa a capacidade do solo em transportar água quando saturado. Em estudos hidrológicos o valor de VIB é de grande interesse, pois a infiltração da água da chuva e o abastecimento do lençol freático dependem da capacidade do solo em conduzir/redistribuir a água. Quando o fluxo de água é limitado em alguma camada do solo ocorre o acúmulo de água na superfície e, quando o relevo for inclinado, escoar superficialmente, potencializando o processo erosivo.

Na modelagem hidrológica, o valor de VIB também é necessário para a simulação dos fluxos de água no solo. Essa propriedade apresenta grande variabilidade espacial e é controlada por outras propriedades do solo. A correlação entre essas propriedades permite a elaboração de funções de pedotransferência para a geração de dados de VIB em função de outros parâmetros de solo, o que economiza tempo e custos.

A discretização da variabilidade do solo no sentido vertical do perfil é importante para a identificação de camadas que estejam impedindo o fluxo de água. Essa informação é essencial para modelos de simulação hidrológica, pois auxilia na escolha do modelo de infiltração de água no solo.

Desta forma, este trabalho tem por objetivo indicar atributos físico-hídricos de diferentes camadas do solo de uma bacia hidrográfica rural que apresentam correlação com a velocidade de infiltração básica e, ainda, propor equações para estimativa da mesma.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo

O estudo foi conduzido no período de inverno do ano de 2010, em uma pequena bacia hidrográfica rural com área de drenagem de 1,19 km², localizada na região nordeste do Rio Grande do Sul. A precipitação média anual varia de 1.250 a 2.000 mm (Moreno, 1961). A geologia é caracterizada por derramamentos vulcânicos da formação Serra Geral (basalto). As classes de solos presentes na área são Argissolos nas partes mais elevadas do relevo, e Cambissolos e Neossolos nas áreas declivosas. As áreas onde

foram realizados os ensaios tinham aveia recém emergida como cobertura vegetal, período de entressafra do cultivo principal (fumo).

Ensaios de infiltração

Os ensaios de infiltração foram realizados em cinco encostas (Figura 1), procurando abranger áreas próximas e distantes da rede de drenagem, tendo em vista que o comportamento hidrológico destas é diferenciado. Ao longo das encostas foram realizados de três a quatro pontos de ensaio, o que totalizou 16 pontos distribuídos na bacia. A metodologia utilizada foi a dos anéis concêntricos (EMBRAPA, 1997).

Coleta das amostras

Em todos os pontos onde foram realizados os ensaios de infiltração foram coletadas amostras de solo com estrutura preservada e deformada em quatro camadas do solo: 0,0 a 0,05, 0,20 a 0,25, 0,40 a 0,45, e 0,60 a 0,65 m. As amostras de solo com estrutura preservada foram coletadas com anéis de 4,0 cm de altura e 5,7 cm de diâmetro. Estas amostras destinaram-se para a determinação de densidade do solo, condutividade hidráulica do solo saturado (carga constante), microporosidade e porosidade total, conforme métodos descritos em EMBRAPA (1997). Para a determinação dos teores de areia, silte e argila utilizaram-se as amostras deformadas (0,5 kg) e o método da pipeta (EMBRAPA, 1997).

Análise estatística

Os dados foram analisados estatisticamente para verificação da condição de normalidade e, posteriormente, da correlação entre as propriedades do solo e os valores de VIB para as camadas analisadas. Para cada camada, as variáveis que tiveram relação de até 15% de significância com a VIB foram utilizadas para a elaboração equações de regressão linear para estimativa da VIB. O valor de VIB foi considerado o mesmo para as quatro camadas de solo de um mesmo ponto analisado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de VIB e de condutividade hidráulica do solo saturado (k_{sat}) apresentaram grande variabilidade, representada pelo desvio padrão dos dados (Tabela 1). Conforme classificação elaborada por Klute (1965), os valores de VIB deste estudo se enquadram na classe de permeabilidade moderadamente rápida ($62,5$ a $125,0 \text{ mm h}^{-1}$) e velocidade de infiltração média ($20,0$ a $125,0 \text{ mm h}^{-1}$).

A k_{sat} é maior na primeira e na terceira camadas. Na primeira camada o manejo convencional do solo com aração e gradagem promove o aumento dessa propriedade. Na terceira camada, possivelmente os elevados valores de k_{sat} estejam associados a uma 'linha de pedras', associada à pedogênese do solo. Um ponto importante a ser observado é o teor de areia na camada superficial, que é superior às outras camadas em função da seleção das partículas pelo processo erosivo e pela presença de horizonte mais argiloso em profundidade. A k_{sat} não obteve distribuição normal e seus valores foram transformados para a distribuição lognormal (lnksat). Portanto, toda a análise estatística realizada com esta variável utilizou os dados

transformados.

Com os dados apresentados na Tabela 2, verifica-se que na segunda e terceira camada de solo os valores de VIB são influenciados por maior quantidade de variáveis, entre elas a condutividade hidráulica do solo saturado. Portanto, isso indica que, em termos hidrológicos, deve-se analisar a camada superficial e outra camada inferior para representar o comportamento do solo no que se refere ao fluxo de água. A sugestão dos autores deste trabalho é que seja amostrada a primeira (0,0 a 0,05 m) e a segunda camada (0,20 a 0,25 m) ao se trabalhar com modelagem hidrológica. Outro detalhe interessante é o alto coeficiente de correlação entre os valores de areia e VIB em todas as camadas de solo, exceto na primeira.

Com base nas correlações, elaborou-se a construção de equações de regressão linear para estimativa da VIB para cada camada de solo (Tabela 3). Verificou-se que as propriedades físico-hídricas determinadas na segunda e quarta camada compuseram equações que representaram satisfatoriamente a VIB (vide R^2 das equações), sendo que o teor de areia esteve presente em três das quatro equações.

CONCLUSÕES

1. A infiltração da água no solo é fortemente dependente das suas propriedades físico-hídricas nas camadas subsuperficiais.

2. O teor de areia tem grande importância na estimativa da velocidade de infiltração básica de água no solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do hidrotécnico Ademir Giongo pelas atividades de campo e à FAPERGS, CNPq e Sinditabaco pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CNPq, 1997. 221p. (Documentos, 1).
- HILLEL, D. Environmental soil physics. San Diego, Academic Press, 1998. p.309-339.
- KLUTE, A. Laboratory measurement of hydraulic conductivity of saturated soil. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis. Part 1. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p.210-221.
- LIBARDI, P.L. Dinâmica da água no solo. 1.ed. Piracicaba, 1995. 497p.
- MORENO, J.A. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 1961. 46p.
- REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas. São Paulo, Manole, 1987. 188p.
- WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. Washington, USDA, 1978. 58p. (Agriculture Handbook, 537)

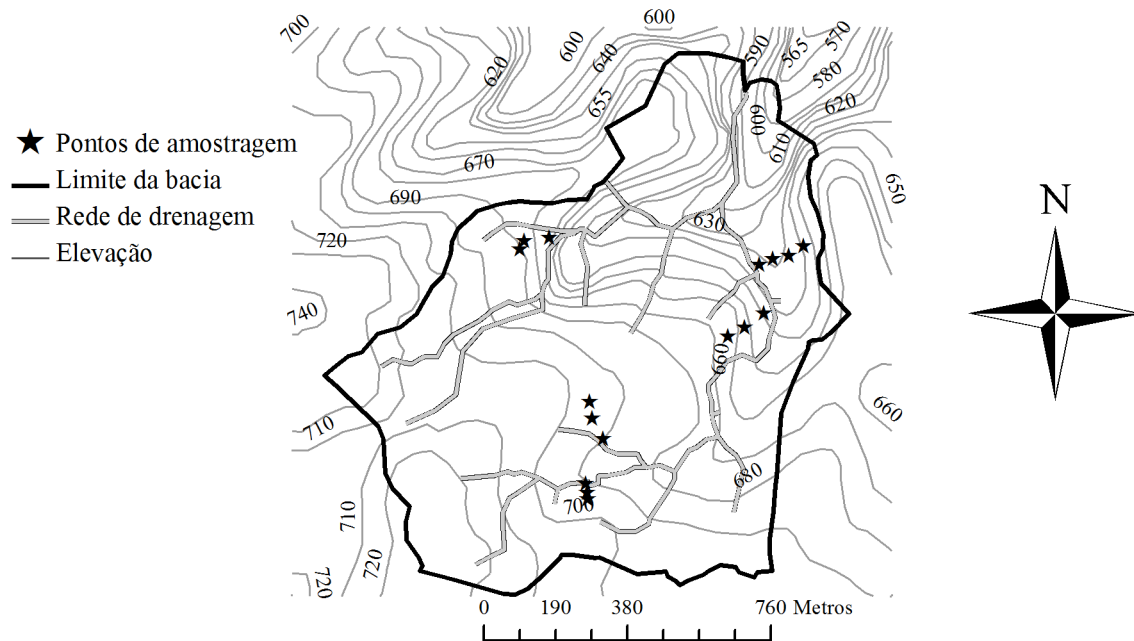


Figura 1: Distribuição dos pontos onde foram realizados os ensaios de infiltração de água e amostragem de solo na pequena bacia hidrográfica rural.

Tabela 1. Estatística descritiva para as propriedades físico-hídricas das quatro camadas de solo analisadas.

Variável	Camada (m)							
	0,0-0,05		0,20-0,25		0,40-0,45		0,60-0,65	
	Média	$\sigma_p^{(6)}$	Média	σ_p	Média	σ_p	Média	σ_p
VIB (mm h^{-1}) ⁽¹⁾	94,92	116,82	94,92	116,82	94,92	116,82	94,92	116,82
ksat (mm h^{-1}) ⁽²⁾	179,55	260,51	25,86	46,63	112,75	289,36	29,36	72,65
ds (Mg m^{-3}) ⁽³⁾	1,12	0,10	1,12	0,13	1,12	0,10	1,16	0,10
areia (%)	26,10	9,99	20,38	11,29	21,17	15,07	19,52	10,09
silte (%)	49,74	7,77	49,02	11,76	46,58	11,95	46,71	8,12
argila (%)	24,16	7,05	30,61	16,93	32,27	15,51	33,84	11,69
pt ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) ⁽⁴⁾	0,56	0,04	0,57	0,06	0,56	0,04	0,57	0,04
mic ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) ⁽⁵⁾	0,40	0,04	0,46	0,04	0,46	0,06	0,49	0,05

⁽¹⁾Velocidade de infiltração básica. ⁽²⁾Condutividade hidráulica do solo saturado. ⁽³⁾Densidade do solo. ⁽⁴⁾Porosidade total. ⁽⁵⁾Microporosidade do solo. ⁽⁶⁾Desvio padrão.

Tabela 2. Coeficiente de correlação linear de Pearson entre propriedades físico-hídricas do solo e a velocidade de infiltração básica (VIB) para cada camada de solo amostrado.

Camada (m)	ksat ⁽¹⁾	ds ⁽²⁾	areia	silte	argila	pt ⁽³⁾	mic ⁽⁴⁾
0,0-0,05	-0,02 ^{ns}	-0,63 ^{**}	0,34 ^{ns}	0,00 ^{ns}	-0,48 ^{ns}	0,57 [*]	-0,23 ^{ns}
0,20-0,25	0,60 [*]	-0,59 [*]	0,87 ^{**}	-0,09 ^{ns}	-0,52 [*]	0,55 [*]	-0,29 ^{ns}
0,40-0,45	0,53 [*]	-0,32 ^{ns}	0,75 ^{**}	-0,36 ^{ns}	-0,45 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,62 [*]
0,60-0,65	0,52 ^{ns}	-0,55 ^{ns}	0,76 ^{**}	-0,35 ^{ns}	-0,39 ^{ns}	0,48 ^{ns}	-0,52 ^{ns}

⁽¹⁾Condutividade hidráulica do solo saturado. ⁽²⁾Densidade do solo. ⁽³⁾Porosidade total. ⁽⁴⁾Microporosidade do solo. ^{*}Significativo a 5%. ^{**}Significativo a 1%. ^{ns}Não significativo.

Tabela 3. Funções de pedotransferência para a velocidade de infiltração básica (VIB).

Camada (m)	Variáveis de entrada	Equação	R ²
0,0-0,05	ds ⁽¹⁾ , argila, pt ⁽²⁾	VIB = 897,04-714,98ds	0,40
0,20-0,25	lnksat ⁽³⁾ , ds, areia, argila, pt	VIB = -87,72+9,36areia	0,82
0,40-0,45	lnksat, areia, argila, mic ⁽⁴⁾	VIB = -28,02+6,15areia	0,57
0,60-0,65	lnksat, ds, areia, pt, mic	VIB = -731,90+3,82areia+2275,63pt-1133,30mic	0,92

⁽¹⁾Densidade do solo. ⁽²⁾Porosidade total. ⁽³⁾Logaritmo neperiano da condutividade hidráulica do solo saturado. ⁽⁴⁾Microporosidade do solo.