

XVIII

CIC

XI ENPOS
I MOSTRA CIENTÍFICA



Evoluir sem extinguir:
por uma ciência do devir



DESENVOLVIMENTO DE UM PERMEÂMETRO DE CARGA CONSTANTE E CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA EM DIFERENTES CAMADAS DE UM PLANOSSOLO HÁPLICO EUTRÓFICO GLEISSÓLICO

ROTH, Alfredo¹; SECHI, Tony¹; VIVAN, Gisele Aparecida²; BARBOZA, Fabrício²; COLLARES, Gilberto Loguercio³; NEBEL, Alvaro L. Carvalho³; TAVARES, Vitor Emanuel Quevedo⁴

¹ Curso de Hidrometria para Gestão de Recursos Hídricos/Engenharia Hídrica/Universidade Federal de Pelotas

e-mail: roth.alfredojr@gmail.com

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola/Universidade Federal de Santa Maria.

e-mail: xlvivan@yahoo.com.br

³ Curso de Engenharia Hídrica/Hidrometria para Gestão de Recursos Hídricos/Universidade Federal de Pelotas

Campus CAVG, Av. Ildelfonso Simões Lopes, 2791 - CEP: 96060-290 - Pelotas/RS.

⁴ Professor do Departamento de Engenharia Rural, UFPel, bolsista PET/SESu -

veqtavares@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A permeabilidade é a propriedade do solo que permite o escoamento de água através do mesmo. Todos os solos são mais ou menos permeáveis, possuindo com isso valores específicos para o coeficiente de permeabilidade, que depende da viscosidade do fluido, do índice de vazios, do grau de saturação, do tamanho e da forma das partículas e dos poros. O coeficiente de permeabilidade pode ser determinado através de ensaios de laboratório em amostras de solo com estrutura preservada ou de ensaios "in situ", onde o princípio de determinação baseia-se na lei de Darcy para escoamento laminar, segundo a qual, a velocidade de percolação é diretamente proporcional ao gradiente hidráulico.

Através do conhecimento dos coeficientes de permeabilidade podemos estabelecer relações que permitem inferir sobre obras hidráulicas de drenagem, percolação, rebaixamento de nível d'água, recalques, além da sua importância em áreas ligadas a comportamento de solos, fundações, irrigação, etc.

A condutividade hidráulica foi quantificada em 1856 pelo engenheiro francês Henri Darcy através de um experimento que relacionava a velocidade de percolação do fluido no meio poroso com o gradiente hidráulico (Freeze & Cherry, 1979), representando um parâmetro chave para análise da intensidade do deslocamento da água no solo, determinando quantitativa e qualitativamente o movimento da água no meio. Para Corsini (1988), a condutividade hidráulica é uma das propriedades do solo que melhor indicam as diferenças estruturais nas diversas camadas que constituem o perfil.

Na determinação da condutividade do solos os métodos indiretos relacionam a condutividade hidráulica com as propriedades do solo (distribuição do tamanho dos poros, textura, porosidade drenável, densidade do solo, etc.). Nos métodos diretos, a condutividade hidráulica do solo pode ser determinada em condições de laboratório e campo. Klute & Dirksen (1986) elencam como os métodos de laboratório mais utilizados os permeômetros de carga constante e carga variável, os quais fornecem resultados aproximados. Quando a condutividade hidráulica é muito baixa, a determinação pelo permeômetro de carga constante é pouco eficiente, e assim, utiliza-se preferencialmente o de carga variável.

No experimento realizado, buscou-se quantificar a relação existente entre a condutividade hidráulica do solo saturado nas diferentes profundidades estudadas e a variação das características físicas do solo, bem como a conexão entre estas variações com o incremento de profundidade. Também foi avaliado um permeômetro de carga constante, construído no Laboratório de Recursos Hídricos do Curso de Engenharia Hídrica da UFPel, quanto à facilidade de manuseio e operação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Curso de Engenharia Hídrica, no Campus CAVG da Universidade Federal de Pelotas, localizado a 31° 45' 46" de latitude S, 52° 19' 58" de longitude W, com altitude de 7 m do nível do mar e pertencente à região fisiográfica denominada Litoral Sul do Rio Grande do Sul, em um solo Planossolo Háplico eutrófico gleissólico.

Para avaliação da condutividade hidráulica do solo saturado, foi elaborado e construído um permeômetro de Carga Constante baseado em dados obtidos de revisão bibliográfica tais como referidos por Libardi (2005) e através de observações de equipamento existente no laboratório de solos da Universidade Federal de Santa Maria.

O equipamento foi construído em cantoneiras metálicas, formando uma estrutura de sustentação com 0,40 m de altura, 0,50 m de largura e 0,20 m de comprimento, possibilitando a realização de experimentos com quatro amostras simultâneas (Figura 1).

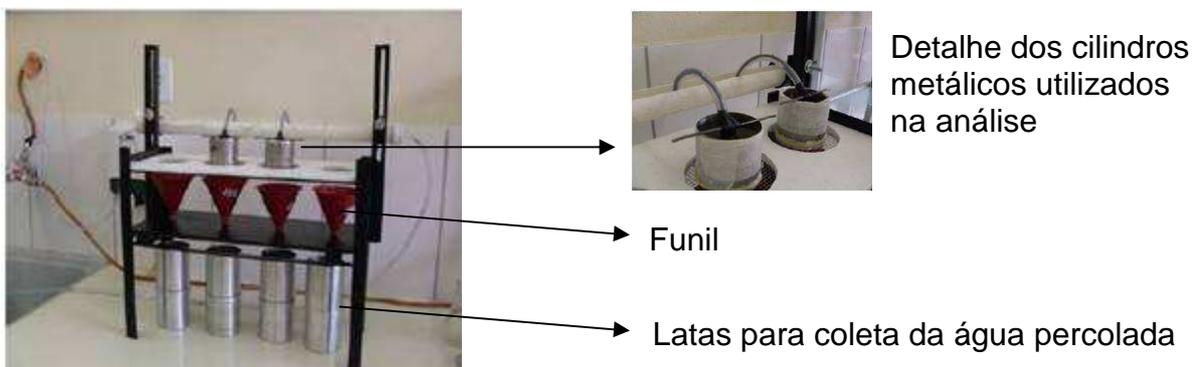


Figura 1. Permeômetro de carga constante utilizado na determinação da condutividade hidráulica do solo saturado.

Amostras de solo, com sua estrutura preservada, foram coletadas em cilindros metálicos, em seis camadas, sendo a primeira ao nível da superfície, realizando-se o desbaste e a limpeza da camada para a coleta. As amostras seguintes foram

coletadas nas camadas de 0,10 a 0,20 m, 0,20 a 0,30 m, 0,30 a 0,40 m, 0,40 a 0,50 m e 0,50 a 0,60 m. De cada camada foram amostradas três sub-amostras, totalizando 18 amostras. Após a coleta, as amostras foram conduzidas ao laboratório, sendo a parte inferior do cilindro envolvida em tecido apropriado fixando-o com elástico. Em seguida, realizou-se a pesagem e a disposição das amostras em bandejas para saturação do solo. Decorridas 24 horas do início da saturação, as amostras foram novamente pesadas e dispostas no permeômetro para avaliação da condutividade hidráulica.

Os intervalos de tempo de medição do volume de água percolado na amostra de solo foram de 30 segundos, 1, 3 e 5 minutos, sendo que foi considerado encerrado o teste quando o volume coletado para um mesmo tempo se torna constante.

Para determinação dos valores da condutividade hidráulica do solo, utilizou-se o procedimento de manter uma carga hidráulica (h), sendo a água percolada neste período coletada e o seu volume medido. Conhecendo-se a vazão e as dimensões da amostra [comprimento (L) e a área da seção transversal (A)], calculou-se o valor da condutividade hidráulica do solo saturado, através da equação:

$$K_{sat} = \frac{qL}{Aht}$$

Onde:

K_{sat} - condutividade hidráulica do solo saturado (cm s^{-1});

q - quantidade de água medida na proveta (cm^3);

L - comprimento da amostra medido no sentido do fluxo (cm);

A - área da seção transversal da amostra (cm^2);

h - carga hidráulica (cm);

t - tempo medido entre o início e o fim do ensaio (s).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores referentes à condutividade hidráulica do solo saturado, densidade do solo e de partículas, umidade gravimétrica e volumétrica e porosidade total para as camadas de 0,00 a 0,10 m, 0,10 a 0,20 m, 0,20 a 0,30 m, 0,30 a 0,40 m, 0,40 a 0,50 m e 0,50 a 0,60 m estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Dados obtidos a partir dos testes realizados com as amostras de solo.

Camada m	Dp Mg m ⁻³	Ug g g ⁻¹	Uv cm ³ cm ⁻³	Ds Mg m ⁻³	Pt cm ³ cm ⁻³	Ksat x 10 ² cm s ⁻¹
0,00 a 0,10	2,26	0,70	0,61	0,88	0,61	2,70
0,10 a 0,20	2,45	0,23	0,37	1,55	0,37	2,53
0,20 a 0,30	2,50	0,28	0,41	1,46	0,41	0,51
0,30 a 0,40	2,43	0,24	0,37	1,52	0,37	0,86
0,40 a 0,50	2,45	0,30	0,42	1,41	0,42	0,51
0,50 a 0,60	2,27	0,29	0,39	1,37	0,39	0,85

Ds = Densidade do solo; Dp = Densidade de partículas; Ug = umidade gravimétrica; Uv = umidade volumétrica; PT = porosidade total; Ksat = condutividade hidráulica do solo saturado.

A densidade de partículas, que representa a densidade da fase sólida do solo, não considerando sua porosidade, variou entre as camadas de solo. A densidade de partículas depende apenas da composição do solo, que é uma propriedade bastante estável, pois as partículas minerais do solo levam muito tempo para se modificarem (milhares de anos), exceto em alguns casos especiais (minerais muito solúveis, como carbonatos e sulfatos), enquanto que as partículas orgânicas podem se alterar mais rapidamente, em décadas ou séculos. Considerando que a densidade de partículas é a média ponderada das densidades das partículas do solo, esses valores estão coerentes com a possível presença de silicatos de alumínio e óxidos de ferro e alumínio. A presença de matéria orgânica na camada superficial do solo pode ter contribuído para reduzir o valor da densidade de partículas.

A umidade gravimétrica e volumétrica do solo praticamente não variaram abaixo da camada de 0,10 m.

De modo geral a porosidade total, a densidade do solo e a condutividade hidráulica apresentaram relação entre si. Com aumento da densidade do solo houve redução da porosidade total e conseqüentemente da sua condutividade hidráulica. Isso é explicado pelo fato de que ao aumentar a densidade do solo, o espaço poroso da amostra de solo acaba sendo preenchido com partículas sólidas, e é justamente nesse espaço poroso em que a água é conduzida.

Caso a precipitação ou a aplicação da água por irrigação for superior à capacidade que o solo tem de conduzi-la, pode haver escoamento superficial.

4. CONCLUSÕES

O permeâmetro de carga constante elaborado, construído e testado, obteve bom desempenho para a finalidade pretendida, apresentando facilidade de manuseio e operação.

A porosidade e a densidade praticamente não variaram abaixo da camada de 0,10 m.

A porosidade total, a densidade do solo e a condutividade hidráulica apresentaram estreita relação entre si, indicando que a alteração em alguma destas variáveis afeta as demais.

5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq/CT-HIDRO pelo aporte financeiro ao Curso de Capacitação em Hidrometria para Gestão de Recursos Hídricos / Edital 037/2006.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORSINI, P.C. Tillage practices of sugar-cane: effects on soil porosity and soil water retention. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SOIL TILLAGE RESEARCH ORGANIZATION, 11., 1988, Edinburgh. **Proceedings...** Edinburgh: Tillage and Traffic in Crop Production, 1988, v.2., p.619-624.

FREEZE, R. A.; CHERRY, J. A. **Groundwater**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, , 1979. 604p.

KLUTE, A.; DIRKSEN, C. Hydraulic conductivity and diffusivity: laboratory methods. In: KLUTE, A., ed. **Methods of soil analysis**. Part 1. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, 1986.

LIBARDI, P.L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005. 335p.