

# Relatório Mec Sol II Permeabilidade



Engenharia Civil



**UNIPAM**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE PATOS DE MINAS**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**MECÂNICA DOS SOLOS II**

**DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE À CARGA CONSTANTE DE UMA AMOSTRA DE AREIA**

Flavia Gonçalves Caixeta<sup>(1)</sup>; Glauco Moisés de Oliveira Lima<sup>(1)</sup>; Kamila Gabriela da Silva<sup>(1)</sup>; Maísa de Castro Silva<sup>(1)</sup>; Vanessa Gonçalves Rodrigues Maia<sup>(1)</sup>; Nancy Tiemi Isewaki<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Graduando em Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.  
kamila.gabi@hotmail.com

<sup>(2)</sup> Professora do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. nancyti@unipam.edu.br

## **INTRODUÇÃO**

A permeabilidade é a propriedade que o solo apresenta de permitir o escoamento de água através dele. Segundo a DRB – ACESSORIA E CONSULTORIA EDUCACIONAL, [20--], todos os solos são mais ou menos permeáveis, sendo assim, o conhecimento do valor da permeabilidade é muito importante em obras de Engenharia, principalmente, na estimativa da vazão que percolará o maciço e da fundação de barragens de terra, em obras de drenagem, rebaixamento do nível d'água, etc.

Existem diversos tipos de equipamentos para investigação do coeficiente de permeabilidade, que fornecem a velocidade da passagem de água no solo. Esses equipamentos são denominados de permeômetros, e são classificados em permeômetros de carga constante e carga variável. O permeômetro de carga constante é utilizado toda vez que temos que medir a

permeabilidade dos solos granulares (solos com razoável quantidade de areia e/ou pedregulho), os quais apresentam valores de permeabilidade elevados (DRB, [20--]).

O objetivo do presente estudo é determinar o coeficiente de permeabilidade de uma amostra de areia limpa a uma carga constante, seguindo as determinações da NBR 13292/1995.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Solos do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM e, para sua realização, foi utilizada uma amostra de areia, que foi colocada no permeâmetro de 15 cm de diâmetro interno. A amostra foi previamente saturada a fim de se retirar todos os seus vazios, evitando, assim, possíveis erros experimentais.

No conjunto permeâmetro + água + solo, foi medida, inicialmente, a diferença das colunas d'água e a altura do corpo de prova para se definir o gradiente hidráulico através da Equação 1. Posteriormente, a válvula do permeâmetro foi aberta permitindo a passagem de um determinado volume de água para um béquer e, simultaneamente, foi medido o tempo gasto utilizando um cronômetro. Com volume e tempo definidos, foi calculada a vazão segundo a Equação 2. Do béquer, a água foi passada diretamente para uma proveta onde foi inserido um termômetro de modo a determinar a temperatura, em °C, em que a água se encontrava. Tais procedimentos foram realizados mais duas vezes para que houvesse maior precisão nos resultados finais.

Como a água não estava na temperatura padrão para o cálculo do coeficiente de permeabilidade ( $K_{20^{\circ}\text{C}}$ ), foi necessário fazer a conversão descrita no item 5 da NBR 13292 (1995). Então, para cada situação foi calculada a velocidade de fluxo (Equação 3) que, multiplicada pela relação de viscosidade da água definida pela Tabela 2 da norma mencionada, resulta na viscosidade a 20°C ( $v_{20^{\circ}\text{C}}$ ).

$$i = \frac{h}{L}$$

**Equação** - Gradiente hidráulico. **Equação** - Vazão. **Equação** - Velocidade de fluxo.

Onde:

$i$  = gradiente hidráulico (cm/cm)

$h$  = diferença da coluna d'água (cm)

$L$  = altura do corpo de prova (cm)

$Q$  = vazão (cm<sup>3</sup>/s)

$v$  = velocidade de fluxo (cm/s)

$S$  = área da seção transversal do corpo de prova (176,71 cm<sup>2</sup>)

$t$  = tempo (s).

Dispondo em ordenadas os valores de  $v_{20^{\circ}\text{C}}$  e, em abcissas, o gradiente hidráulico, foi traçada uma reta para cada situação (Gráficos 1, 2 e 3), onde seu coeficiente angular corresponde ao coeficiente de permeabilidade ( $K_{20^{\circ}\text{C}}$ ). Finalmente, foi feita a média aritmética dos valores obtidos e foi determinado o coeficiente de permeabilidade da areia em questão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coeficiente de permeabilidade  $K$  define a velocidade com que a água percorre o solo. Na realização do experimento foram encontrados os valores dispostos na Tabela 1.

GRANDEZAS	SITUAÇÃO 1	SITUAÇÃO 2	SITUAÇÃO 3
$i$ (cm/cm)	$9,09 \times 10^{-3}$	$9,09 \times 10^{-3}$	$9,09 \times 10^{-3}$
Volume (cm <sup>3</sup> )	60	43,5	30
Tempo (s)	21	16	11
Temperatura (°C)	25	23	24
$Q$ (cm <sup>3</sup> /s)	2,86	2,72	2,73
$v$ (cm/s <sup>2</sup> )	$7,71 \times 10^{-4}$	$9,62 \times 10^{-4}$	$1,40 \times 10^{-3}$
$V_T/V_{20^{\circ}\text{C}}$	0,887	0,930	0,908
$v_{20^{\circ}\text{C}} \times V_T/V_{20^{\circ}\text{C}}$ (cm/s)	$6,84 \times 10^{-4}$	$8,95 \times 10^{-4}$	$1,27 \times 10^{-3}$

**Tabela** - Valores experimentais.

De acordo com a tabela de Casagrande, ([19--] *apud* Marangon, 2009), consideram-se solos permeáveis, ou que apresentam drenagem livre, aqueles que têm permeabilidade superior a  $10^{-7}$  cm/s, como por exemplo, as areias limpas, que possuem coeficiente de permeabilidade entre 0,001 e 1 cm/s.

**Gráfico** - Situação 1. **Gráfico 2** - Situação 2.

### Gráfico 3 - Situação 3.

Sabe-se que o coeficiente angular é um número que mede a inclinação (ou declividade) de uma reta em relação ao eixo das abscissas. Então, dada a equação reduzida de uma reta ( $y = ax + b$ ), “a” é o coeficiente angular dessa reta. Analisando as equações geradas pelas retas dos Gráficos 1, 2 e 3, têm-se coeficientes angulares de 0,0751, 0,0983 e 0,1397, respectivamente, que são os coeficientes de permeabilidade do solo em cada situação. Feita a média aritmética dos mesmos, foi possível determinar o coeficiente de permeabilidade da amostra, ou seja, a velocidade em que a areia permite a passagem de água em seus vazios, que foi de 0,104 cm/s.

A permeabilidade é uma das propriedades do solo com maior faixa de variação de valores e é função de diversos fatores. Dentre os quais se podem citar o índice de vazios, a temperatura, a estrutura do solo e o grau de saturação, portanto, eventuais erros experimentais podem ocorrer devido a essa variação.

### CONCLUSÕES

(i) a permeabilidade do solo é um atributo físico de grande importância para a Engenharia.

(ii) os solos granulares apresentam valores de permeabilidade elevados.

(iii) de acordo com o resultado encontrado (0,104 cm/s), o coeficiente de permeabilidade da areia estudada está de acordo com o valor proposto pela literatura, que é entre 0,001 e 1.

### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13292: Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos granulares à carga constante*. Rio de Janeiro, 1995.

CASAGRANDE, A. *Coeficientes de permeabilidade de solos típicos*, [19--]. In: MARANGON, M. *Hidráulica dos Solos*, 2009.

DBR - ACESSORIA E CONSULTORIA EDUCACIONAL. *Permeabilidade dos solos. Unidade 6*. Disponível em <<http://drb-assessoria.com.br/permeabilidadedodosolo.pdf>>; Acesso em 5 de setembro de 2014.