

# Determinação do coeficiente de permeabilidade *in situ*

## **Grupo 14**

Anna Clara Dottaviano Morelli	10334099
Eduardo Yoshio Yonamine Fusada	11382449
Mauricio Hideki Furukawa Horie	10791704
Thiago de Souza Gonçalves	10333021



# O que é **permeabilidade**?

A permeabilidade é a **propriedade** que o solo apresenta de **permitir o escoamento da água** através dele.

O seu grau de permeabilidade é expresso numericamente através do **coeficiente de permeabilidade (K)**, definido como a **velocidade média aparente de escoamento da água** através de uma **área total da seção transversal do solo** sob um gradiente hidráulico unitário.



# Coeficiente de **permeabilidade** (K)

Indica a **velocidade de percolação** da água no solo.

Valores usuais segundo o tipo de solo (Pinto, 2006):

<b>Solos sedimentares</b>	<b>Valores típicos (m/s)</b>
Argilas	$< 10^{-9}$
Siltes	$10^{-6}$ a $10^{-9}$
Areias argilosas	$10^{-7}$
Areias finas	$10^{-5}$
Areias médias	$10^{-4}$
Areias grossas	$10^{-3}$



# Ensaio de **permeabilidade in situ**: Furos de Sondagem

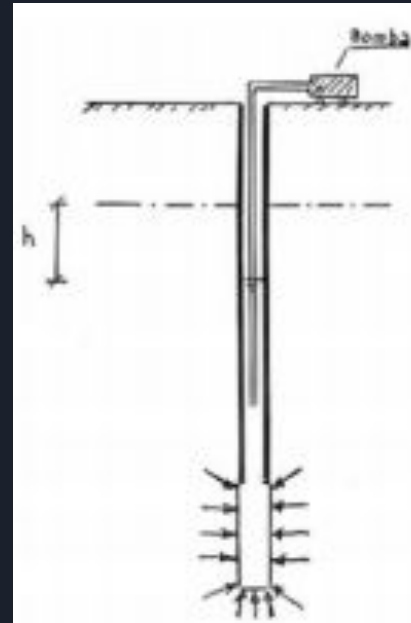
Tem por finalidade a **determinação** do coeficiente “K” de permeabilidade do solo. Determinar o coeficiente de permeabilidade serve para etapas de **drenagem, rebaixamento do NA, recalque e adensamento**.

Os ensaios de permeabilidade em furos de sondagens consistem na **medida da vazão**, representada pelo volume d’água absorvido ou retirado, durante um intervalo de tempo, **em função da aplicação de diferenciais de pressão** induzida por colunas d’água, resultante da injeção ou da retirada (bombeamento) de água do furo. (WILSON, 1999).

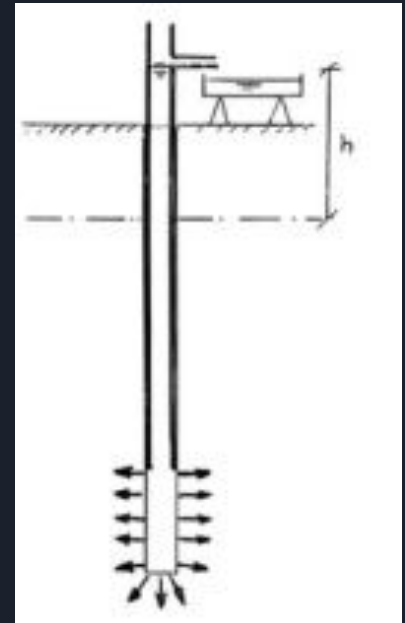
# Ensaio **Lefranc**


Consiste em **introduzir ou bombear água numa cavidade de forma constante**, estando essa cavidade situada a profundidade do nível do terreno onde se pretende conhecer a permeabilidade.

Injeção d'água



Bombeamento d'água





# Ensaio **Lefranc**: Hipóteses e Execução

A interpretação dos ensaios Lefranc baseia-se em hipóteses simplificativas:

- O escoamento é **laminar** (campo de aplicação da lei de Darcy);
- O meio é **isotrópico** e **homogêneo**;
- O regime de escoamento é **permanente**.

Pode ser executada com carga hidráulica **constante** ou **variável**. O de carga constante é mais trabalhoso, porém fornece resultados mais fáceis de interpretar.

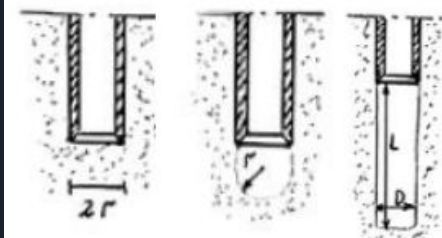
# Ensaio **Lefranc**: Lei de Darcy

$$Q = k \cdot C \cdot h$$

onde:

- $Q$  = vazão ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- $K$  = coeficiente permeabilidade ( $\text{m/s}$ )
- $C$  = coeficiente de forma da cavidade ( $\text{m}$ )
- $h$  = carga hidráulica ( $\text{m}$ )

Algumas expressões para  $C$ :


$$C = \frac{2 \cdot \pi \cdot D \cdot \sqrt{\frac{L^2}{D^2} - 1}}{\ln \left( \frac{L}{D} + \sqrt{\frac{L^2}{D^2} - 1} \right)}$$

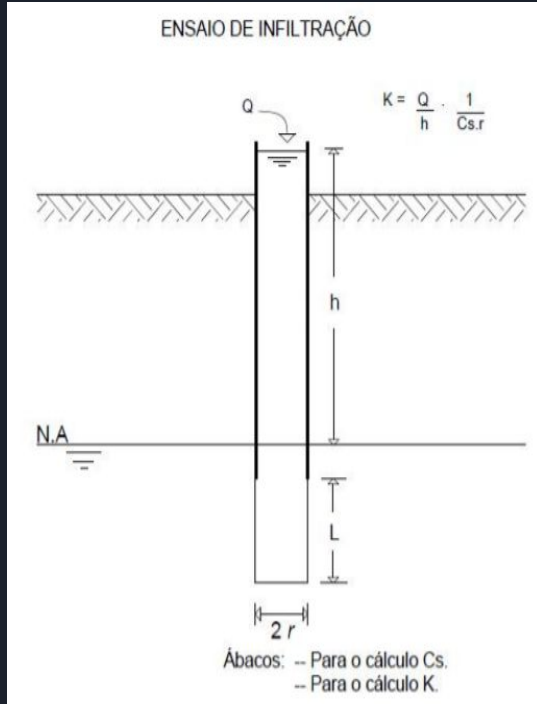
se  $L \gg D$

$$C = \frac{2 \pi L}{\ln \frac{2L}{D}}$$

$C = 5,7 \cdot r$     $C = 4 \cdot \pi \cdot r$

Velocidade de percolação da água da água é diretamente proporcional ao gradiente hidráulico.

# Ensaio **Lefranc**: Funcionamento em carga constante



Cravação do tubo de revestimento de sondagem no terreno;

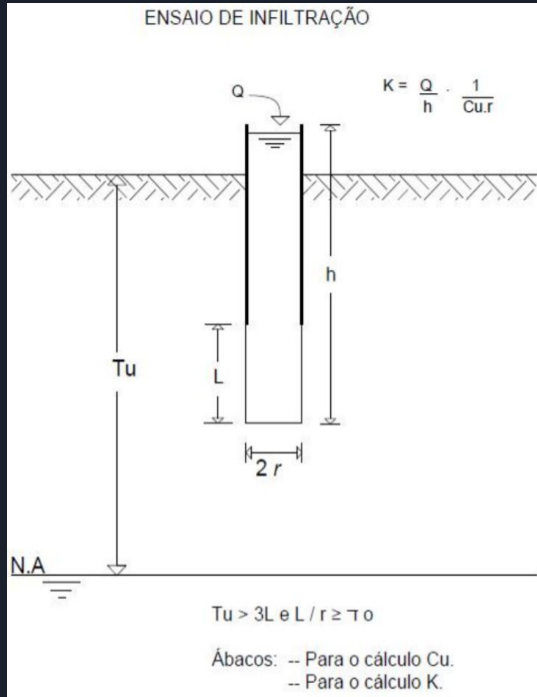
É conveniente usar tubos de revestimento, garantindo a forma da cavidade e evitando perdas de carga;

Carga hidráulica, dada pela altura da água no furo acima do nível freático, é considerada nula no início do ensaio;

No instante  $t = 0$ , o furo está cheio de água até a boca;



# Ensaio **Lefranc**: Funcionamento em carga constante



A partir daí o nível de água no furo deve ser mantido constante, por injeção de água, medindo-se o volume de água introduzido durante um certo intervalo de tempo;

A absorção de água pode ser medida por hidrômetro ou proveta graduada (vazões inferiores a  $0,001 \text{ m}^3/\text{min}$ );

Parâmetros para a determinação do  $k$ : nível d'água, profundidade do furo, diâmetro, raio externo e comprimento (geralmente de 0,5 a 1m).



# Ensaio **Lefranc**: Funcionamento em carga variável

Retira-se ou injeta-se determinado volume de água na cavidade e registram-se as variações do nível piezométrico no furo de sondagem ao longo do tempo.

Em geral, é realizado em solos pouco permeáveis ( $k < 10^{-4}$  cm/s)

Dispositivo

$$K = \frac{S}{C(t - t_0)} * \ln \frac{h_0}{h}$$

Brillant:

Onde S é a área transversal do furo de sondagem



# Ensaio de **permeabilidade in situ**: Curiosidade

Não existe normatização brasileira para a determinação in situ. A NBR 13292 regulamenta a determinação de  $k$  de solos granulares à carga constante, e NBR 14545 e 13292 dizem respeito aos ensaios em laboratório.



## Referências bibliográficas

Pinto, C. S. Curso Básico de Mecânica dos Solos em 16 Aulas. São Paulo: Oficina de Textos, 2006, 3 ed.

Wilson, S. I. Manual de sondagens. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1999, 4 ed.

Ensaio de Permeabilidade “In Situ”. R.T. Eng. Geotécnico Prof. Edgar Pereira Filho. Disponível em:

<<https://www.apl.eng.br/artigos/ENSAIO-DE-PERMEABILIDADE-IN-SITU.pdf>>