

CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DO SOLO SATURADO

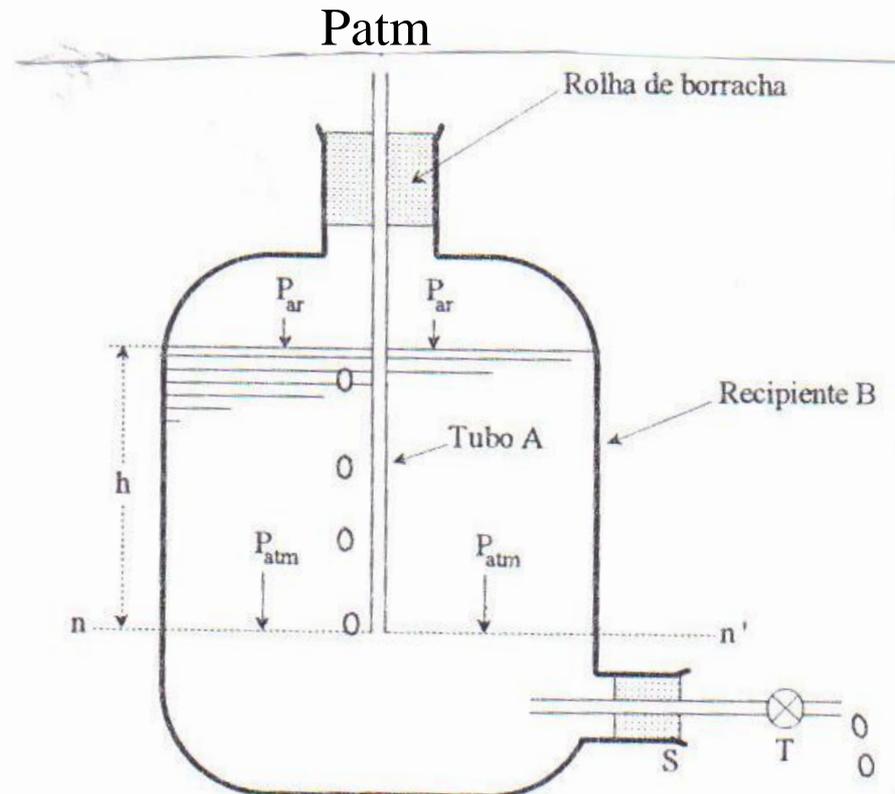
Raimundo Nonato Távora Costa

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

- A condutividade hidráulica é uma das propriedades físicas do solo mais importantes na determinação quantitativa e qualitativa do movimento de água no solo e no dimensionamento de sistemas de drenagem. A sua determinação pode ser feita utilizando-se método de laboratório e campo.
- Método de laboratório : Permeâmetro de carga constante (Frasco de Mariotte)
- Método de campo: método do poço



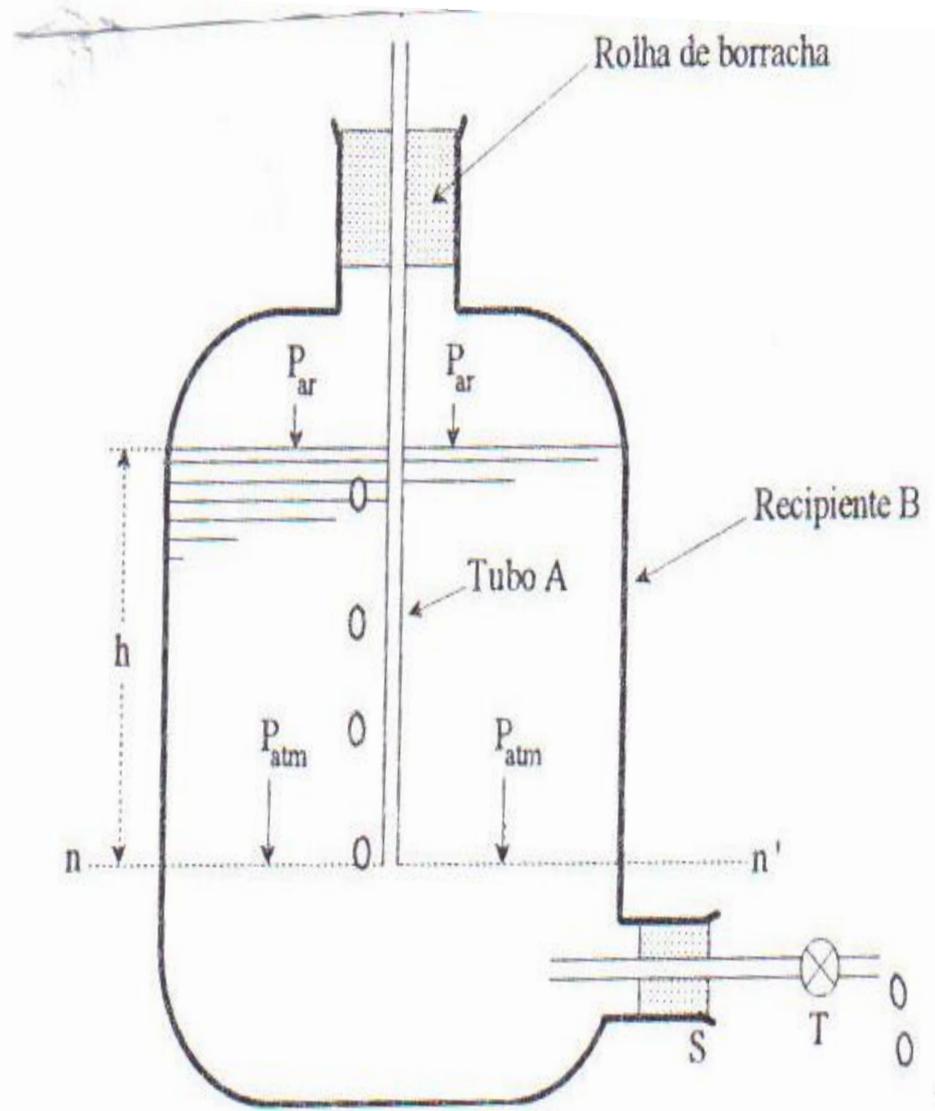
PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO FRASCO DE MARIOTTE



- O frasco de Mariotte consiste em um tubo **A** imerso dentro de um líquido contido dentro de um recipiente **B**, que possui uma saída **S** próxima de sua base, com uma torneira **T**.

- Mantendo-se a torneira fechada e a rolha de borracha bem fechada na saída do recipiente, observa-se que o líquido dentro do tubo **A** permanece sempre no mesmo nível nn' , bem próximo de sua extremidade.

$$P_{atm} = \rho gh + P_{ar} \quad (1)$$



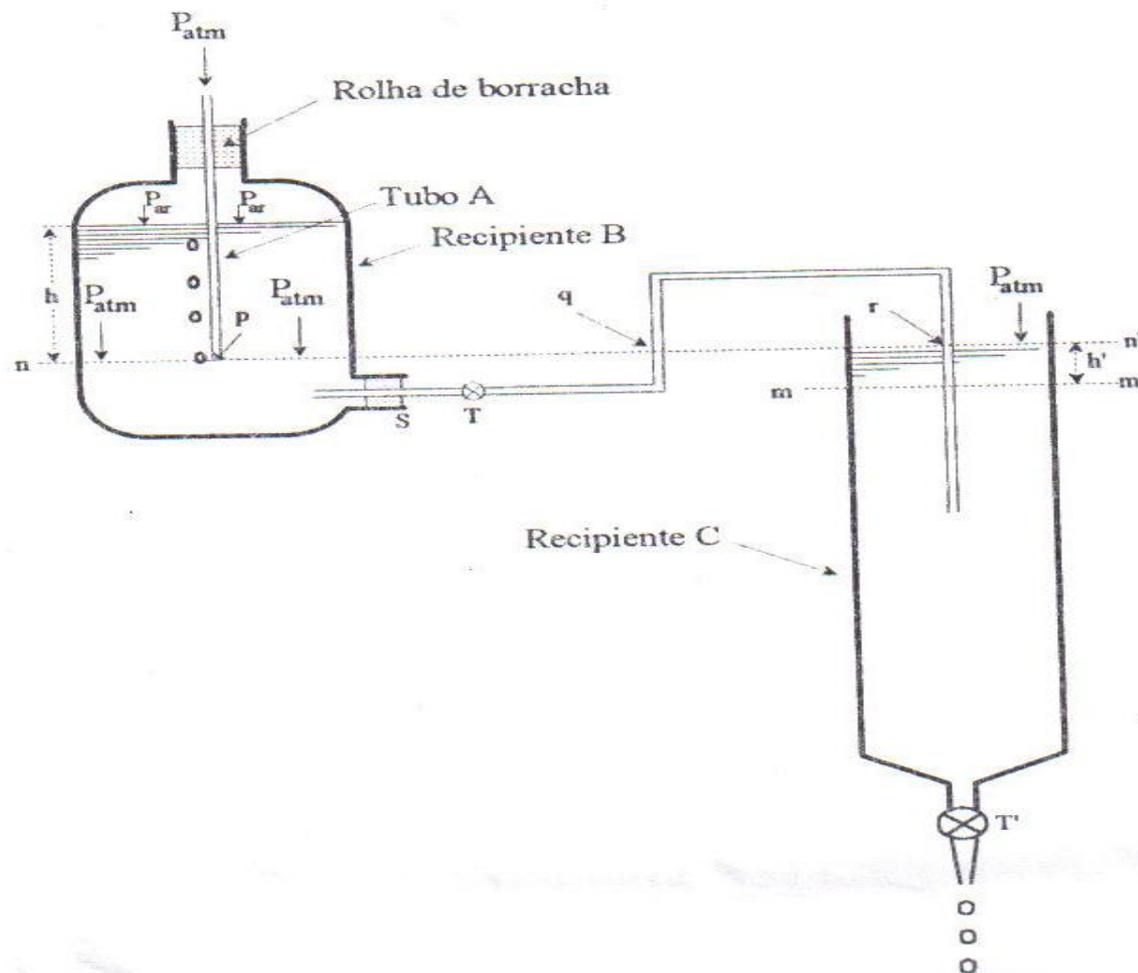
- Havendo um pequeno consumo de líquido, isso é, fazendo com que uma pequena gota saia pela torneira, a altura h diminui e P_{atm} se torna maior que $\rho gh + P_{ar}$ e então acontece a entrada de uma pequena bolha de ar dentro do recipiente, que exerce uma pressão que compensa o abaixamento do nível do líquido e o nível nn' em A não se altera. Este efeito se repete continuamente, até que o nível do líquido em B atinja a extremidade inferior do tubo A .



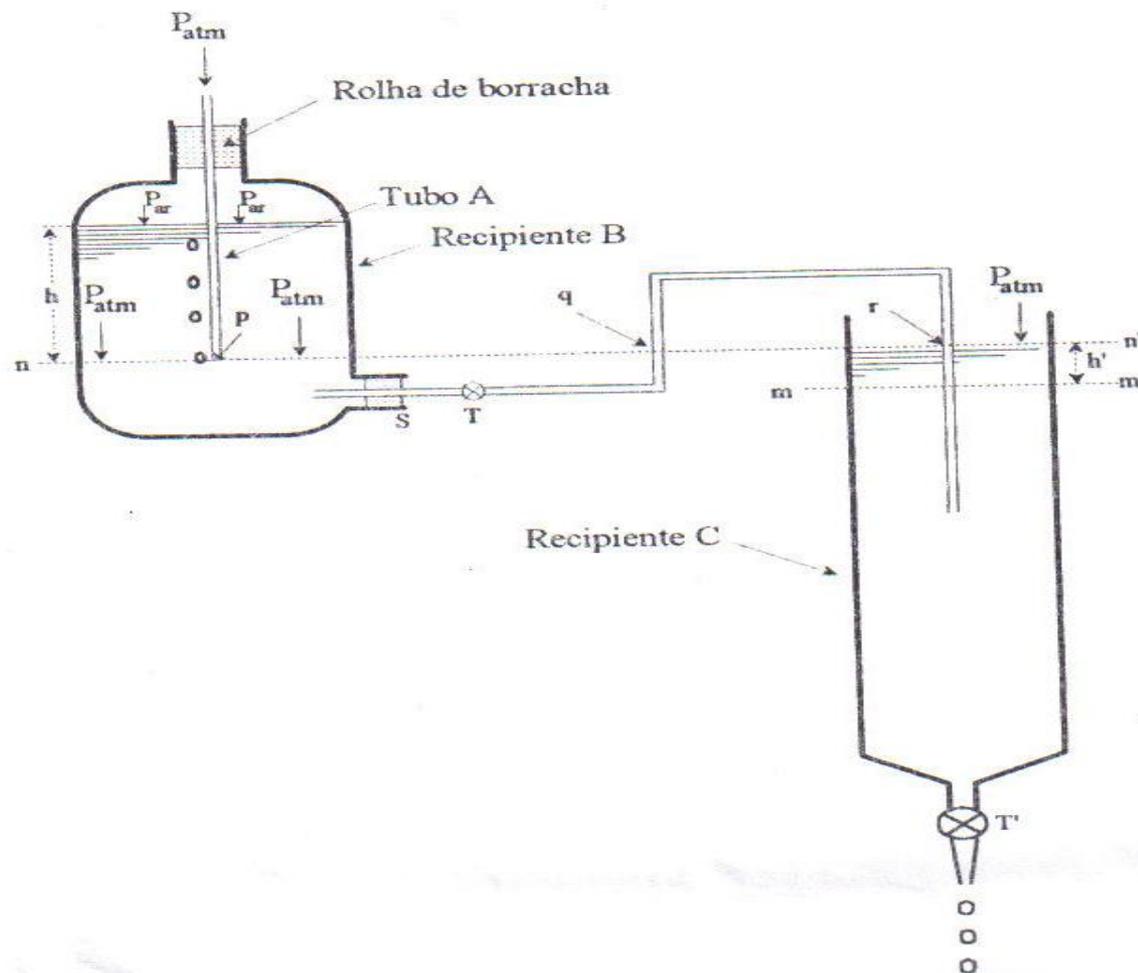
UTILIZAÇÃO PARA A MANUTENÇÃO DE UMA CARGA CONSTANTE.

- Por meio de um tubo de borracha flexível, adaptando a saída do recipiente B a uma outro recipiente C , cheio do mesmo líquido e munido de uma torneira T .





- Com a torneira T aberta e T' fechada, estando os dois ramos do tubo flexível cheios de líquido, as pressões exercidas em p , q e r são iguais já que estão no mesmo nível. Se abrirmos agora a torneira T' até que o nível do líquido em C atinja a posição mm' e, então fechamos T' , com o nível em mm' a pressão líquida em r será menor do que q fazendo com que o líquido flua em direção a r , acarretando no abaixamento do nível do líquido em B .



- Isto faz com que bolhas de ar entrem em B , o nível de A fique sempre constante e o reservatório C alimentado, até que o nível do líquido no seu interior retorne à posição nn' , restabelecendo novamente o equilíbrio estático. Se mantivermos a torneira T' gotejando, o nível do líquido no recipiente C permanecerá sempre na posição nn' .

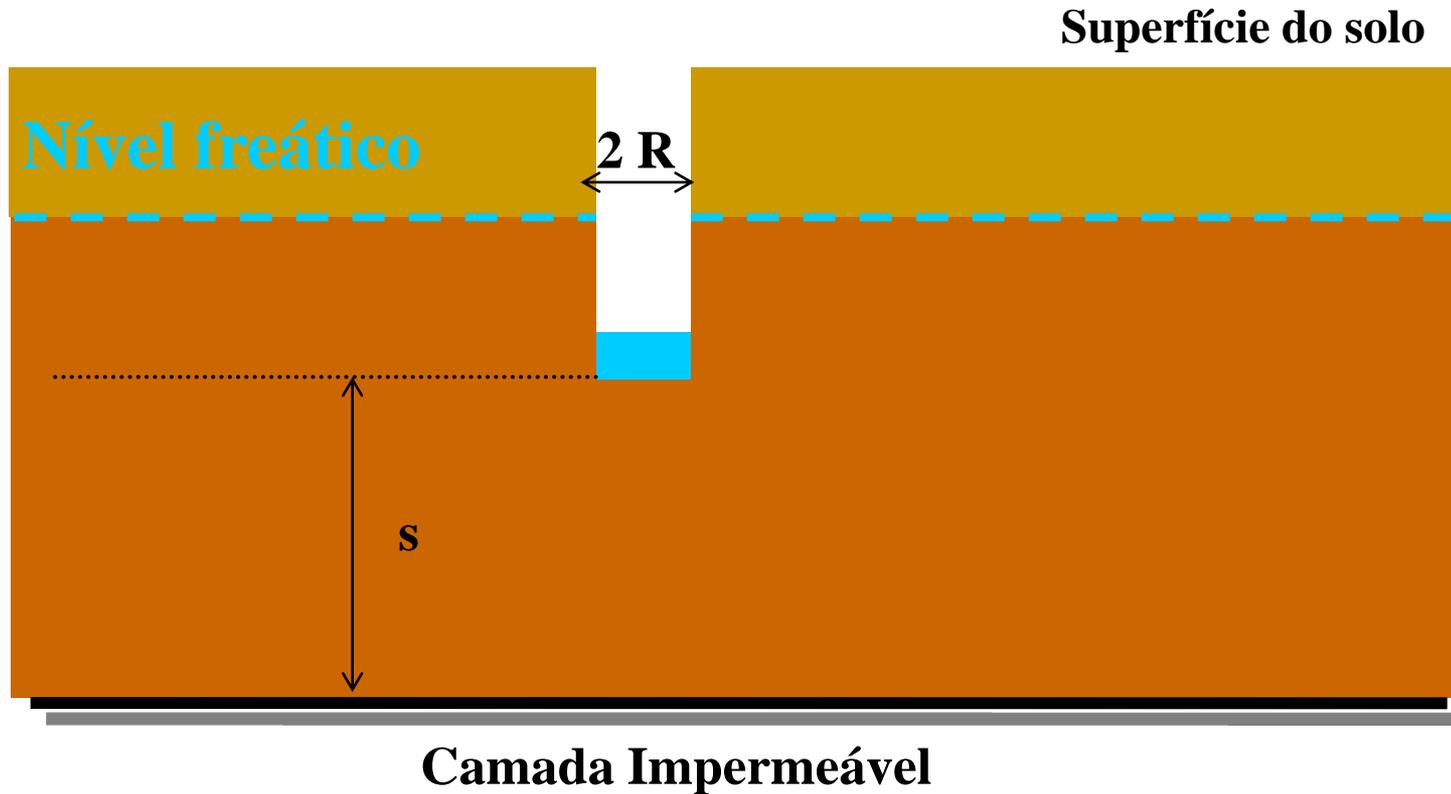
MÉTODOS DE CAMPO

- Existem muitos métodos para a determinação da condutividade hidráulica no campo na presença de um lençol freático.
- O método mais simples é o método do poço ou do trado (*auger-hole*).



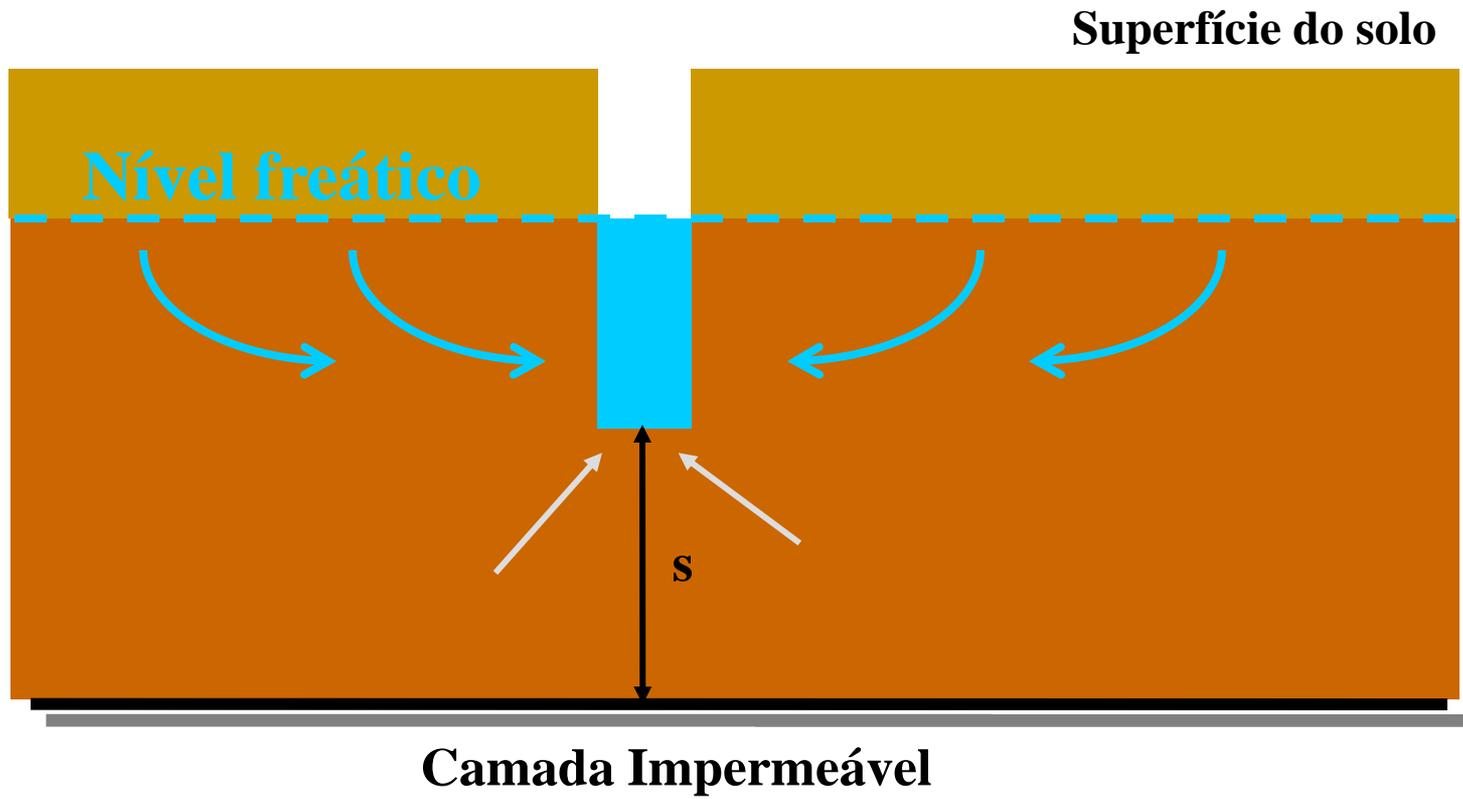
ESTE MÉTODO CONSISTE EM:

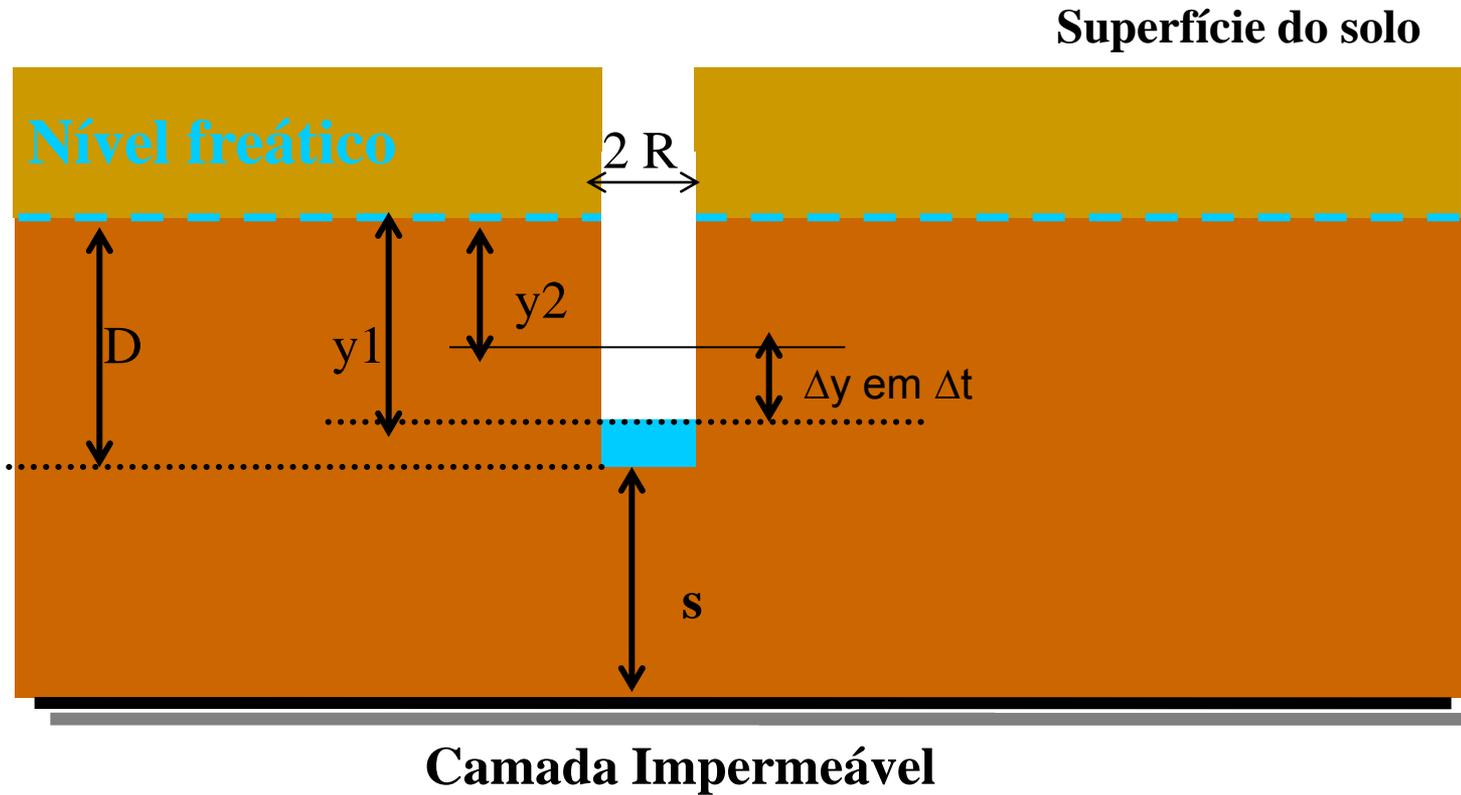
- Fazer um orifício no perfil do solo com um trado até uma profundidade abaixo do lençol freático;
- Permitir que o orifício se encha com água;
- Bombear a água para fora do orifício várias vezes, até que se elimine todo o barro;
- Medir a elevação do LF, permitindo que a superfície da água no orifício se iguale com o lençol;
- Bombear novamente a água para fora do orifício, de tal maneira que o nível da água fique abaixo do NF;
- Medir a taxa de elevação do nível da água no orifício e, a partir daí, calcular a K_0 .



- Verifica-se que a água no orifício irá se elevar devido a água que flui através de sua parede e de seu fundo.







• Assumindo que o fluxo de água através da parede é horizontal verifica-se que a taxa de elevação de água, dy/dt , devido a este fluxo é:

$$\frac{dy}{dt} \propto K_0 \quad (2)$$

$$\frac{dy}{dt} \propto 2 \pi R D \quad (3)$$

$$\frac{dy}{dt} \propto y \quad (4)$$

$$\frac{dy}{dt} \propto \frac{1}{\pi R^2} \quad (5)$$



- A taxa de elevação da água devido ao fluxo através de sua parede será:

$$\frac{d y}{d t} = -A K_o \frac{2 \pi R D y}{\pi R^2} \quad (6)$$

ou

$$\frac{d y}{d t} = -A K_o \frac{2 D y}{R} \quad (7)$$

- A taxa de elevação da água devido à contribuição do fluxo através de seu fundo será:

$$\frac{d y}{d t} = -A K_o y \quad (8)$$

O sinal negativo é porque a medida que o tempo passa, y diminui resultando um valor negativo para dy/dt . O símbolo de proporcionalidade foi substituído pela constante A .

- A taxa de elevação da água do orifício devida à água que entra tanto através das paredes como do fundo é:

$$\frac{d y}{d t} = - A K_o \frac{2Dy}{R} + (- A K_o y) \quad (9)$$

$$\frac{d y}{d t} = - A K_o \frac{2Dy}{R} - A K_o y \quad (10)$$

$$\frac{d y}{d t} = - A K_o y \left(\frac{2D}{R} + 1 \right) \quad (11)$$

$$\frac{d y}{y} = - A K_o \left(\frac{2D}{R} + 1 \right) dt \quad (12)$$

- Integrando:

$$\int \frac{d y}{y} = \int -A K_o \left(\frac{2D}{R} + 1 \right) dt \quad (13)$$

$$\int_{y_1}^{y_2} \frac{d y}{y} = -A K_o \left(\frac{2D}{R} + 1 \right) \int_{t_1}^{t_2} dt \quad (14)$$

$$\text{Ln}(y_1/y_2) = A K_o \left(\frac{2D}{R} + 1 \right) (t_2 - t_1) \quad (15)$$



$$K_o = \frac{\text{Ln}(y_1/y_2)}{A \left[\frac{2D}{R} + 1 \right] \Delta t} \quad (16)$$

- Quando o orifício termina sobre uma camada impermeável, o fluxo através de seu fundo se iguala a zero, então:

$$K_o = \frac{R \text{Ln}(y_1/y_2)}{2 A D \Delta t} \quad (17)$$

- A constante A é um fator geométrico que depende de R , D , h e s .

CLASSES DE VALORES DE CONDUTIVIDADE HÍDRICA PARA O SOLO SATURADO

Classes de K_0

Valores (m/dia)

Muito lenta	< 0,03
Lenta	0,03 a 0,12
Moderadamente lenta	0,12 a 0,48
Moderada	0,48 a 1,5
Moderadamente rápida	1,5 a 3,0
Rápida	3,0 a 6,0
Muito rápida	> 6,0