

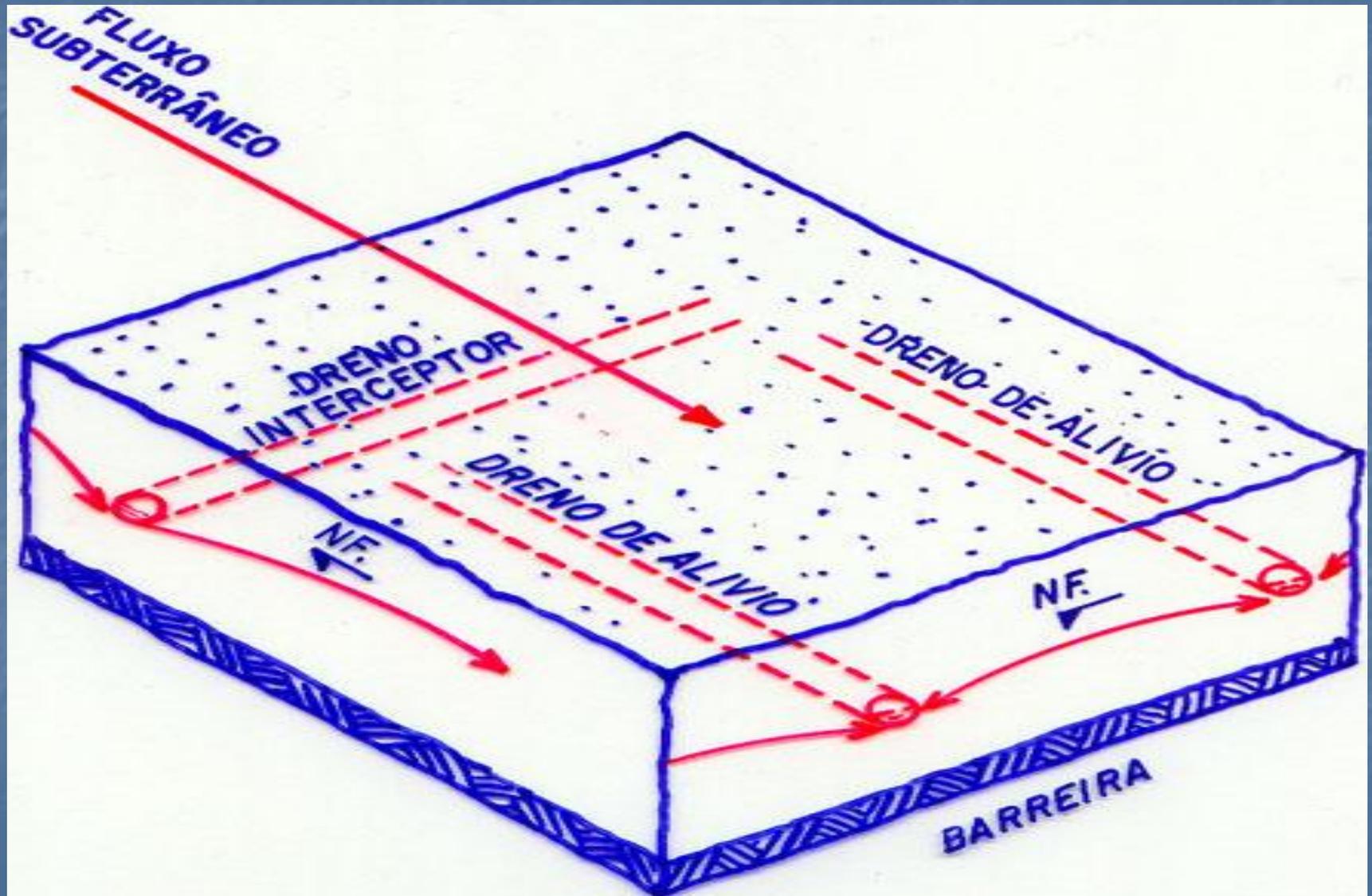
**Universidade Federal do Ceará
Centro de Ciências Agrárias
Departamento de Engenharia Agrícola
Disciplina: Drenagem na Agricultura
Prof. Raimundo Nonato Távora Costa**



Dimensionamento de um sistema de drenagem subterrânea



Tipos de sistemas



Tipos de drenos

Drenos abertos ou canais de terra



Tipos de drenos

Drenos a céu aberto - Desvantagens:

- perda de área (\cong 12%)

grande importância em solos de alto valor econômico e culturas intensivas, como em áreas irrigadas.

- dificulta o tráfego de máquinas
- alto custo de manutenção com a limpeza

Tipos de drenos

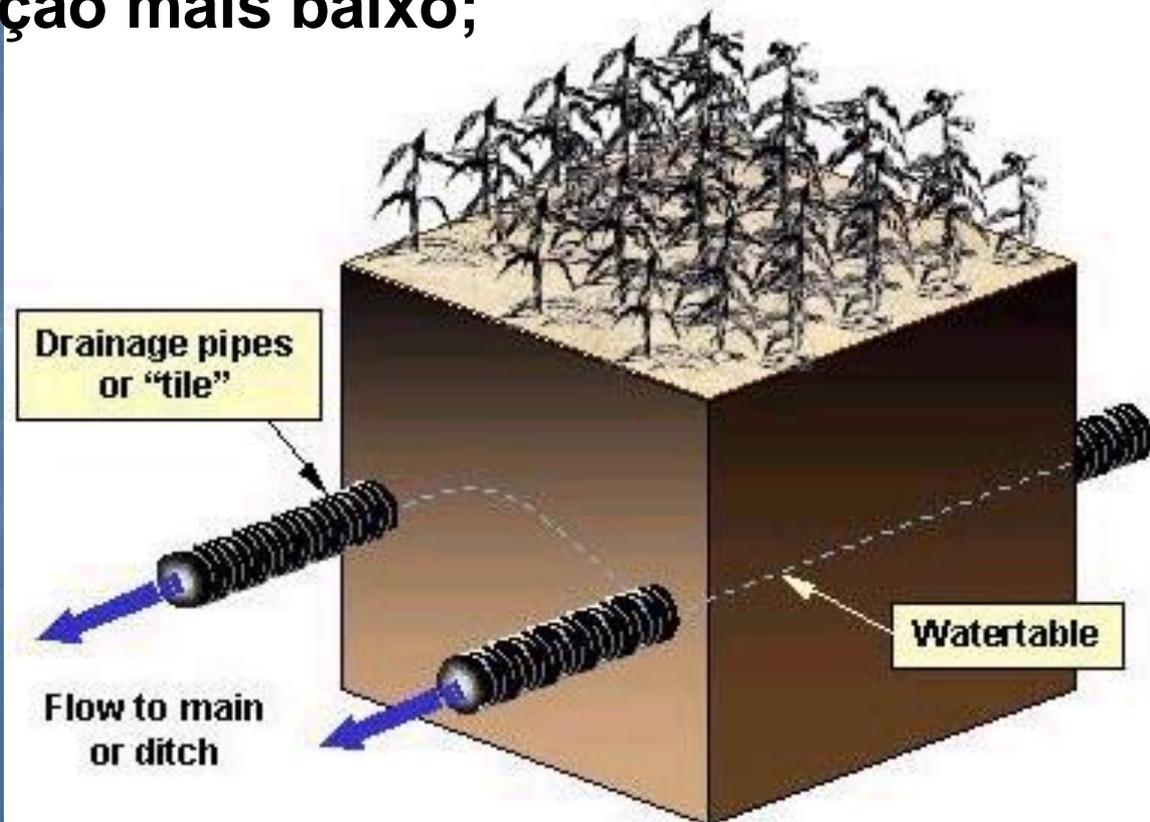
Drenos tubulares ou condutos fechados



Tipos de drenos

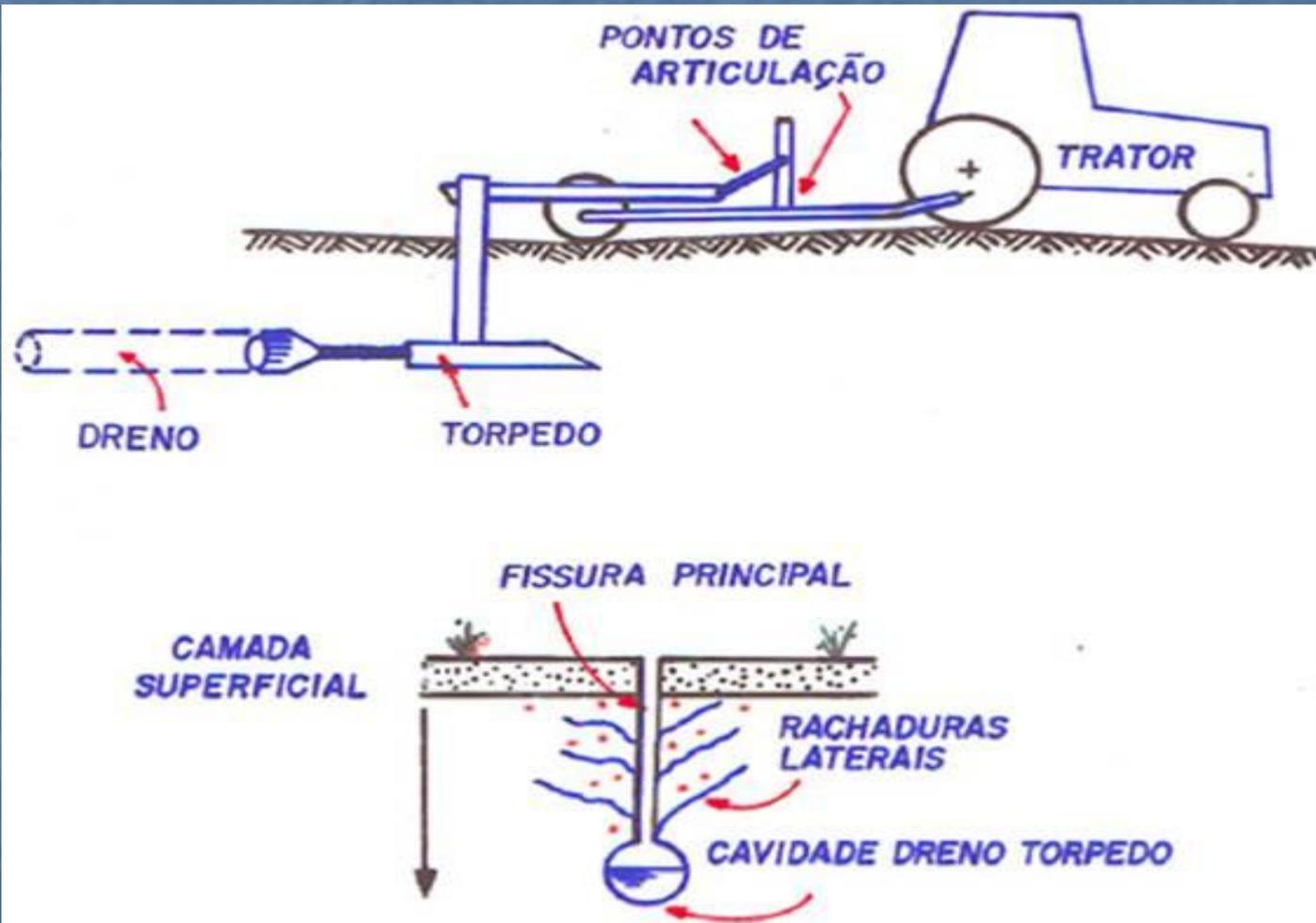
Vantagens da drenagem subterrânea através de tubos

- facilidade no tráfego de máquinas;
- diminuição na incidência de focos de mosquitos;
- custo de manutenção mais baixo;
- economia de área.



Tipos de drenos

Drenos tipo torpedo ou toupeira



Ação do subsolador e configuração do dreno torpedo.

Profundidade dos drenos

- Sensibilidade da cultura ao excesso de água
- Região do projeto (úmida ou semi-árida)
- Camada de impedimento
- Cota de saída
- Disponibilidade de retroescavadeira.



Escavação dreno subterrâneo



Camada impermeável

- FAO (1980) → Resistência hidráulica (R.H.)
- $R.H. = \text{Espessura (m)} / K_v \text{ (m.dia}^{-1}\text{)}$
- $R.H. \geq 250$ dias (Camada impermeável)
- $R.H. \leq 50$ dias (Não há barreira).

Camada impermeável

- ABNT (1998) → Condutividade hidráulica.
- $K_v \leq 0,1$ média ponderada K_v das camadas superiores (Camada impermeável).

Perfil de solo estratificado em Jaguaruana - CE



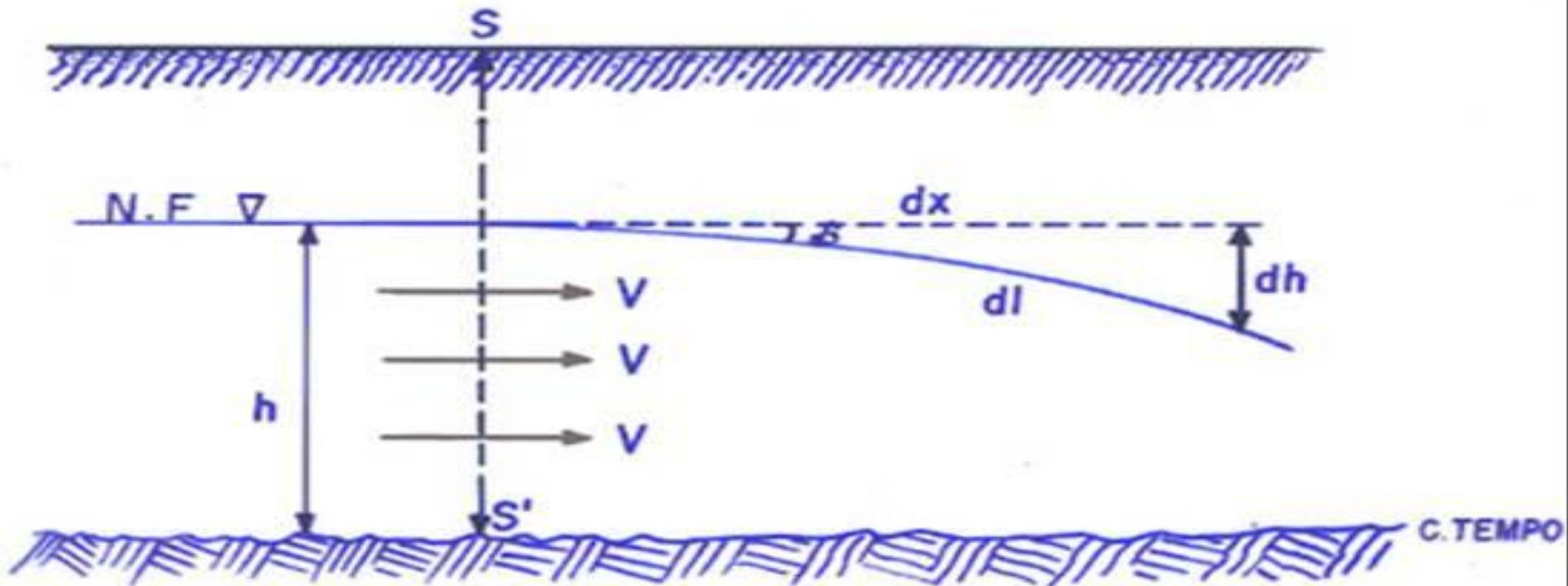
Dreno subterrâneo instalado na interface da camada de impedimento



Espaçamento entre drenos

Hipóteses simplificadoras

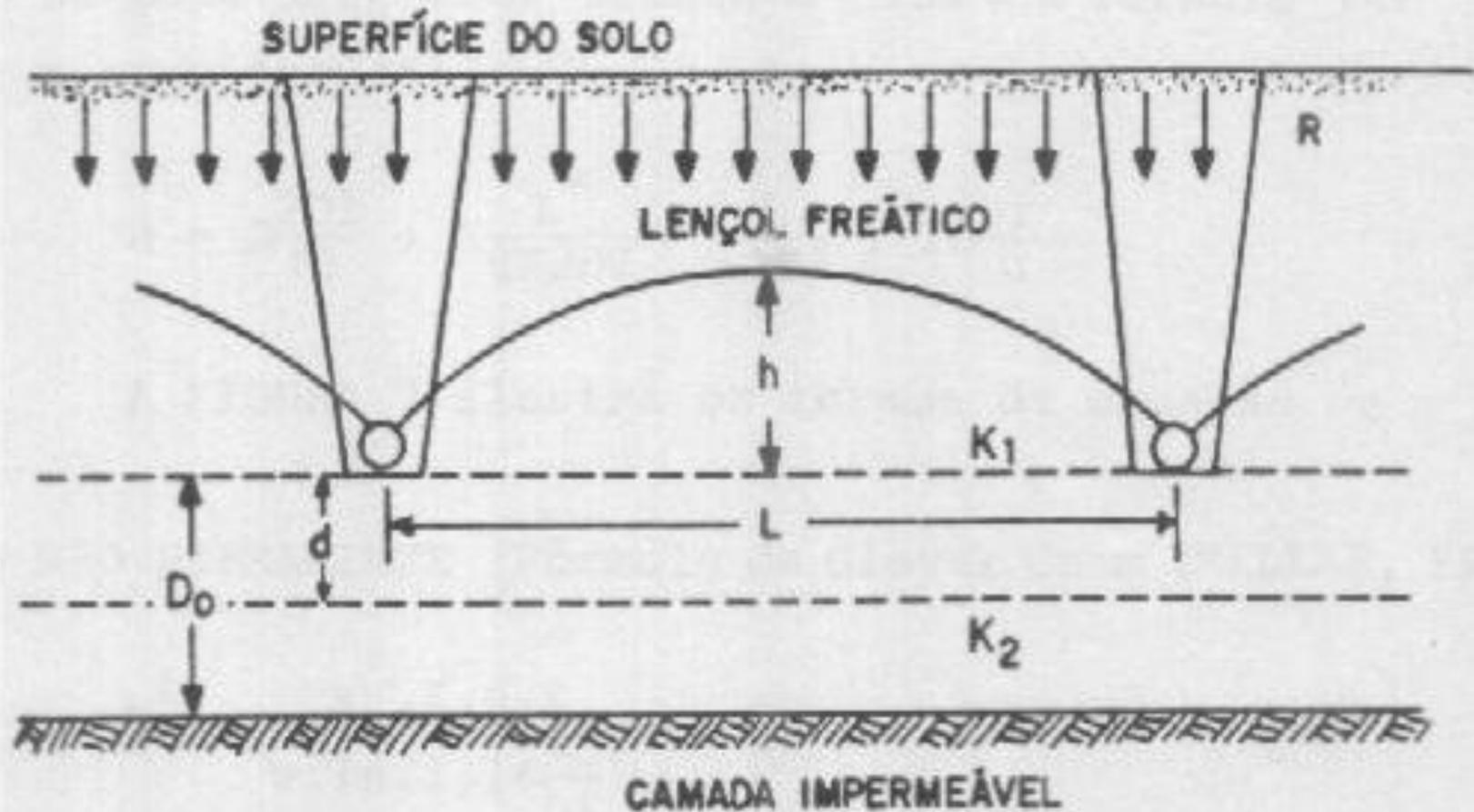
HIPÓTESES SIMPLIFICADORAS DE DUPUIT-FORCHEIMER



1. V é constante e horizontal em qualquer seção SS'
2. V é constante em qualquer profundidade da mesma seção
3. $i = \frac{dh}{dx}$

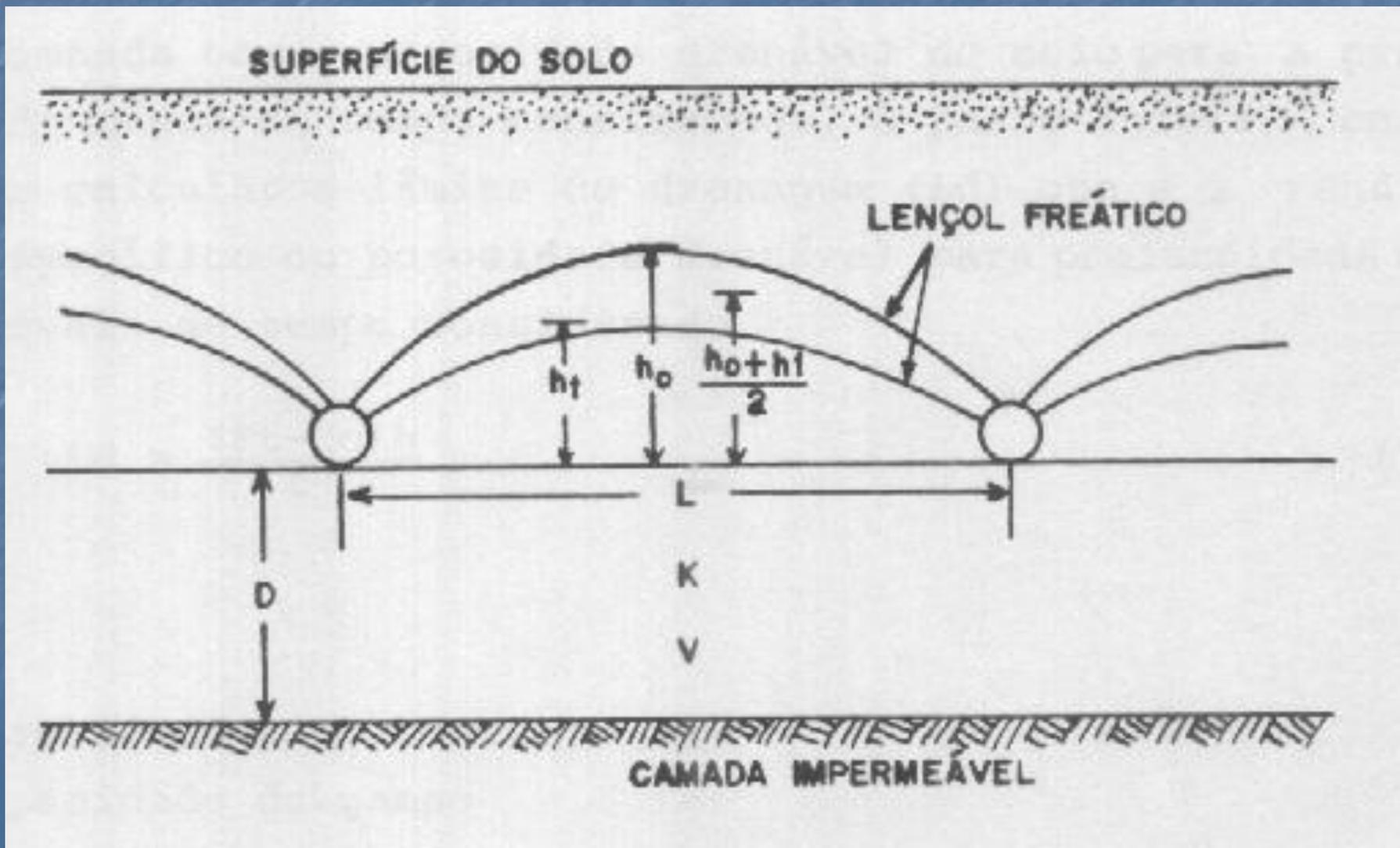
Regime de fluxo em direção aos drenos

Fluxo Permanente



Regime de fluxo em direção aos drenos

Fluxo Não - Permanente



Coeficiente de Drenagem

Conceito:

Taxa de remoção do excesso de água, que se deve processar dentro de um limite de tempo a fim de garantir um grau apropriado de proteção às plantas.

- Drenagem subterrânea: mm/dia ou cm/dia
- Sistemas por superfície: L/s/ha

Coeficiente de Drenagem

Coeficiente de Drenagem Subterrânea:

- Qualquer que seja a fonte de excesso de água, o fluxo de água em direção aos drenos é mais uniforme e de propagação mais lenta do que para drenos superficiais, devido as características distintas entre o escoamento superficial e o fluxo de água subterrâneo.
- O valor do coeficiente de drenagem é relativamente menor que na drenagem por superfície.

Coeficiente de Drenagem Subterrânea

Fluxo não - permanente

- $q = (\Delta h.f)/t$

- sendo:
- q : coeficiente de drenagem, $[L.T^{-1}]$;
- Δh : $h_0 - h_t$ (rebaixamento do lençol freático), $[L]$;
- f : porosidade drenável (adimensional);
- t : tempo de rebaixamento $[T]$.

Critério de drenagem para o período chuvoso

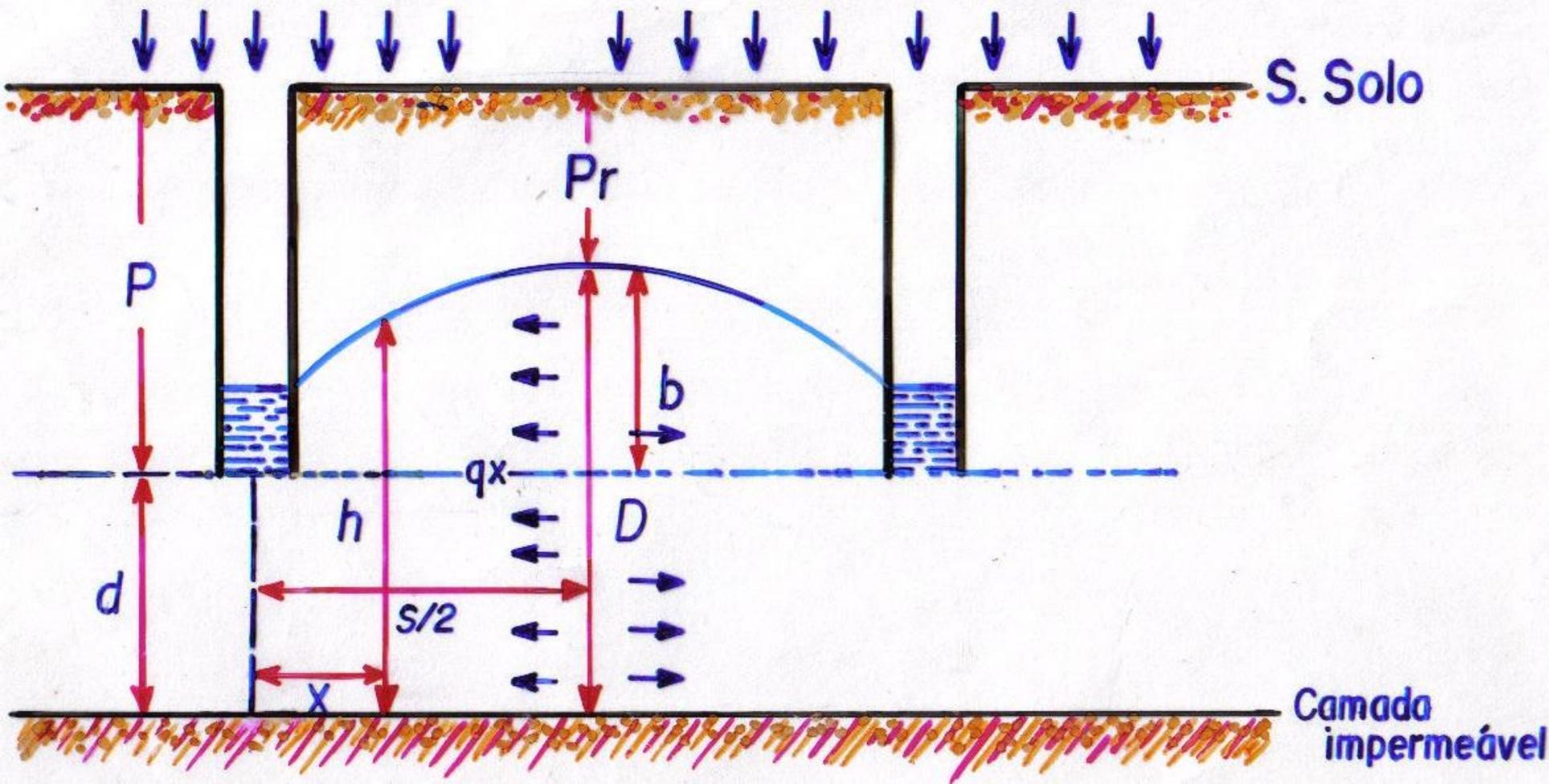
Em consequência das precipitações, o lençol freático se eleva até atingir uma profundidade p em relação à superfície do solo, com uma frequência de N vezes por ano.

O sistema será dimensionado para uma chuva, provável de ser igualada ou superada cinco vezes ao ano, e não baseado na maior ocorrência de precipitações, que o tornaria antieconômico.

Equação de Donnan

TERMOS DA EQUAÇÃO DE DONNAN

R (mm/dia)

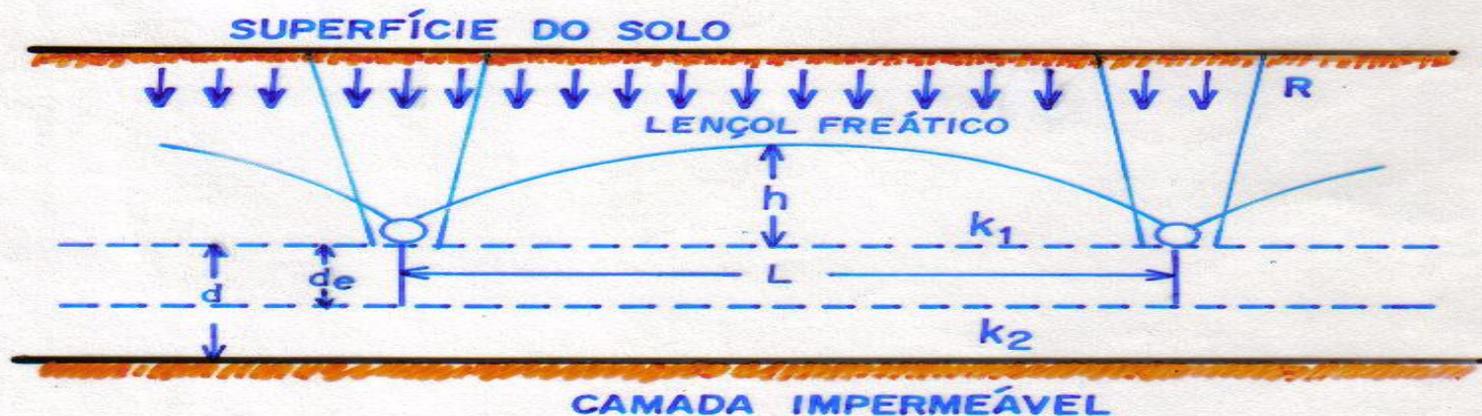


Equação de Hooghoudt

CÁLCULO DO ESPAÇAMENTO ENTRE DRENOS:

FLUXO PERMANENTE : A CAPACIDADE DE DESCARGA DOS DRENOS É IGUAL A RECARGA.

NORMA DE DRENAGEM : COM UMA RECARGA DE R mm / dia , O LENÇOL FREÁTICO DEVE MANTER-SE ESTABILIZADO A UMA PROFUNDIDADE DE "A" METROS ABAIXO DA SUPERFÍCIE DO SOLO .

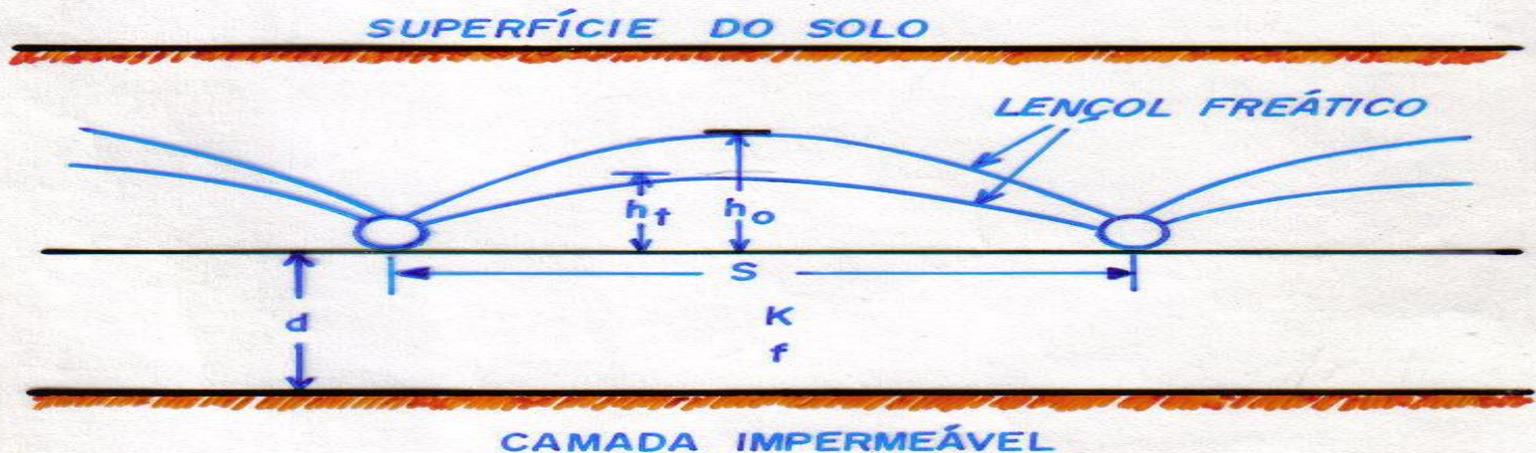


$$S^2 = \frac{8 K_2 d h}{R} + \frac{4 K_1 h^2}{R} \quad (\text{Fórmula de Hooghoudt})$$

Equação de Glover-Dumm

FLUXO NÃO PERMANENTE : A CAPACIDADE DE DESCARGA DOS DRENOS NÃO É IGUAL A RECARGA.

NORMA DE DRENAGEM : O LENÇOL FREÁTICO DEVE BAIXAR EM UM TEMPO T DIAS DE "A" METROS A "B" METROS ABAIXO DA SUPERFÍCIE DO SOLO, SUPONDO QUE NÃO OCORRERÁ RECARGA DURANTE ESTES T DIAS.



FÓRMULA DE GLOVER — DUMM :

$$S^2 = \frac{\pi^2 K d \cdot t}{f \cdot \ln \left(1,16 \cdot \frac{h_0}{h_t} \right)}$$

Sistema misto de saída

