

MÓDULO 2: FORMAS E PROCESSOS

- **Paisagens Fluviais: formas erosivas e deposicionais e processos**
- **Hidrologia de Encostas: Zonas Saturadas e Não-Saturadas, Infiltração, tipos de fluxos**
- **Processos Erosivos: conceito, tipologias e fatores condicionantes**
- **Movimentos de Massa: conceito, tipologias e fatores condicionantes**

Hidrologia de Encostas/Solos

Processo de Intemperismo

Agricultura → Manejo

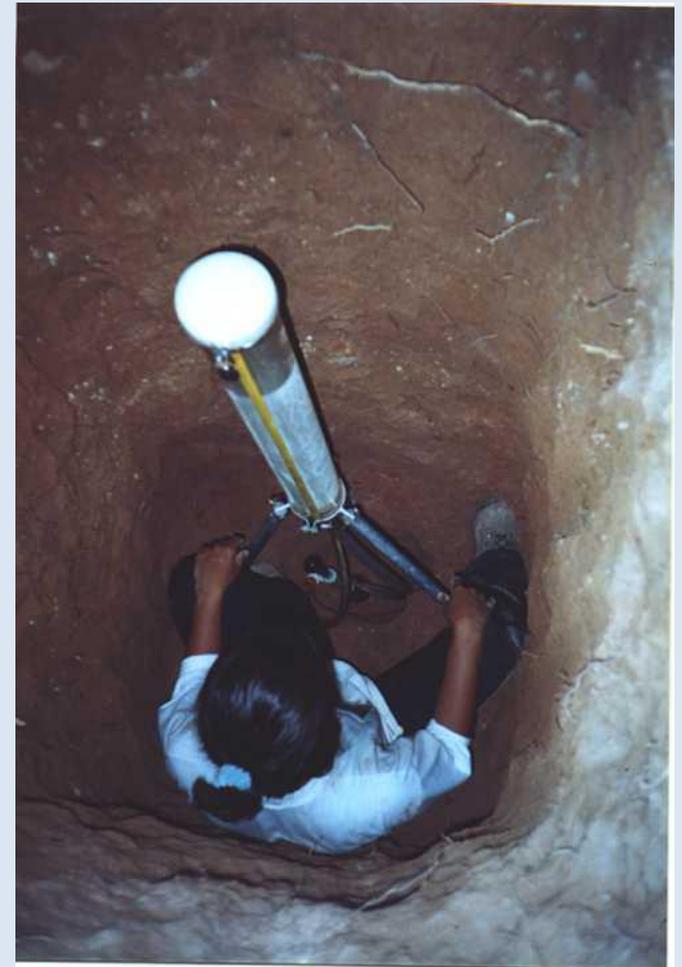
Quando plantar?

Quando Irrigar? e Quando Drenar?

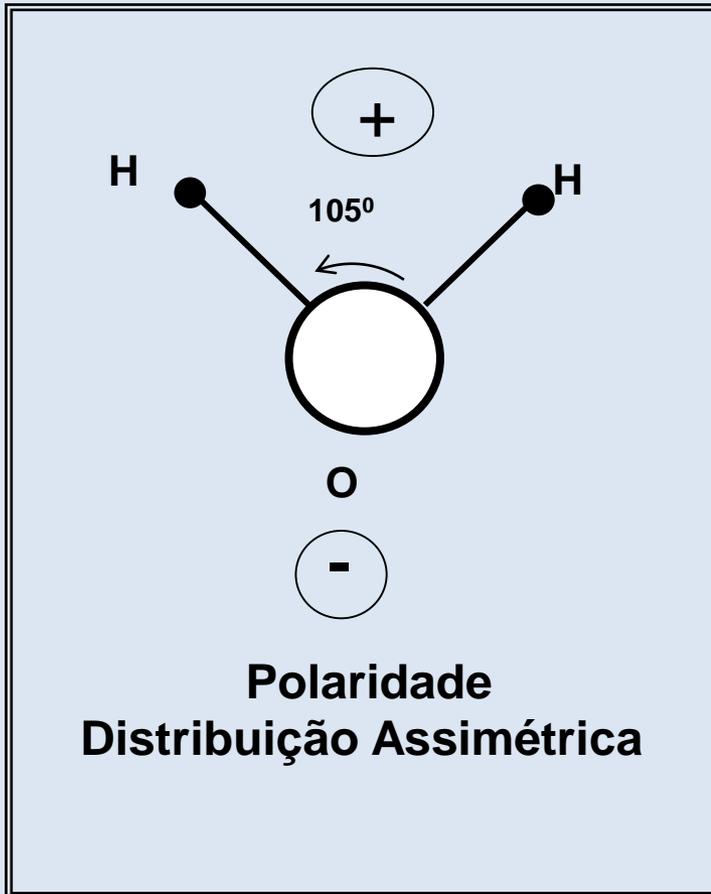
Geotecnia – Deslizamentos e Erosão

Geomorfologia/Pedologia – Evolução das Encostas e do Solo = Paisagem

- a) Zonas Saturadas e não Saturadas
- b) Infiltração, Capacidade de Infiltração e Fatores que influenciam a Infiltração
- c) Permeabilidade
- d) Tipos de Fluxos
- e) Como medir estas Propriedades?



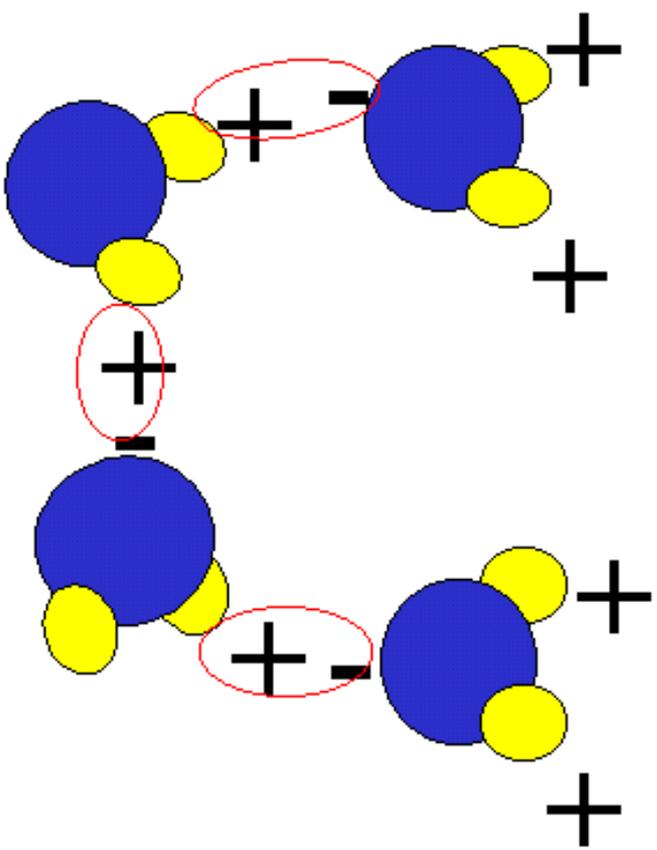
CARACTERÍSTICA DA MOLÉCULA DE ÁGUA (H₂O)



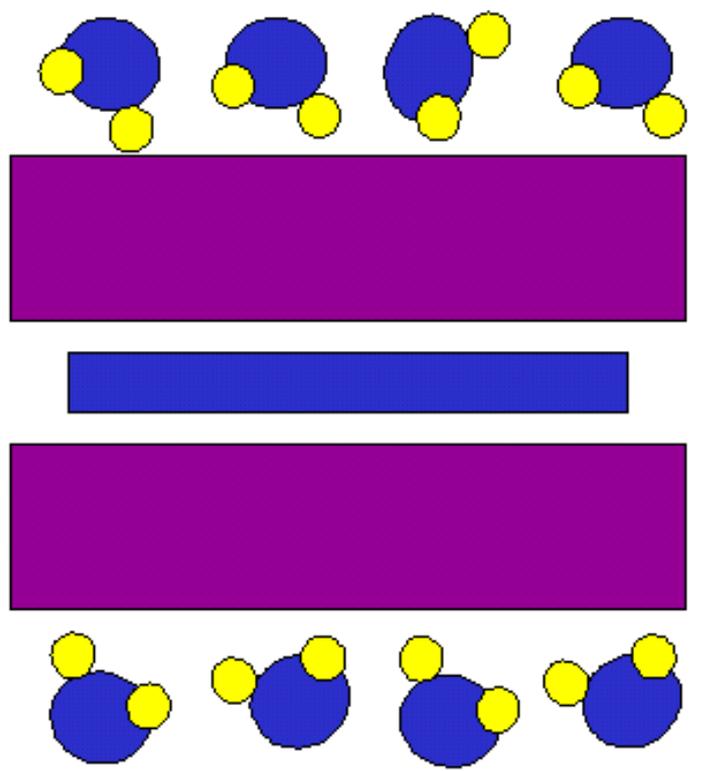
A água participa de diversas reações:



- Junção das moléculas de água
- Atração com íons eletrostaticamente carregados (Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺)
- Atração com partículas de argilas (negativas)
- Estimula dissolução de sais



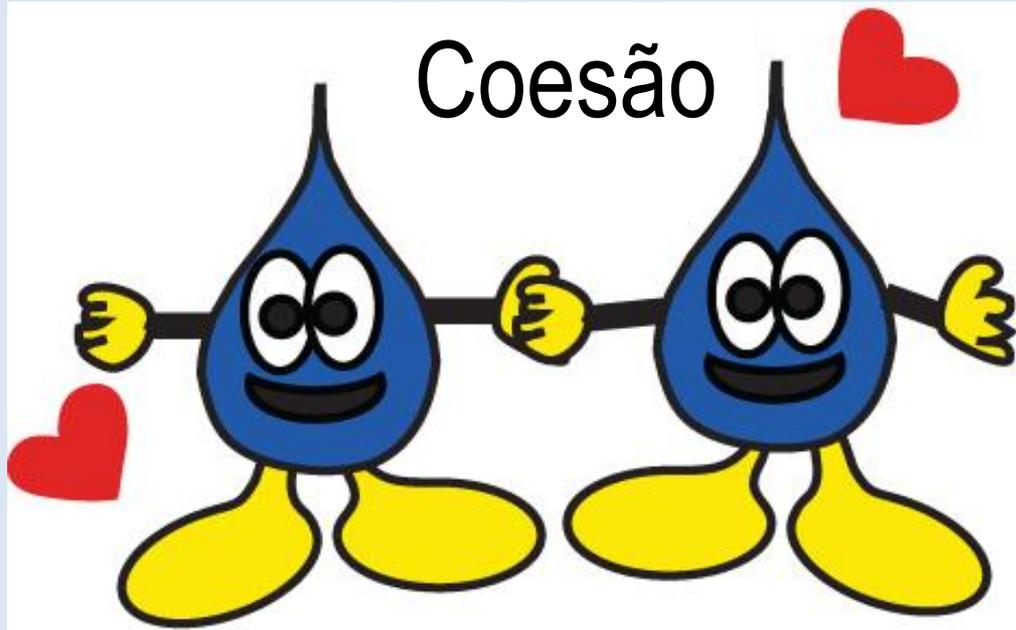
Cohesion



Adhesion

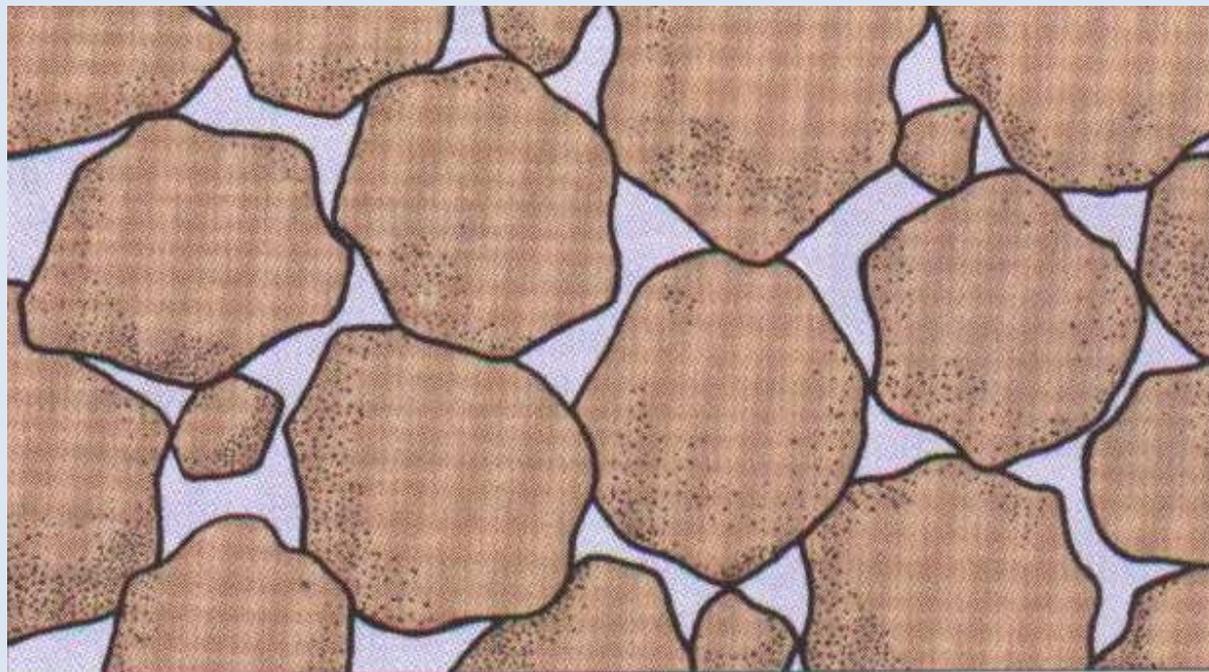
Clay mineral

Coesão

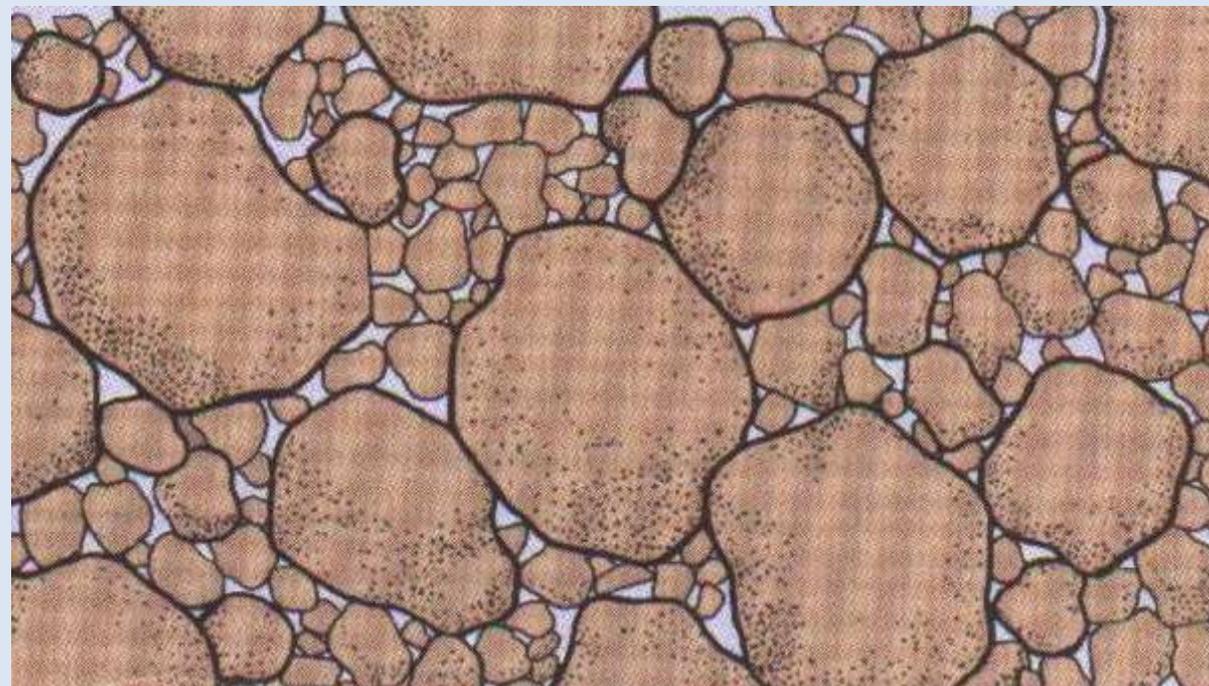


Adesão

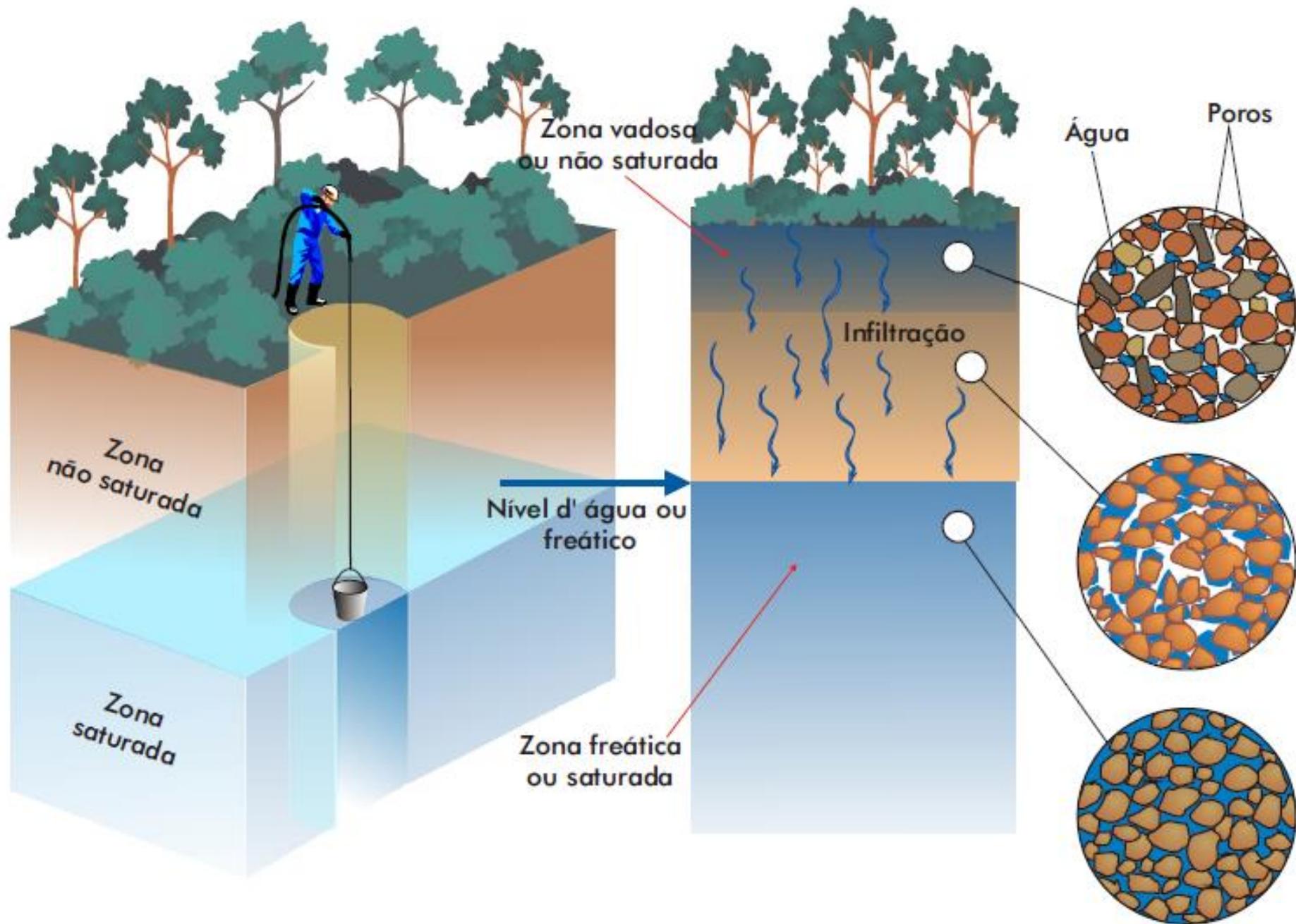




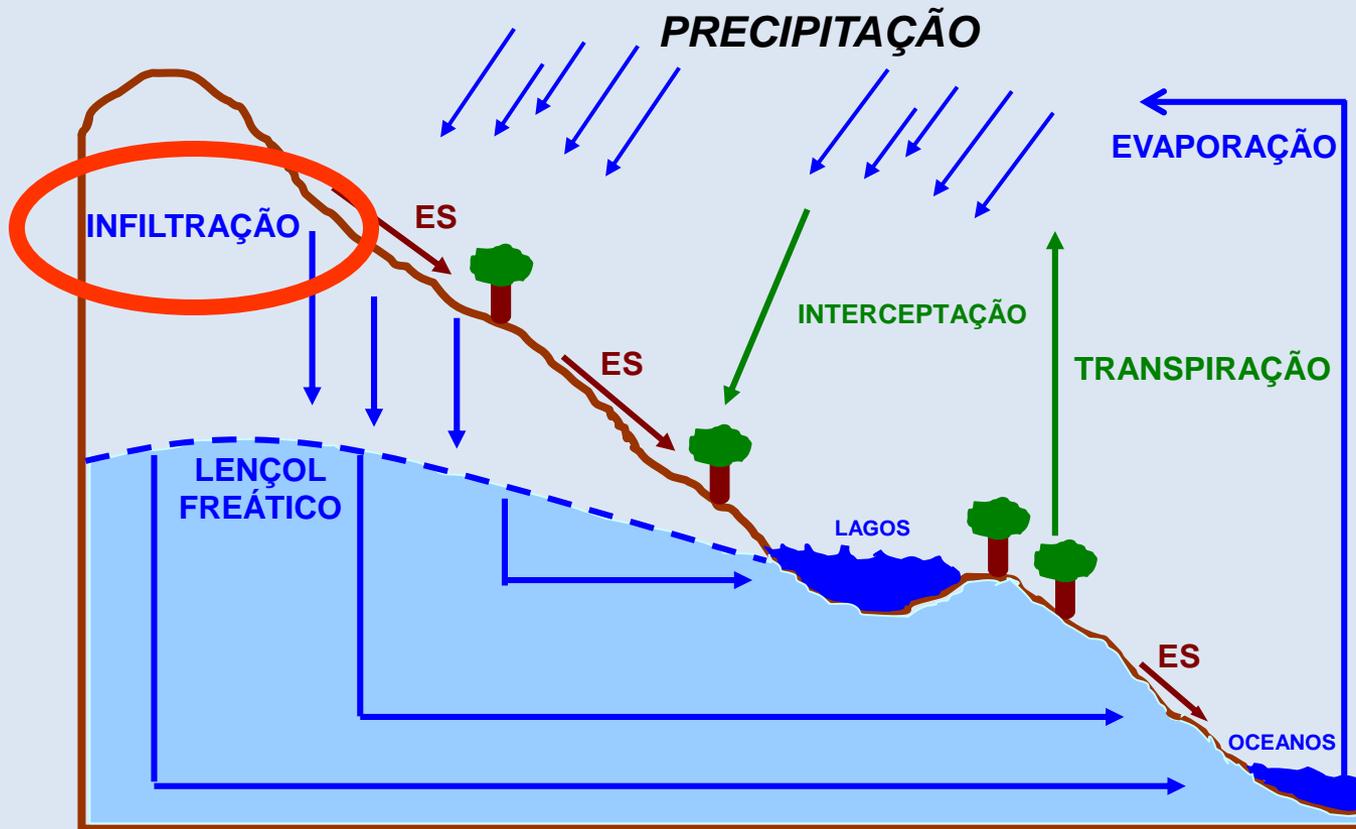
**Granulometria:
Arenosa**



**Granulometria:
Siltosa/Argilosa**



O QUE OCORRE COM ÁGUA DEPOIS QUE ELA ENTRA NO SOLO?



utilizada pelas plantas

movimentar através do solo ou das raízes

alcançar o lençol freático

ES = ESCOAMENTO SUPERFICIAL

“A infiltração consiste na penetração da água nas camadas de solo próximas à superfície do terreno, movendo-se para baixo, através de vazios (poros), sob a ação da gravidade (vertical) e pelo potencial capilar (todas as direções)”.



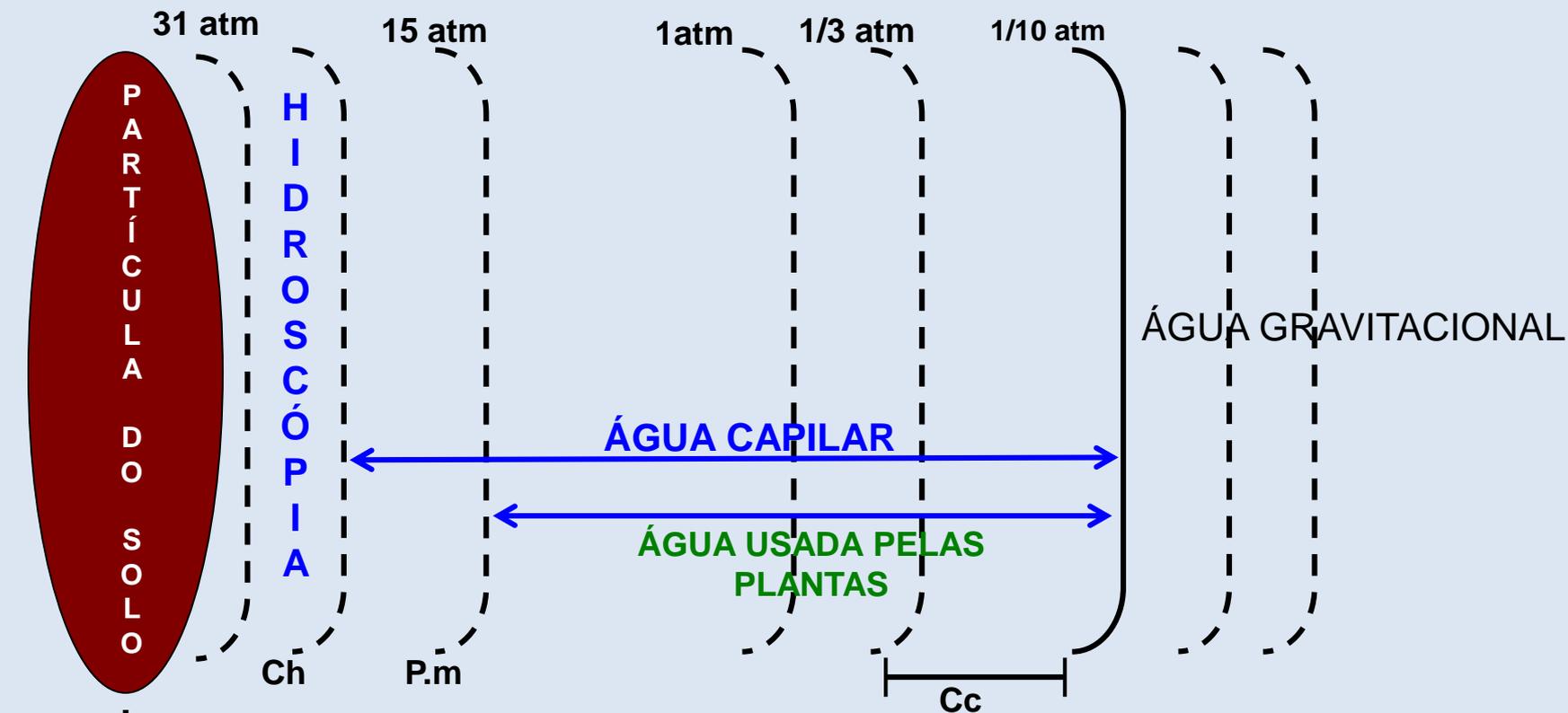
SATURAÇÃO



CAPACIDADE DE CAMPO



PONTO DE MURCHAMENTO



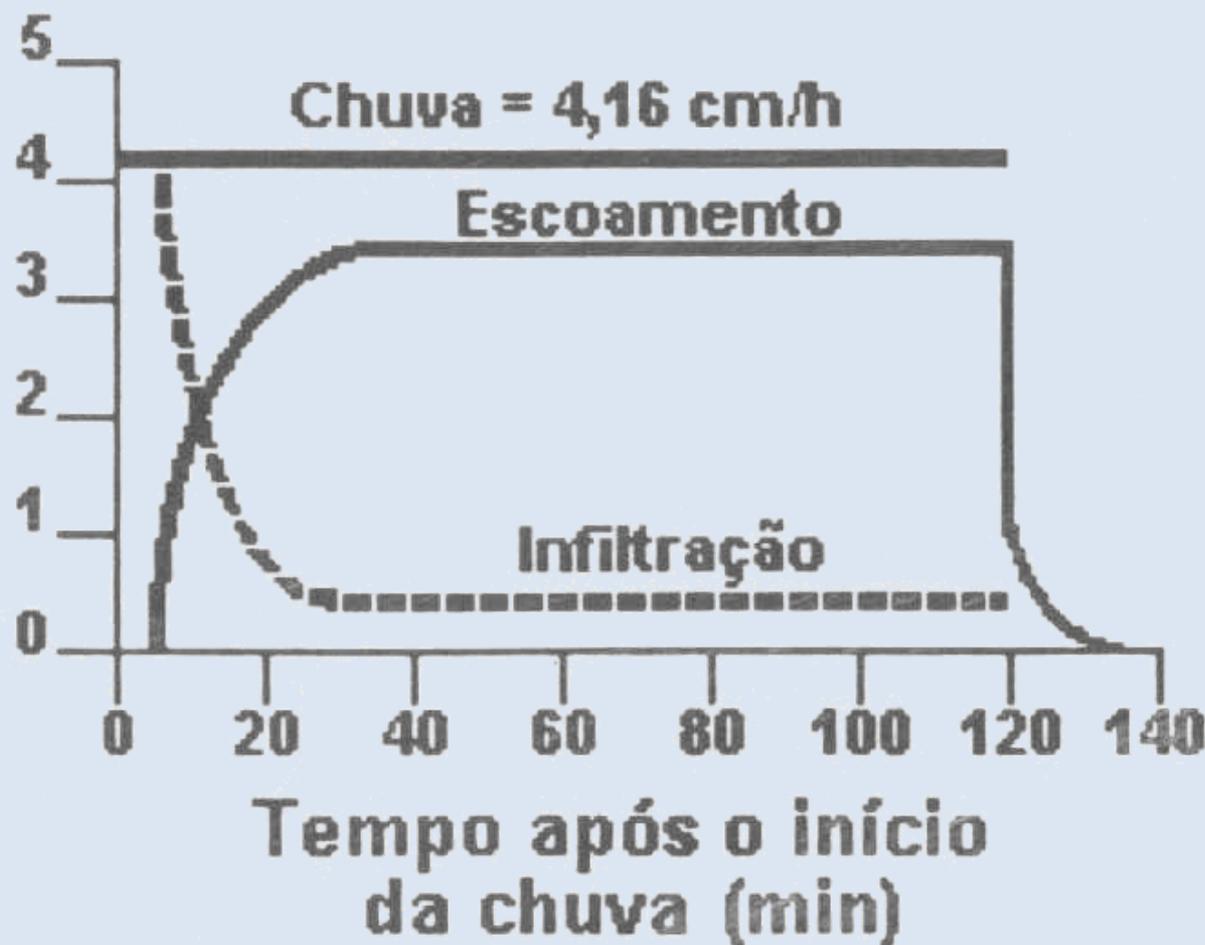
(modificado de Moniz, 1975)

Cc = Capacidade de Campo
Pm = Ponto de Murchamento
Ch = Coeficiente Hidroscópico

PARTÍCULA RETIDA
POR ADESÃO

Intensidade da chuva, infiltração e escoamento

(cm/h)



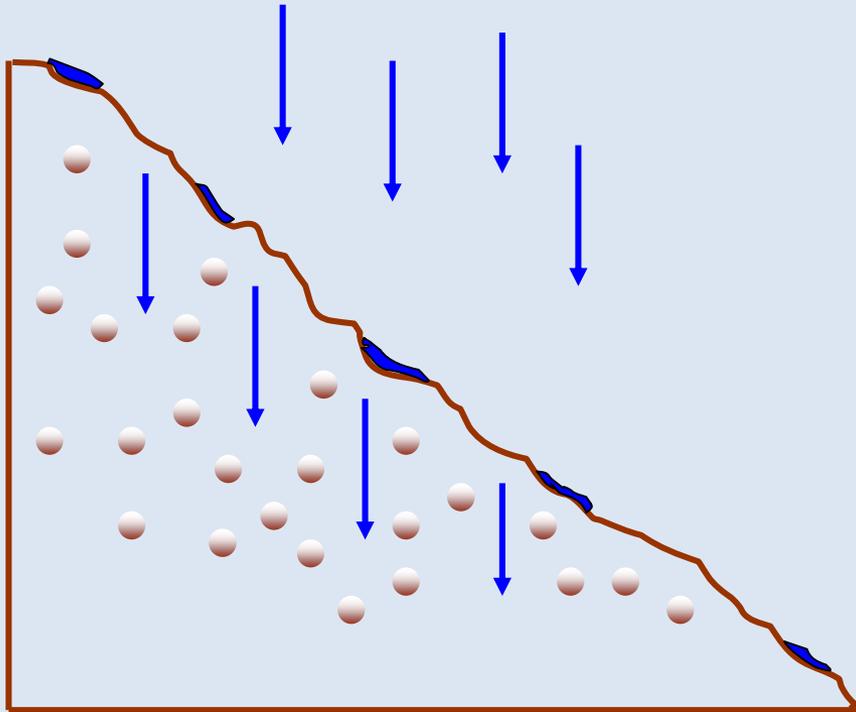
O que é a Capacidade de Infiltração?

Quantidade máxima de água que um solo, sob uma dada condição, pode absorver na unidade de tempo por unidade de área (mm/h)



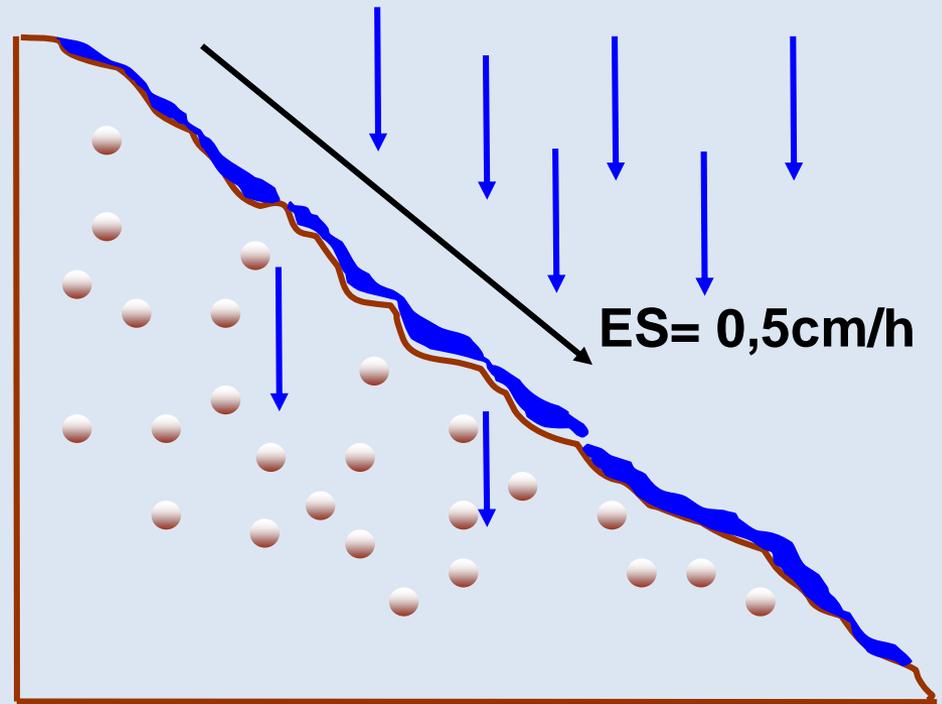
(Horton, 1933)

Precipitação = 1,5 cm/h



Infiltração = 1,5 cm/h

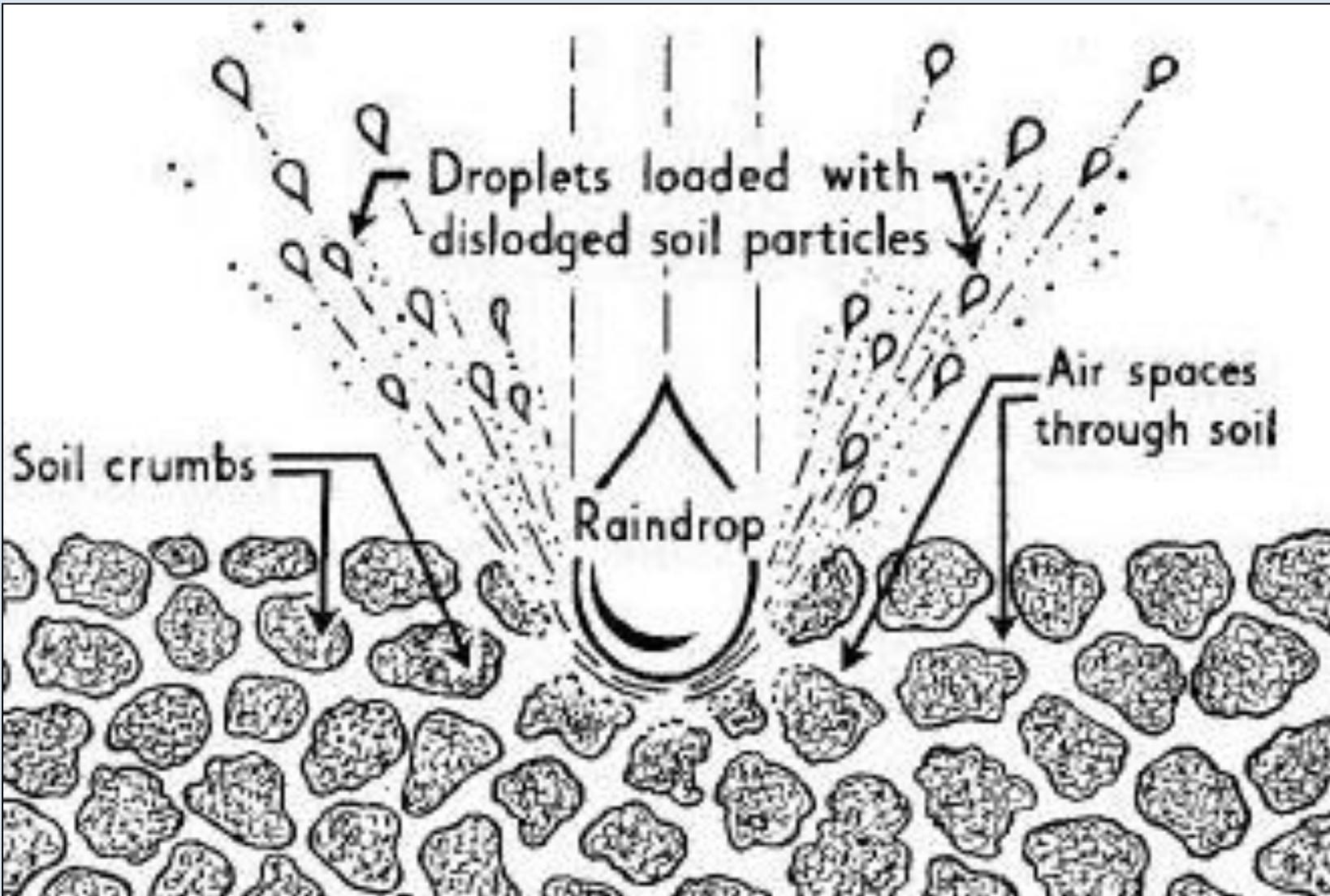
Precipitação = 2,5 cm/h



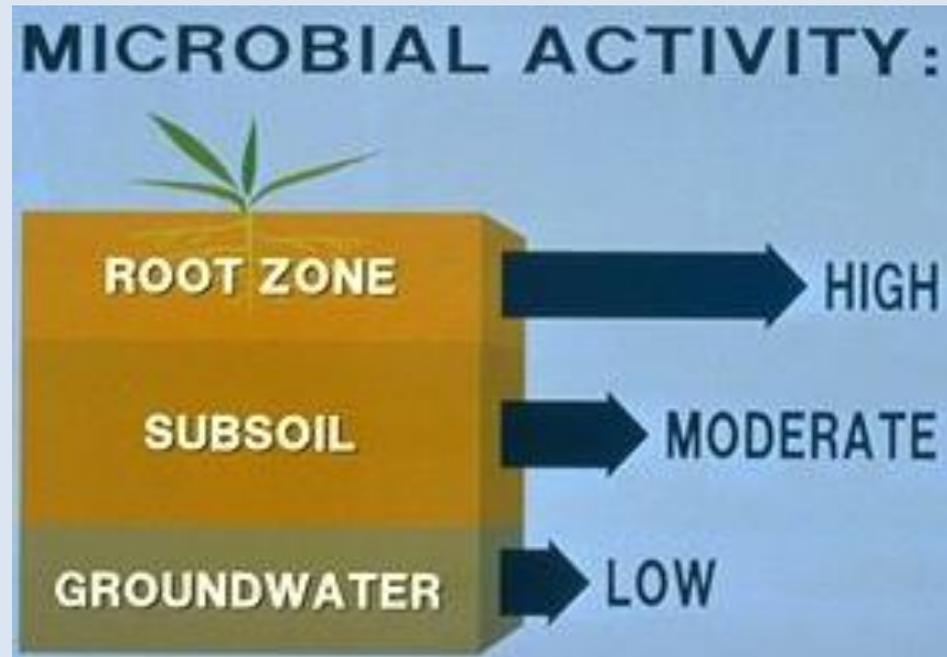
C.I. = 2,0 cm/h

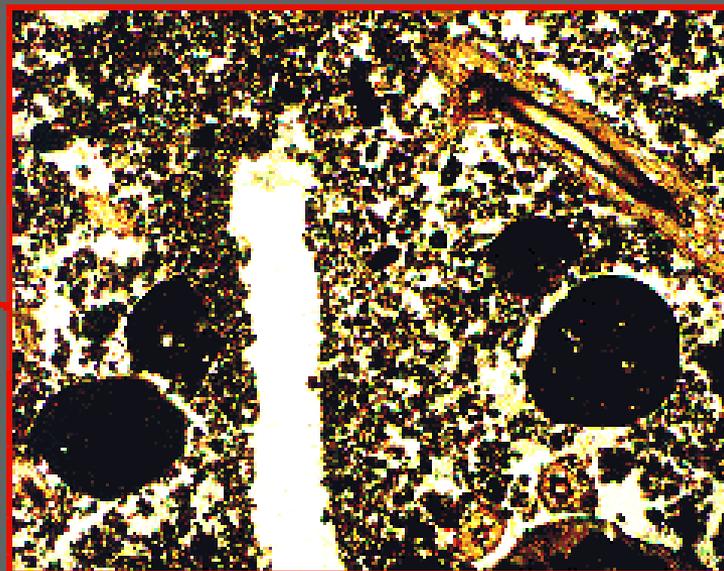
**PRINCIPAIS
FATORES QUE
INFLUENCIAM NA
CAPACIDADE DE
INFILTRAÇÃO**

Intensidade da chuva: Efeito de salpico e compactação do solo;

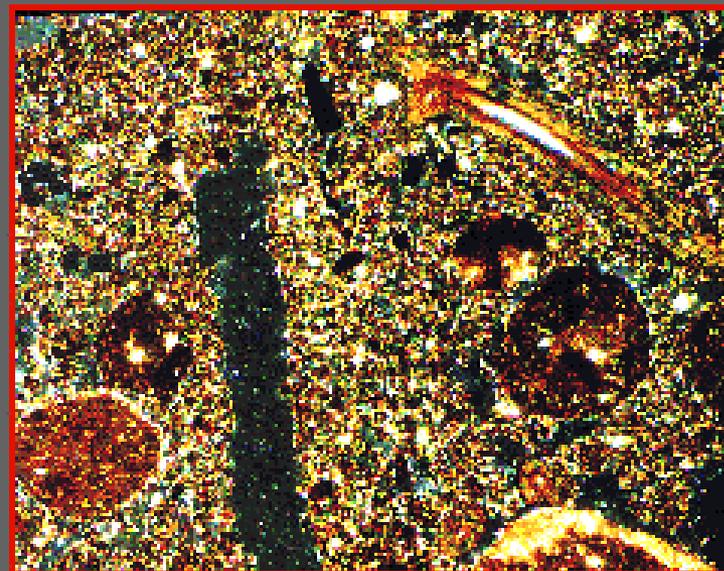


Atividade biogênica no topo do solo: Formação de bioporos pela fauna e o enraizamento dos vegetais – \uparrow C. I.



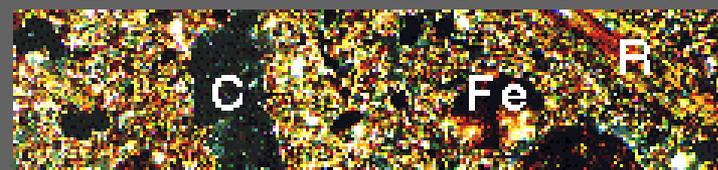


POL



POL+ANA

1/4mm



R = raiz

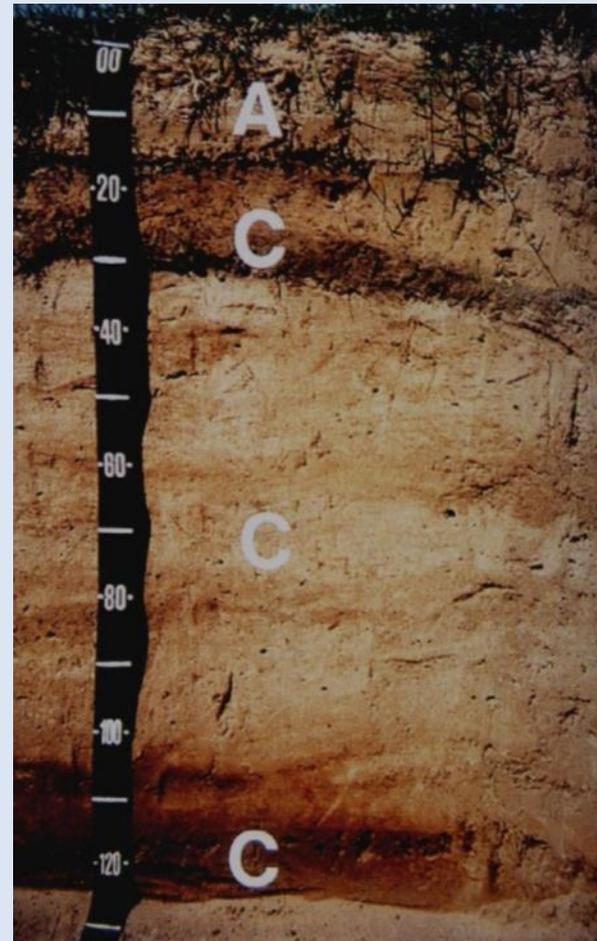
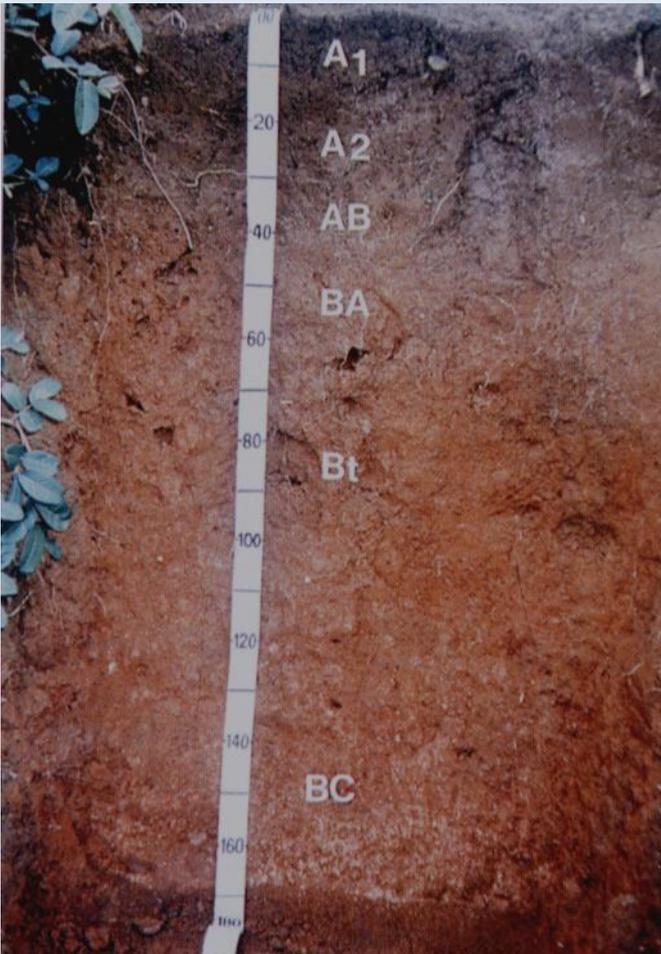
Fe = nódulo de Fe

C = canal excavado por un organismo (notese como las paredes estan apelmazadas)

Textura e profundidade dos solos:

Solos profundos, textura
grosseira e grande quantidade
de matéria orgânica - \uparrow C. I.

Solos rasos e argilosos - \downarrow C. I.



Para estudos da água no solo é importante verificar a **MACROPOROSIDADE** e a **MICROPOROSIDADE**

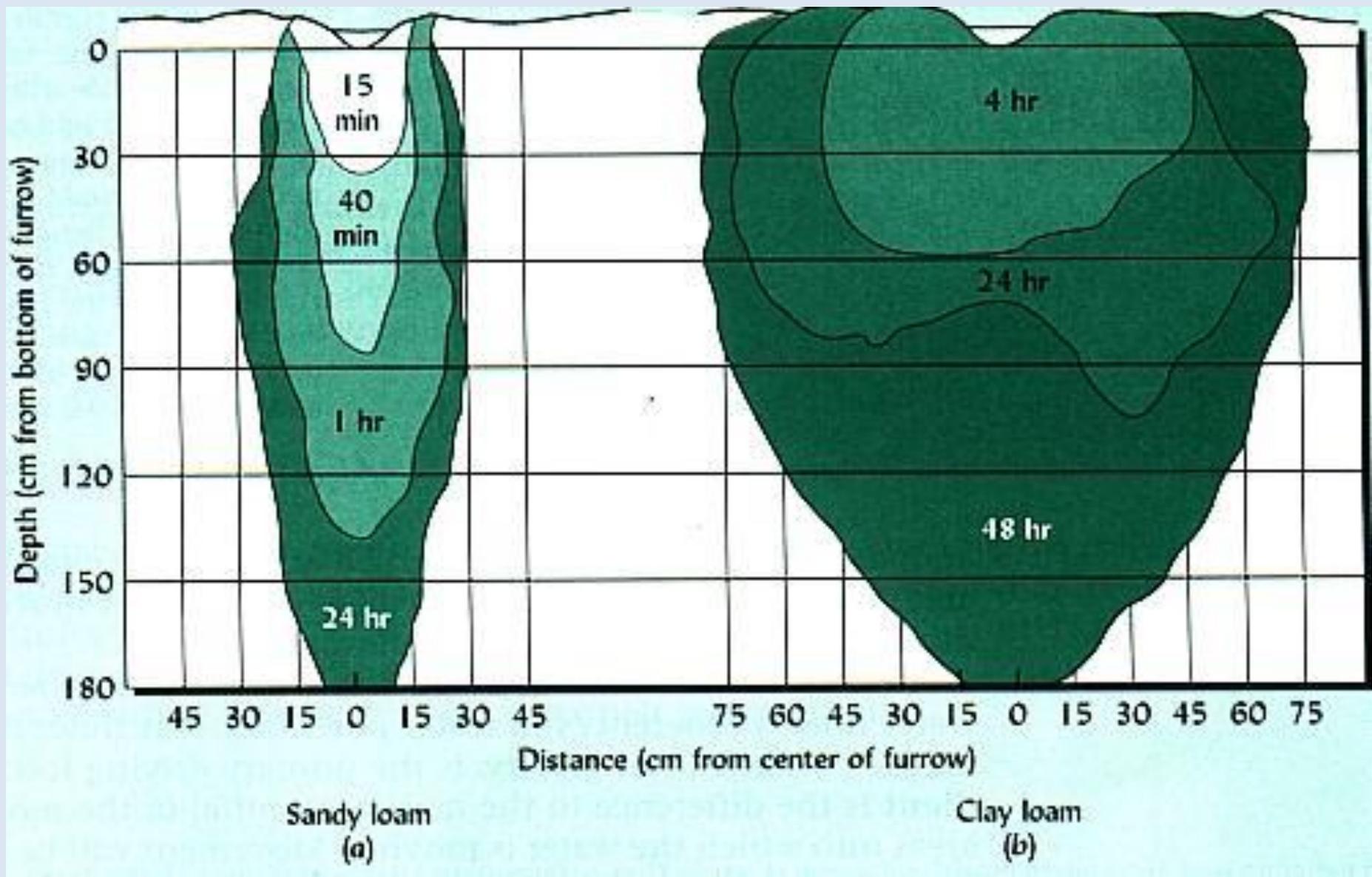
MACROPOROS: > 0,05mm – “solos arenosos”

MICROPOROS:<0,05mm – “solos argilosos”

Formação de agregados pode aumentar a macroporosidade do solo argiloso!

Porosidade não capilar, porosidade de aeração - MACROPOROS

Porosidade capilar - MICROPOROS



Compactação do solo: (animais)



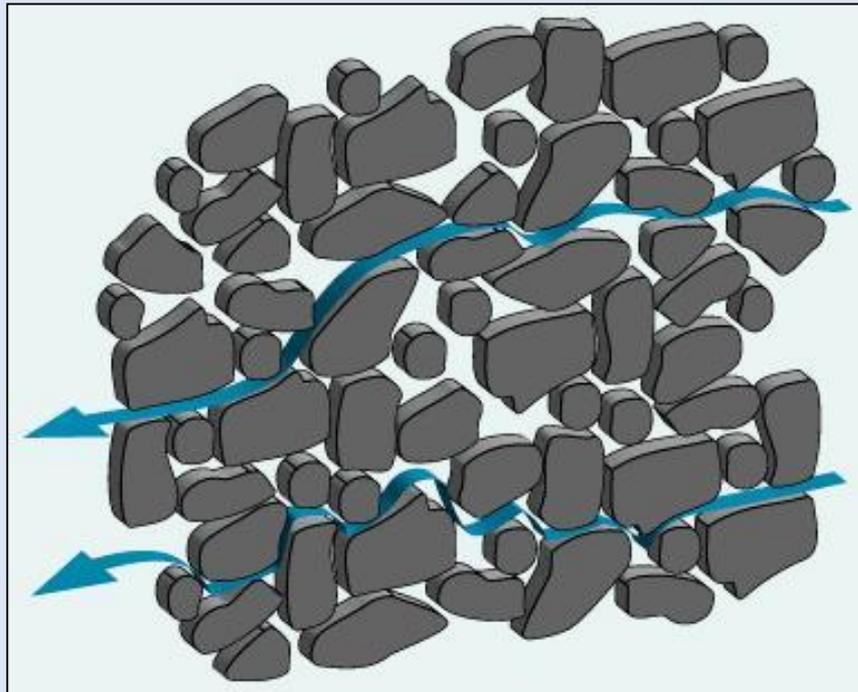
Compactação do solo: (manejo)



O que é Permeabilidade?

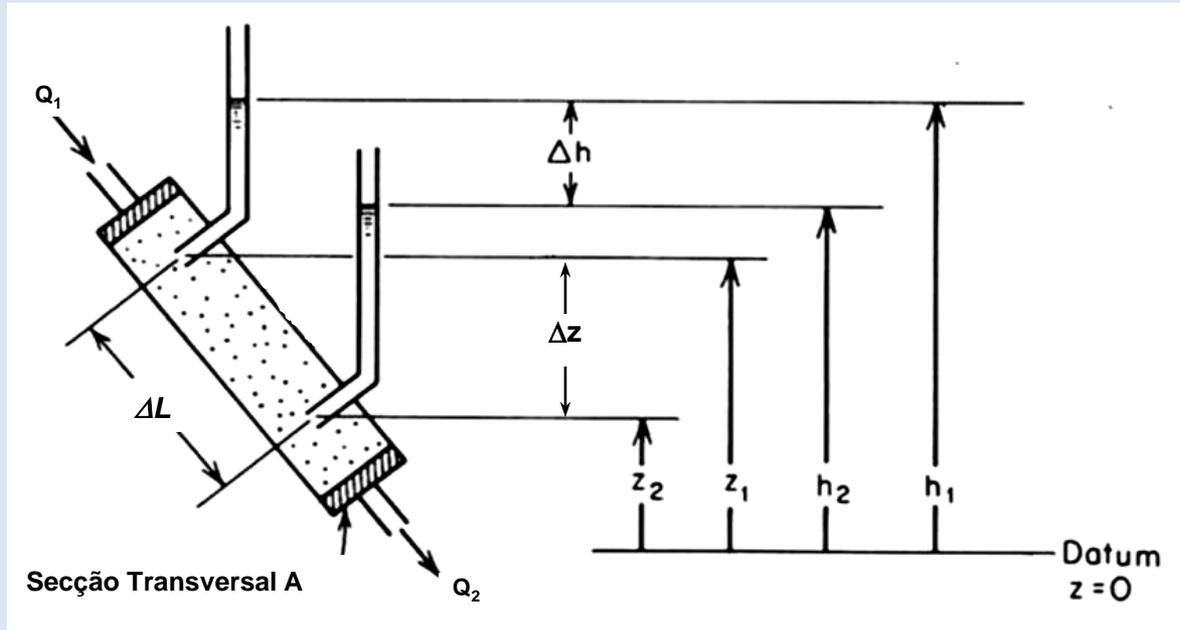


A dinâmica hidrológica das encostas vai depender diretamente, dentre outros fatores, da variação da condutividade hidráulica dos solos (K), ou seja, da habilidade que estes possuem em transmitir água.



g) PERMEABILIDADE

Experimentos de Henry Darcy na França em 1856



Experimento de Darcy realizado com um cilindro de área transversal (A) contendo material arenoso. A partir de uma determinada carga gravitacional ($\Delta z = z_2 - z_1$) estabelecida, um fluxo constante (Q_1) é introduzido neste material e o fluxo de saída (Q_2) assim como a variação da carga de pressão (Δh) são mensuradas durante o experimento (modificada de Freeze e Cherry, 1979).

$$Q \propto A \frac{h_1 - h_2}{\Delta L}$$

Permeabilidade (k)

X

Condutividade Hidráulica (K)

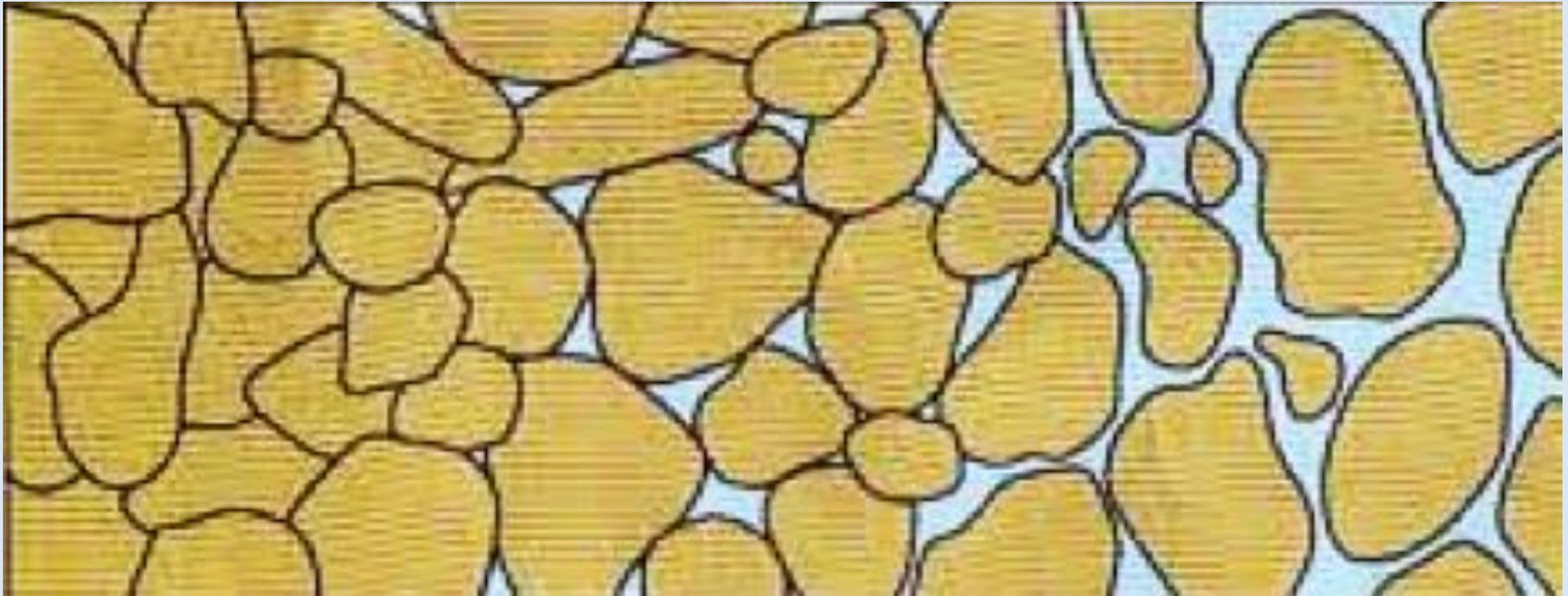
Condutividade hidráulica depende diretamente da permeabilidade dos solos (k), da viscosidade (μ) da massa específica da água (ρ) e da aceleração da gravidade (g)

No entanto, para os estudos de percolação de água nos solos pode-se considerar estes três últimos parâmetros como constantes, tornando a condutividade hidráulica do solo sinônimo de permeabilidade e dependente diretamente das dimensões e da geometria e organização interna dos poros do solo

Sem “poros”

**Poros Não
Conectados**

**Poros
Conectados**



**Sem
“permeabilidade”**

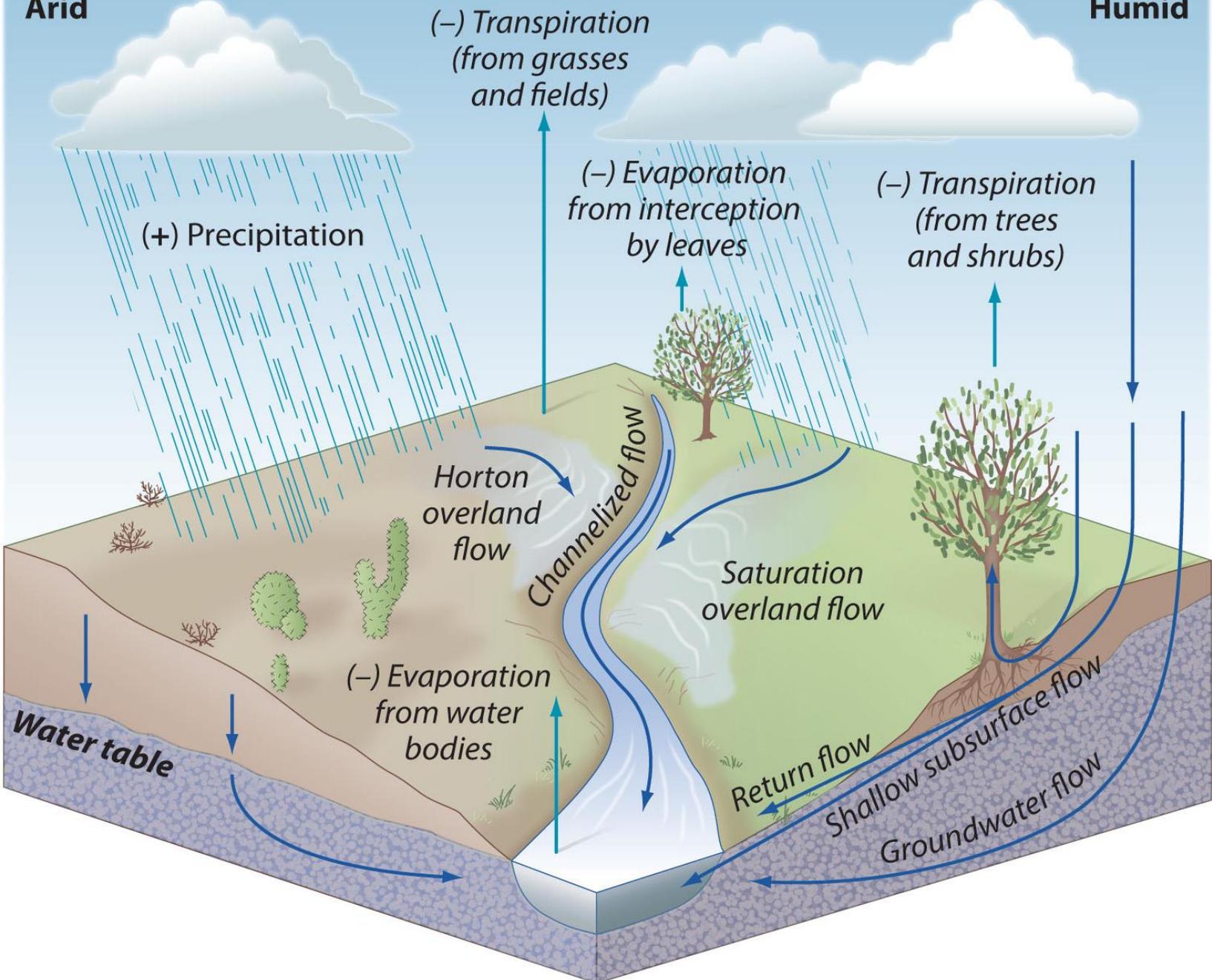
**Poros, mas
não permeável**

**Poros
Permeáveis**

PRINCIPAIS TIPOS DE FLUXOS

Arid

Humid



(+) Precipitation

(-) Transpiration
(from grasses
and fields)

(-) Evaporation
from interception
by leaves

(-) Transpiration
(from trees
and shrubs)

Horton
overland
flow

Channelized flow

Saturation
overland flow

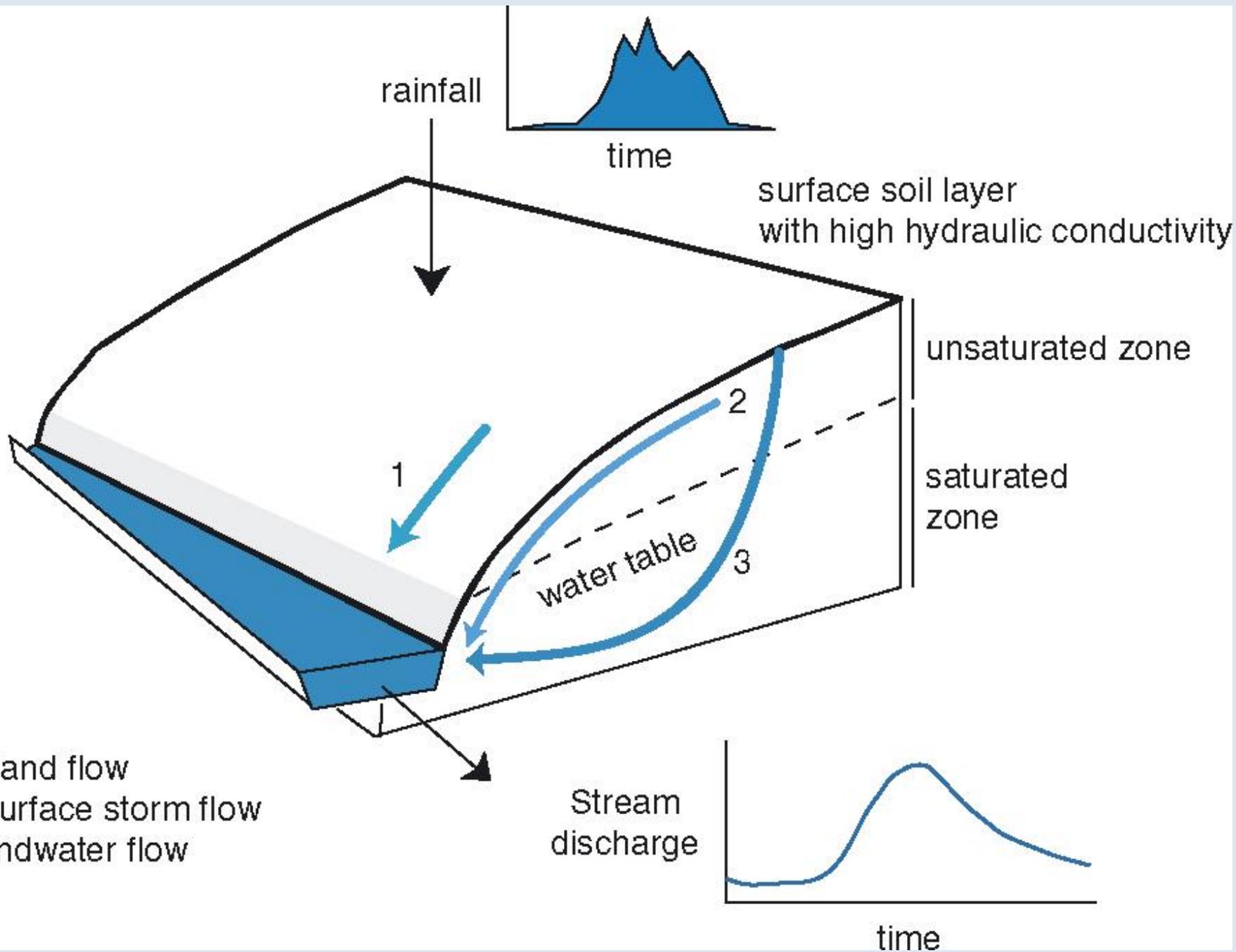
(-) Evaporation
from water
bodies

Water table

Return flow

Shallow subsurface flow

Groundwater flow



MEDIÇÕES das PROPRIEDADES Hidrológicas (solo/encosta)

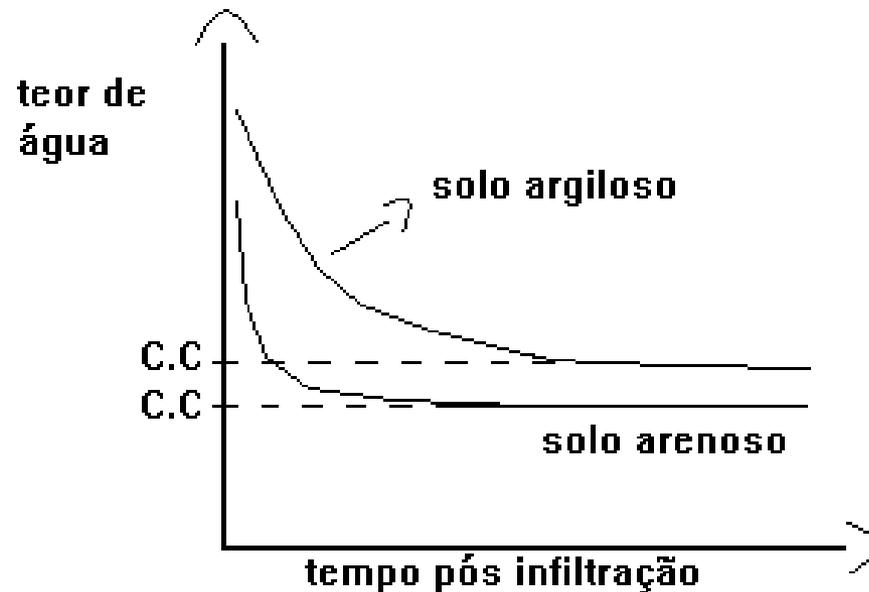
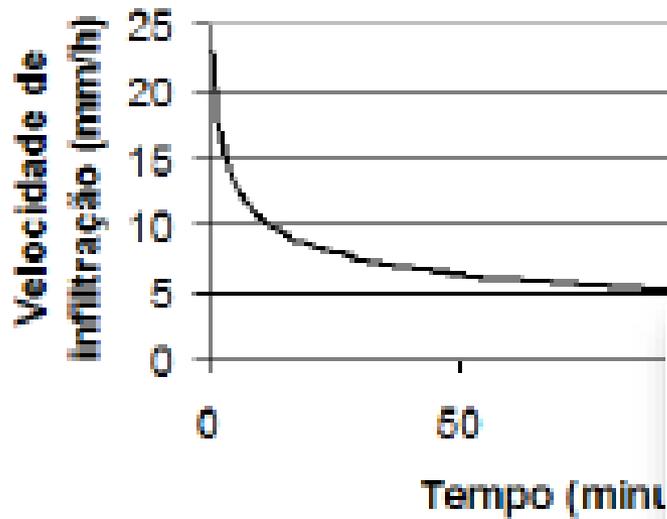
Infiltração





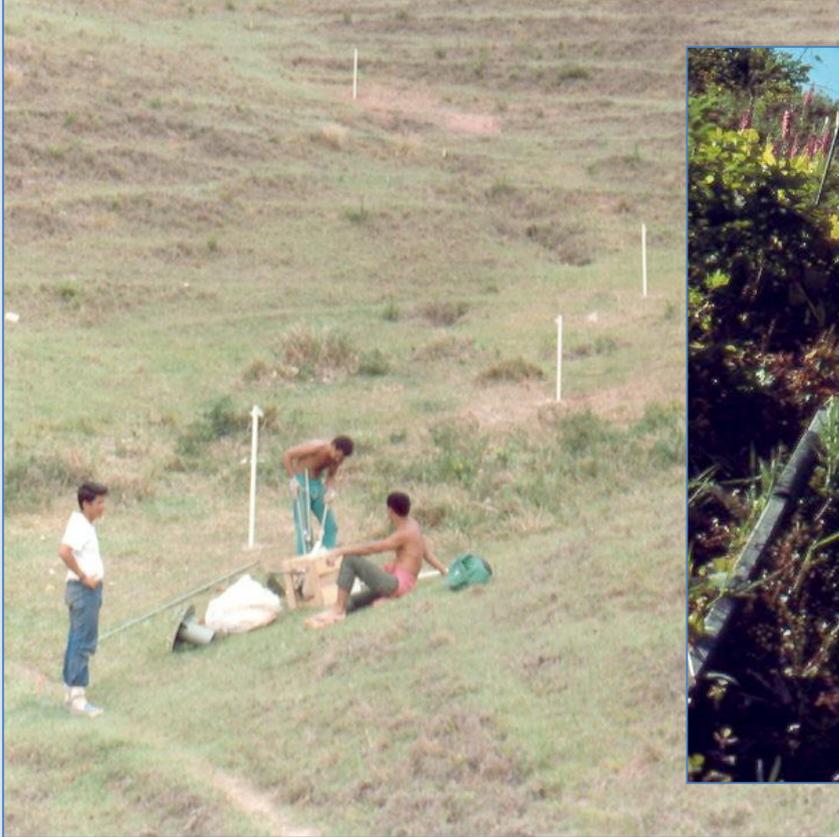
<http://docplayer.com.br/8768331-Instituto-nacional-de-pesquisas-da-amazonia-inpa-programa-de-pos-graduacao-em-ciencias-de-florestas-tropicais.html>

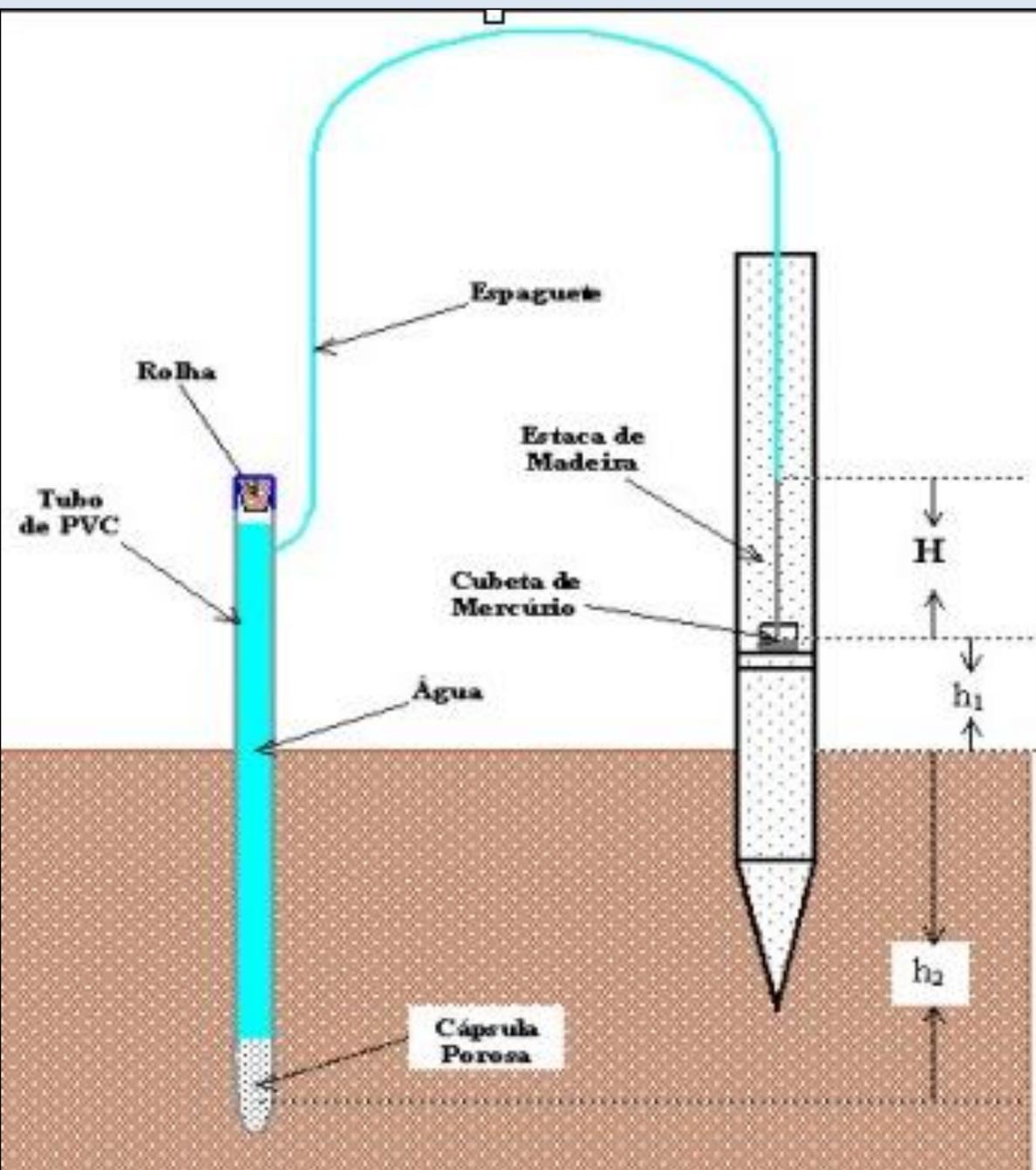
Quais são os resultados e sua importância para Geomorfologia?



MEDIÇÕES das PROPRIEDADES Hidrológicas (solo/encosta)

Tensão/umidade

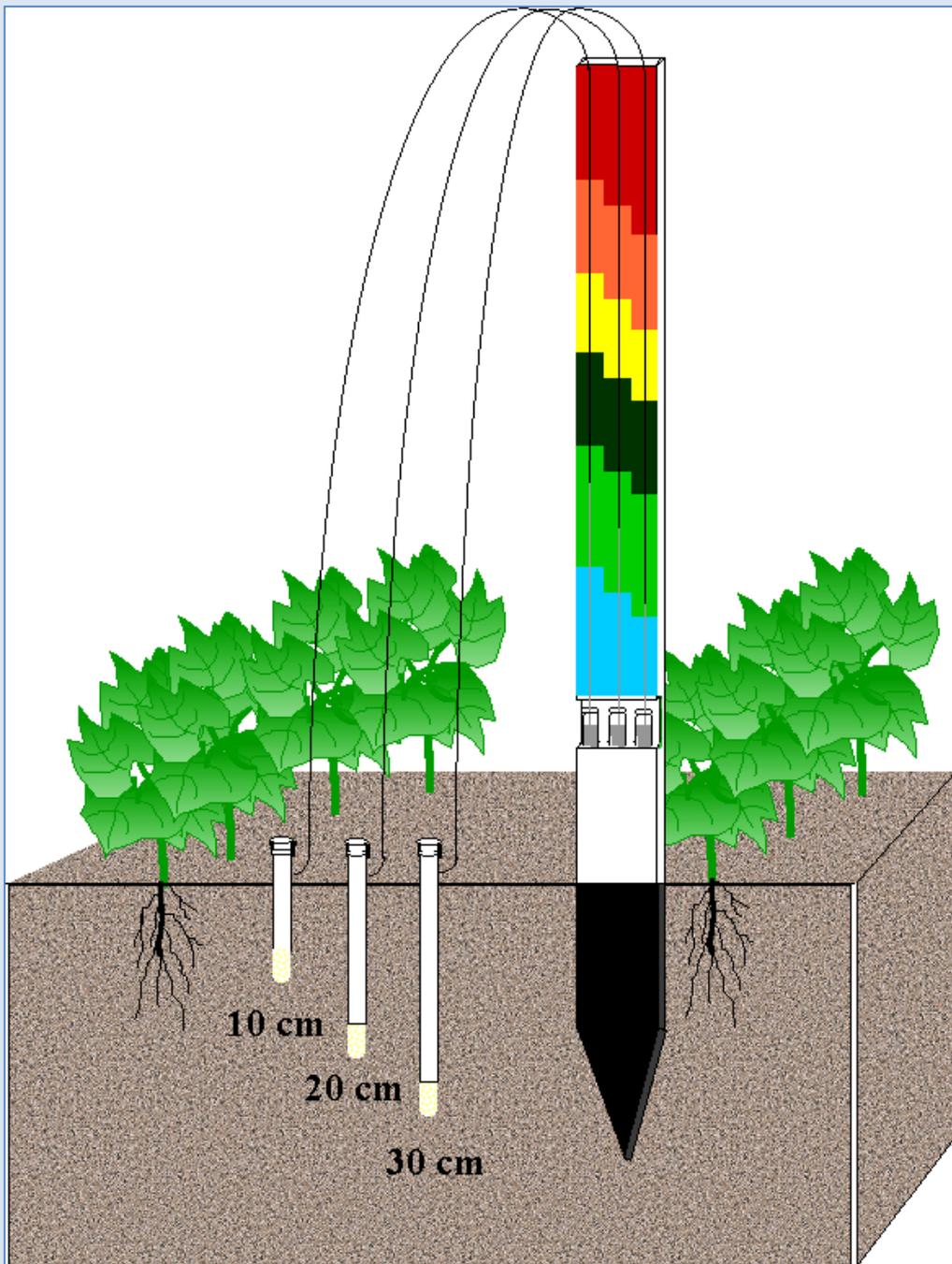




UNESP Ilha Solteira

<http://irrigacao.blogspot.com.br/2010/10/boletim-do-clima-25-de-outubro-de-2010.html>

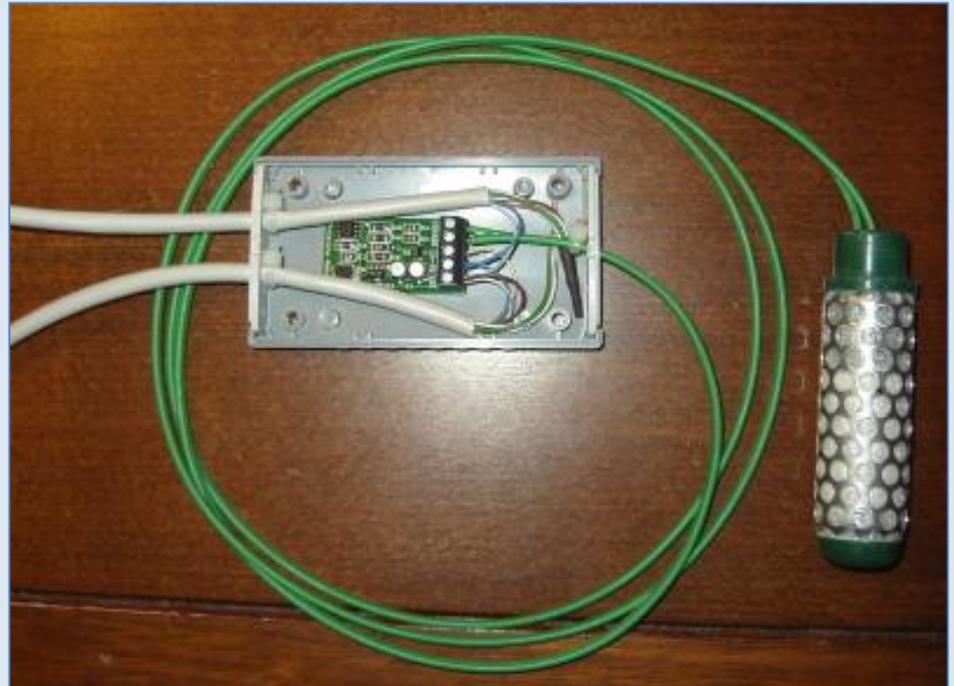
<http://www.agr.feis.unesp.br/manejoirrigacao.html>



Tensiômetro de Pressão



Soil Moisture Sensor



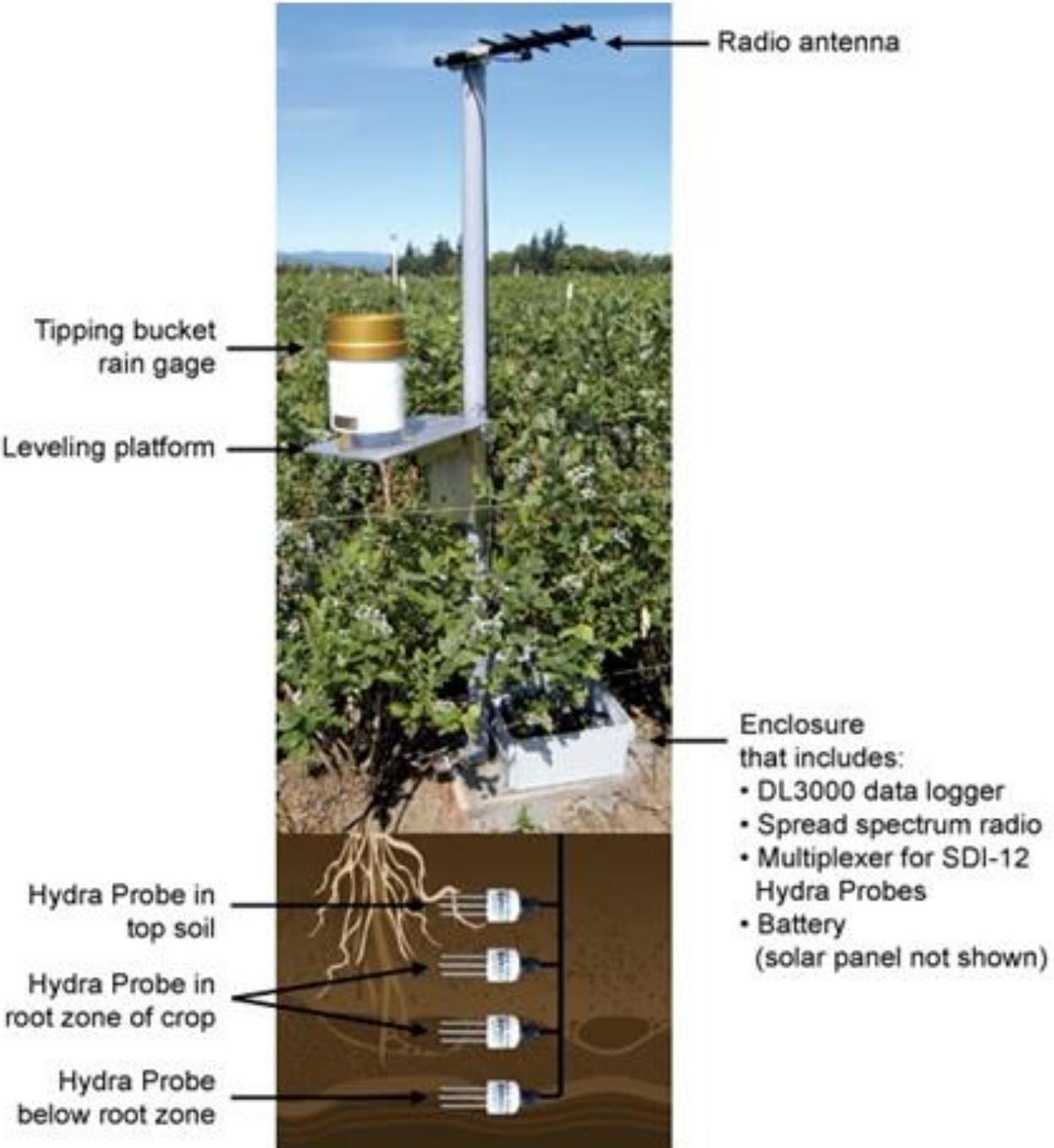
<http://www.thegardenwateringsystems.com/81/what-is-a-soil-moisture-sensor-and-what-are-its-practical-applications/>

Tensiômetro Digital



<http://www.cnph.embrapa.br/public/folders/tensiometro.html>

http://www.hidrosense.com.br/produtos_tensiometro_puncao.html



<http://www.stevenswater.com/article/s/irrigationscheduling.aspx>

Quais são os resultados e sua importância para Geomorfologia?

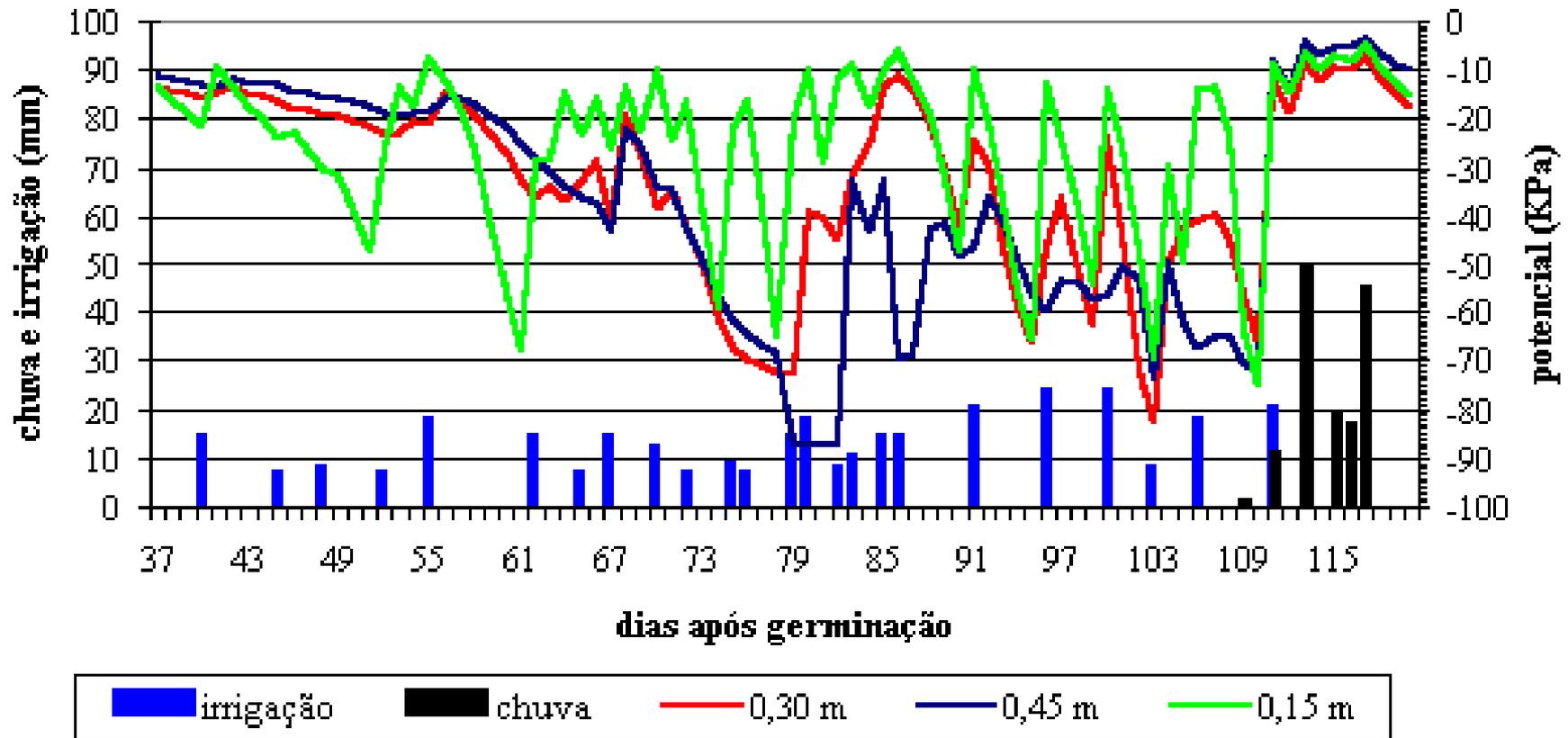
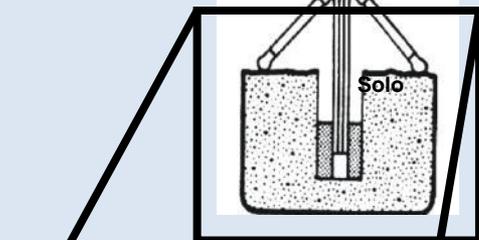
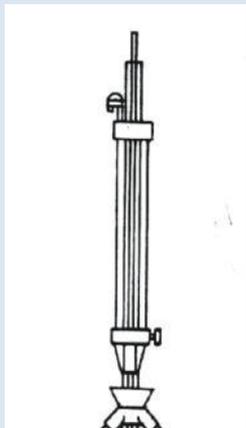


Figura 1 - Potencial mátrico, irrigação e precipitação pluvial durante o ciclo de uma cultura do milho, Guaíra, SP.- 1993.

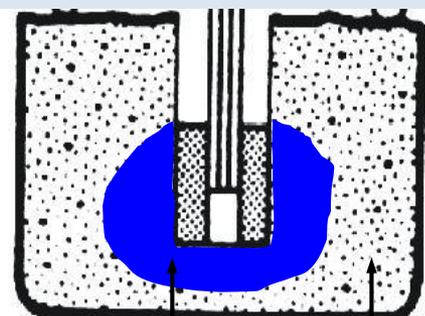
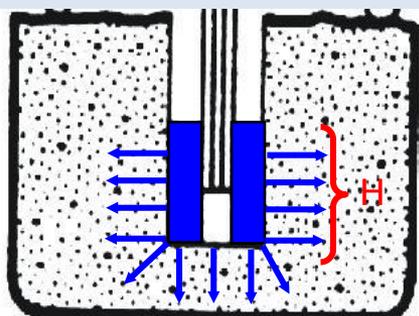
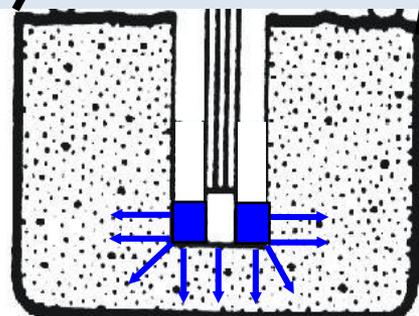
MEDIÇÕES DESTAS PROPRIEDADES

Permeabilidade



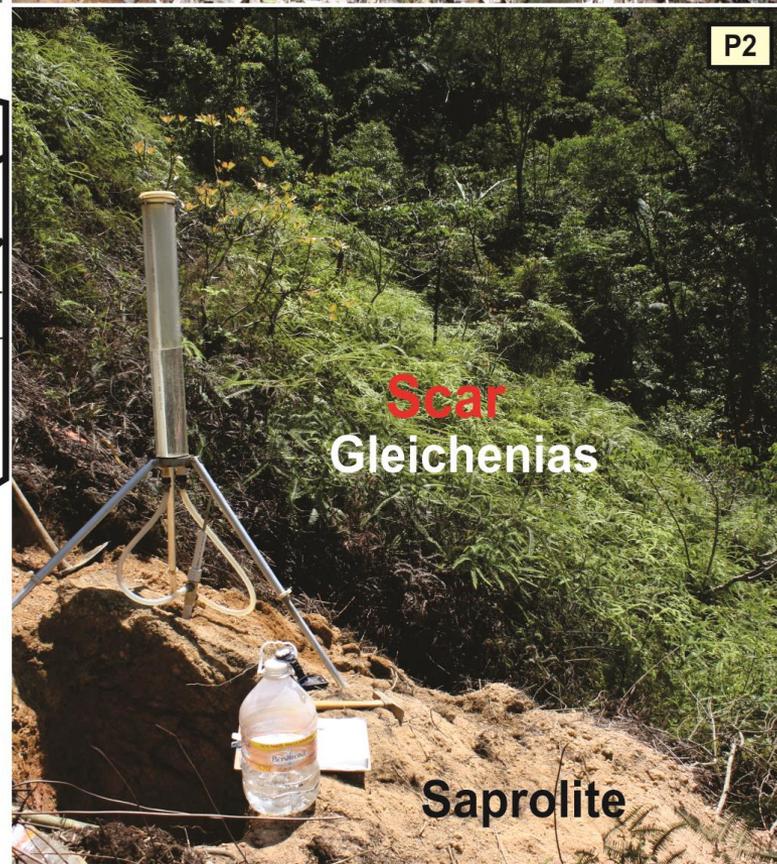
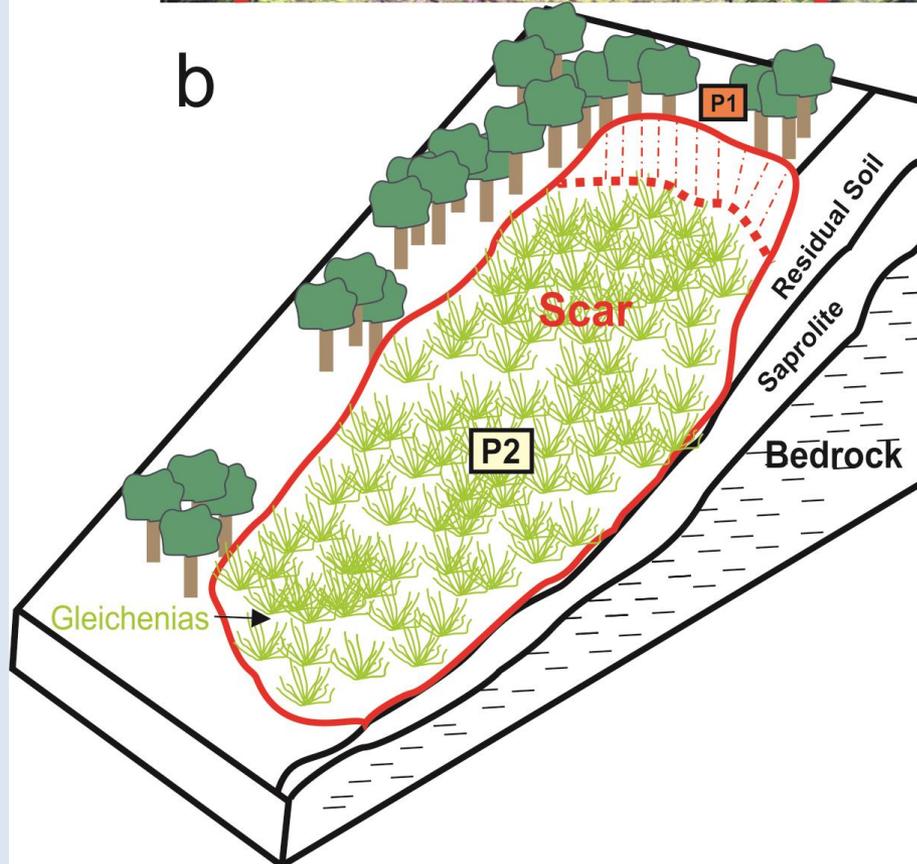
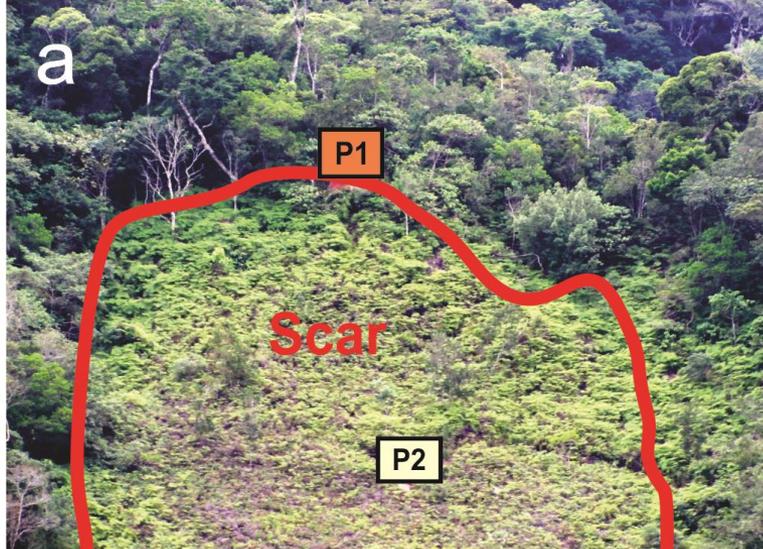


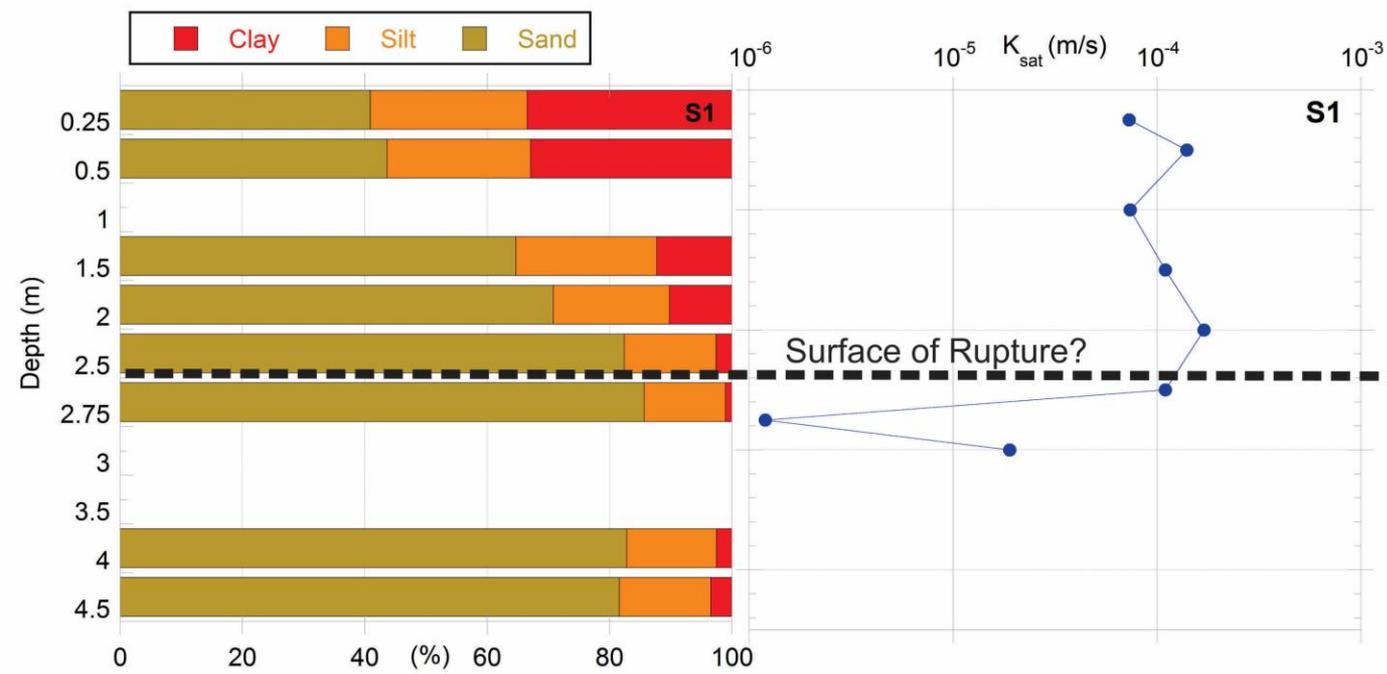
Tempo



Bulbo saturado

Solo não saturado





MEDIÇÕES DESTAS PROPRIEDADES

Porosidade

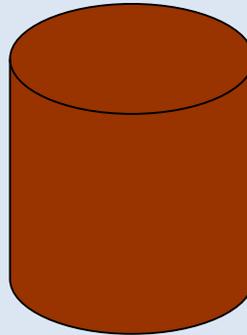
Método do anel volumétrico

$$n(\%) = \frac{V_v}{V_t} (\times 100)$$

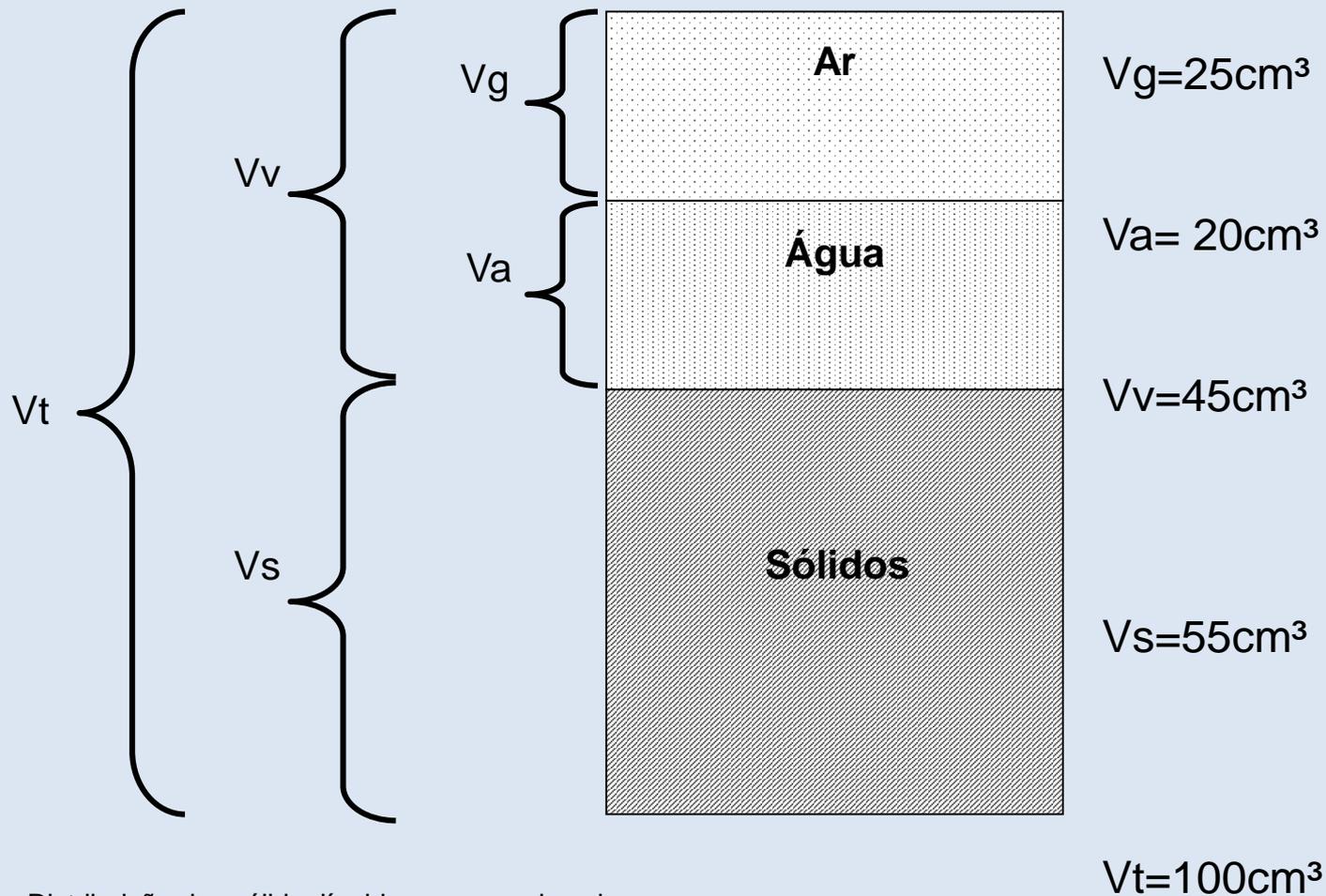
sendo,

V_v = Volume de vazios

V_t = Volume total (volume do anel)



Volume Total (V_t)
conhecido



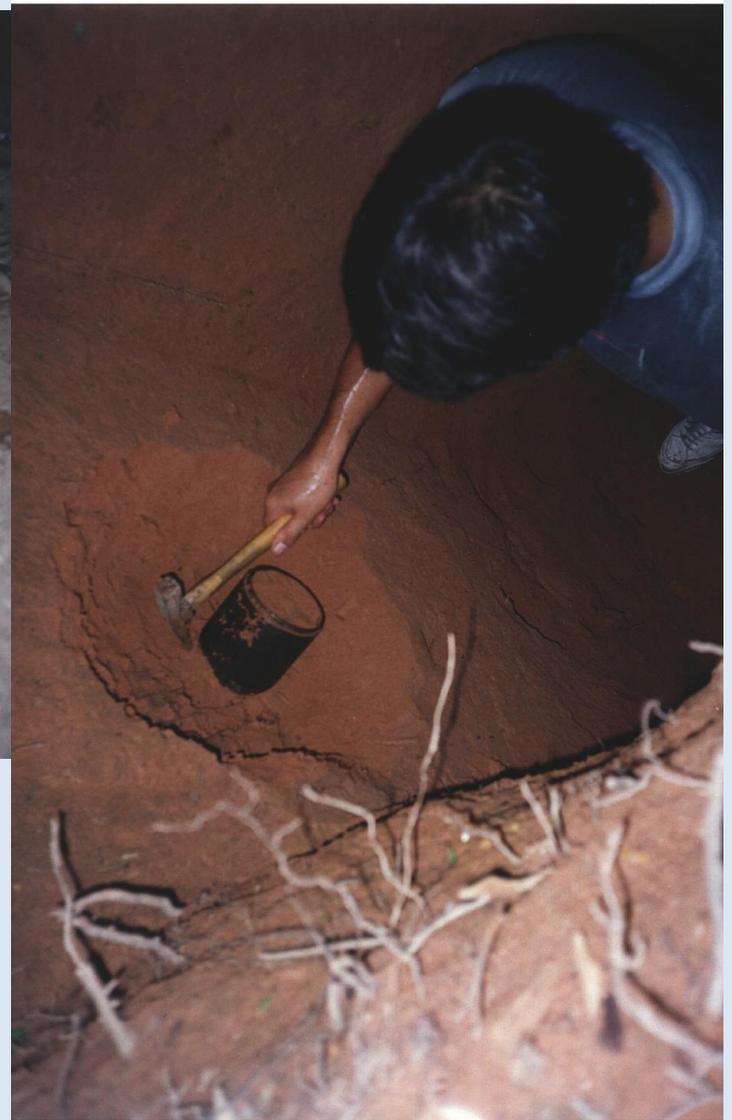
Distribuição dos sólido, líquido e gasoso do solo modificado de Kiehl (1979)



Extrator de Uhland



Anel de Kopecky



Método – Mesa de tensão







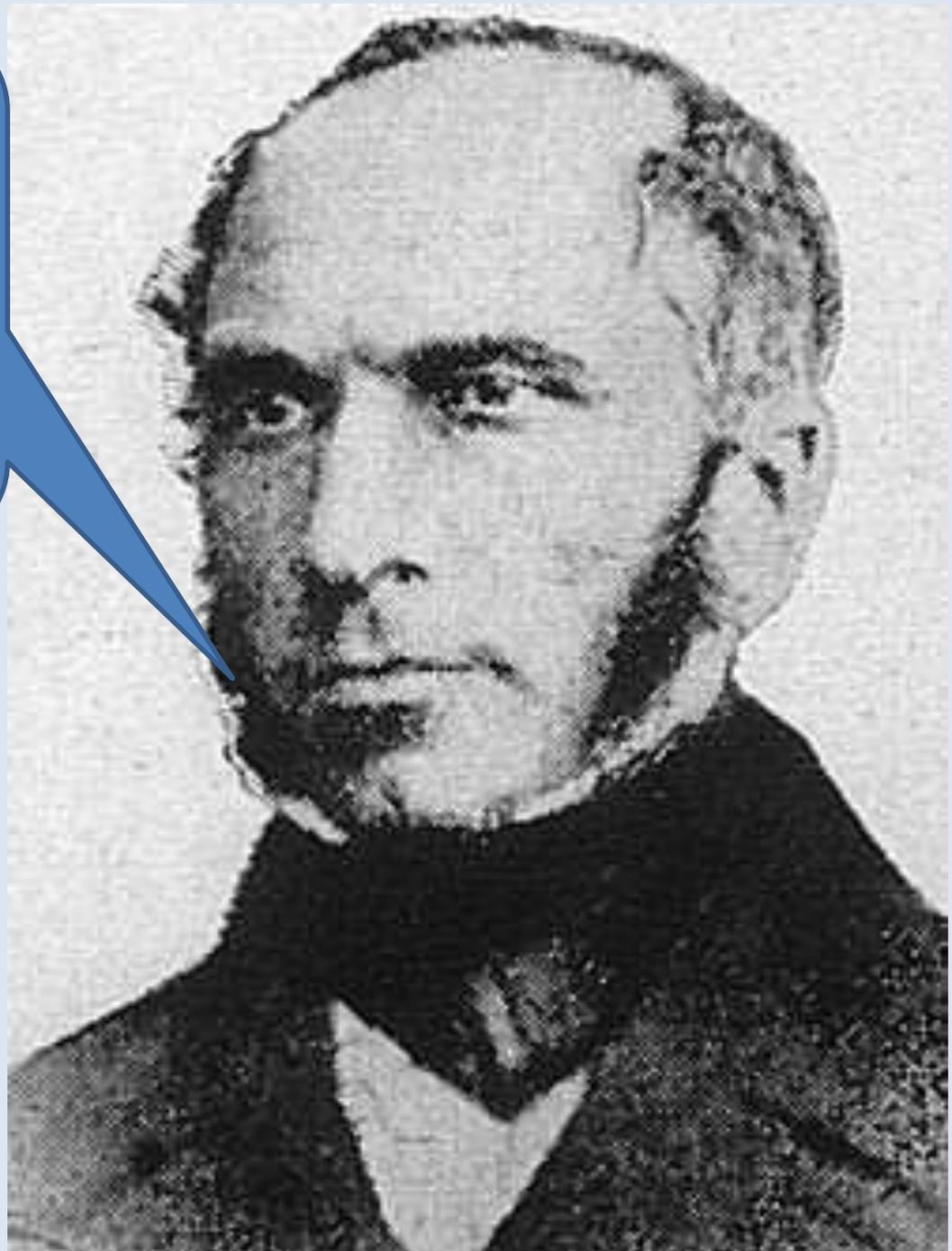
A **MACROPOROSIDADE** (M_a) ou porosidade não capilar é definida como o volume de poros drenados com uma sucção equivalente a uma coluna de 60cm de água (PRESSÃO), sendo calculada a partir do **peso do solo saturado (P1)** e do **peso do solo após a tensão de 60cm (P2)**.

$$M_a(\%) = \frac{P_1 - P_2}{\rho_{ag} V_t} (\times 100)$$

A **MICROPOROSIDADE** ou porosidade capilar (M_i) é definida como o volume de poros drenados a sucções superiores a 60cm de água, sendo calculada a **partir do peso do solo após a tensão de 60cm (P2)** e do **peso do solo seco (P3)**.

$$M_i(\%) = \frac{P_2 - P_3}{\rho_{ag} V_t} (\times 100)$$

Hora dos
exercícios!!
kkkkkk



Henry Philibert Gaspard Darcy