

AULA 09: CAPILARIDADE

5.4 AÇÃO DA ÁGUA CAPILAR NO SOLO

Capilaridade → Propriedade pela qual a água alcança, em tubos de pequeno diâmetro (capilares), pontos situados acima do nível d'água.

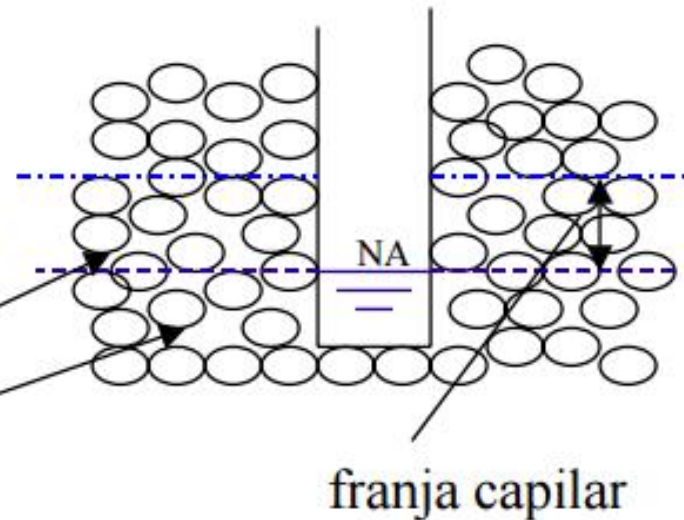
Água nos solos:

água de constituição molecular

água adsorvida

água capilar

água livre



5.4 AÇÃO DA ÁGUA CAPILAR NO SOLO

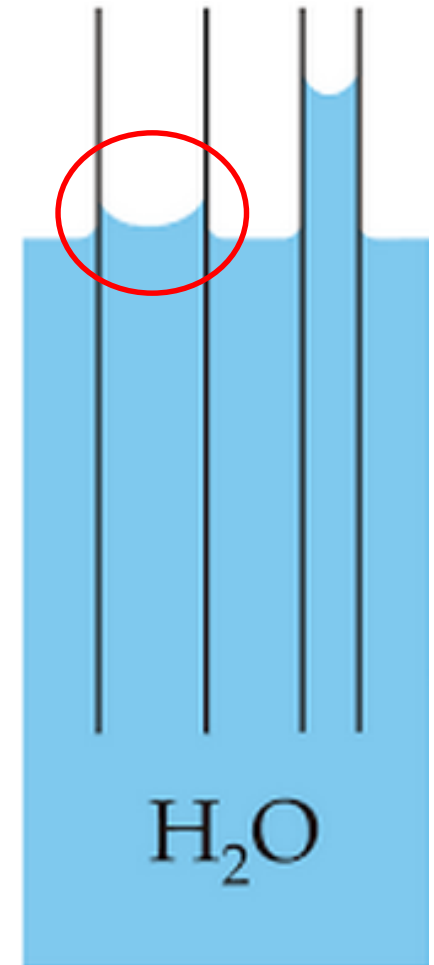
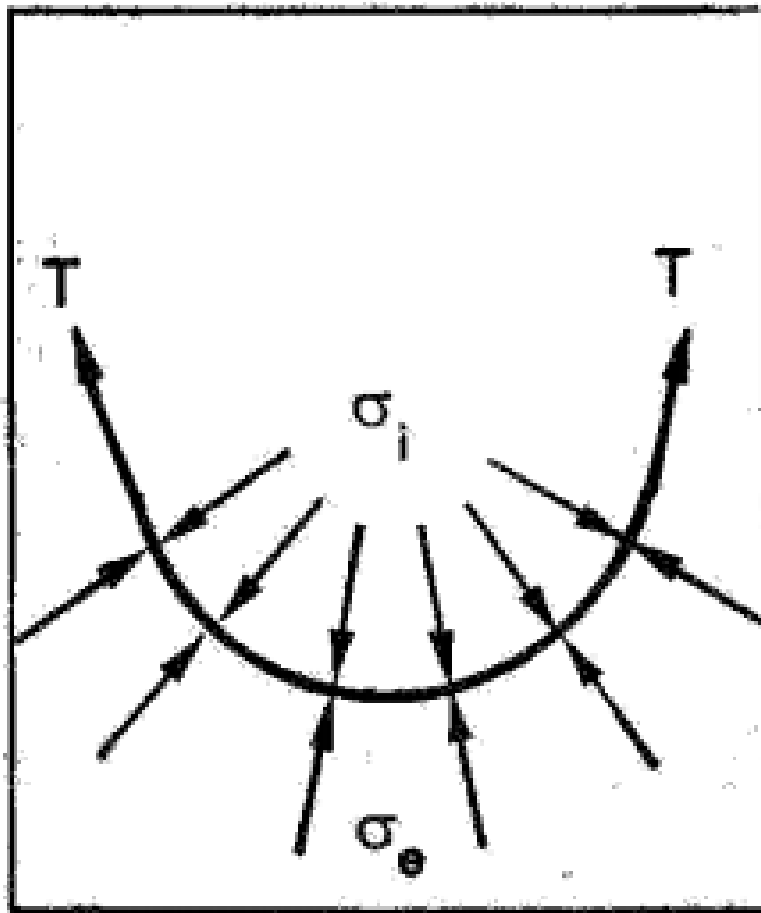
TEORIA DO TUBO CAPILAR

“Quando a água ou outro líquido fica em contato com um sólido, as forças químicas de adesão fazem com que a superfície livre da água forme uma curvatura que depende do tipo de material e do seu grau de limpeza”.

5.4 AÇÃO DA ÁGUA CAPILAR NO SOLO

Em função desta curvatura, ocorre uma diferença nas pressões externa e interna da superfície ar/água

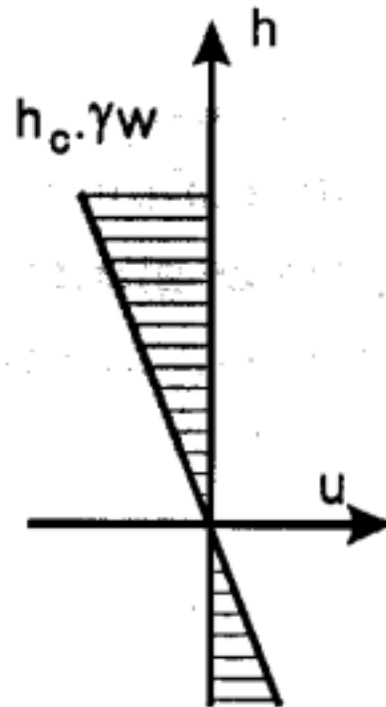
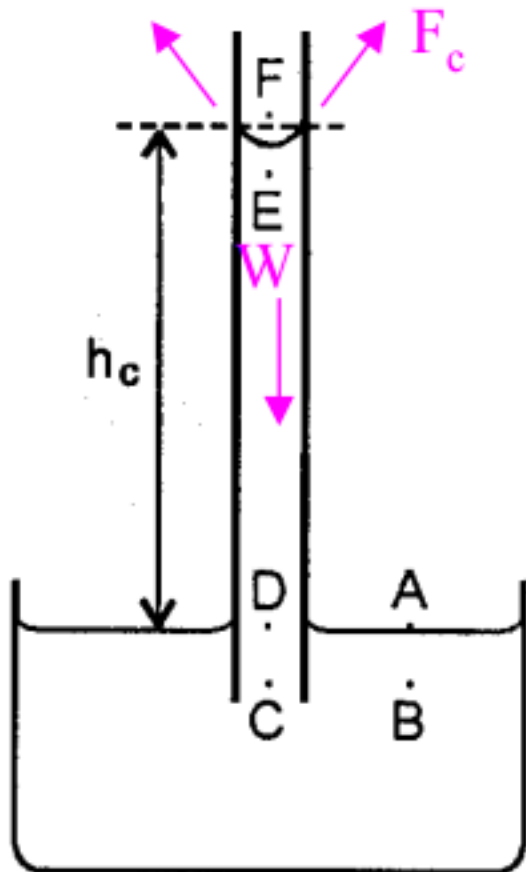
5.4 AÇÃO DA ÁGUA CAPILAR NO SOLO



5.4 AÇÃO DA ÁGUA CAPILAR NO SOLO

A água sobe pelo tubo capilar até que seja estabelecido o equilíbrio das pressões interna e externa à superfície → ASCENSÃO CAPILAR.

5.4 AÇÃO DA ÁGUA CAPILAR NO SOLO



$$u_A = u_D = u_F = \text{atmosférica}$$

$$u_B = u_C = \text{atmosférica} + \gamma_w z$$

$$u_E = \text{atmosférica} - \gamma_w h_c$$

W = Peso da água
F_c = Resultante da
tensão superficial

5.4 AÇÃO DA ÁGUA CAPILAR NO SOLO

A altura de ascensão capilar em tubo (h_c) de raio R pode ser calculada igualando-se o peso da água no tubo acima do NA com a resultante da tensão superficial responsável pelo equilíbrio.

$$w = \pi \cdot R^2 \cdot h_c \cdot \gamma_w \quad \text{e} \quad F_{c,y} = 2\pi \cdot R \cdot T \cdot \cos\alpha$$

5.4 AÇÃO DA ÁGUA CAPILAR NO SOLO

$$\text{Igualando } w \text{ e } F_{c,y} \rightarrow h_c = \frac{2 \cdot \sigma \cdot \cos \alpha}{R \cdot \gamma_w}$$

Quando o equilíbrio é atingido, o ângulo entre a interface água/ar é igual a zero ($\cos 0^\circ = 1$)

$$h_c = \frac{2 \cdot \sigma}{R \cdot \gamma_w}$$

5.4 AÇÃO DA ÁGUA CAPILAR NO SOLO

→ Quanto menor o raio, maior será a altura de ascensão da água no tubo.

Ex: Tubo de vidro com 1 mm de diâmetro → $h_c = 3$ cm

5.4 AÇÃO DA ÁGUA CAPILAR NO SOLO

→ O solo apresenta vazios muito pequenos que podem ser associados a tubos capilares.

→ A altura capilar no interior de um solo dependerá da ordem de grandeza dos vazios

5.4 AÇÃO DA ÁGUA CAPILAR NO SOLO

→ Quando um solo seco é colocado em contato com a água, esta sobe por capilaridade até uma altura h_c (função do tamanho dos vazios)

5.4 AÇÃO DA ÁGUA CAPILAR NO SOLO

→ DIAGRAMA DE PRESSÃO NEUTRA

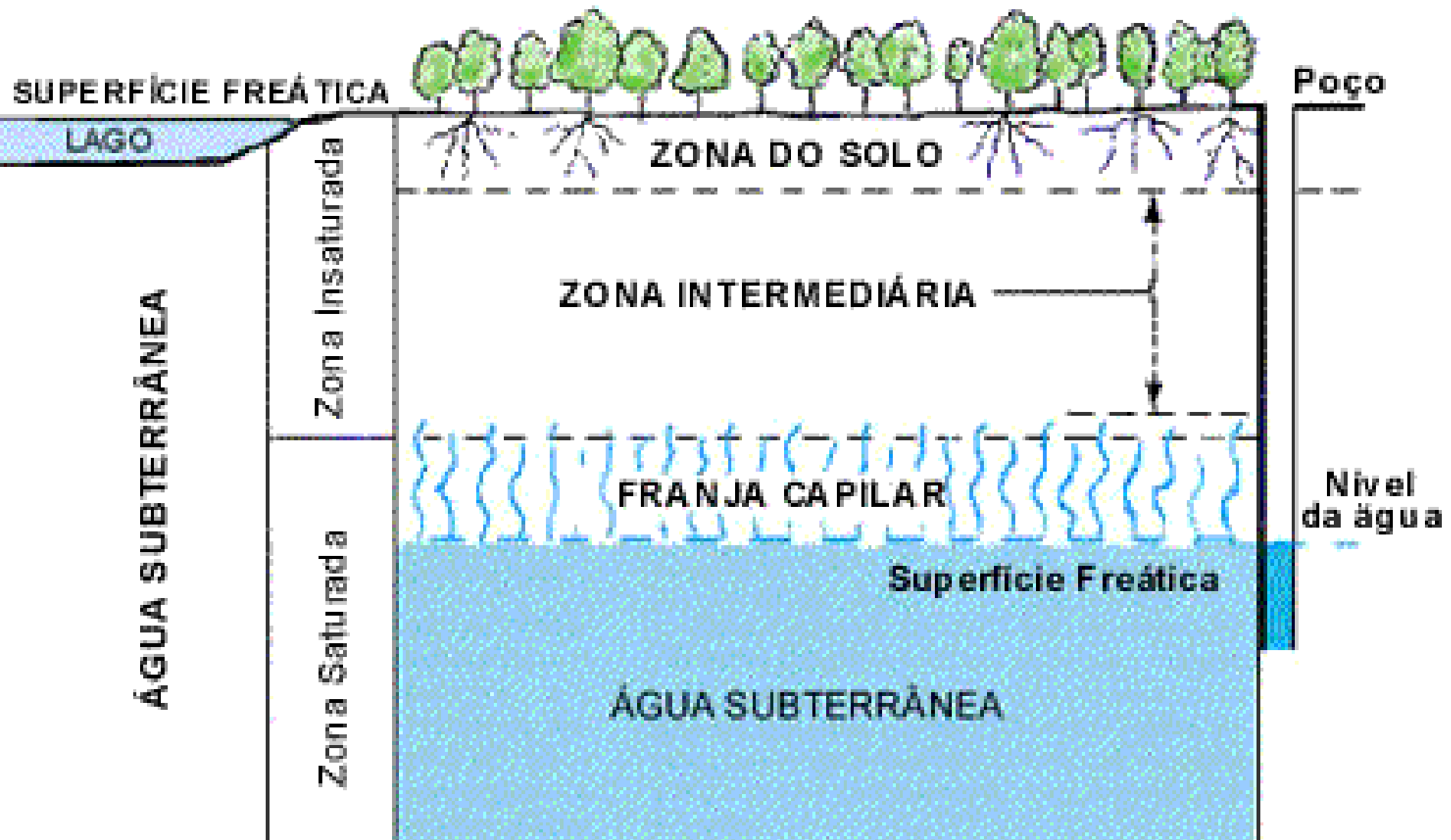
- Saturação por submersão → poropressão positiva
- Saturação por capilaridade → poropressão negativa

Poropressão negativa → confere um “coesão aparente” aos solos finos e granulares.

5.4 AÇÃO DA ÁGUA CAPILAR NO SOLO

→ Existe uma faixa de solo, correspondente a uma certa altura, em que água dos vazios estará em contato com o lençol freático e sua pressão negativa será determinada pela cota em relação ao NA livre.

Capilaridade



5.4 AÇÃO DA ÁGUA CAPILAR NO SOLO

Altura capilar máxima atingida	
Pedregulhos	Poucos centímetros
Areias	1 a 2 metros
Siltes	3 a 4 metros
Argilas	Dezenas de metros

5.4 AÇÃO DA ÁGUA CAPILAR NO SOLO

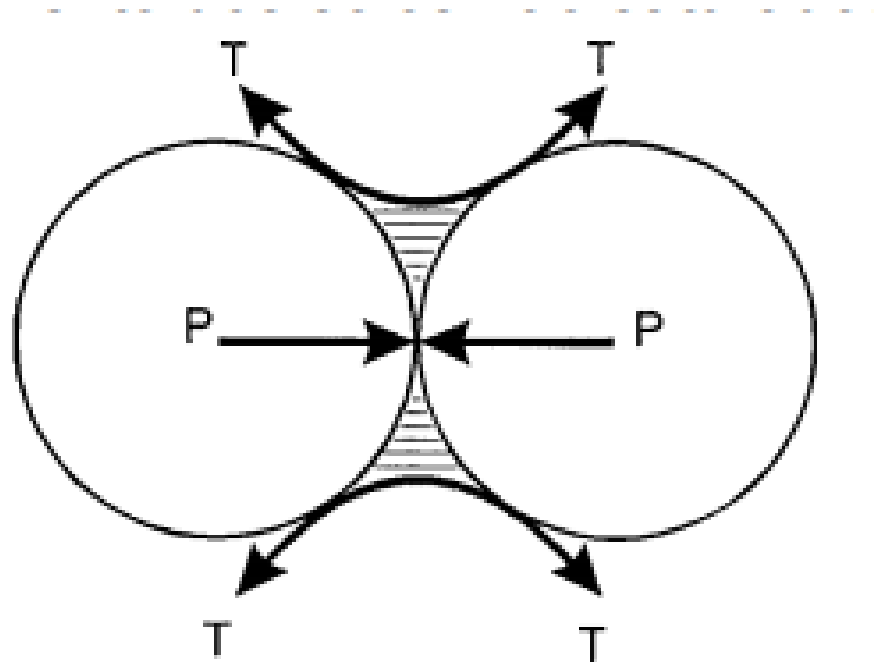
→ A água capilar acima do NA assume uma pressão neutra (μ) negativa → Pressão < Patm = 100kPa

$$\sigma' = \sigma - (-\mu)$$

$$\sigma' = \sigma + \mu$$

Ou seja, haverá um acréscimo da tensão total em função do aumento da força de contato entre os grãos provocada pela pressão de sucção

5.4 AÇÃO DA ÁGUA CAPILAR NO SOLO



Aproximação das partículas conferindo uma **COESÃO APARENTE**.

5.4 AÇÃO DA ÁGUA CAPILAR NO SOLO

Exemplo: No terreno mostrado abaixo, determine as tensões nos pontos A, B e C. Considere que o solo está saturado por capilaridade.

5.4 AÇÃO DA ÁGUA CAPILAR NO SOLO

