

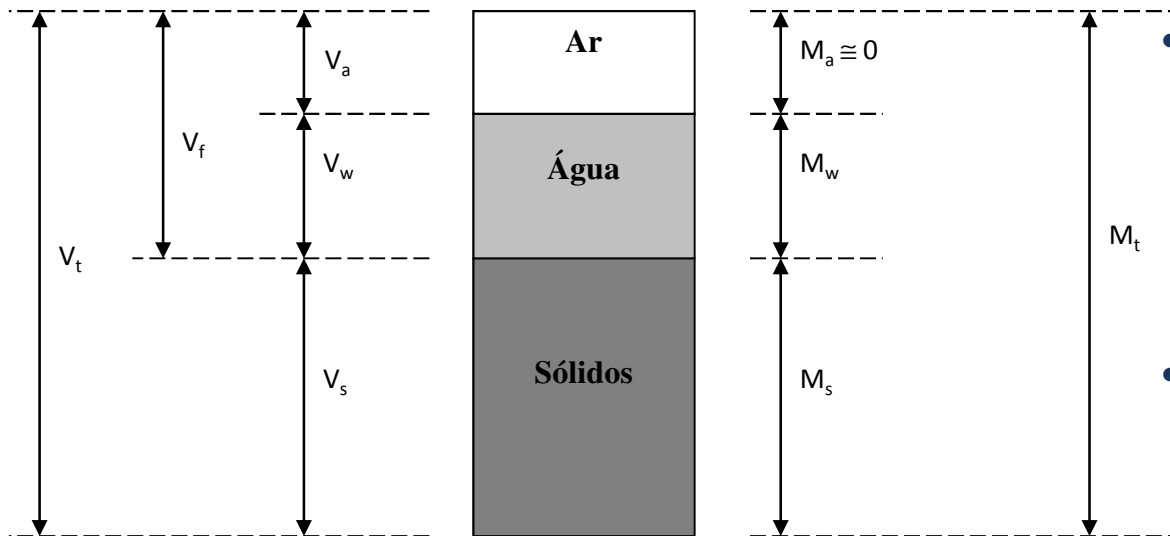
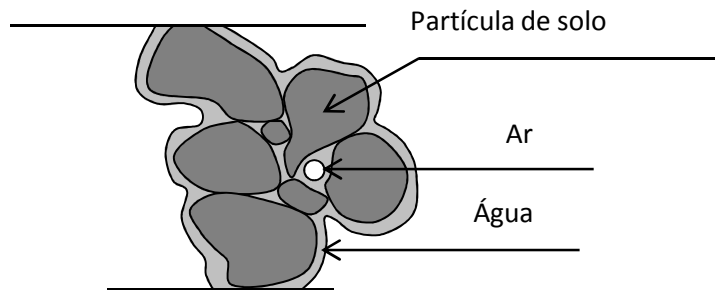


Hidrologia, Ambiente e Recursos Hídricos 2009 / 2010

Rodrigo Proença de Oliveira



Água no solo



- Massa volúmica dos sólidos:

$$\rho_s = \frac{M_s}{V_s}$$

- Massa volúmica aparente do solo:

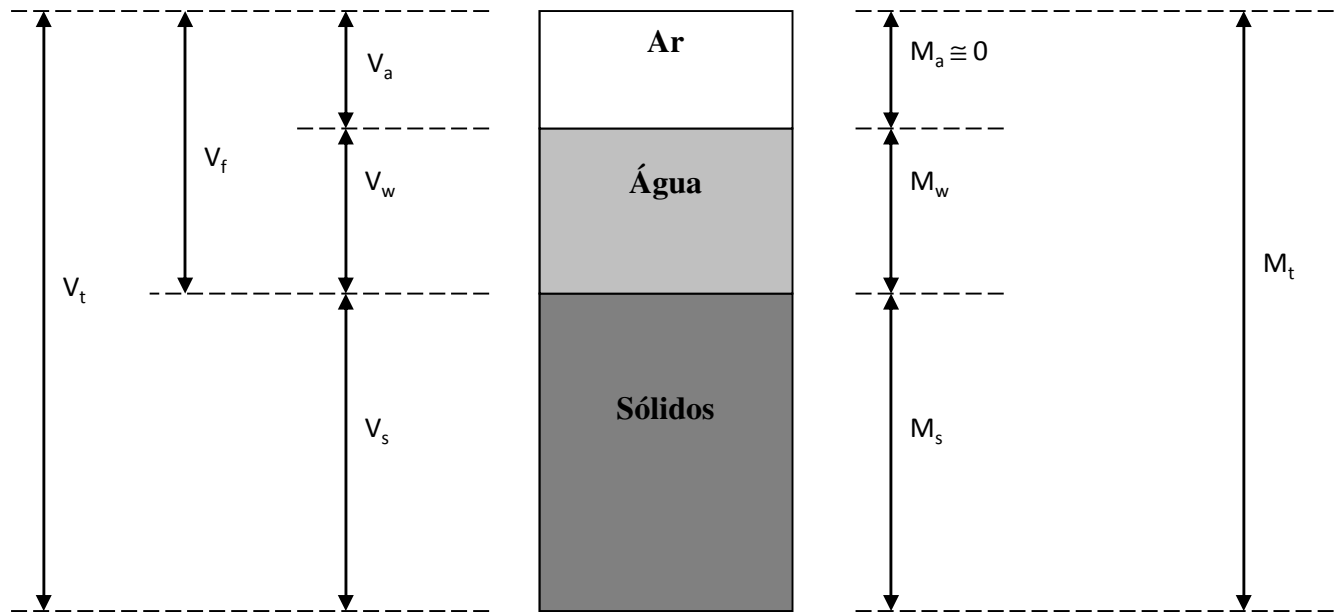
$$\rho_t = \frac{M_t}{V_t}$$

- Massa volúmica aparente do solo seco:

$$\rho_d = \frac{M_s}{V_t}$$

- Massa volúmica da água:

$$\rho_w = \frac{M_w}{V_w}$$



- Porosidade: $n = \frac{V_f}{V_t}$

- Teor volúmico de humidade: $\theta = \frac{V_w}{V_t}$

- Grau de saturação: $S = \frac{V_w}{V_f}$

- Teor mássico de humidade: $w = \frac{M_w}{M_s}$

$$n = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s}$$

$$w = \theta \frac{\rho_w}{\rho_d}$$

$$\theta = \frac{\rho_t - \rho_d}{\rho_w}$$



- A massa volúmica aparente de um solo seco é 1750 kg m^{-3} e a massa volúmica dos sólidos é 2500 kg m^{-3} . Determine a porosidade do solo e a sua massa volúmica aparente quando saturado.



Problema

- Um vaso, munido de um orifício no fundo, contém 5 l de um solo com um teor volúmico de humidade de 0.15. Sabendo que a capacidade de campo do solo é 0.28, calcule a quantidade de água que sairá pelo orifício quando se deitar no vaso 1 l de água.



- Num terreno com 1 ha encontra-se instalada uma cultura agrícola com a profundidade radicular de 0.5 m. Sabendo que o solo tem uma capacidade de campo de 0.45 e que o mínimo teor volúmico de humidade admissível para produção é 0.24, estime o volume de água de rega para passar desse mínimo à capacidade de campo. Sabendo que a evapotranspiração média é de 3 mm/d estime também o intervalo de tempo entre duas regas sucessivas.



Capacidade de campo Ponto de emurchecimento

- Capacidade de campo: relação entre volume de vazios ocupados pela água e o volume total de vazios, depois de um longo período de drenagem.

$$n_r = \frac{V_r}{V_t}$$

- Ponto de emurchecimento: relação entre volume de vazios ocupados pela água e o volume total de vazios, quando as plantas não podem retirar mais água do solo.

$$n_o = \frac{V_o}{V_t}$$

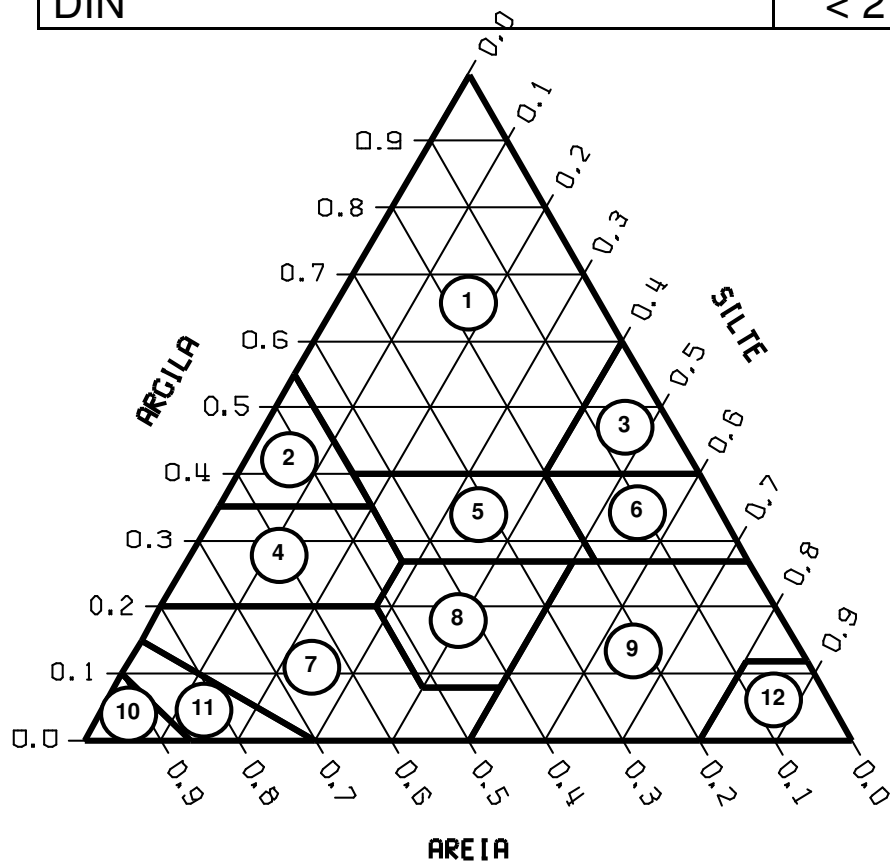
- Capacidade utilizável, n_u : $n_r = n_u + n_o$



Classificação de solos

Tamanho das partículas (µm)

Designação	Argila	Silt	Areia	Seixo	Calhau	Pedra
International Society of Soil Science	< 2	< 20	< 2000			
US Dep. of Agriculture	< 2	< 50	< 2000			
British Standards Institution	< 2	< 60	< 2000	< 60000	< 150000	
DIN	< 2	< 60	< 2000			



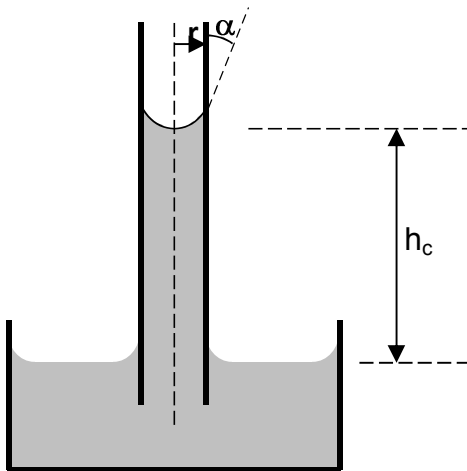
Zona	Nome USDA	Nome
1	Cay	Argioso
2	Sandy Cay	Argio-arenoso
3	Sity Cay	Argio-sitoso
4	Sandy Cay Loam	Franco-argioso-arenoso
5	Cay Loam	Franco-argioso
6	Sity Cay Loam	Franco-argioso-sitoso
7	Sandy Loam	Franco-arenoso
8	Loam	Franco
9	Sit Loam	Franco-sitoso
10	Sand	Arenoso
11	Loamy Sand	Arenoso-franco
12	Sit	Sitoso



Teores volumico de humidade médios

Teores volúmicos de humidade médios

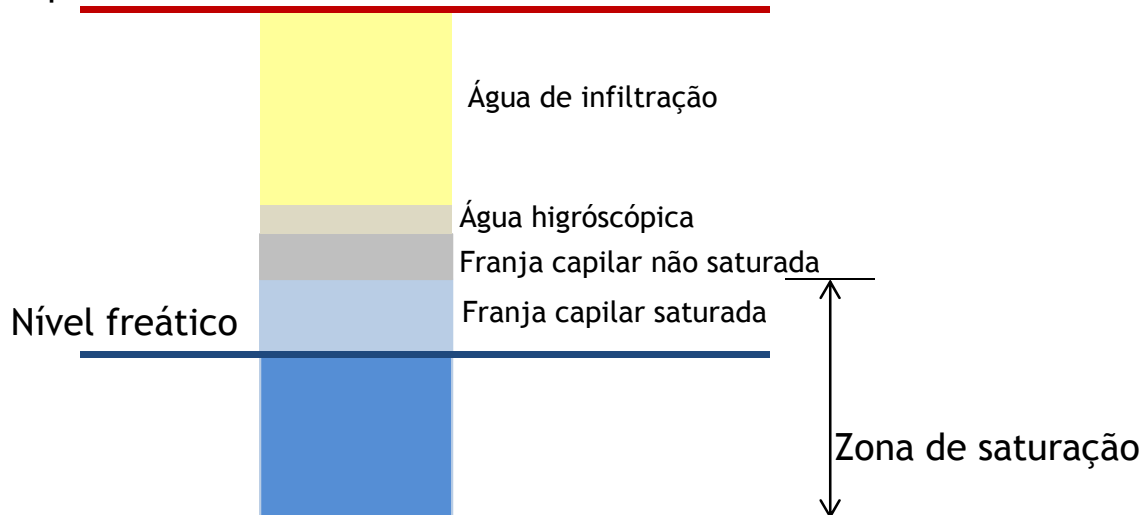
Textura	Saturação θ_s (mm m ⁻¹)	Capacidade de campo θ_{cc} (mm m ⁻¹)	Porosidade efectiva $n_e = \theta_s - \theta_{cc}$ (mm m ⁻¹)	Ponto de emurchecimento permanente θ_{ep} (mm m ⁻¹)	Água utilizável $\theta_{cc} - \theta_{ep}$ (mm m ⁻¹)
Arenosa	350	100	250	25	75
Arenoso-franca		158		50	108
Franca		217		67	150
Siltosa	450	267	183	100	167
Franco-siltosa		283		117	166
Franco-argilosa		317		150	167
Argiosa	500	325	175	208	117



Materia	α (°)
Vidro	0
Sílica	0
Geo	20
Platina	63
Ouro	68
Parafina	108

$$h_c = \frac{2 \sigma \cos(\alpha)}{\gamma r}$$

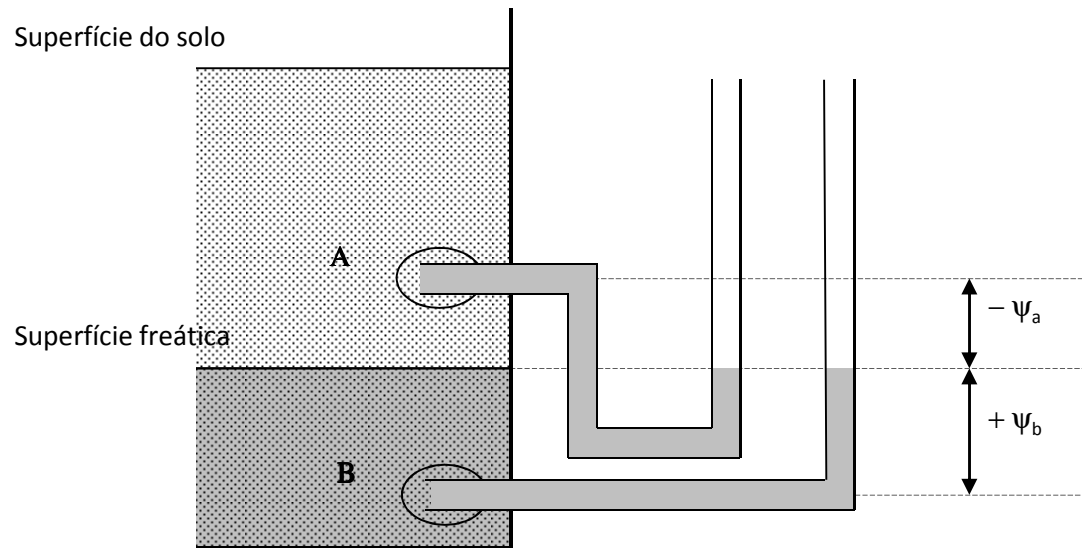
Superfície do solo





Problema

- Calcule a que altura sobe a água num tubo de vidro com 1 mm de raio. Considere $\sigma = 0.072 \text{ N m}^{-1}$, $\alpha = 0^\circ$ e $\gamma = 9800 \text{ N m}^{-3}$.



$$H = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{V^2}{2g}$$

$$H = z + \frac{p}{\gamma}$$

$$H = z + \Psi$$

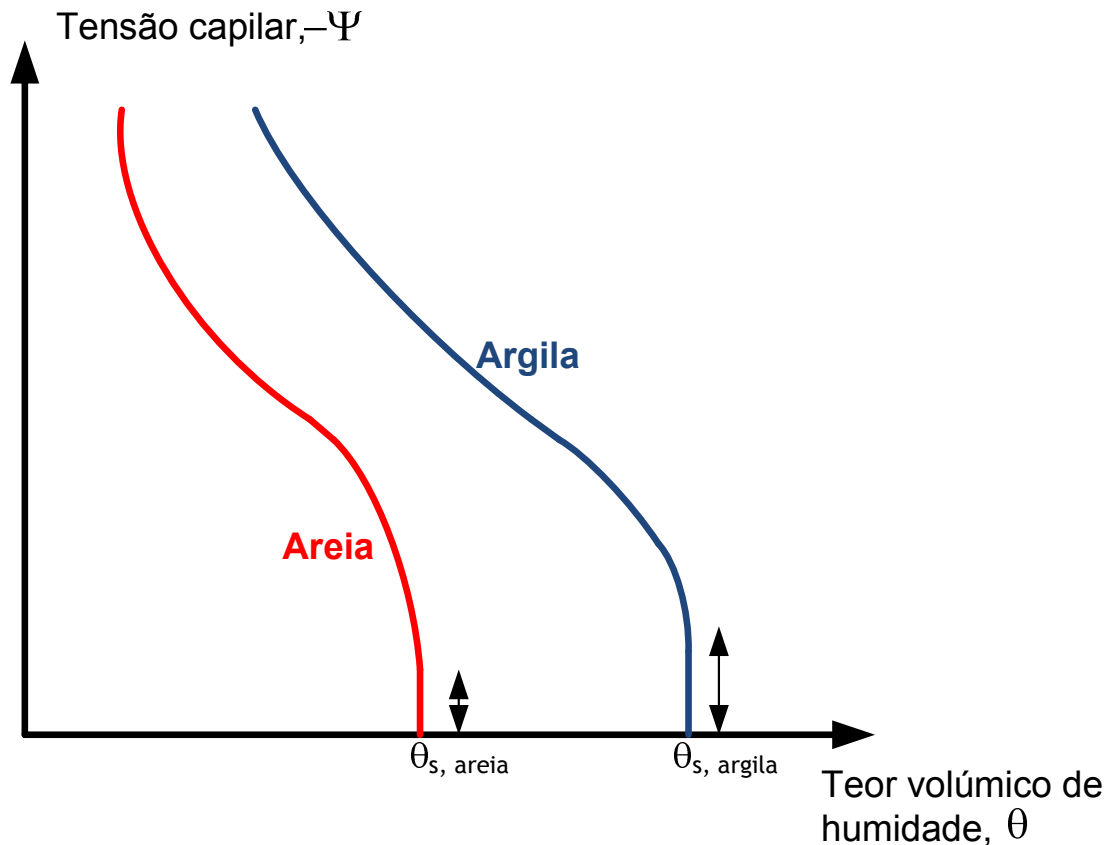
H - Potencial hidráulico

Ψ - Sucção (tensão de capilaridade)

- Na zona saturada do solo:
 Ψ = altura piezométrica (positiva)
- Na zona não saturada:
 Ψ = potencial matricial por unidade de peso (~ altura piezométrica negativa ou sucção)



Curva característica da humidade



- A tensão capilar diminui com o teor de humidade, sendo nula em solos saturados;
- Para o mesmo teor volumico de humidade, a tensão capilar é maior para solos mais finos.