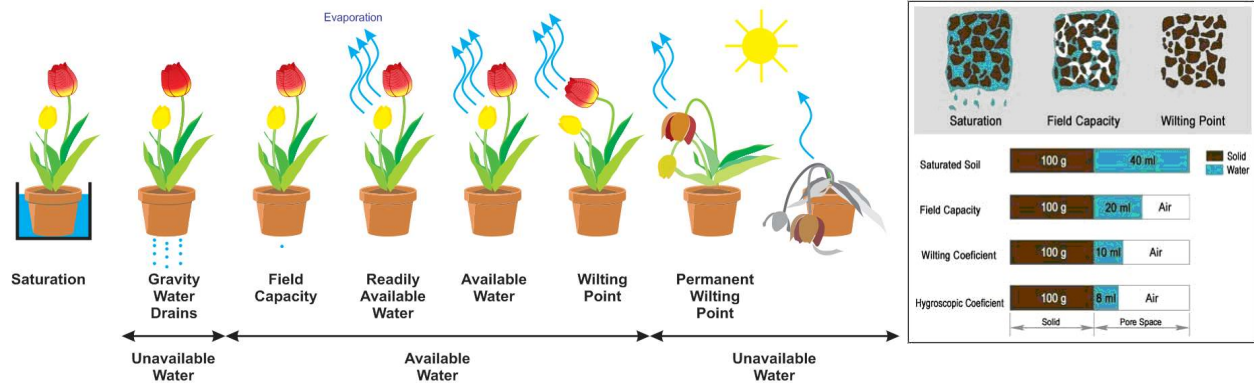


Propriedades Físicas do Solo: densidade do solo, porosidade, umidade do solo e armazenamento de água no solo (mm).

- * Conceitos de massa e volume do solo (relações de massa e volume)
- * Definição de Ponto de Saturação e Capacidade de Campo



39

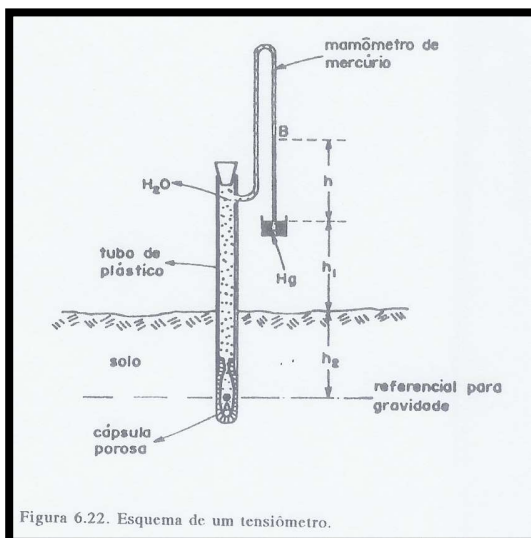


Figura 6.22. Esquema de um tensiômetro.

Potencial Mátrico (Tensiômetro)

$$\phi_m = -12,6 \cdot h + h_1 + h_2$$

Potencial Mátrico (Tensímetro)

$$\phi_m = -\text{Tensão} + h_1 + h_2$$

43

43

ESALQ USP LEB 1302 - Física para Biologia Prof. Jarbas H. de Miranda ESALQ/USP e-mail: jhmirand@usp.br

van Genuchten (1980)

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + (\alpha \cdot |\phi_m|)^n\right]^m}$$

↑ **Negativo ϕ_m** ↑ **Solo Seco**

↑ **Em módulo:**

↑ **Positivo ϕ_m** ↑ **Solo Seco**

Tensiômetros instalados no campo.

44

ESALQ USP LEB 1302 - Física para Biologia Prof. Jarbas H. de Miranda ESALQ/USP e-mail: jhmirand@usp.br

4) Física da Água no Solo - Exercícios

1) Coletou-se uma amostra de solo em um anel com diâmetro de 4 cm e altura de 12 cm, cuja massa úmida é de 258 g e cuja massa seca é de 206 g. Qual sua umidade na base em massa e de volume? Qual a densidade do solo? Qual a densidade de partículas ($V_s = 78,03 \text{ cm}^3$)? Quantos mm de água estão armazenados, com esse solo nessas condições, a uma profundidade de 30 cm.

$$U = \frac{m_a}{m_s} \quad \theta = \frac{V_a}{V} \quad d = \frac{m_s}{V} \quad d_s = \frac{m_s}{V_s} \quad h = \theta \cdot \Delta z$$

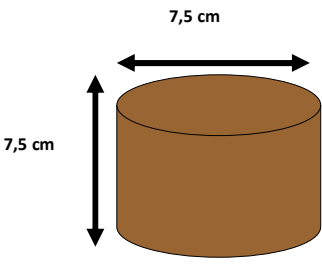
Respostas:
 $U = 0,2524 \text{ g g}^{-1}$,
 $\theta = 0,3448 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$
 $d = 1,36 \text{ g cm}^{-3}$
 $d_p = 2,64 \text{ g cm}^{-3}$
 $h = 103,45 \text{ mm}$

45

ESALQ USP LEB 1302 - Física para Biologia

Prof. Jarbas H. de Miranda
ESALQ/USP
e-mail: jhmirand@usp.br

2) Coletou-se uma amostra de solo à profundidade de 60 cm, com anel volumétrico de diâmetro e altura 7,5 cm. O peso úmido do solo foi 560 g e após 48 horas em estufa a 105 °C, seu peso permaneceu constante e igual a 458 g. Qual a densidade do solo? Qual sua umidade na base em massa e em volume? Qual a porosidade do solo? (considere $d_s = 2,65 \text{ g cm}^{-3}$)



7,5 cm

7,5 cm

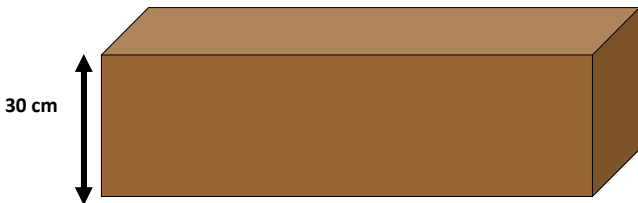
Respostas:
 $V = 331,33 \text{ cm}^3$,
 $d = 1,38 \text{ g cm}^{-3}$,
 $U = 0,222 \text{ g g}^{-1}$,
 $\theta = 0,3078 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$
 $\alpha = 47,84\%$

46

ESALQ USP LEB 1302 - Física para Biologia

Prof. Jarbas H. de Miranda
ESALQ/USP
e-mail: jhmirand@usp.br

3) Dada uma extensão de solo de 10 ha, considerada homogênea quanto à densidade global e à umidade, até aos 30 cm de profundidade, qual a massa de solo seco em toneladas existente na camada 0-30 cm de profundidade? A umidade do solo é de $0,2 \text{ g g}^{-1}$ e sua densidade é de $1,7 \text{ g cm}^{-3}$. Quantos m^3 de água estão retidos na mesma camada de solo?



30 cm

Respostas:
 $m_s = 51.000 \text{ ton}$
 $V = 10.200 \text{ m}^3/10 \text{ ha}$

47



ESALQ
USP

LEB 1302 - Física para Biologia

Prof. Jarbas H. de Miranda
ESALQ/USP
e-mail: jhmirand@usp.br

4) Um cilindro de solo de 0,1 m de diâmetro e 0,12 m de altura tem uma massa de 1,7 Kg, dos quais 0,26 Kg são água. Assumindo que o valor da densidade da água $\rho_a = 1000 \text{ Kg m}^{-3}$ e o da densidade dos sólidos $\rho_s = 2650 \text{ Kg m}^{-3}$, calcular:

- Umidade % massa
- umidade % volume
- altura da água
- densidade do solo
- porosidade

Respostas:
 $U = 18,06\%$, $\theta = 27,6\%$, $h = 33,10 \text{ mm}$ $\rho_s = 1527,88 \text{ kg m}^{-3}$, $\alpha = 42,34\%$

48



ESALQ
USP

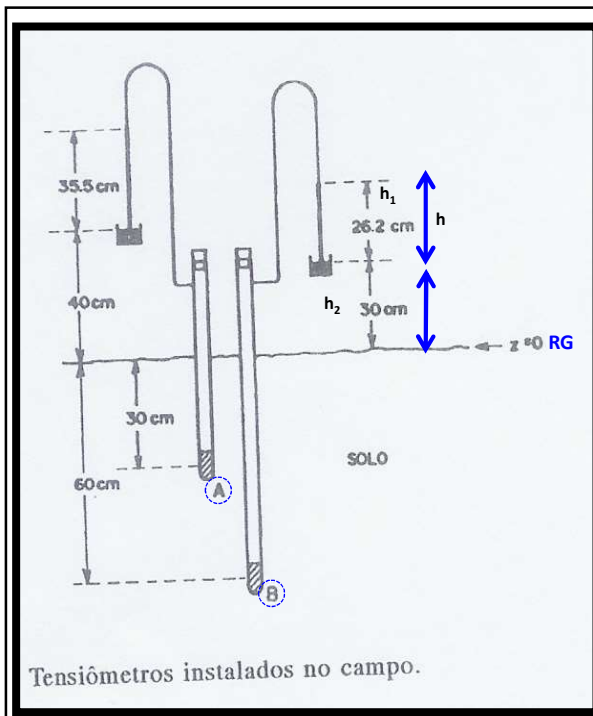
LEB 1302 - Física para Biologia

Prof. Jarbas H. de Miranda
ESALQ/USP
e-mail: jhmirand@usp.br

5) Um solo de 0,8 m de profundidade tem um valor uniforme de $\theta = 0,13 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Calcular quanta água deve ser adicionada ao solo para trazer o valor de sua umidade volumétrica a $0,30 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$.

Respostas:
 $h = 136 \text{ mm}$

49



$$\phi_m = -12,6 \cdot h + h_1 + h_2$$

a) Qual o valor do potencial mátrico nos pontos A e B?

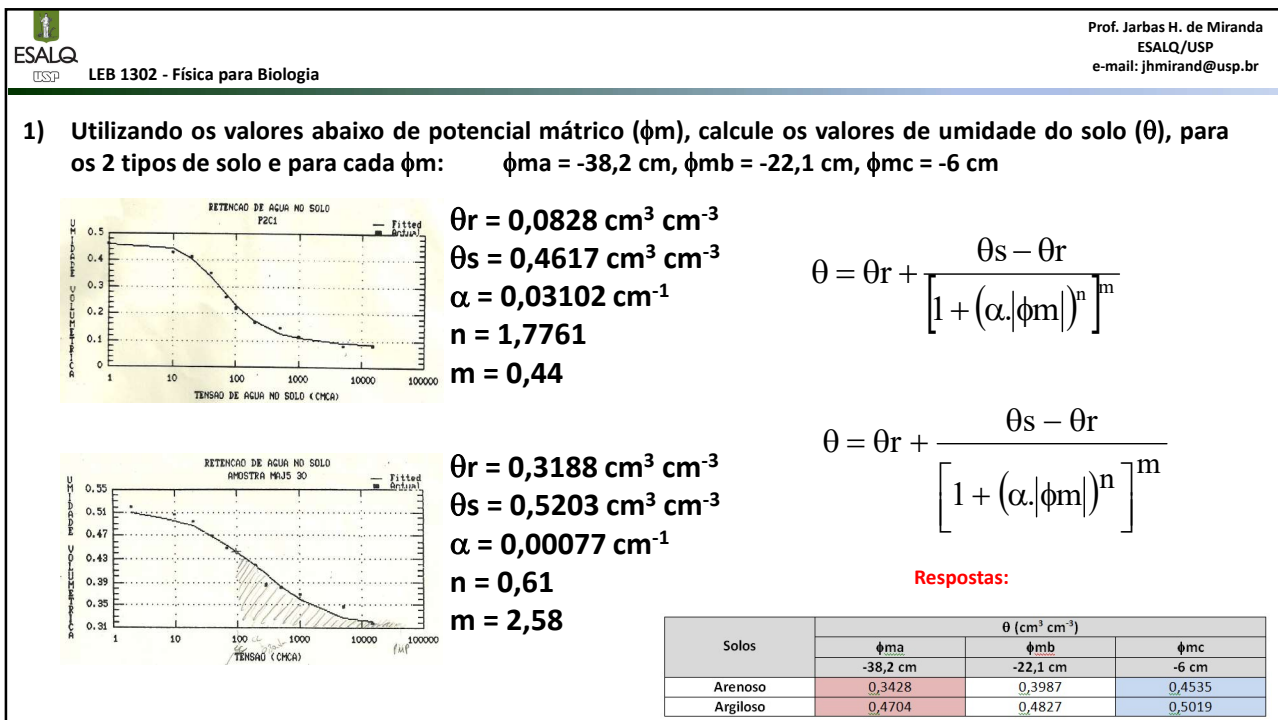
b) Qual o ponto com maior umidade do solo?

Respostas:

$$\phi_{ma} = -377,3 \text{ cm}$$

$$\phi_{mb} = -240,12 \text{ cm}$$

52



53

$$\theta[\phi m] = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{[1 + (\alpha \cdot |\phi m|)^n]^m}$$

$$y(x) = \dots$$

ARENOSO

$$\theta_r = 0,0828 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$$

$$\theta_s = 0,4617 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$$

$$\alpha = 0,03102 \text{ cm}^{-1}$$

$$n = 1,7761$$

$$m = 0,44$$

ARGILOSO

$$\theta_r = 0,3188 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$$

$$\theta_s = 0,5203 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$$

$$\alpha = 0,00077 \text{ cm}^{-1}$$

$$n = 0,61$$

$$m = 2,58$$

Solos	$\theta \text{ (cm}^3 \text{ cm}^{-3}\text{)}$		
	ϕ_{ma}	ϕ_{mb}	ϕ_{mc}
	-38,2 cm	-22,1 cm	-6 cm
Arenoso	0,3428	0,3987	0,4535
Argiloso	0,4704	0,4827	0,5019