

FISICA DO SOLO

Prof. Geraldo César de Oliveira
6^a AULA TEÓRICA

II SEMESTRE/2016

		• Textura do solo.
2ª	02/05	• Relações de massa e volume dos constituintes do solo.
3ª	09/05	• Estrutura e agregação do solo.
4ª	16/05	PRIMEIRA AVALIAÇÃO: (25%)
5ª	23/05	• CONSISTENCIA DO SOLO • Compactação do solo.
6ª	30/05	A água no solo.
7ª	06/06	Potencial total da água no solo. Disponibilidade de água no solo para as plantas. Movimento da água no solo
8ª	13/06	SEGUNDA AVALIAÇÃO (25%)

ENERGIA DA ÁGUA DO SOLO



DEPOIS DA UMIDADE, O ESTADO DA ENERGIA DA ÁGUA NO SOLO É, PROVAVELMENTE, A CARACTERÍSTICA MAIS IMPORTANTE DO SOLO.

A Energia Cinética da água no solo é desprezível, sendo fundamental sua Energia Potencial, daí a expressão Potencial Total da Água no Solo

$$\psi T = \psi_g + \psi_p + \psi_{os} + \psi_m$$

COMPONENTE DE PRESSÃO – Importante somente com solo encharcado

COMPONENTE OSMÓTICA – desprezível na maioria das condições de manejo do solo

COMPONENTE GRAVITACIONAL – Sempre presente, mas ação máxima com solo saturado.

COMPONENTE MATRICIAL – A medida que o solo vai secando a componente matricial assume papel de maior importância.

É importante salientar que as plantas necessitam de ar e água nos poros, daí importância de manter o solo com umidade intermediária.

DIFERENÇA DE POTENCIAL ($\Delta \Psi$)

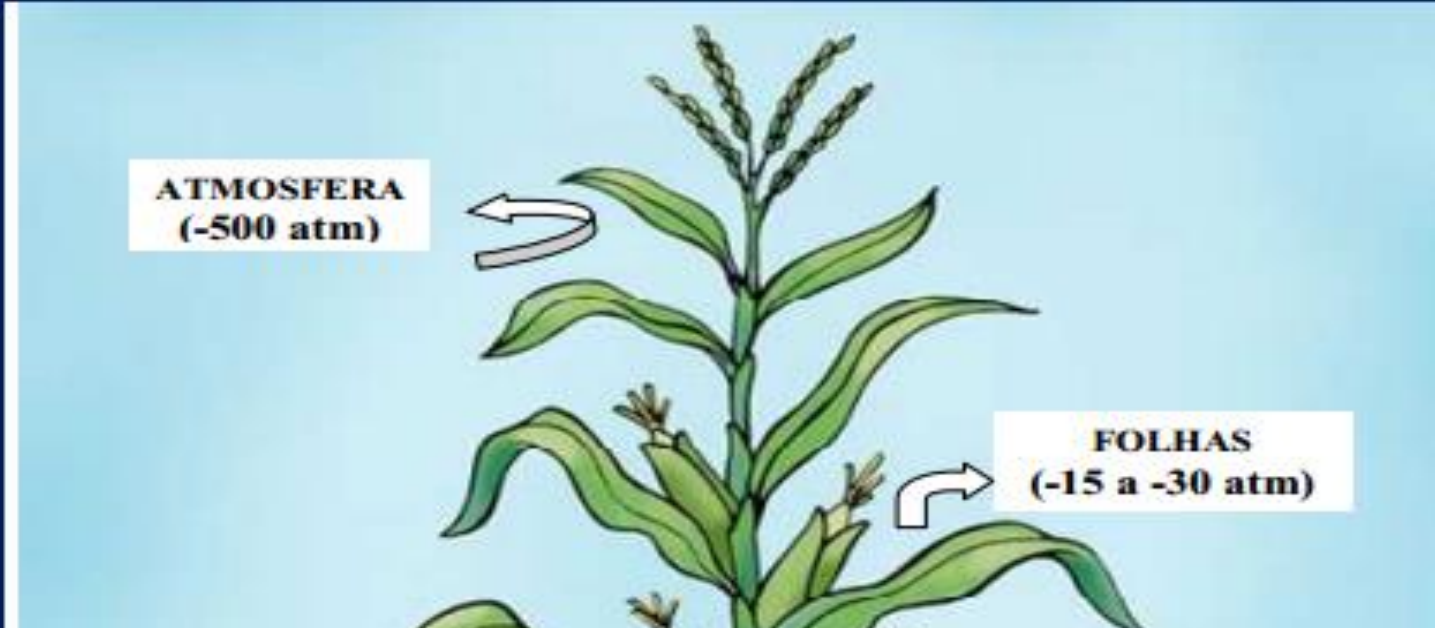


SENDO O POTENCIAL EM UM DADO PONTO A NO SOLO = $\Psi(A)$ E EM UM PONTO B = $\Psi(B)$, ENTÃO $\Delta \Psi = \Psi_A - \Psi_B$. SE $\Psi_A > \Psi_B$, O $\Delta \Psi$ É POSITIVO E A ÁGUA SE MOVIMENTA DE A PARA B DE FORMA ESPONTÂNEA LIBERANDO A ENERGIA $\Delta \Psi$

$\Psi_A < \Psi_B$, O $\Delta \Psi$ É NEGATIVO E O PROCESSO NÃO É ESPONTÂNEO E É PRECISO DAR ENERGIA PARA A ÁGUA SE MOVIMENTAR.

$\Delta \Psi$ É INDICATIVO DA TENDÊNCIA DE MOVIMENTAÇÃO DA ÁGUA

EXEMPLO: se em determinado momento no solo o $\Psi = -1$ atm; na raiz da planta $\Psi = -5$ atm; nas folhas $\Psi = -20$ atm e na atmosfera $\Psi = -100$ atm, a tendência é a água SAIR do solo para a raiz, desta para a folha e da folha para a atmosfera sem nenhum gasto de energia. Disto resulta o fluxo de evapotranspiração



Sentido do fluxo:

maior potencial —→ menor potencial



GRADIENTE DE POTENCIAL DA ÁGUA NO SOLO



É UMA GRANDEZA FÍSICA QUE MEDE O SENTIDO NO QUAL UM CAMPO POTENCIAL APRESENTA MAIOR CRESCIMENTO.

No solo sendo $\Delta \Psi = \Psi_A - \Psi_B$ (para $\Psi_A > \Psi_B$), dividindo $\Delta \Psi$ pela distancia entre os dois pontos temos o gradiente de potencial

$$\text{Grad } \Psi = \Delta \Psi / \Delta X$$

UNIDADES DO GRADIENTE DE POTENCIAL DA ÁGUA NO SOLO =
atm/cm solo; cm de água/cm solo

Exemplos

1. Considerando dois pontos no solo separados por uma distancia de 5 cm: $\Psi_A = -300$ cm coluna de água e $\Psi_B = -600$ cm coluna de água, qual é o valor do gradiente de potencial e qual é o sentido do movimento da água.

2. Os tensiômetros A e B foram instalados em um pomar. Calcule com os dados abaixo o valor do potencial da água no solo; calcule o gradiente de potencial e determine o sentido do fluxo da água. Expresse os resultados em atm. Tensiômetro A: Profundidade de instalação: 50 cm Ascensão da coluna de mercúrio dentro da cuba que se encontra a 20 cm da superfície do solo, igual a 20 cm. Tensiômetro B: Profundidade de instalação: 100 cm Ascensão da coluna de mercúrio dentro da cuba que se encontra a 20 cm da superfície do solo, igual a 10 cm.

CAPACIDADE DE CAMPO DO SOLO



Quando um solo tem todos os seus poros cheios de água ele está saturado e seu potencial matricial é zero. Neste caso o movimento da água no solo é devido ao gradiente do potencial gravitacional.

Pela **ação da gravidade** o solo perde umidade rapidamente e **após poucos dias** o $\text{Grad } \Psi_g$ se iguala ao $\text{Grad } \Psi_m$ (estes dois potenciais são contrários), e neste momento o solo deixa de drenar a água e entra em equilíbrio, o que é denominado de capacidade de campo do solo.

A capacidade de campo deveria ser determinada no campo mas o método é muito demorado. Usualmente é aceita sua determinação em laboratório e o valor de seu potencial varia de solo para solo:

Usual: $\Psi_m = -0,1$ atm para solo arenoso e $\Psi_m = -0,33$ atm para solo argiloso.

É usual usar o potencial matricial de $-0,06$ atm como capacidade de campo de Latossolos gibbsiticos.



Ψ_g = energia potencial gravitacional = mgh ; mas é comum medirmos energia por unidade de volume: $\Psi_g = mgh/V$; sendo $m/V =$ Densidade: $\Psi_g = dgh$; água densidade = 1; $\Psi_g = gh$ (g = aceleração da gravidade em cm/s^2 ; h em cm = posição, sendo a superfície do solo a referencia. Acima da superfície +; abaixo da sup. -).



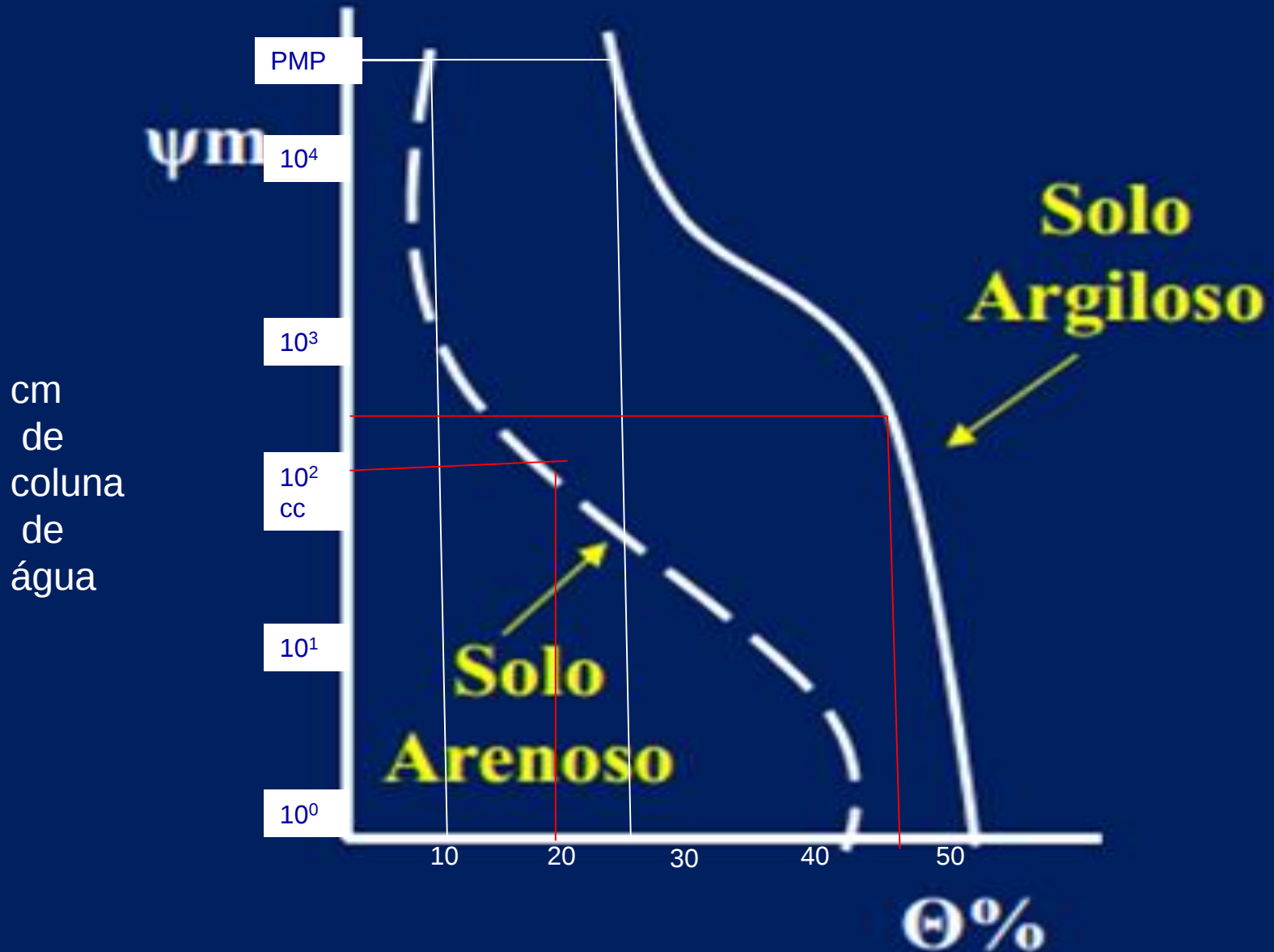
PONTO DE MURCHA PERMANENTE:

OCORRE QUANDO O FLUXO DE ÁGUA NO SOLO NÃO ATENDER MAIS A DEMANDA ATMOSFÉRICA. A PLANTA ENTRA EM MURCHA PERMANENTE (RESERVA DE ÁGUA NO SOLO ESTA NO FIM)

É ACEITO O $\Psi_m = -15 \text{ atm}$ para o PMP

OS SOLOS VARIAM MUITO NA SUA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA: FUNÇÃO DA TEXTURA, NATUREZA DA ARGILA, MATÉRIA ORGÂNICA E ESTRUTURA DO SOLO.

20% DE UMIDADE EM SOLO ARENOSO PODE SIGNIFICAR SUA CAPACIDADE DE CAMPO. EM SOLO ARGILOSO VALOR POUCO ACIMA DISTO PODE SIGNIFICAR O PONTO DE MURCHA PERMANENTE





ÁGUA DISPONÍVEL PARA AS PLANTAS

CONCEITUALMENTE É A UMIDADE NO SOLO ENTRE A CAPACIDADE DE CAMPO E O PONTO DE MURCHA PERMANENTE.

$$AD = \theta_{CC} - \theta_{PMP}$$

UNIDADES:

%; $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$; mm; mm/m de solo

EXERCÍCIO: OLHANDO A FIGURA CALCULE AD NO SOLO ARENOSO E NO SOLO ARGILOSO EM % E EM $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$



ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO

ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO PONTO DE MURCHA PERMANENTE E NA CAPACIDADE DE CAMPO EM UMA CAMADA DE PROFUNDIDADE (L)

$$\int_0^L = \Theta_{\text{PMP}} \cdot dL$$

$$A_L(\text{PMP}) \cong \bar{\Theta}_{\text{PMP}} \cdot L$$

$$A_L(\text{CC}) \cong \bar{\Theta}_{\text{CC}} \cdot L$$

EXEMPLO: CONSIDERANDO A CURVA DE RETENÇÃO DO SOLO ARENOSO E DO SOLO ARGILOSO VALIDAS PARA UMA CAMADA DE 50 cm de profundidade:

SOLO ARENOSO: $A_{50} \text{ PMP} = 0,10 \text{ cm}^{-3} \cdot 50 \text{ cm}$

$A_{50} \text{ PMP} = 5 \text{ cm} = 50 \text{ mm}$

$A_{50} \text{ CC} = 0,20 \cdot 50 = 10 \text{ cm} = 100 \text{ mm}$

$AD_{50} = A_{50} \text{ CC} - A_{50} \text{ PMP} = 100 - 50 = 50 \text{ mm}$

ARMAZENAMENTO EM mm/metro de solo

$$AD = A_L \text{ CC} - A_L \text{ PMP} \cdot 100/L$$

21/09/2016 PARA SOLO ARENOSO $AD = 100 \text{ mm/m}$; 1mm/cm de solo



PARA SOLO ARGILOSO

MOVIMENTO DA ÁGUA NO SOLO

Equação de Darcy:

$$q = -K(\theta) \frac{\partial \psi}{\partial x}$$

onde:

q = fluxo da água no solo

$K(\theta)$ = condutividade hidráulica

$\frac{\partial \psi}{\partial x}$ = gradiente de potencial

Sentido do fluxo:

maior potencial —————> menor potencial

K é função da umidade do solo. Q_{to}

Maior umidade > K

K máximo com solo saturado =
condutividade hidráulica saturada

UNIDADES: q = cm/h, mm/h; cm/dia

$K(\theta)$ = cm/h; mm/h; cm/dia

K também é função da textura e estrutura do solo. Solos muito arenosos e solos de estrutura granular possuem K_{sat.} bem elevados da ordem de 200 a 300 mm/hora ou mais, quando não compactados.