

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE
QUEIROZ"

Departamento de Ciências Biológicas
LCB 311 – Fisiologia Vegetal

Relações hídricas – parte 2

- Potencial hídrico
- Relações hídricas de células e tecidos

Transporte de água nas plantas

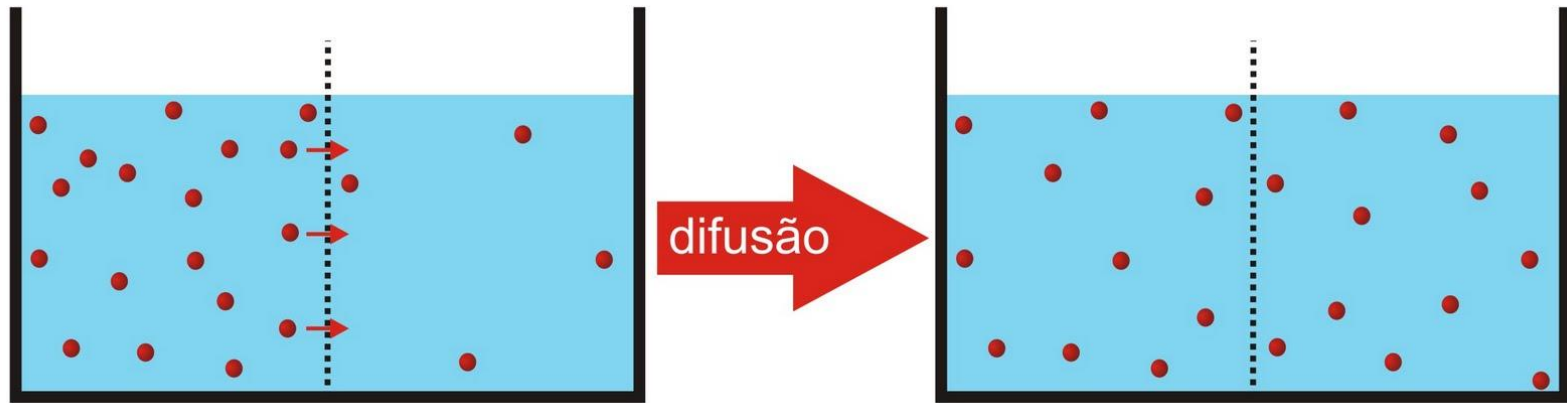
- ✓ A água se move por meios amplamente variáveis no sistema solo - planta - atmosfera:
 - Partículas do solo, paredes celulares, citoplasmas, membranas, espaços de aeração;
- ✓ Os mecanismos de transporte variam com o tipo de meio.



Processos de transporte de água em plantas

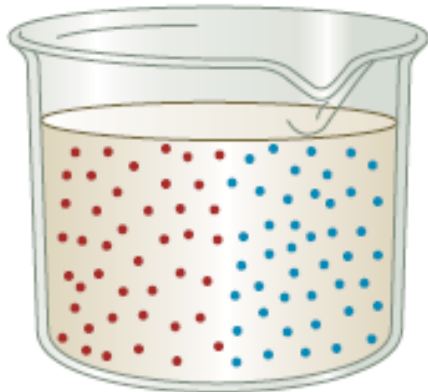
- ✓ **Difusão:** movimento aleatório das moléculas devido a sua agitação térmica;
- ✓ **Fluxo de massa:** será estudado na próxima aula

Difusão

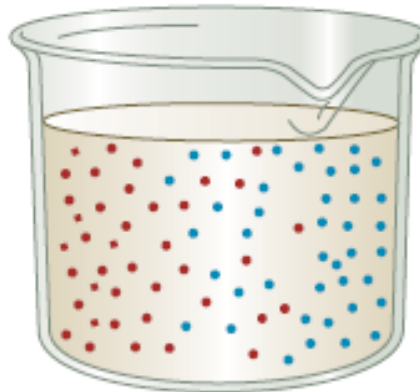


- ✓ As moléculas se movimentam a favor do gradiente de concentração

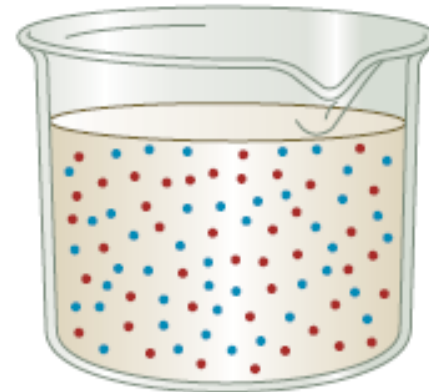
Inicial



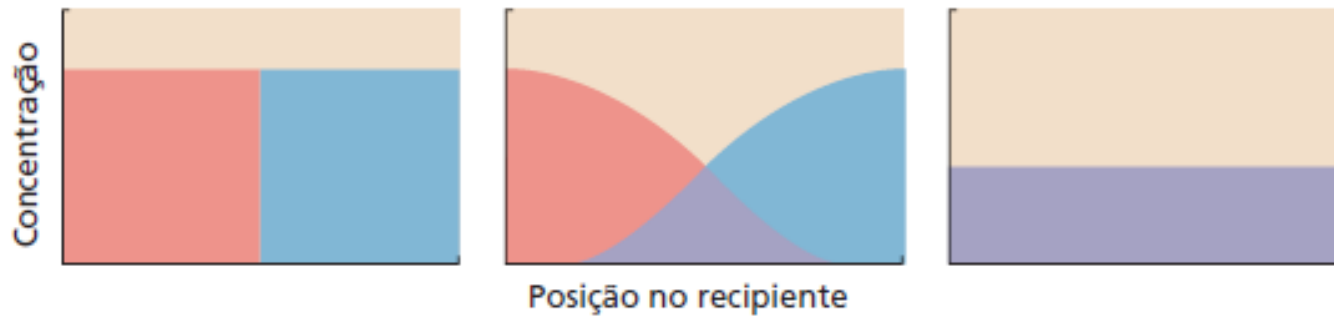
Intermediário

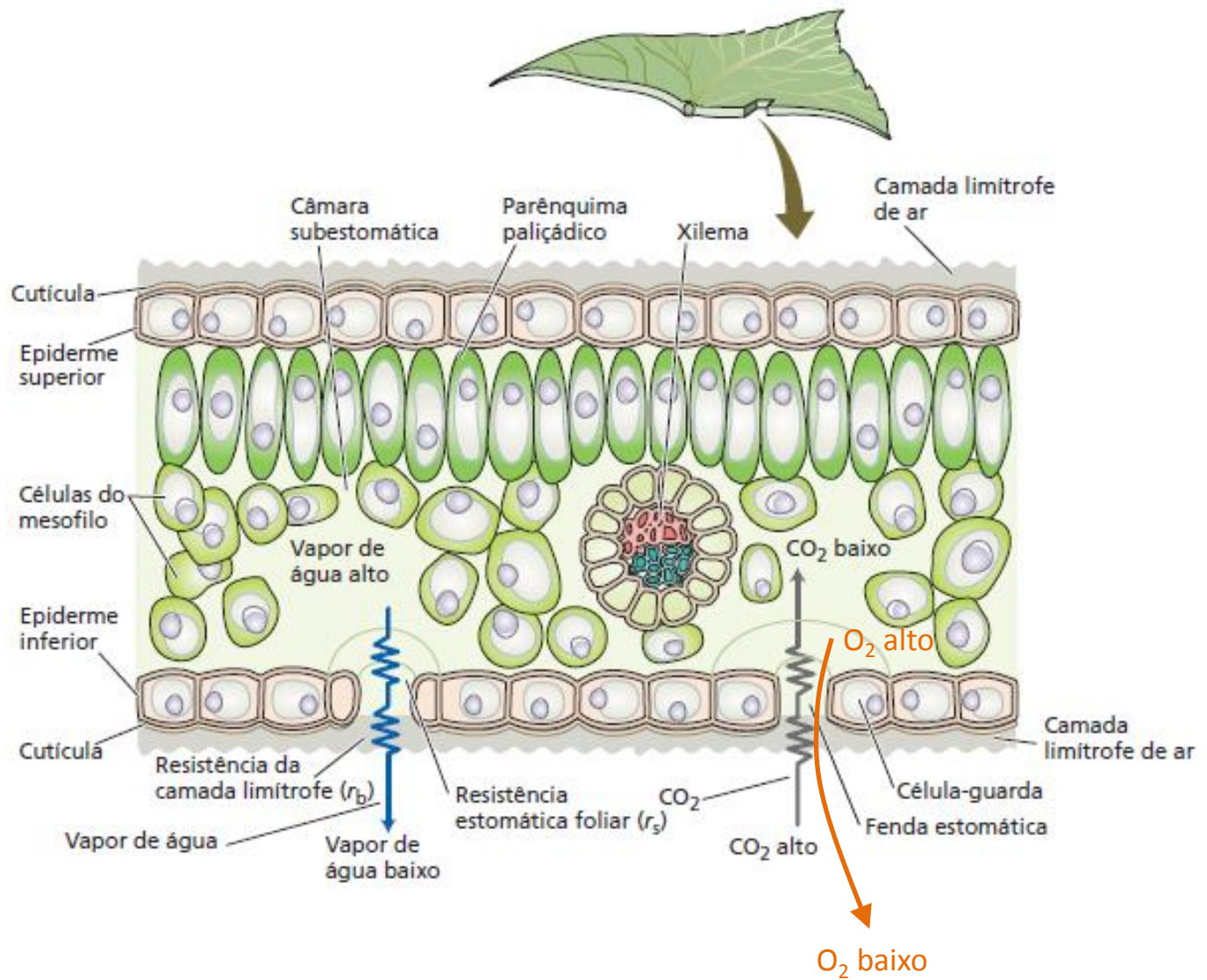


Equilíbrio



Perfis de concentração





Fatores que afetam a taxa de difusão

- ✓ **Coeficiente de difusão (D_s):** característica da substância: moléculas maiores tem menores D_s ;
- ✓ **O meio:** no ar a difusão é mais rápida do que em meio líquido;
- ✓ **Temperatura:** difusão é mais rápida em temperaturas elevadas.

Lei de Fick

- ✓ Sendo a taxa de difusão proporcional ao gradiente de concentração, tem-se:

$$J_s = - D_s (\Delta c_s / \Delta x) \longrightarrow \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$$

J_s : densidade de fluxo

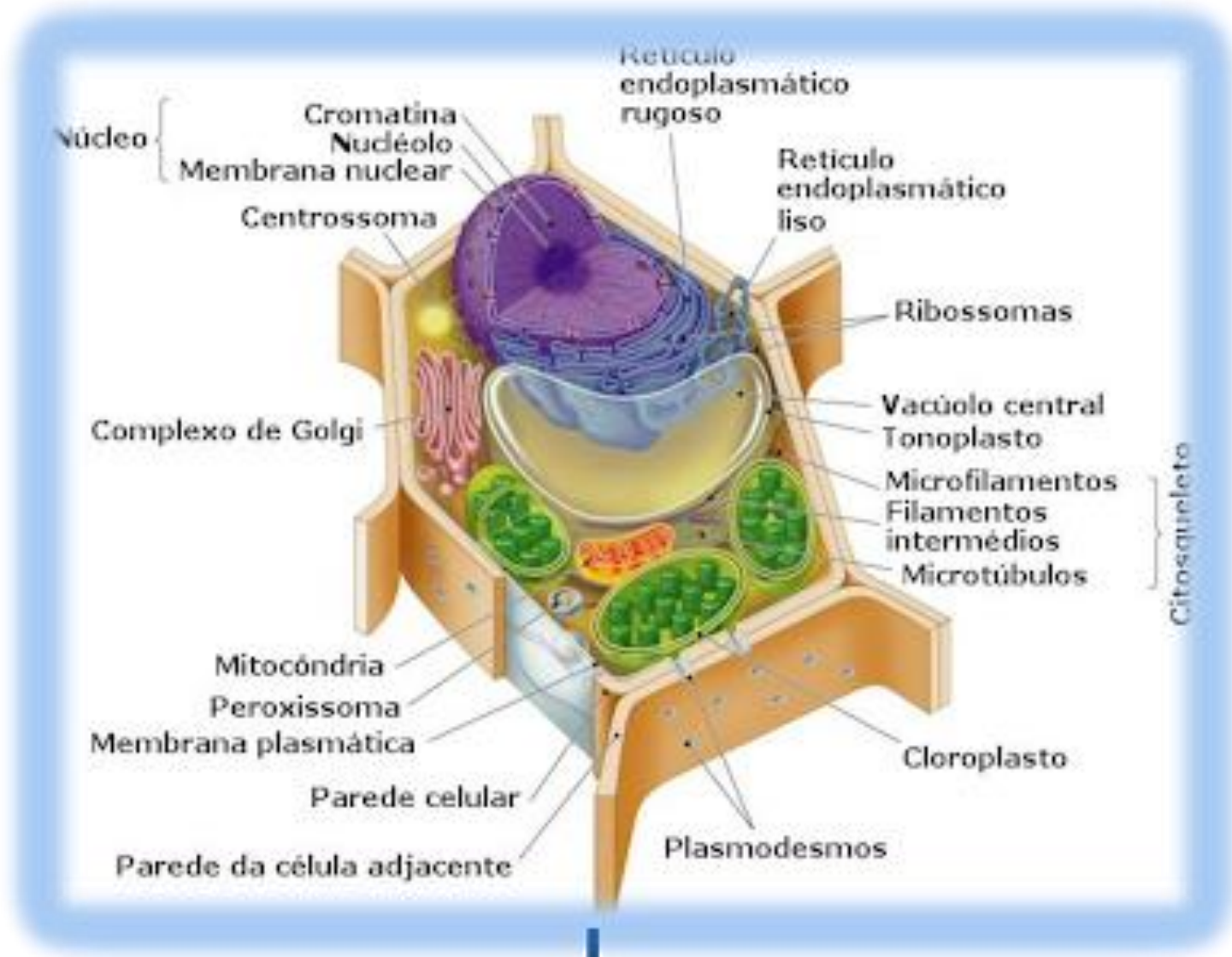
D_s : coeficiente de difusão da substância s

Δc_s : diferença de concentração da substância s

Δx : distância

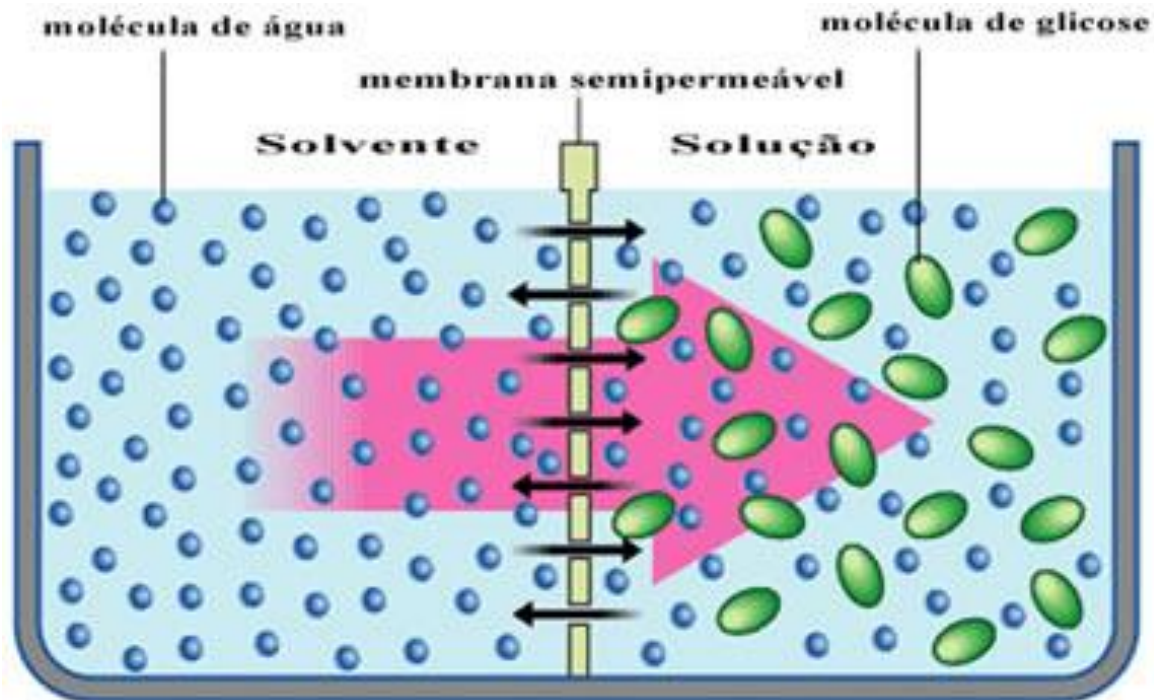
A difusão é eficiente para transporte de substâncias em curtas distâncias

Transporte de água no meio celular

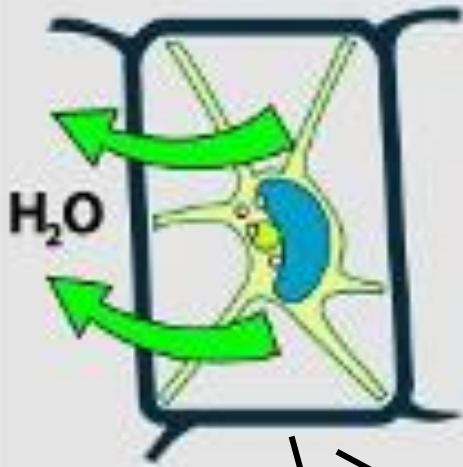


Osmose

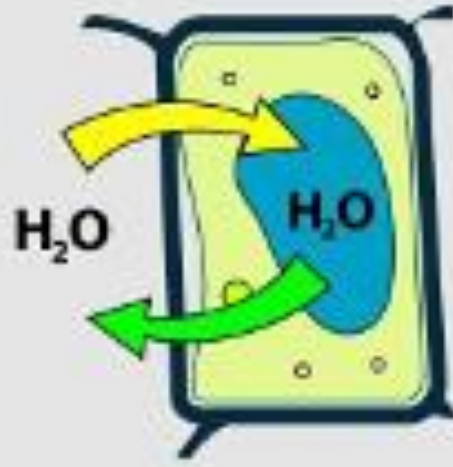
- ✓ Fluxo de água através da membrana plasmática governado pelo **gradiente de concentração e de pressão = gradiente de potencial hídrico.**



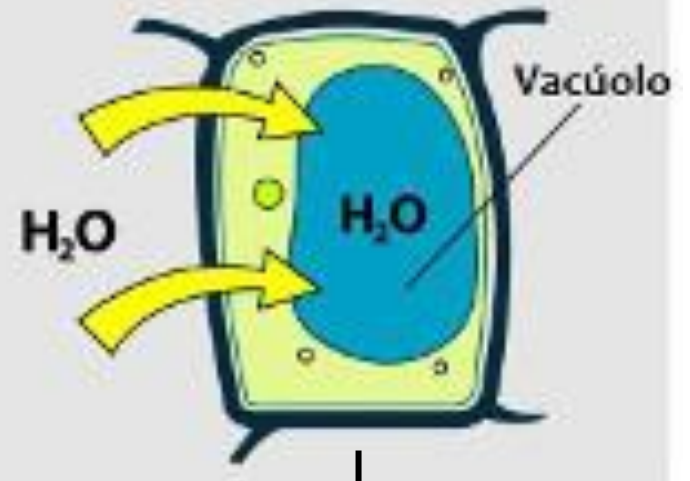
Meio hipertônico



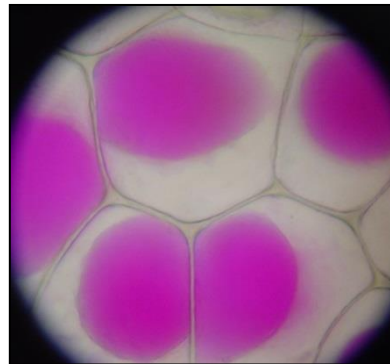
Meio isotônico



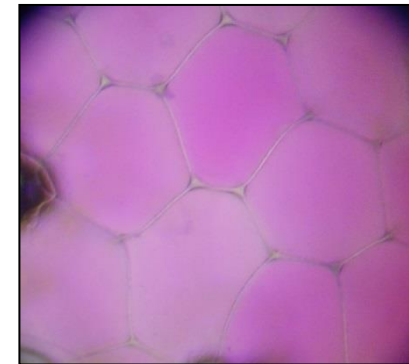
Meio hipotônico



Plasmólise de uma célula epidérmica de *Allium cepa* (cebola)



Plasmólise em células epidérmicas de *Rhoeo discolor*



Células epidérmicas de *Rhoeo discolor* túrgidas

Potencial hídrico (Ψ)

- ✓ Potencial químico da água (J mol^{-1}): expressão quantitativa da energia livre associada às moléculas de água;
- ✓ Energia livre: potencial para realizar trabalho;
- ✓ Grandeza relativa, expressa em função de um estado padrão;
- ✓ **Potencial hídrico**: medida da energia livre da água por unidade de volume ou potencial químico dividido pelo volume molal da água ($\text{m}^3 \text{mol}^{-1}$).

$$\Psi = \frac{\text{Potencial químico da água } (\text{J mol}^{-1})}{\text{Volume molal parcial da água } (\text{m}^3 \text{mol}^{-1})}$$

$$\frac{\text{J}}{\text{m}^3}$$

= Pascal (Pa)

Potencial hídrico (Ψ)

- ✓ $\Psi_{\text{água}}$ é definido tendo como referência a água pura sob pressão e temperatura ambiente e como sendo igual a zero.
- ✓ Expresso em MPa

Logo, $\Psi_{\text{água pura}} = 0 \text{ MPa}$

Fatores que contribuem para o potencial hídrico

Concentração, pressão e gravidade:

$$\Psi_{\text{água}} = \Psi_s + \Psi_p + \Psi_g + \Psi_m$$

Potencial de soluto ou potencial osmótico (Ψ_s)

Representa o efeito de solutos dissolvidos na solução;
Solutos reduzem a energia livre da água;

Potencial de pressão ou pressão hidrostática (Ψ_p)

Pressões positivas aumentam o potencial: pressão de turgidez resultante da parede celular;
Pressões negativas ou tensões reduzem o potencial: tensões que se desenvolvem no xilema quando a planta transpira;

Fatores que contribuem para o potencial hídrico

Potencial gravitacional (Ψ_g)

A gravidade faz com que a água mova-se para baixo, a menos que uma força igual e oposta se oponha;
É irrelevante para as dimensões celulares;

Potencial mátrico (Ψ_m)

Resultante da ligação eletrostática entre a água e moléculas de coloides;
É relevante em condições de solo seco ou de tecidos vegetais com baixo conteúdo de água;

Potencial hídrico da célula

O movimento de água na célula obedece a um gradiente de potencial hídrico:

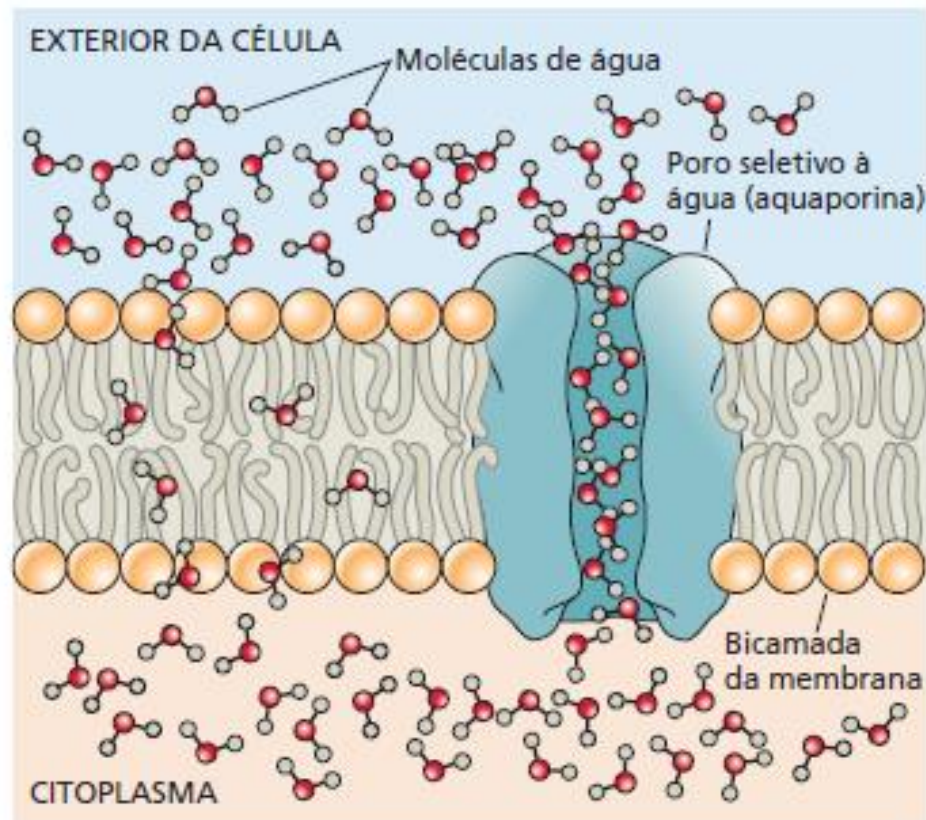
$$\Psi_{\text{água}} = \Psi_s + \Psi_p$$

Em muitas ocasiões Ψ_m e Ψ_g podem ser descartados.

A água move-se da região de maior potencial (maior energia livre) para a região de menor potencial (menor energia livre).

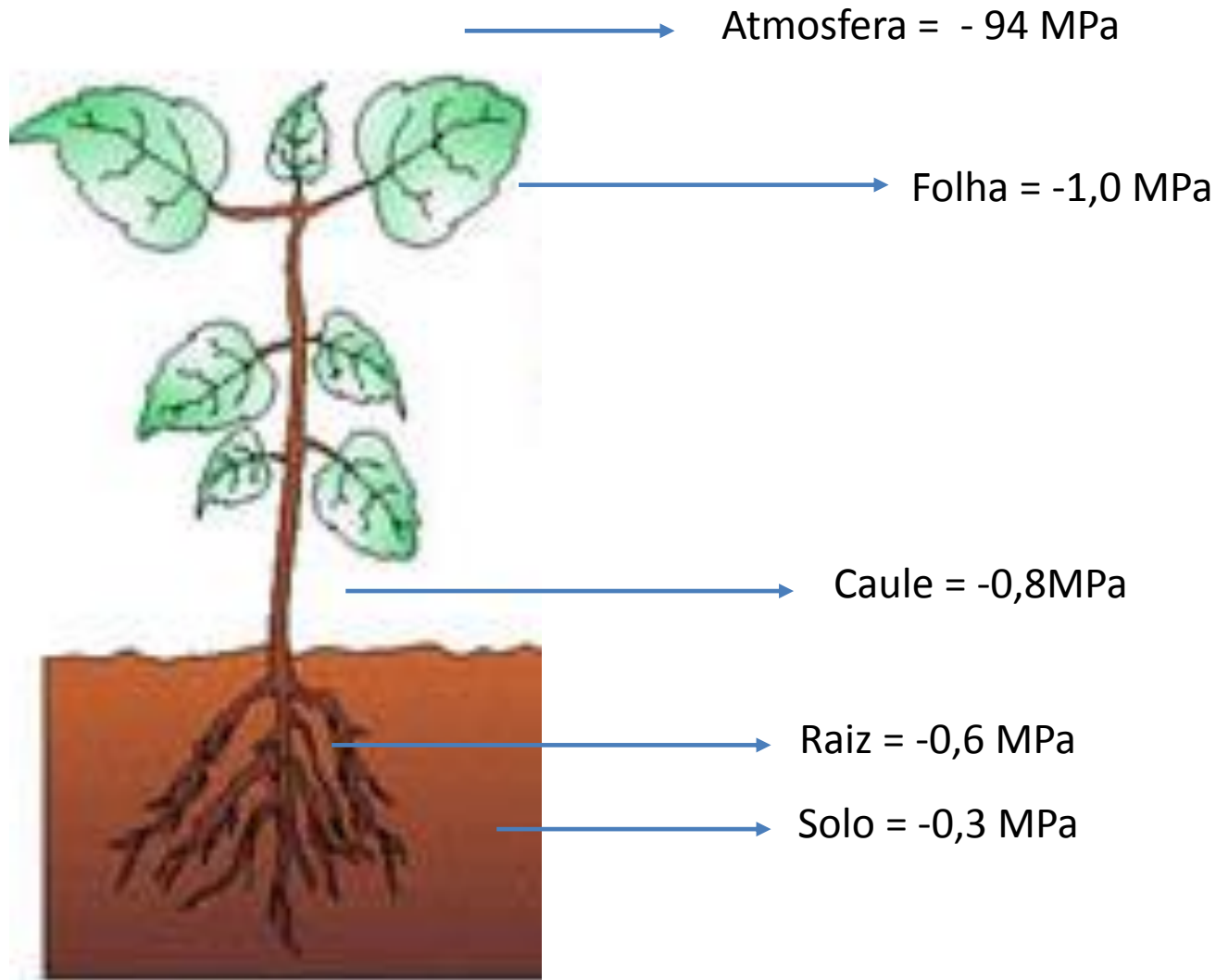
Aquaporinas

- ✓ Proteínas integrais de membrana que formam canais seletivos à água;



Potencial hídrico no sistema solo-planta-atmosfera

Exemplo



Ψ solo > Ψ raiz > Ψ caule > Ψ folha > Ψ atmosfera

Potencial hídrico da planta

É uma medida da “saúde” da planta

