

Exercícios – Capilaridade e Transporte de Água em Plantas

Exercício 1 – Capilaridade em Plantas: Da Grama à Sequoia

Introdução

Em plantas, a seiva bruta (água + sais minerais) é transportada do solo até as folhas através do sistema vascular, especialmente pelos vasos do xilema. Um dos fenômenos físicos envolvidos nesse transporte é a capilaridade, fenômeno típico de materiais moles e interfaces. Neste exercício, vamos avaliar a eficiência da capilaridade isolada em diferentes tipos de plantas: uma gramínea, uma árvore de médio porte e uma árvore gigante.

Dados Experimentais

Planta	Altura típica (m)	Diâmetro médio dos vasos do xilema (μm)
<i>Poa pratensis</i> (grama)	0,30	20
<i>Betula pendula</i> (bétula)	25	60
<i>Sequoia sempervirens</i>	115	400

Fonte: literatura botânica e fisiologia vegetal

Fórmula da Capilaridade

A altura máxima teórica h que a água pode subir por capilaridade num tubo fino é:

$$h = (2\gamma \cos\theta) / (\rho g r)$$

Onde:

$\gamma = 0,0728 \text{ N/m}$ (tensão superficial da água a 20°C)

$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ (densidade da água)

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$

$\theta = 0^\circ \Rightarrow \cos\theta = 1$

r é o raio interno do vaso, em metros.

Questões

(a) Calcule a altura máxima h alcançável por capilaridade nos vasos do xilema para cada planta da tabela.

(b) Compare os resultados com a altura real de cada planta. Em quais casos a capilaridade é suficiente para explicar o transporte de água?

(c) Faça um gráfico de h (altura capilar) versus r (raio dos vasos) para $r \in [5, 250] \mu\text{m}$, e destaque os pontos correspondentes às três plantas.

(d) Discuta quais mecanismos além da capilaridade contribuem para a ascensão da seiva nas plantas de grande porte.

Exercício 2 – Comparação entre Plantas de Ambientes Secos e Úmidos

Plantas de ambientes áridos (xerófitas) possuem vasos xilemáticos mais estreitos do que plantas de ambientes úmidos (hidrófitas).

Questões:

(a) Suponha duas espécies:

Espécie 1 (xerófita): raio do xilema = $10\text{ }\mu\text{m}$

Espécie 2 (hidrófita): raio do xilema = $100\text{ }\mu\text{m}$

Calcule a altura capilar para ambas.

(b) Explique por que vasos estreitos são vantajosos em ambientes secos, mesmo que reduzam o fluxo.