

**Universidade Federal do Ceará**  
**Centro de Ciências Agrárias**  
**Departamento de Engenharia Agrícola**  
**Disciplina: Drenagem na Agricultura**  
**Prof. Raimundo Nonato Távora Costa**

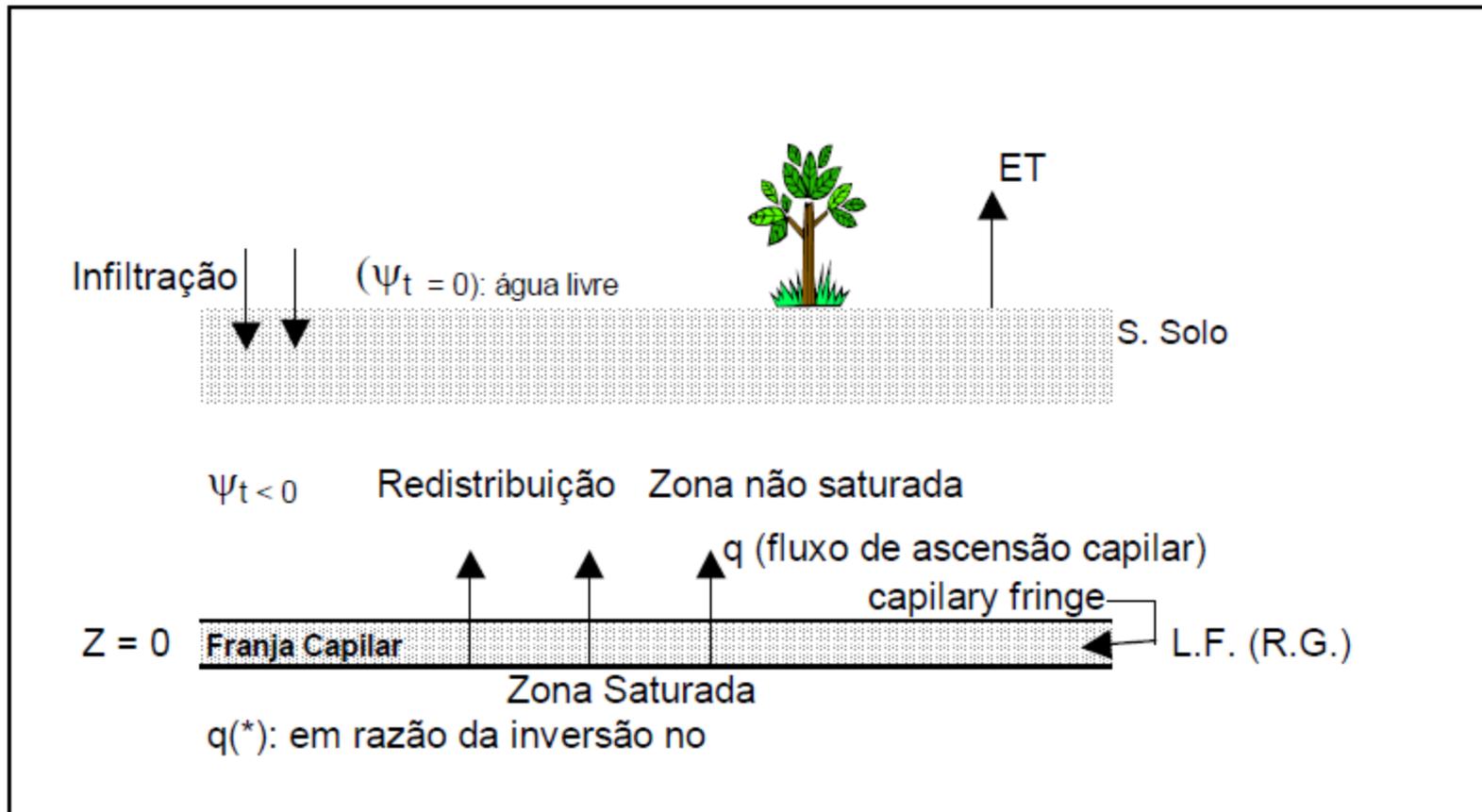


# **Contribuição do lençol freático às culturas por ascensão capilar**



# Recarga e ascensão capilar

## O processo físico



- Se  $ET > q$  (abaixamento no nível do L.F., aumento  $\psi_m$ ,  $\nabla H$  e conseqüentemente  $q$  . No limite  $q = ET$  (maior valor que  $\bar{q}$  assumirá).

# Condição de máxima contribuição

Quando  $q = ET$ , na análise da  $\theta = \theta(Z,t)$ :

$$\frac{\partial \theta}{\partial Z} \neq 0$$

$\Rightarrow$  Fluxo Permanente.

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = 0$$

# Descrição do processo

O processo se descreve mediante a equação de Darcy – Buckingham, onde:

$q = -K(\theta) \cdot \frac{\partial \psi}{\partial Z}$  . Considerando R.G. ao nível do L.F., temos que:

$$q = -K(\theta) \cdot \frac{\partial [-\psi_m + Z]}{\partial Z} \therefore q = K(\theta) \left[ \frac{\partial \psi_m}{\partial Z} - \frac{\partial Z}{\partial Z} \right] \therefore q = K(\theta) \cdot \left[ \frac{\partial \psi_m}{\partial Z} - 1 \right].$$

# Análise do perfil de umidade sobre o lençol freático

a) Em condições de equilíbrio sem fluxo vertical, ou seja,  $q = 0$ ; então:

$$0 = K(\theta) \cdot \frac{\partial \psi_m}{\partial Z} - 1.$$

$$\frac{\partial \psi_m}{\partial Z} - 1 = 0 \quad \therefore \int \frac{\partial \psi_m}{\partial Z} = \int \partial Z \quad \therefore \psi_m + C_1 = Z + C_2 \quad \therefore \psi_m = Z + C \quad (\text{Solução geral})$$

Na superfície do lençol freático (L.F.), temos que:

$$Z = 0 \text{ e } \psi_m = 0, \text{ logo } 0 = 0 + C \quad \therefore C = 0. \text{ Daí, } \psi_m = Z. \text{ (Solução particular).}$$

Conclusão:

O  $\psi_m$  em qualquer ponto do perfil sobre o L.F. é igual a altura sobre o lençol freático.

# Análise do perfil de umidade sobre o lençol freático

b) Em condições de não equilíbrio e na presença de fluxo vertical (condição mais comum):

$$q = K(\theta) \cdot \left[ \frac{\partial \psi_m}{\partial Z} - 1 \right] \therefore q = K(\theta) \cdot \frac{\partial \psi_m}{\partial Z} - K(\theta) \therefore q \cdot \partial Z + K(\theta) \cdot \partial Z = K(\theta) \cdot \partial \psi_m \therefore$$

$$[q + K(\theta)] \cdot \partial Z = K(\theta) \cdot \partial \psi_m \therefore \frac{\partial \psi_m}{\partial Z} = \frac{q + K(\theta)}{K(\theta)} \therefore \frac{\partial \psi_m}{\partial Z} = \left[ \frac{q}{K(\theta)} + 1 \right] \therefore$$

$$\int \partial Z = \int \left[ \frac{\partial \psi_m}{\frac{q}{K(\theta)} + 1} \right] \therefore Z = \frac{\int \partial \psi_m}{\frac{q}{K(\theta)} + 1}$$

# Relação entre a profundidade do lençol freático e o potencial mátrico

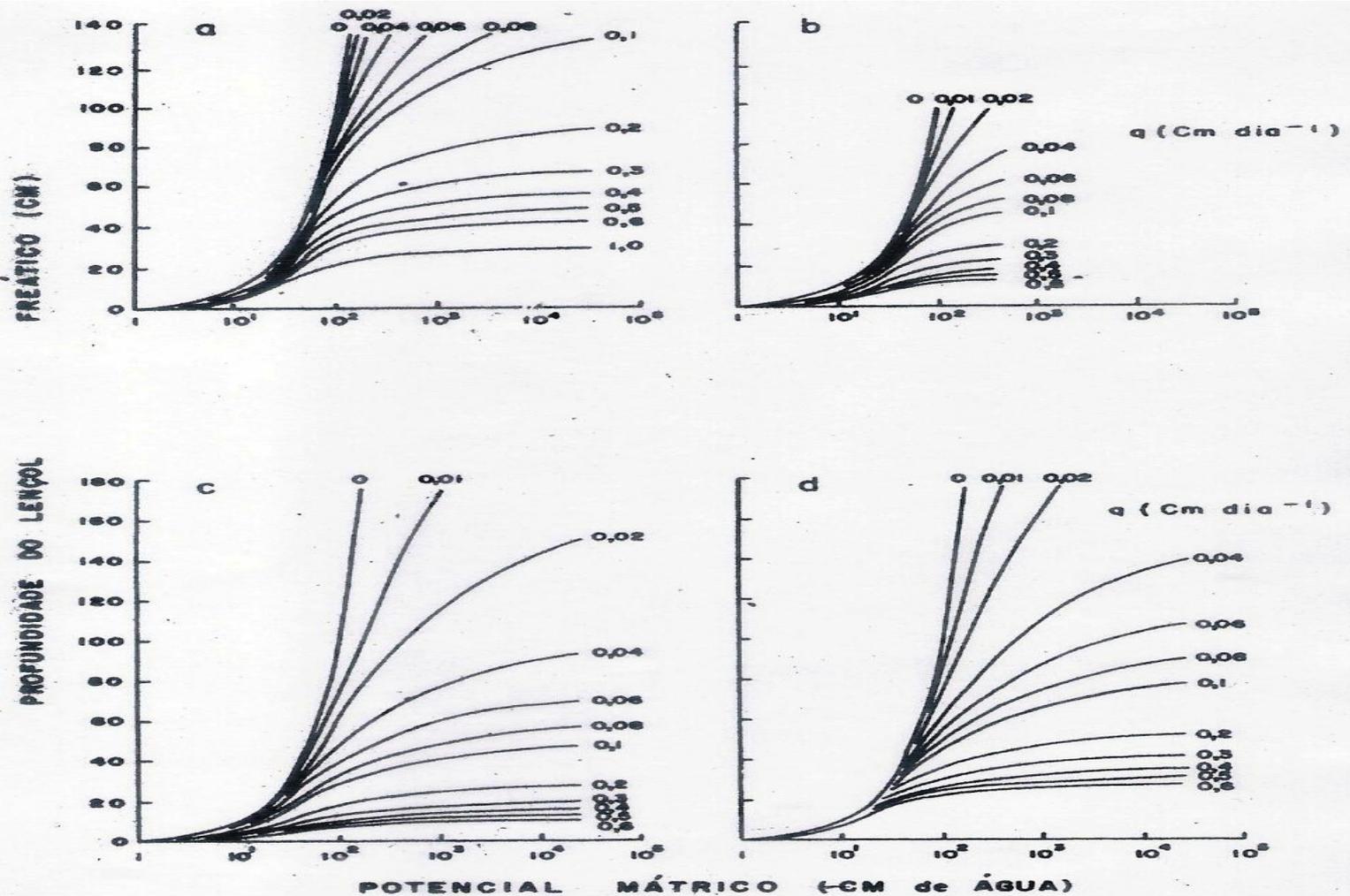


Figura 3.1. Relação entre a profundidade do lençol freático e o potencial mátrico para diferentes taxas de ascensão capilar. a) Solo franco-arenoso com humo. b) Solo franco-arenoso, c) Solo argiloso e d) Solo peat (Rijtema, 1965).

# Relação entre a taxa de ascensão capilar e o potencial mátrico

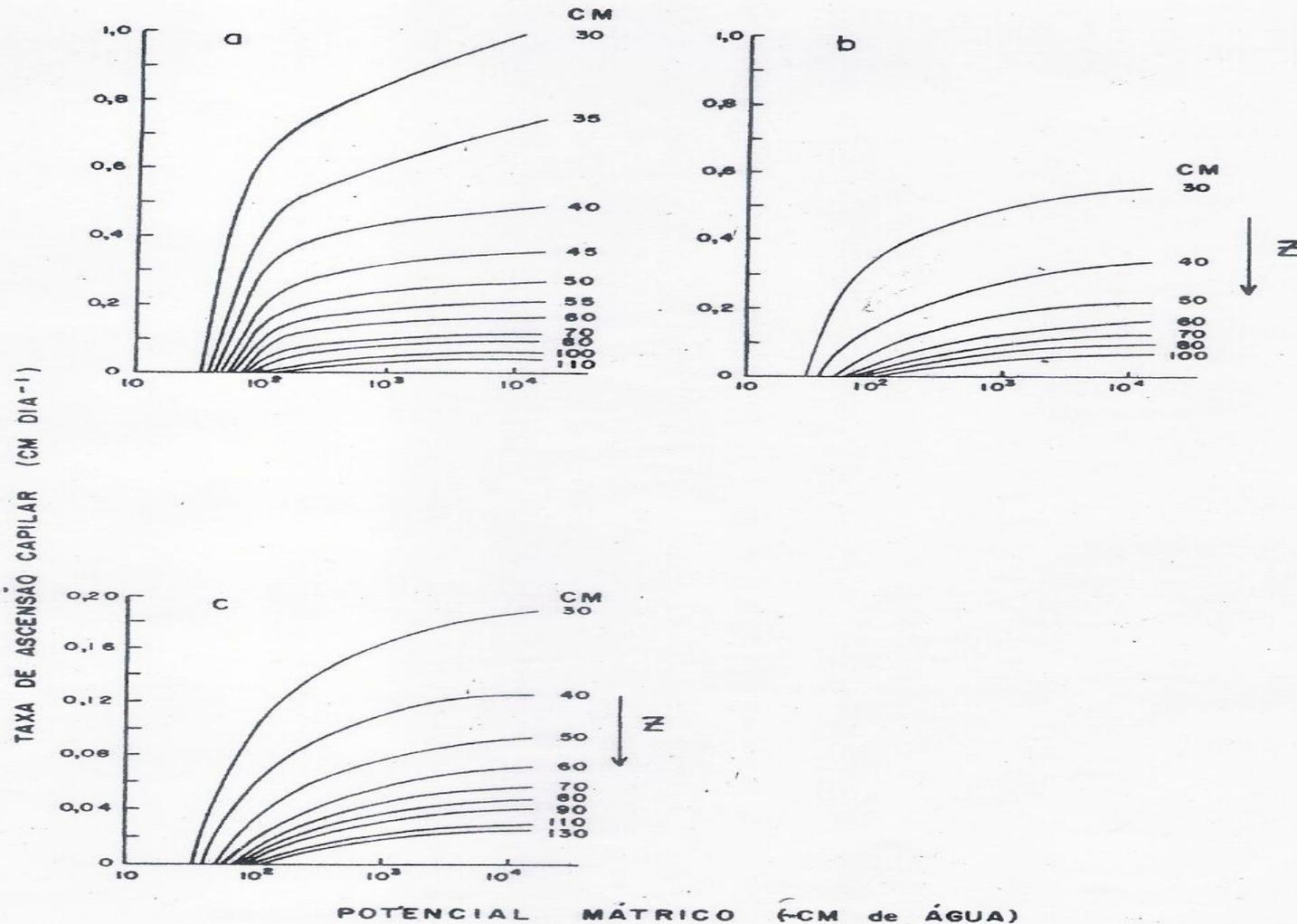


Figura 3.2. Relação entre a taxa de ascensão capilar e o potencial mátrico para várias profundidades do lençol freático a) Franco-arenoso. b) Peat, c) Argiloso (Rijtema, 1965)

# Relação entre a taxa de ascensão capilar e a profundidade do lençol freático

Contribuição de Água às Culturas pelo Lençol Freático por Ascensão Capilar

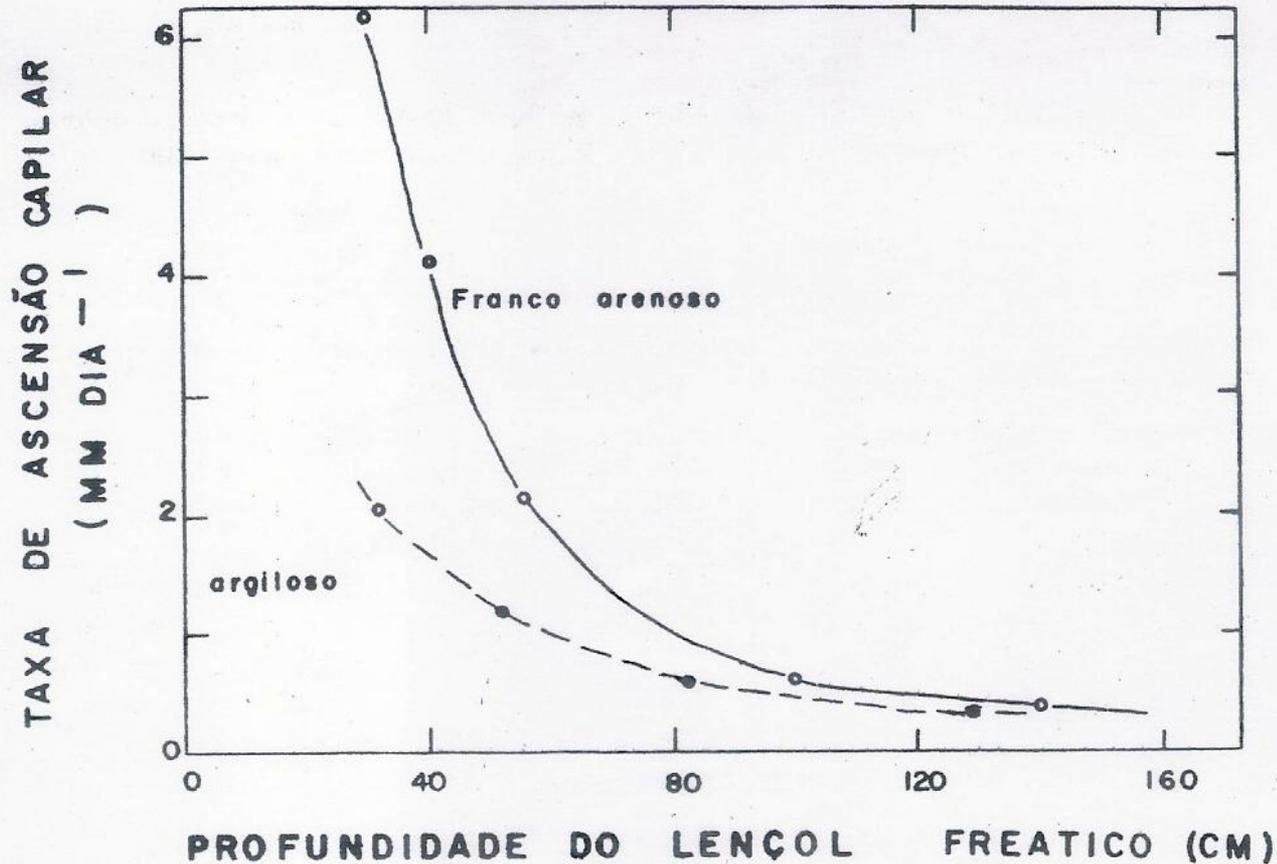


Figura 3.3. Relação entre a taxa de ascensão capilar e a profundidade do lençol freático (Rijtema, 1965).