

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



Drenagem e o Sistema Solo, Água, Planta, Atmosfera



Contextualização



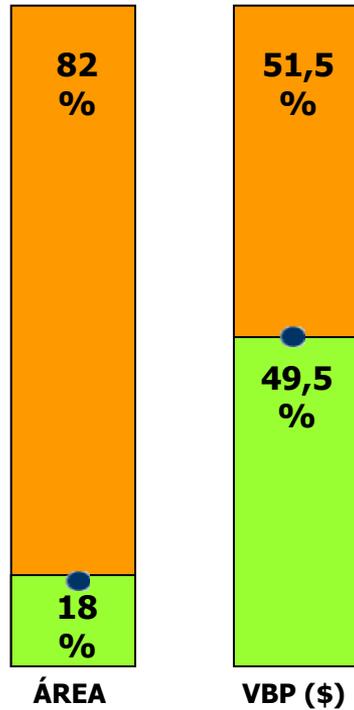
Há mesmo a necessidade do uso da tecnologia de drenagem no semiárido nordestino?

Contextualização



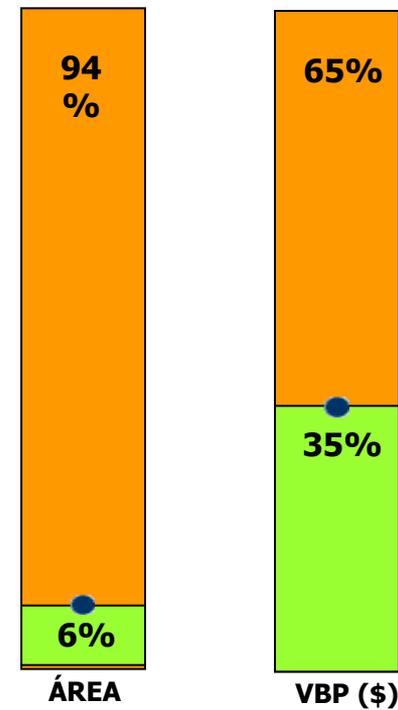
Contextualização

MUNDO



FAO (2004)

BRASIL



Christofidis (2005)

 Irrigação  Chuva

Perímetro Irrigado Brumado – BA

Conversão sistema de irrigação

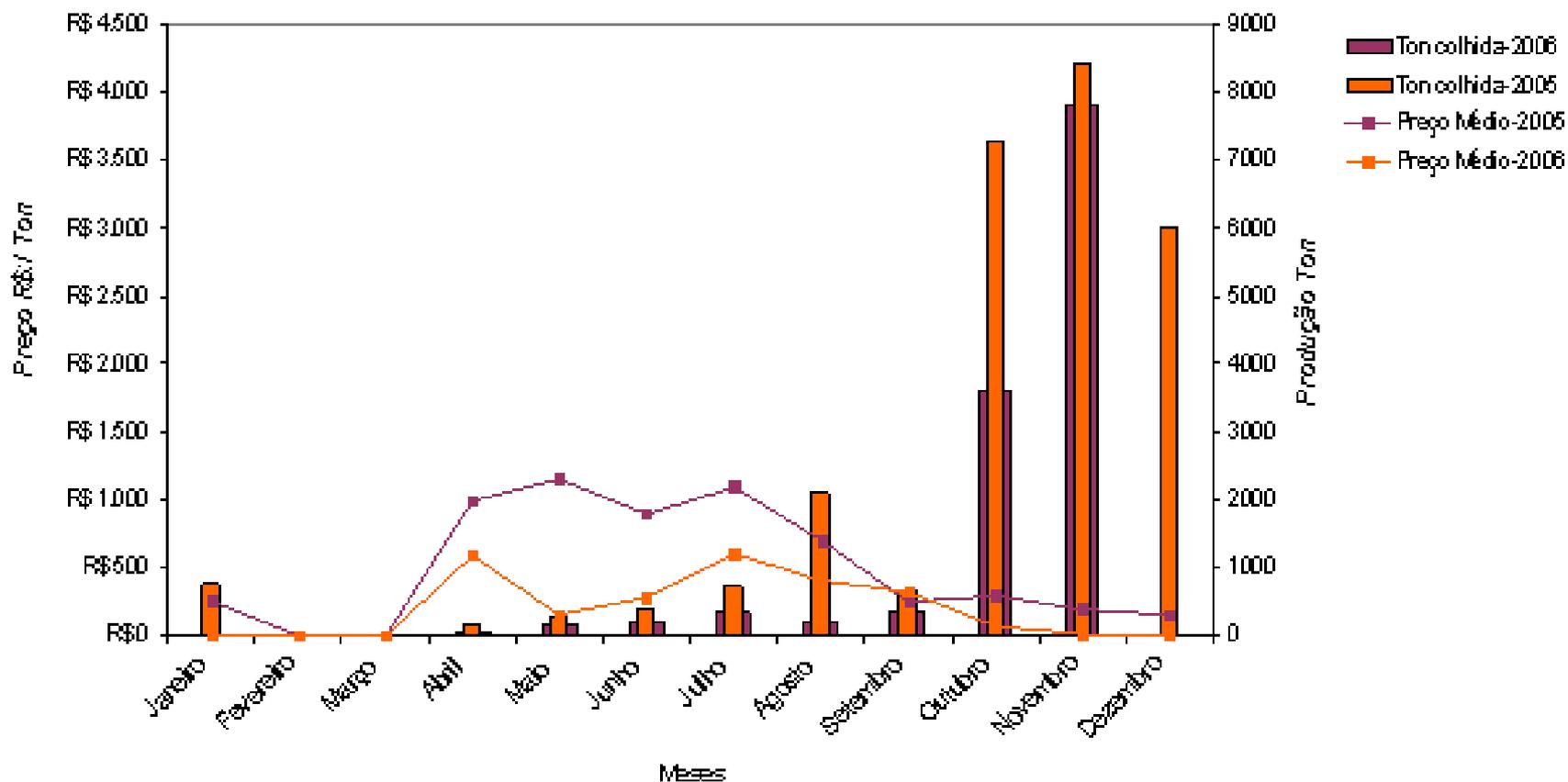


VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO (R\$x10³)

PERÍMETRO IRRIGADO	2005	2006/Nov.	VARIAÇÃO
Tabuleiros Litorâneos	1.358	1.511	153
Caldeirão	507	421	- 85
Várzea do Flores	469	375	- 94
Platôs de Guadalupe	1.115	1.135	20
Fidalgo	32,7	98,6*	65,9
Gurguéia	359	638	279
São Gonçalo	6.576	12.826*	6.250
Moxotó	457	2.536*	2.079
Vaza Barris	5.285	2.852*	- 2.433
Brumado	7.274	3.541*	- 3.733
BALANÇO GERAL			2.498

Perímetro Irrigado Brumado

Produção x Preço - 2005 e 2006

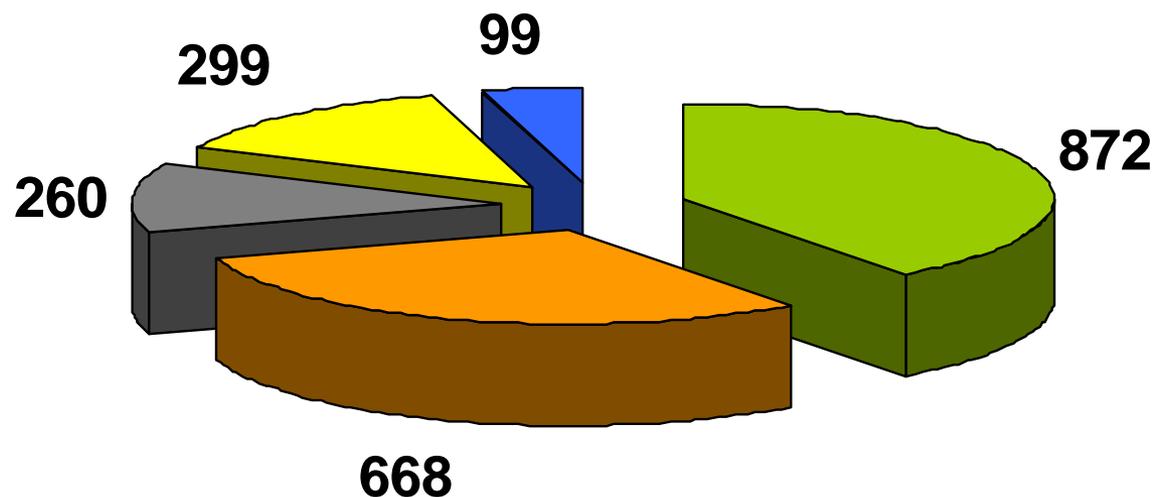


Conversão método de irrigação



Contrato DNOCS/Cetrede – Ater (2006)

Incremento de área cultivada (ha) X Perímetros

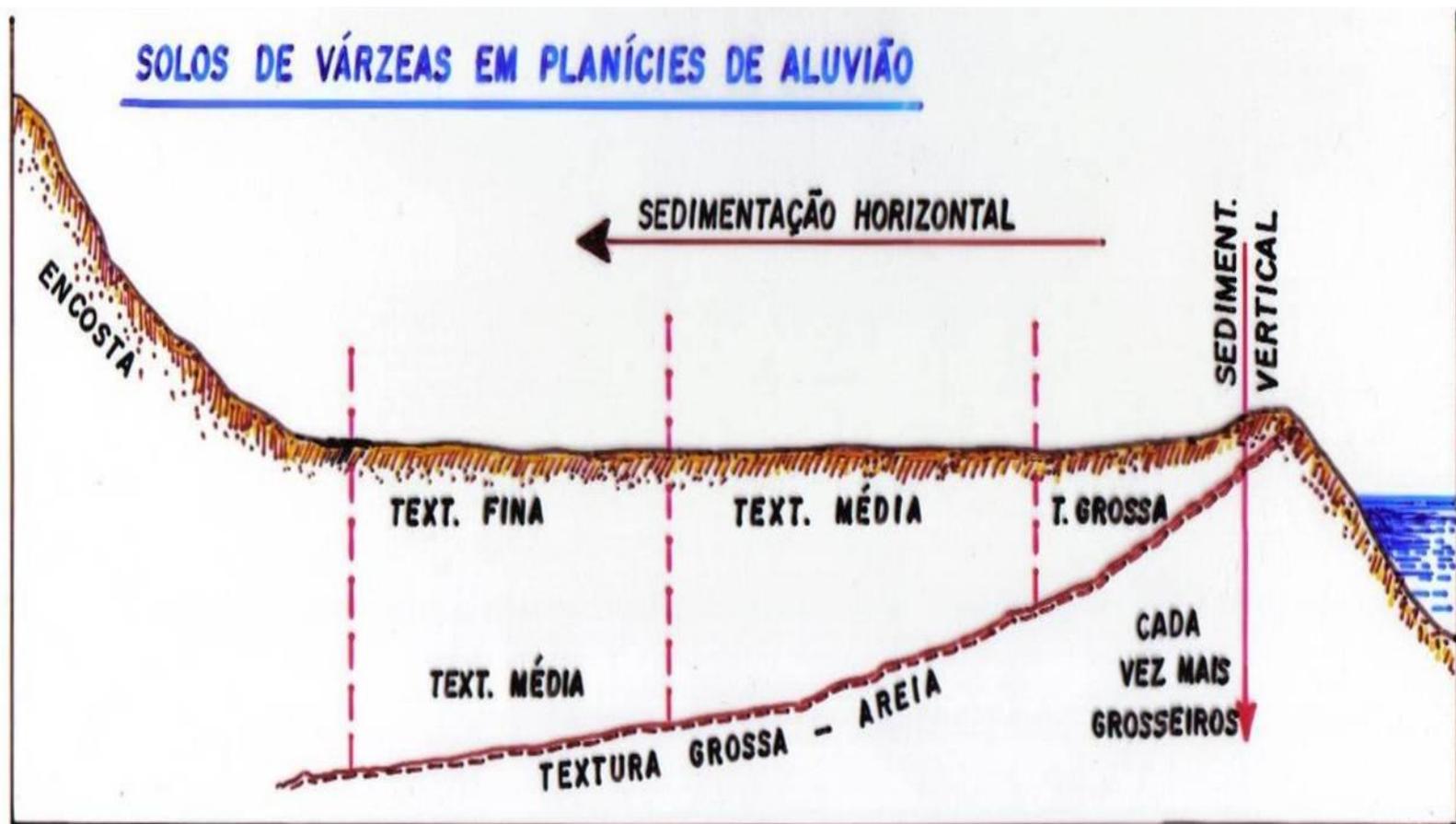


■ São Gonçalo	■ Moxotó	■ Gurguéia
■ Vaza Barris	■ Guadalupe	

ÍNDICE DE GERAÇÃO DE EMPREGO

Perímetro Irrigado	I.G.E. (emprego.ha ⁻¹)
Tabuleiros Litorâneos	0,81
Caldeirão	0,60
Várzea do Flores	0,47
Platôs de Guadalupe	0,50
Fidalgo	0,77
Gurguéia	0,28
São Gonçalo	0,51
Moxotó	0,48
Vaza Barris	0,68
Brumado	0,86
MÉDIA	0,60

Maior freqüência de problemas de drenagem



Problemas de drenagem – Chapada do Apodi



SISTEMATIZAÇÃO DE TERRENOS PARA IRRIGAÇÃO



Dreno coletor – Perímetro Irrigado Curu Pentecoste



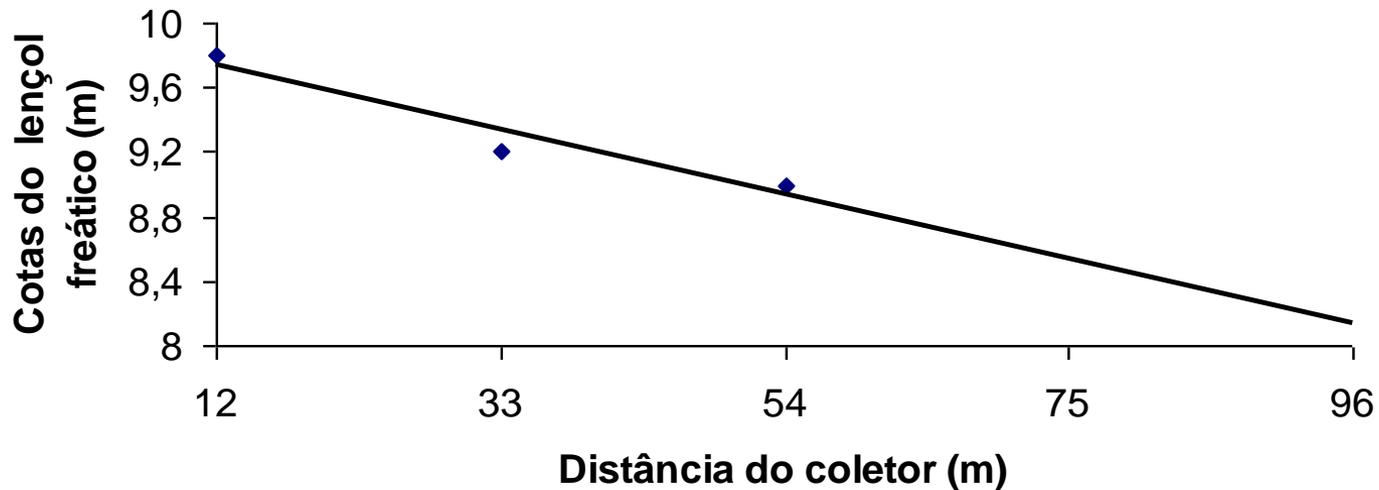
Coletor antes da limpeza (fonte de recarga)



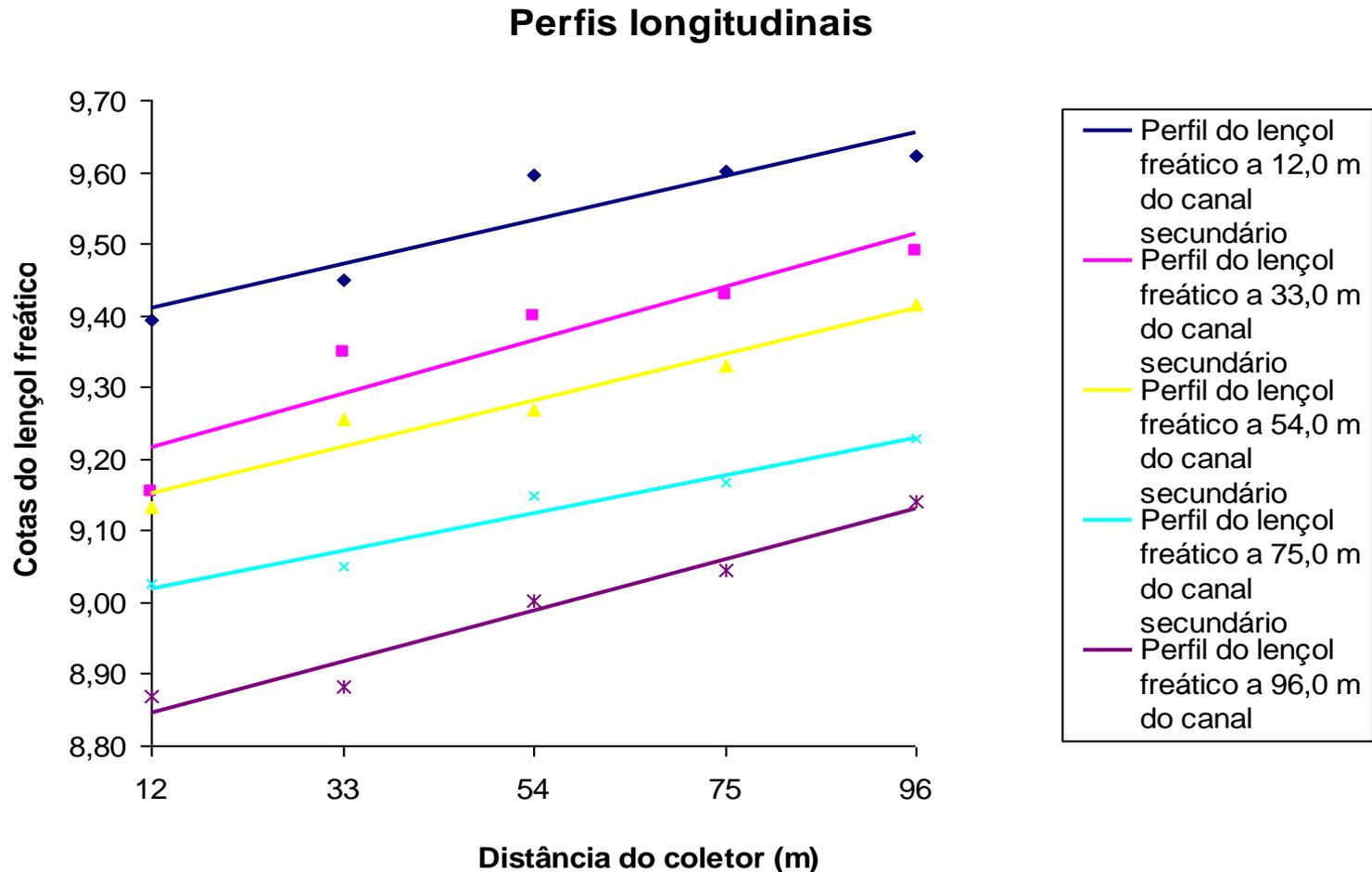
Coletor após a limpeza (fonte de descarga)

Potencial total e Gradiente hidráulico

Comportamento do lençol freático antes da limpeza do dreno coletor



Perfis longitudinais do lençol freático em relação ao canal secundário



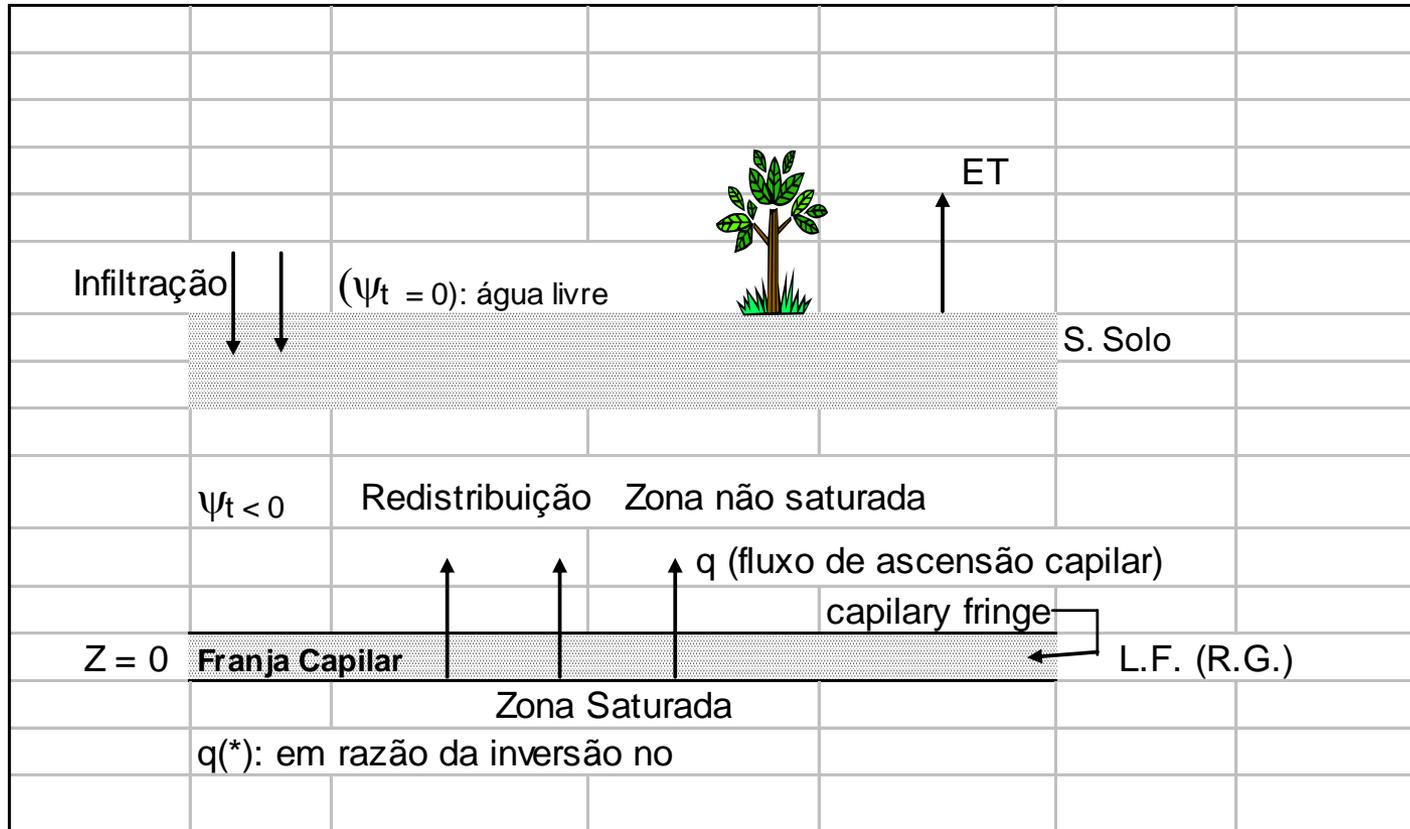
LENÇOL FREÁTICO SUPERFICIAL (1,0 m)



Poço de observação do lençol freático



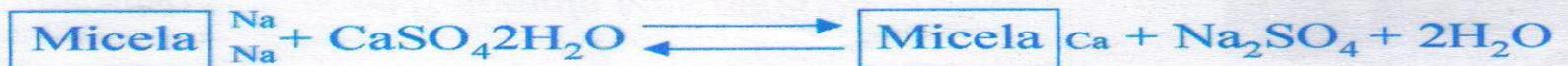
INFILTRAÇÃO, REDISTRIBUIÇÃO E ASCENSÃO CAPILAR



APORTE DE SAIS NO SOLO

- Açude General Sampaio → DNOCS
- Água (CE_w) = $0,8 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$
- $1 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1} = 640 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \therefore 0,8 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1} = 512 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
- Cultura com dotação igual a 600 mm no ciclo
- $6000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \times 512 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} = 3072 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

APLICAÇÃO DE GESSO



- Limitação da reação: reduzida a solubilidade do gesso (2 g/L).
- Produto resultante (Na_2SO_4): lavagem e drenagem.

SOLO DEGRADADO - SÓDICO



SUBSOLADOR – RUPTURA CAMADA DE IMPEDIMENTO



31 9.12

Coleta de amostras de solo para teste de Ko.



Subsolagem da área do experimento



Incorporação de gesso em solo sódico







Salinidade elevada em cultivo de videira



Coletor de drenos laterais



Drenagem Agrícola: Conceito

Retirada do excesso de “água” do solo a uma taxa que permita uma exploração econômica das culturas e utilização por longo tempo da área.





Envoltório com manta de poliéster tipo bidim OP-20



Dreno tubular de PVC com manta de bidim



Drenagem superficial limitada



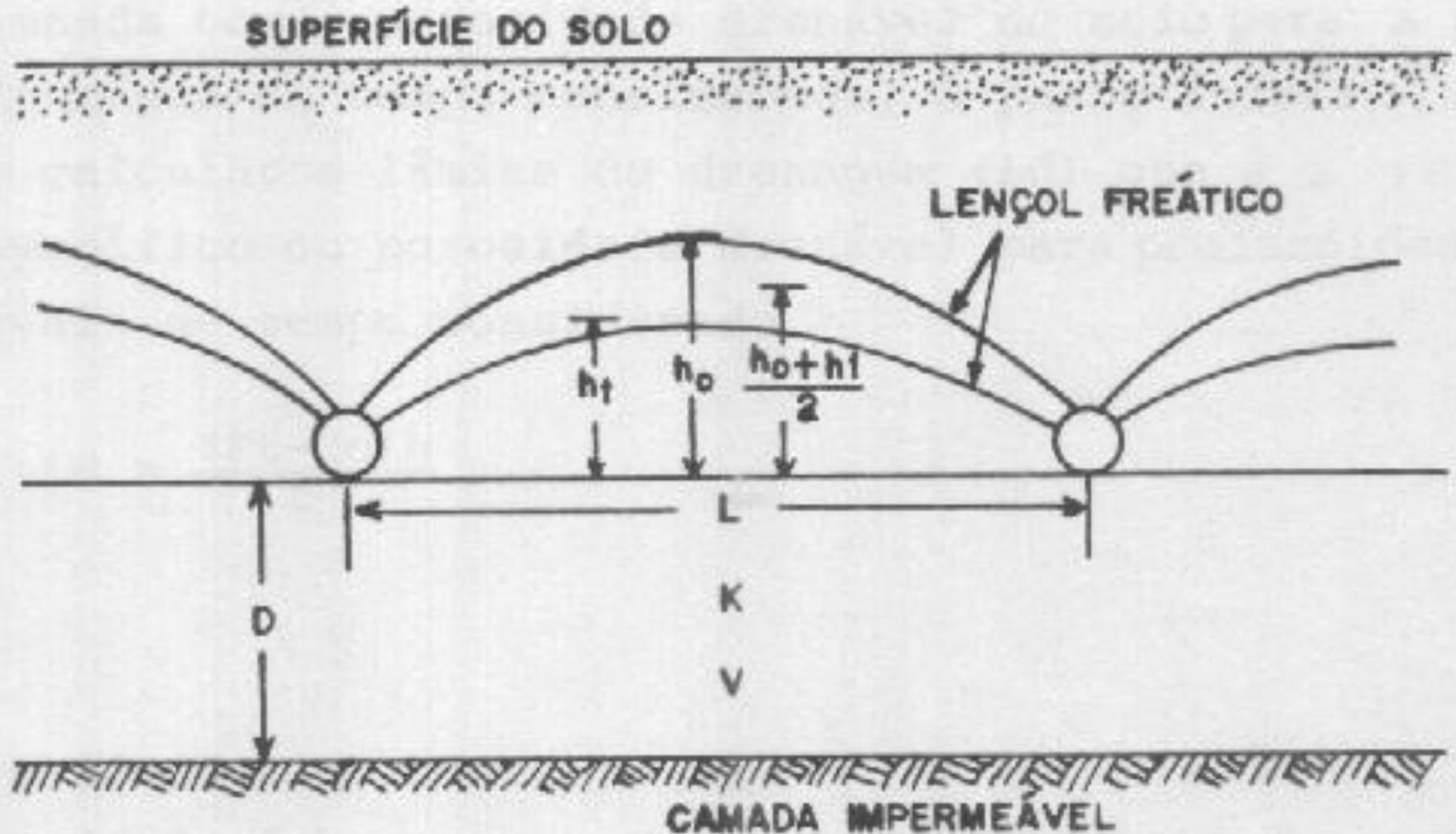
Drenagem Superficial ⇒ Retirar o excesso de água da superfície do solo.



Drenagem Subterrânea ⇒ Acelerar o processo de retirada de água do perfil de solo.



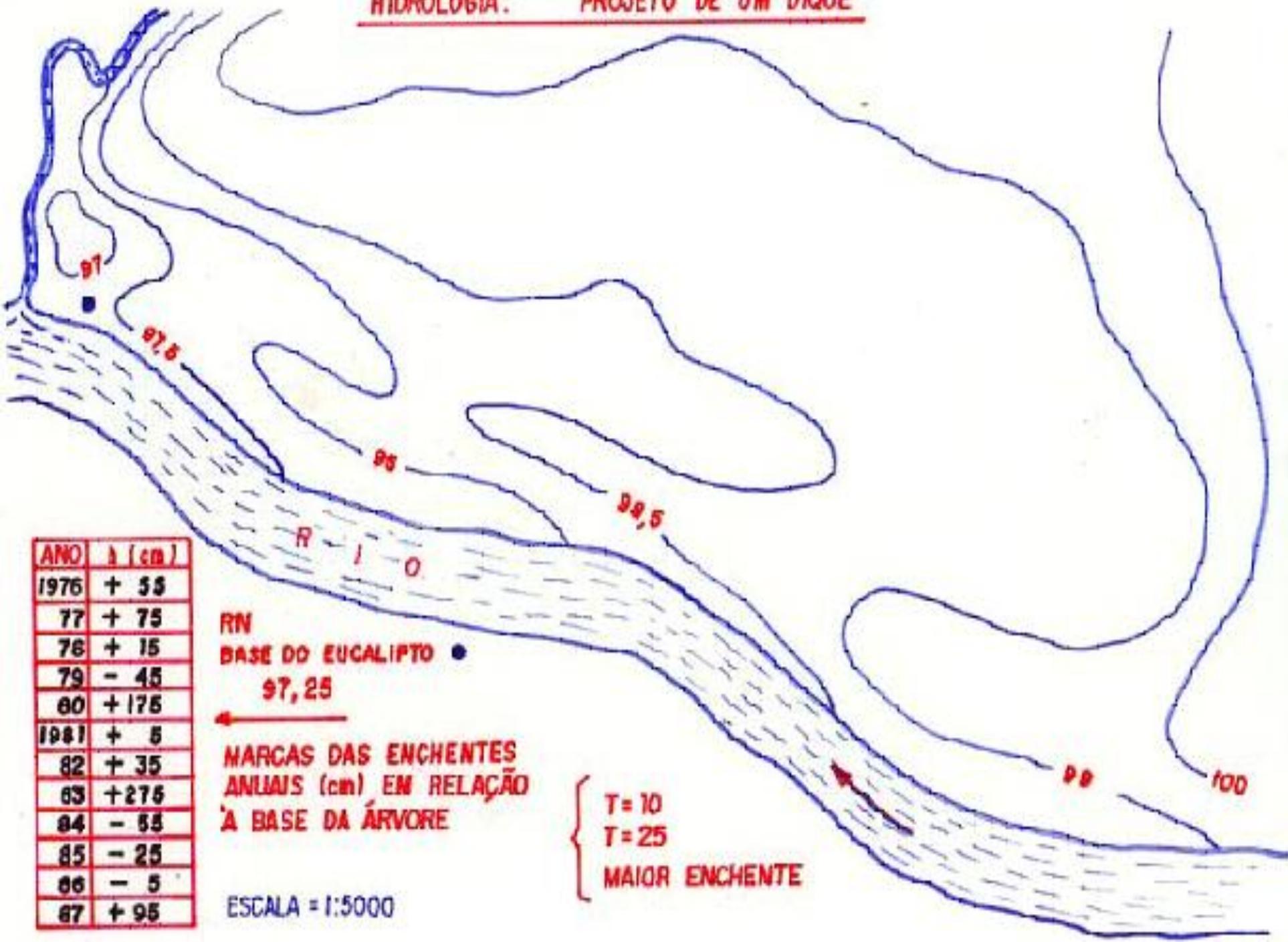
Regime de fluxo não permanente



Caráter Multidisciplinar e Interdisciplinar

- **Física de Solos**
- **Fisiologia Vegetal;**
- **Hidrologia;**
- **Hidráulica;**
- **Irrigação;**
- **Economia;**
- **Informática, etc.**

HIDROLOGIA: PROJETO DE UM DIQUE



Drenagem agrícola e o sistema solo, água, planta

Problemas com o excesso de sais

Freqüentemente os problemas de salinidade na agricultura se devem ao nível freático alto e não controlado, situados nos dois primeiros metros do solo. A água nessa condição é capaz de se elevar por capilaridade, carreando sais que acabam se acumulando na zona radicular na medida em que a “água” é evapotranspirada (AYERS & WESTCOT, 1991).

Drenagem agrícola e o sistema solo, água, planta

Benefícios da drenagem agrícola

Um sistema de drenagem subterrânea instalado em áreas irrigadas, além de prevenir e solucionar problemas relacionados com o lençol freático elevado, constitui uma das principais infraestruturas no processo de dessalinização dos solos, propiciando dessa maneira, condições favoráveis de umidade, aeração e balanço de sais às raízes das plantas cultivadas.

Controle adequado do lençol freático

A posição ótima do lençol freático seria aquela que não ocasionasse redução nos rendimentos das culturas, entretanto, a instalação de um sistema que assegure essa profundidade é anti econômica e se prefere que os rendimentos das culturas não alcancem o máximo físico. A profundidade ótima seria aquela com maior valor benefício/custo (PIZARRO, 1978).

Efeitos do excesso de água sobre atributos físicos do solo

- **Textura:** existe uma tendência de áreas com problemas de drenagem, apresentarem predominância de silte e argila em razão da intensa deposição destas partículas nas estações chuvosas.
- **Estrutura:** solos com problemas de drenagem podem ter sua estrutura alterada em razão de salinização e compactação consequente do trânsito de máquinas.

Efeitos do excesso de água sobre atributos físicos do solo

- **Condutividade hidráulica:** todos os fatores que afetam a estrutura têm um efeito direto sobre a condutividade hidráulica.
- **Temperatura do solo:** a temperatura do solo afeta o desenvolvimento da planta indiretamente. Uma temperatura baixa reduz a decomposição da matéria orgânica, diminuindo a quantidade de nutrientes disponíveis à planta.

Temperatura do solo

Aquecimento retardado em solos encharcados

- O calor específico da água é cinco vezes maior do que a matriz seca do solo. Conseqüentemente, para uma mesma radiação solar incidente, o solo com água demora mais a aquecer que um solo seco.

- **Aeração do solo:** Fluxo de gases entre o interior do solo e a atmosfera livre.

- $P_{atm} = \sum P_i;$

- $P_{atm} = P_{N_2} + P_{O_2} + P_{CO_2} + P_{Ar} + P_{Ne} + \dots$

- Processo dominante: DIFUSÃO.

- **Difusão:** gradiente de pressão parcial do gás ou de sua concentração ($\partial C_i / \partial Z$).

No solo, a P_{atm} total é a mesma da atmosfera livre junto à superfície do solo, mas as pressões parciais são diferentes.

Atmosfera livre :

O_2 \longrightarrow 21 %

CO_2 \longrightarrow 0,03 %

No solo :

$\downarrow O_2$: consumido por microorganismos e através do sistema radicular das plantas. (mínimo em torno de 10%);

$\uparrow CO_2$: liberado em processos metabólicos que ocorrem no solo.

Equações de Darcy-Buckingham e de Fick

$$(1) q = - K(\theta) \frac{\partial \psi_t}{\partial z} \longrightarrow (1) J = - D(\theta) \cdot \frac{\partial C}{\partial z}$$

D_0 : coeficiente de difusão do gás no ar ($\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)

∂C : variação da concentração do gás ($\text{moles} \cdot \text{cm}^{-3}$)

J : densidade do fluxo de massa ($\text{moles} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

Aspectos do excesso de umidade no solo

Condições de umidade excessiva na zona radicular são adversas para a maioria das culturas. Essas adversidades estão no fato de que a deficiência no teor de oxigênio no solo compromete o transporte de nutrientes através do sistema radicular, tornando as plantas mais suscetíveis às doenças e à deficiência nutricional.

A difusão do oxigênio através de poros cheios de ar é aproximadamente 10.000 vezes mais rápida que através de poros cheios de água; conseqüentemente, a taxa de difusão de oxigênio através da água é frequentemente o fator limitante da respiração das raízes (KANWAR et al., 1988).

Níveis do lençol freático e resposta das culturas

De acordo com Williamson & Kriz (1970), as máximas produtividades das culturas estão associadas a uma profundidade ótima do lençol freático, e tal profundidade ótima depende do tipo de solo, tipo de cultura, clima e irrigação.

Rendimentos (%) em função de níveis do lençol freático

Cultura	Solo	Profundidade do lençol freático (cm)								
		15	30	45	60	75	90	100	120	150
Milho	Franco arenoso	-	41	82	85	100	85	45		
Feijão	Argiloso	-	-	79	84	-	90	-	94	100
Tomate	Franco argiloso	9	28	47	60	-	100	-	-	-
Beterraba	Argiloso	-	-	71	84	-	92	-	97	100
Sorgo	Argiloso	73	86	93	100	93				
Abóbora	Franco	21	48	58	65	78	90	100		