

The background of the slide is black and features several water droplets of various sizes. The droplets are rendered with realistic shading and highlights, giving them a three-dimensional appearance. They are scattered across the frame, with some larger droplets and many smaller ones.

IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

PATRICIA ANGÉLICA ALVES MARQUES

ESALQ/USP

paamarques@usp.br

IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

A água é aplicada diretamente na região do sistema radicular, sobre ou abaixo da superfície do solo em pequenas vazões e altas frequências.

Mantendo com alto grau de umidade um pequeno volume de solo que contém o sistema radicular das plantas.

Sistemas fixos.

SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

GOTEJAMENTO



MICROASPERSÃO



GOTEJAMENTO SUPERFICIAL

- BASTANTE UTILIZADO EM ÁRVORES FRUTÍFERAS, MORANGO, TOMATE, CAFÉ, PLASTICULTURA, PAISAGISMO, ...
- INDICADO CULTURAS ESPAÇADAS OU DE ALTO VALOR.





- GOTEJAMENTO
EM LINHA
DUPLA EM
BANANA



GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL

Sistema totalmente enterrado utilizado em cana-de-açúcar, tomate, melão, gramados e jardins.

Aplicação de água residuária.

Reduz perdas por evaporação na superfície do solo.

Reduz a incidência de plantas invasoras.

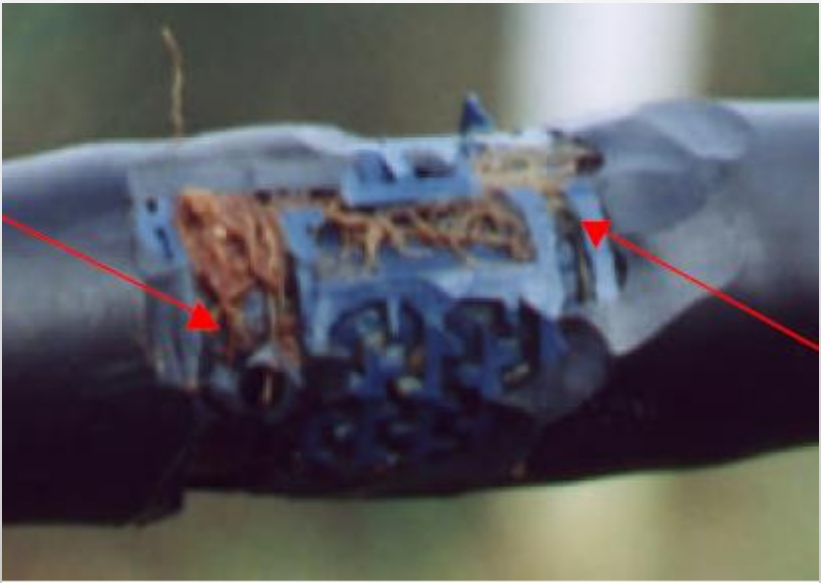
Estimula crescimento do sistema radicular.

Alto custo de instalação.

Dificuldade de manutenção.

Apresenta problemas com intrusão radicular.







GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL EM TOMATE

MICROASPERSÃO

- A água cobre uma pequena área próxima ou abaixo da copa da planta.
- Bastante utilizada em paisagismo e campos de golf.
- Menos problemas com entupimento.





Crescimento países desenvolvidos:

- conversão de sistemas por superfície
- otimizar o uso dos recursos hídricos disponíveis
- políticas de gerenciamento (outorgas)

O setor mais promissor da irrigação, sendo a que apresenta atualmente a maior taxa de crescimento no setor.

Particularidade importante das indústrias → internacionalização

Os Israelenses → desenvolvimento e divulgação, tanto é que, mercado, as que apresentam das empresas existentes no maior diversidade de produtos são as Israelenses.

BENEFÍCIOS



Alta produtividade
→ mantém nível de
umidade no solo



Aplicação de
fertilizantes



Alta
eficiência de
irrigação



Não interfere em
tratamentos fitossanitários



Baixas pressões →
menor consumo
energia



Menor uso
mão-de-obra



Não dispersa
sementes de plantas
invasoras

LIMITAÇÕES



Alto custo de
implantação



Sensível a
entupimentos



Não permite
controle do
microclima



Promove
acumulo de
sais



Limita desenvolvimento do
sistema radicular

GOTEJAMENTO X MICROASPERSÃO

Gotejamento	Microaspersão
Mais exigente em filtragem	Menos exigente em filtragem
Não exige posição para funcionamento	Exige posição para funcionamento (suporte)
Difícil localizar emissores entupidos	Fácil localizar emissores entupidos



Emissor “in-line” é aquele que foi projetado para instalação entre dois trechos de tubo em uma lateral de irrigação



Emissor “on-line” é aquele que foi projetado para instalação na parede de uma lateral de irrigação, quer diretamente ou indiretamente por meio de microtubos

Tubo emissor - tubo contínuo, incluindo tubo colapsável (fita), com perfurações ou com outros dispositivos hidráulicos modelados ou integrados no tubo durante o processo de fabricação e projetados para descarregar água na forma de gotas ou fluxo contínuo.



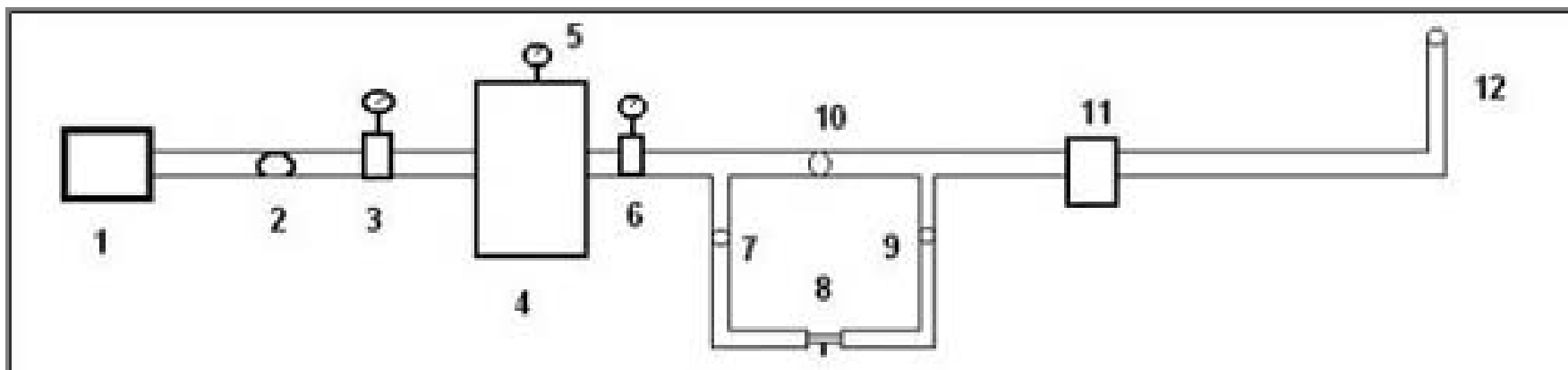
fita gotejadora com labirintos modelados



Gotejador integrado - tipo bob



Gotejador integrado - tipo pastilha



- 1 – Motobomba
- 2 – Registro de gaveta
- 3 – Medidor de vazão
- 4 – Filtro de areia
- 5 – Manômetro do filtro
- 6 – Manômetro da saída do filtro
- 7 – Registro esfera
- 8 – Injetor venturi (fertirrigação)
- 9 – Registro esfera
- 10 – Registro esfera da linha de recalque
- 11 – Filtro de tela e/ou disco
- 12 – Linha Principal

CAUSAS DE OBSTRUÇÃO

Partículas minerais

Areia, limo, argila e outras

Partículas orgânicas

Algas, bactérias, restos vegetais ou animais

Precipitados químicos

Sais da água, depósitos de Fe, S e Mn, fertilizantes

PRÉ-FILTROS

➤ **Função:** eliminar partículas mais densas que a água

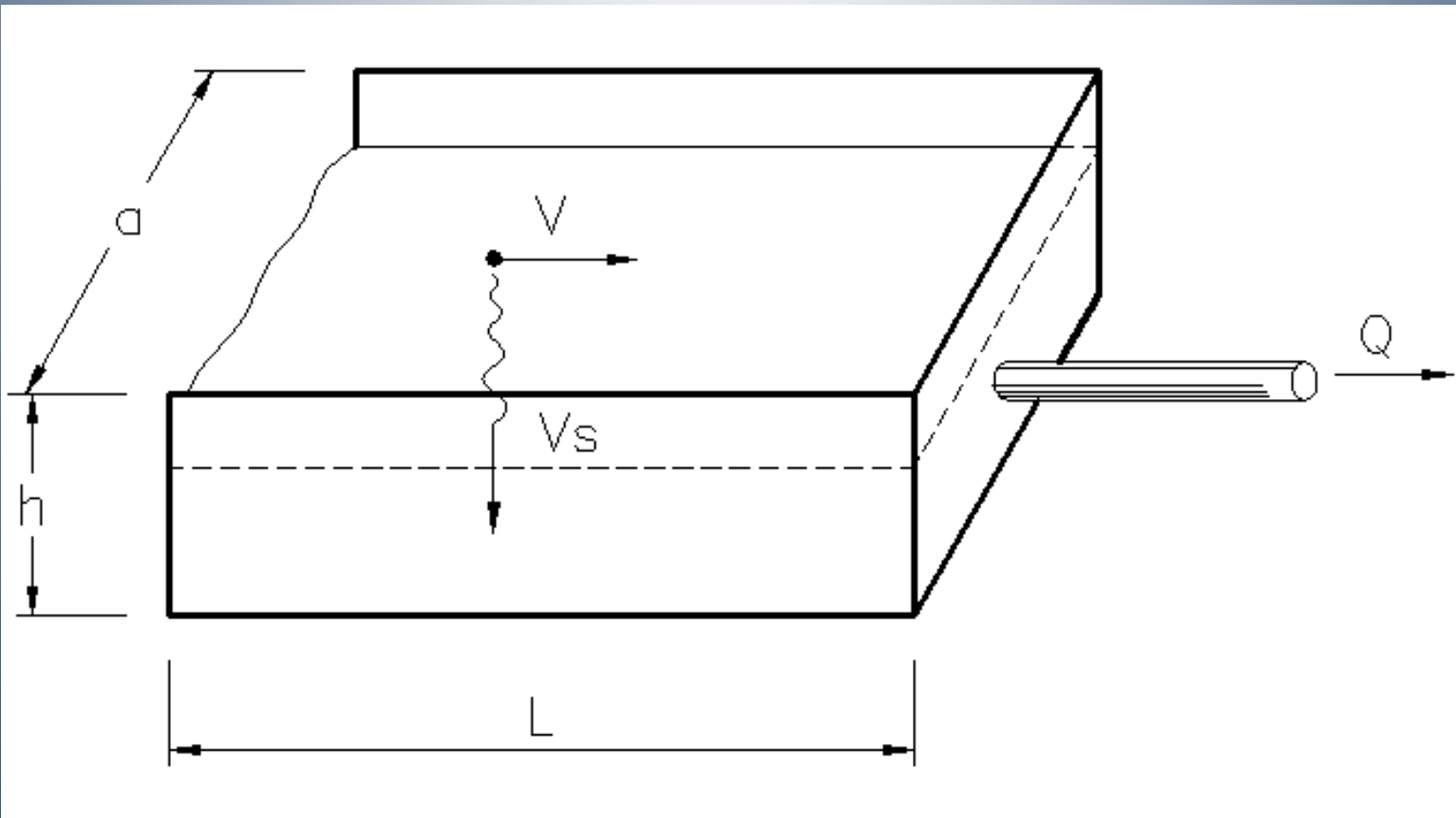
➤ **Tipos:**

Decantadores

Hidrociclones

PRÉ-FILTROS

➤ Decantadores



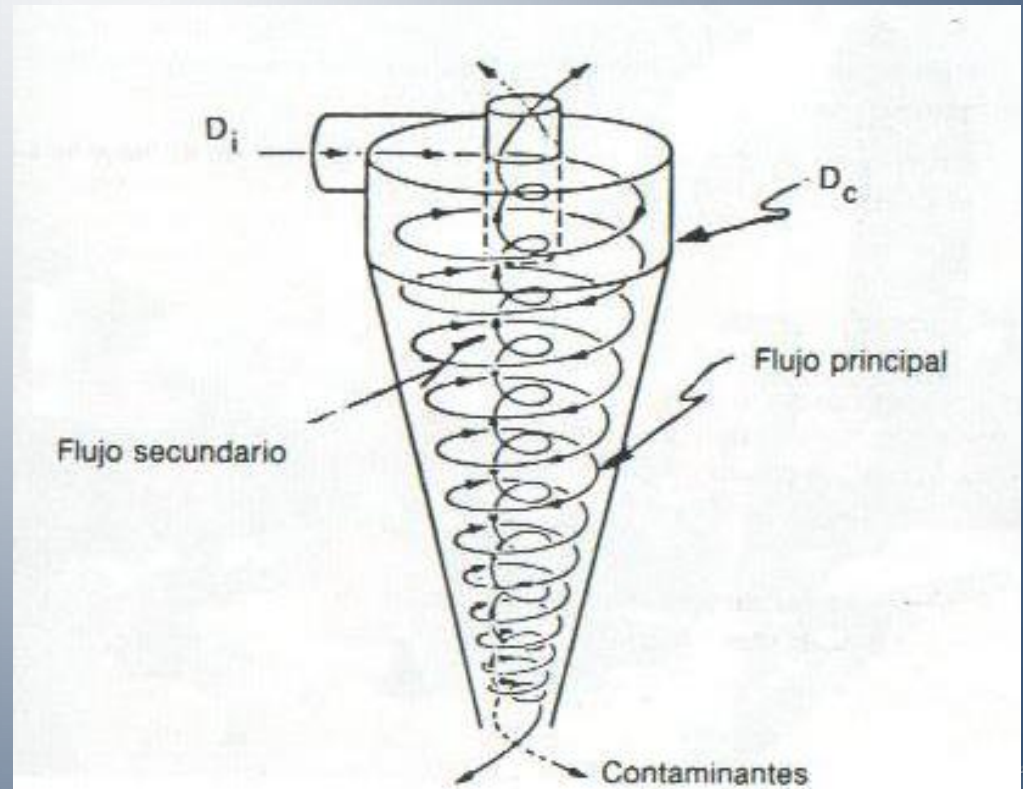
PRÉ-FILTROS

➤ Hidrociclones

➤ Remove partículas com peso específico maior que o da água.

➤ Areia

➤ Não efetivo para remoção de matéria orgânica, algas e materiais leves.



FILTROS DE AREIA



- matéria orgânica
- Retrolavagem

CABEÇAL DE CONTROLE



SISTEMA DE FILTRAGEM



FILTROS DE TELA



FILTROS DE DISCO



FILTROS DE DISCO

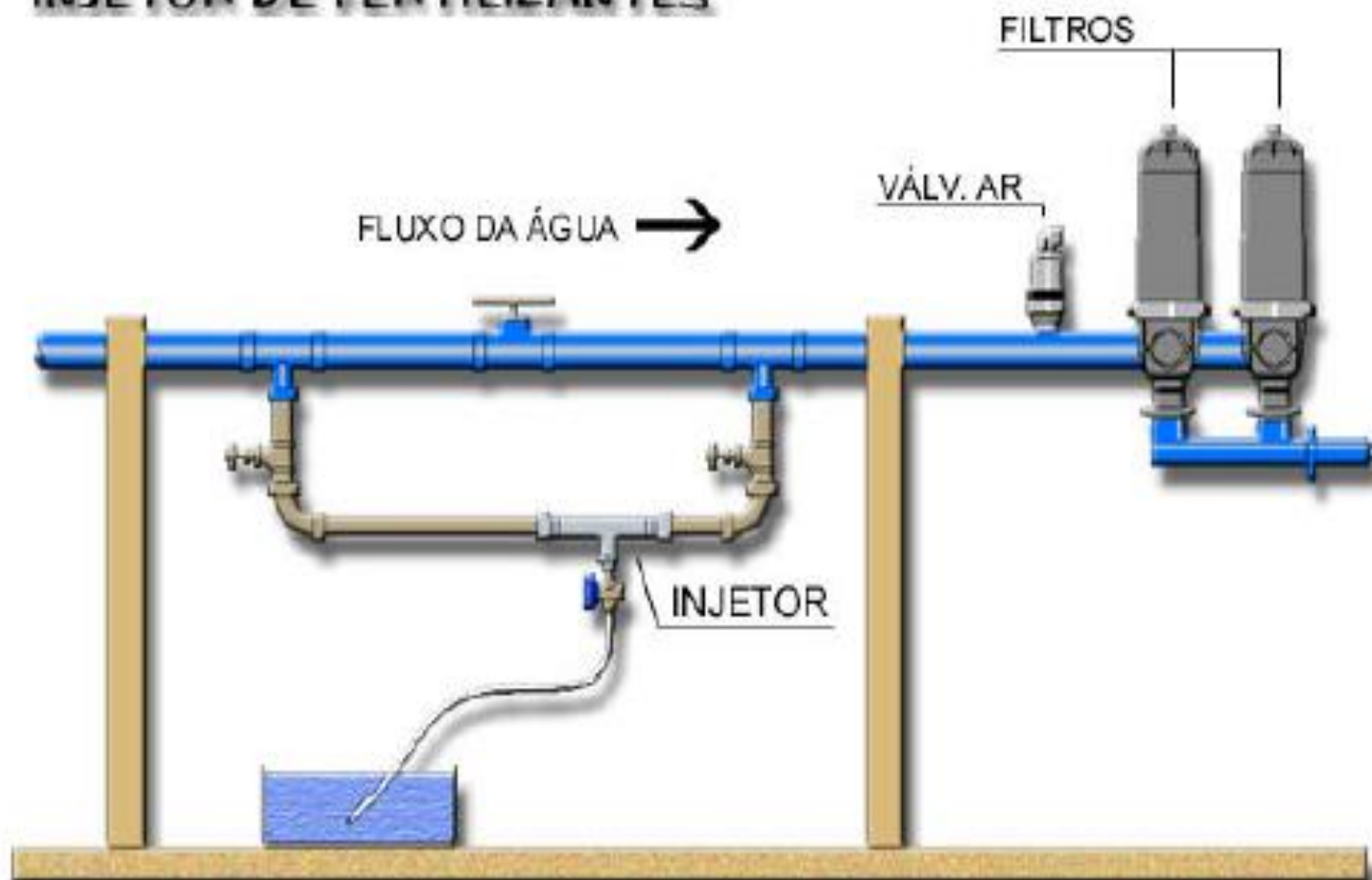
➤ Seleção

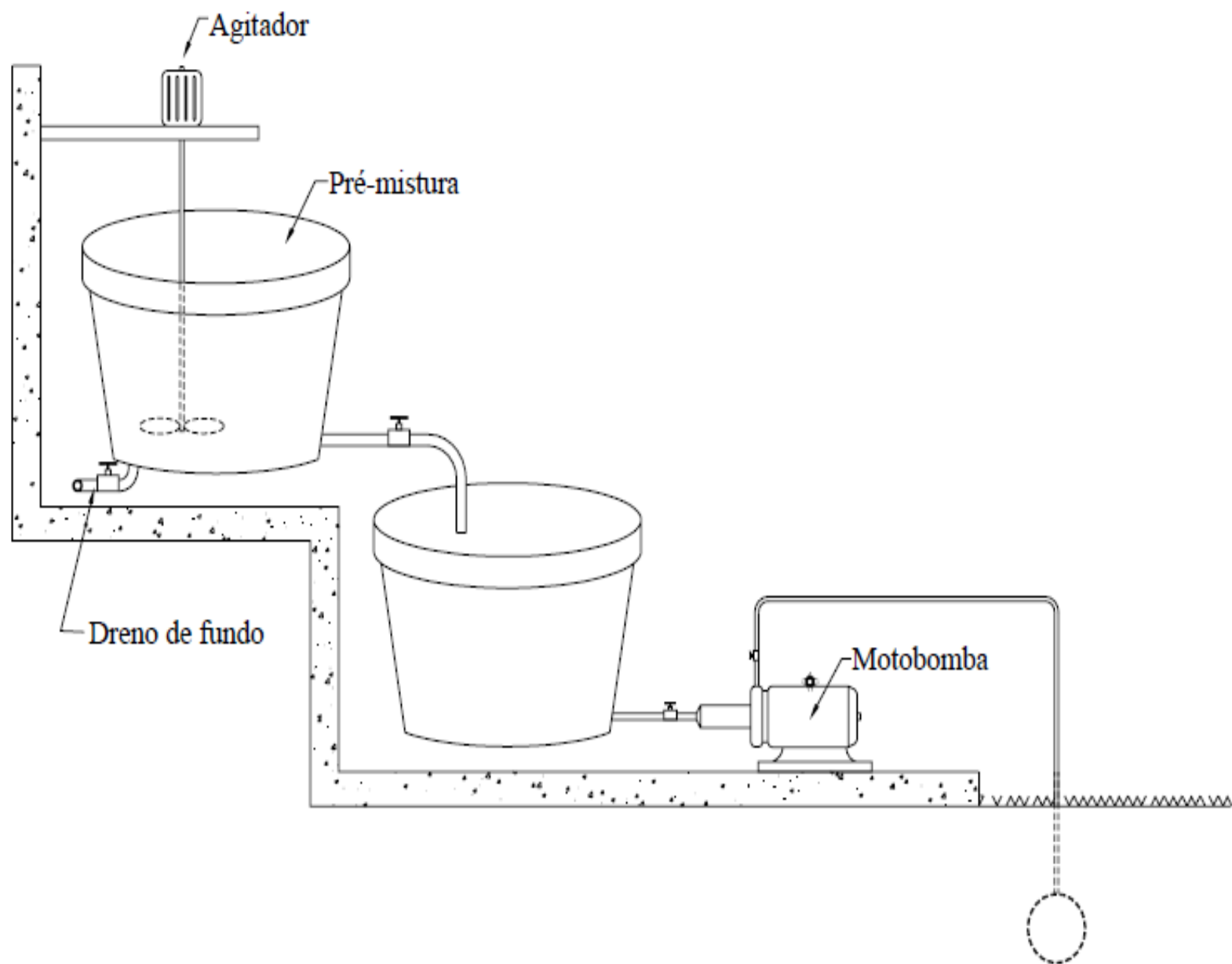
Cor	Número de ranhuras	Mesh	Diâmetro (mm)
Azul	170	40	0,420
Amarelo	340	80	0,177
Vermelho	490	120	0,125
Preto	660	140	0,105

Aspectos que devem ser considerados:

- grau de filtração desejado
- vazão de circulação
- pressão de operação
- perda de carga

INJETOR DE FERTILIZANTES





COMPATIBILIDADE DOS FERTILIZANTES

Os fertilizantes empregados na fertirrigação não podem ser misturados aleatoriamente. É preciso verificar a compatibilidade entre eles para evitar complexação de íons, formação de outros compostos e precipitados químicos. A tabela a seguir pode ser utilizada para evitar possíveis problemas:

	Uréia	Nitrato de amônia	Sulfato de amônia	Nitrato de cálcio	Nitrato de potássio	Cloreto de potássio	Sulfato de potássio	Fosfato de amônia	Sulfato de Fe, Zn, Cu, Mn	Quelatos de Fe, Zn, Cu, Mn	Sulfato de magnésio	Ácido fosfórico	Ácido sulfúrico	Ácido nítrico
Uréia	Verde													
Nitrato de amônia	Verde	Verde												
Sulfato de amônia	Verde	Verde	Verde											
Nitrato de cálcio	Verde	Verde	Amarelo	Verde										
Nitrato de potássio	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde									
Cloreto de potássio	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde								
Sulfato de potássio	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Verde	Amarelo	Verde							
Fosfato de amônia	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde						
Sulfato de Fe, Zn, Cu, Mn	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Verde					
Quelatos de Fe, Zn, Cu, Mn	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Verde	Verde				
Sulfato de magnésio	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde			
Ácido fosfórico	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde		
Ácido sulfúrico	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	
Ácido nítrico	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde

Totalmente compatível	Verde
Solubilidade reduzida	Amarelo
Incompatível	Vermelho

Fonte: Van der Gulik, T.W. 1999

TRATAMENTO DE ÁGUA

- Entupimento por microorganismos

Prevenção: cloro (0,5-1 ppm),

Recuperação parcial: cloro (200-500 ppm) 12h

- Entupimento por precipitados químicos

Carbonatos de cálcio → acidificação

Precipitados de Fe, Mn, S → provocar a oxidação e precipitação antes dos filtros



PROJETO DE MICROASPERSÃO



Declividade 6%



Cultura da Laranja $\rightarrow z = 100$ cm;
espaçamento = 6x7; $f = 0,5$; $k_c = 0,9$;
diâmetro sombreado = 5,66 m



ECA = 8mm/dia; $k_p = 0,8$



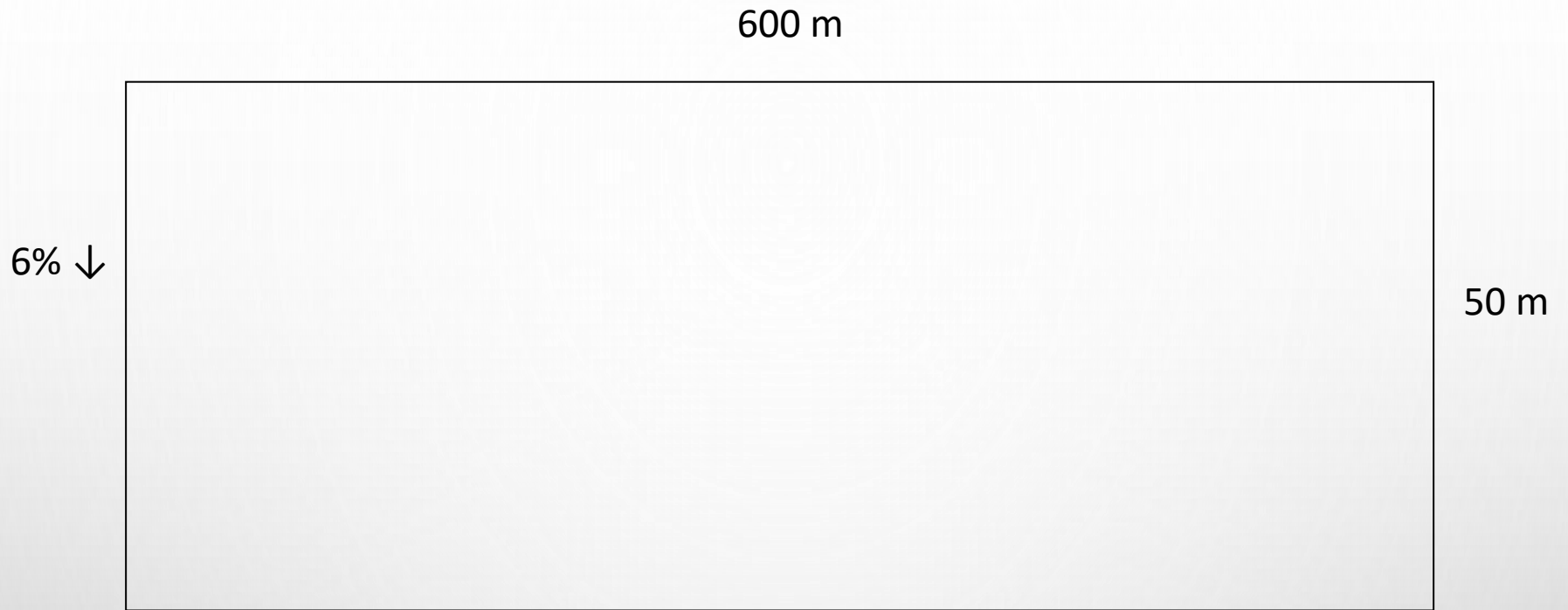
Solo: $U_{cc} = 28\%$; $U_{pmp} = 14\%$;
 $d_s = 1,3$ g/cm³



Eficiência da irrigação = 90%



Eficiência da motobomba = 60%

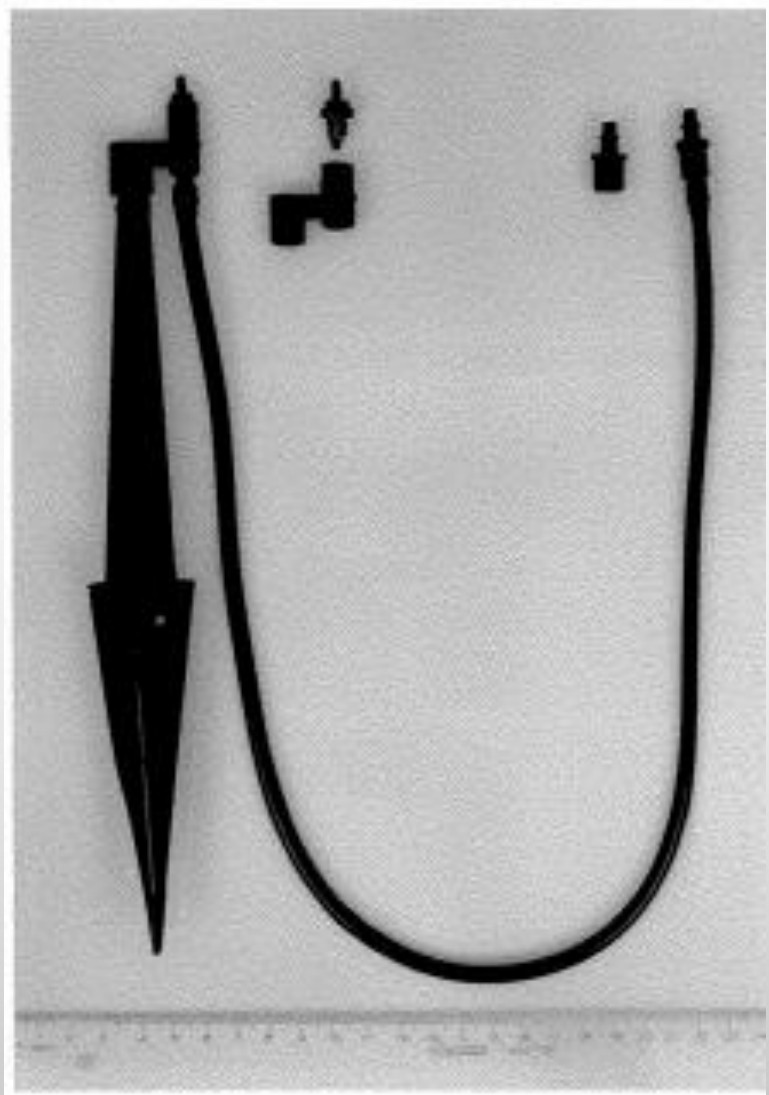


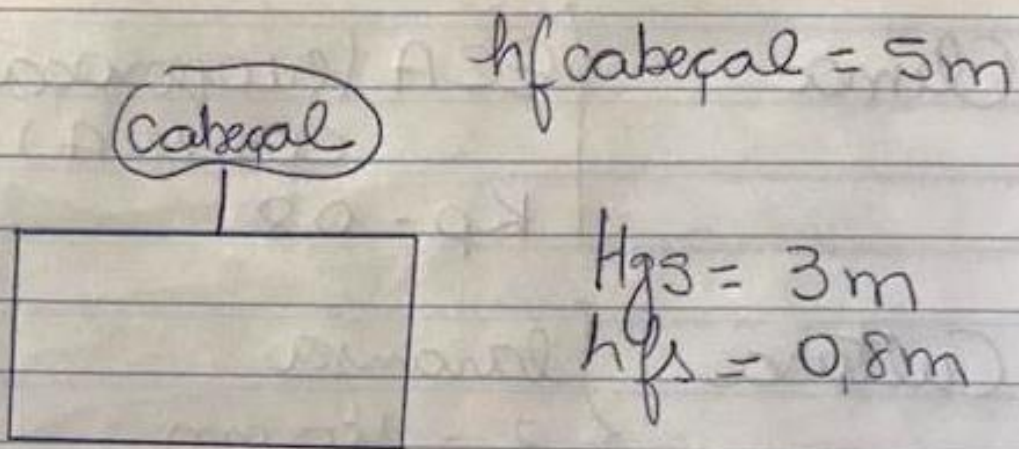
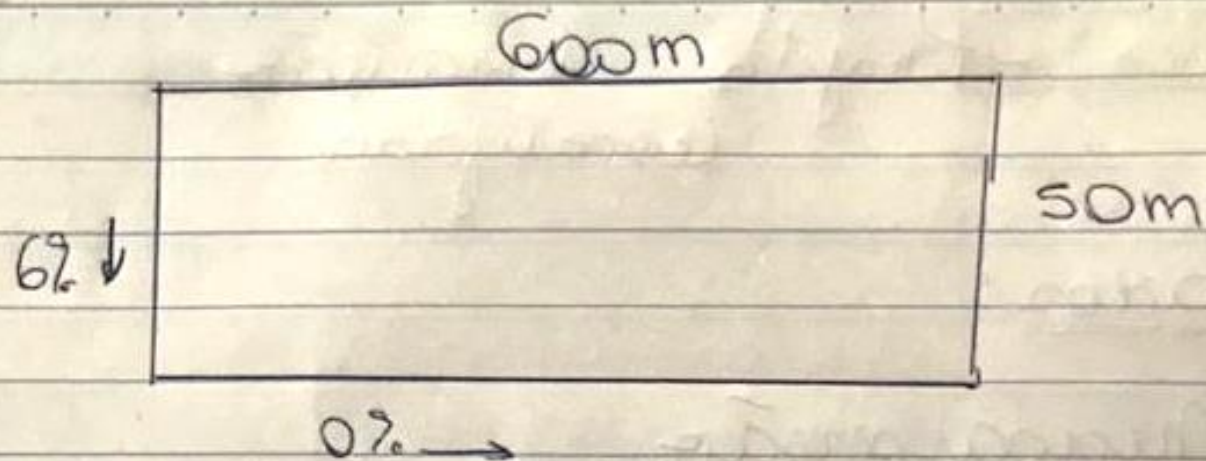
Emissor disponível:

Microaspersor Dantas MA70

PS = 15mca; $q_e = 70\text{L/h}$ e diâmetro molhado = 5m

$$q = 16,22 * H^{0,54}$$





Passo 1) Consumo de água

$$\bullet \begin{cases} ETO = ECA \cdot Kp = 8 \frac{\text{mm}}{\text{dia}} \cdot 0,8 \\ ETO = 6,4 \text{ mm/dia} \end{cases}$$

$$\bullet \begin{cases} ETm = ETO \cdot Kc = 6,4 \frac{\text{mm}}{\text{dia}} \cdot 0,9 \\ ETm = 5,8 \text{ mm/dia} \end{cases}$$

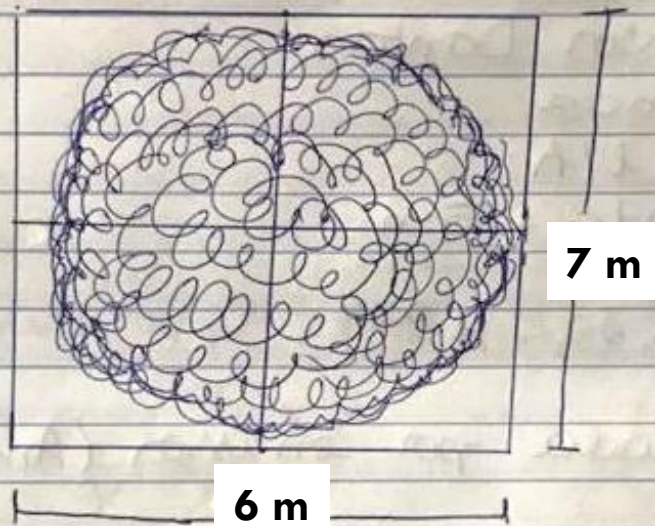
• ETg (evapotranspiração reduzida para irrigação localizada) função da cobertura vegetal

$$ETg = ETm \cdot Kr$$

K_r = coeficiente de redução (≤ 1)

GC = grau de cobertura vegetal

$$GC = \frac{\text{área sombreada (m}^2\text{)}}{\text{área total (m}^2\text{)}}$$



$$\phi_{\text{sombreado}} = 5,66 \text{ m}$$

$$\text{raio sombreado} = 2,83 \text{ m}$$

$$GC = \frac{\pi \cdot 5,66^2 / 4}{6 \times 7} = 0,599$$

$$K_n = GC + \frac{1}{2} (1 - GC)$$

$$K_n = 0,599 + \frac{1}{2} (1 - 0,599) = 0,80$$

Assum

$$E_{tg} = E_{tm} \cdot K_n = 5,8 \cdot 0,8 = 4,64 \text{ mm/dia}$$

Exemplo 2) Emissor

Microaspersor Dantas

$$PS = 15 \text{ mca}$$

$$q_e = 70 \text{ l/h}$$

$$\varnothing \text{ molhado} = 5 \text{ m}$$

$$q = 16,22 \cdot H^{0,54}$$

Área molhada por emissor (A_m)

$$A_m = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 5^2}{4} = 19,63 \text{ m}^2$$

Regra: $\left\{ \begin{array}{l} \text{regiões úmidas mínimo } 25\% \\ \text{regiões áridas mínimo } 33\% \\ \text{máximo} = \text{GC} \end{array} \right.$

Se 1 emissor por planta:

P% (porcentagem de área molhada)

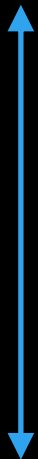
$$P\% = \frac{A_m (\text{m}^2)}{\text{área total } (\text{m}^2)} = \frac{19,63}{6 \times 7} = 0,467$$

$$P\% = 0,467 = 46,7\%$$

6x7



6 m

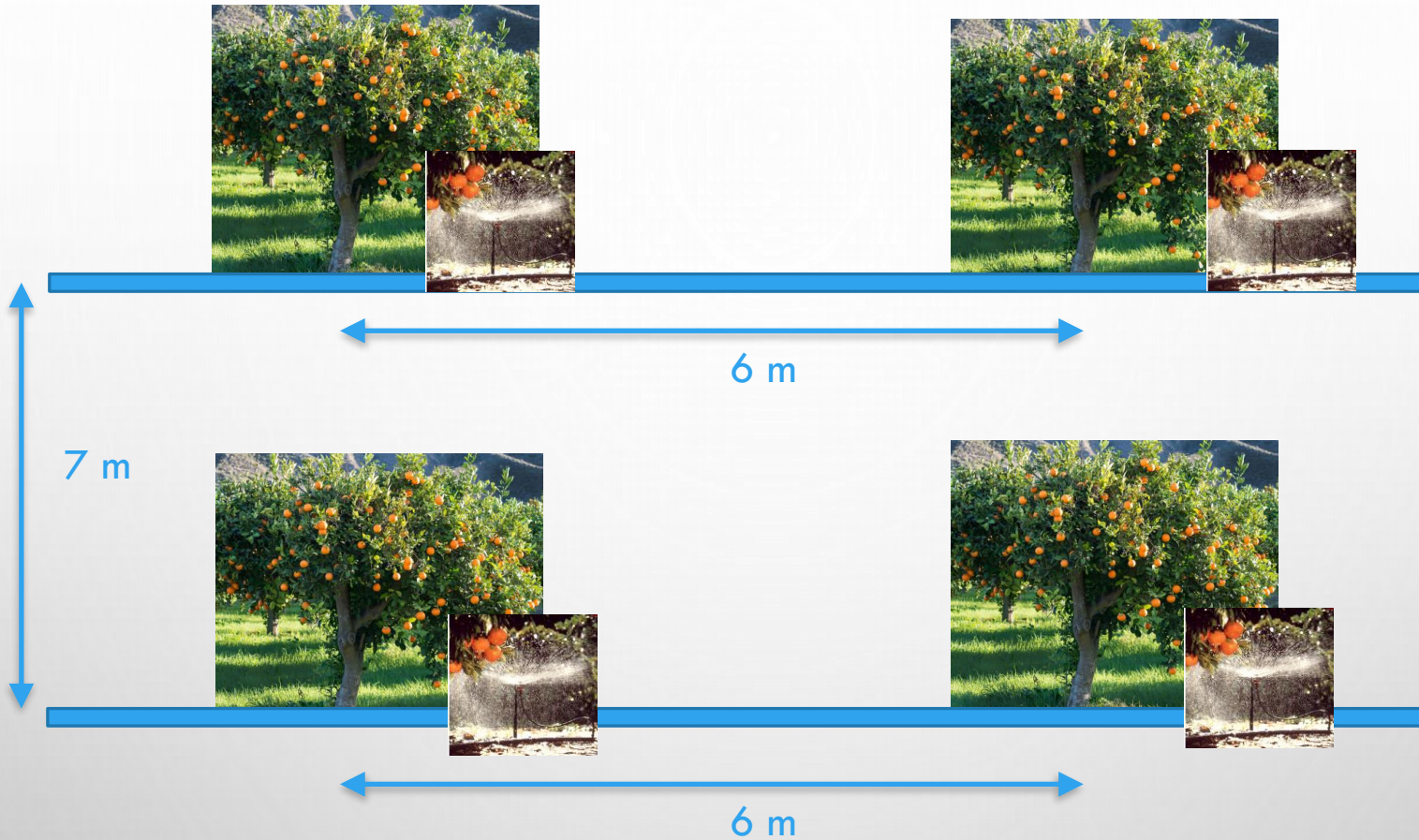


7 m

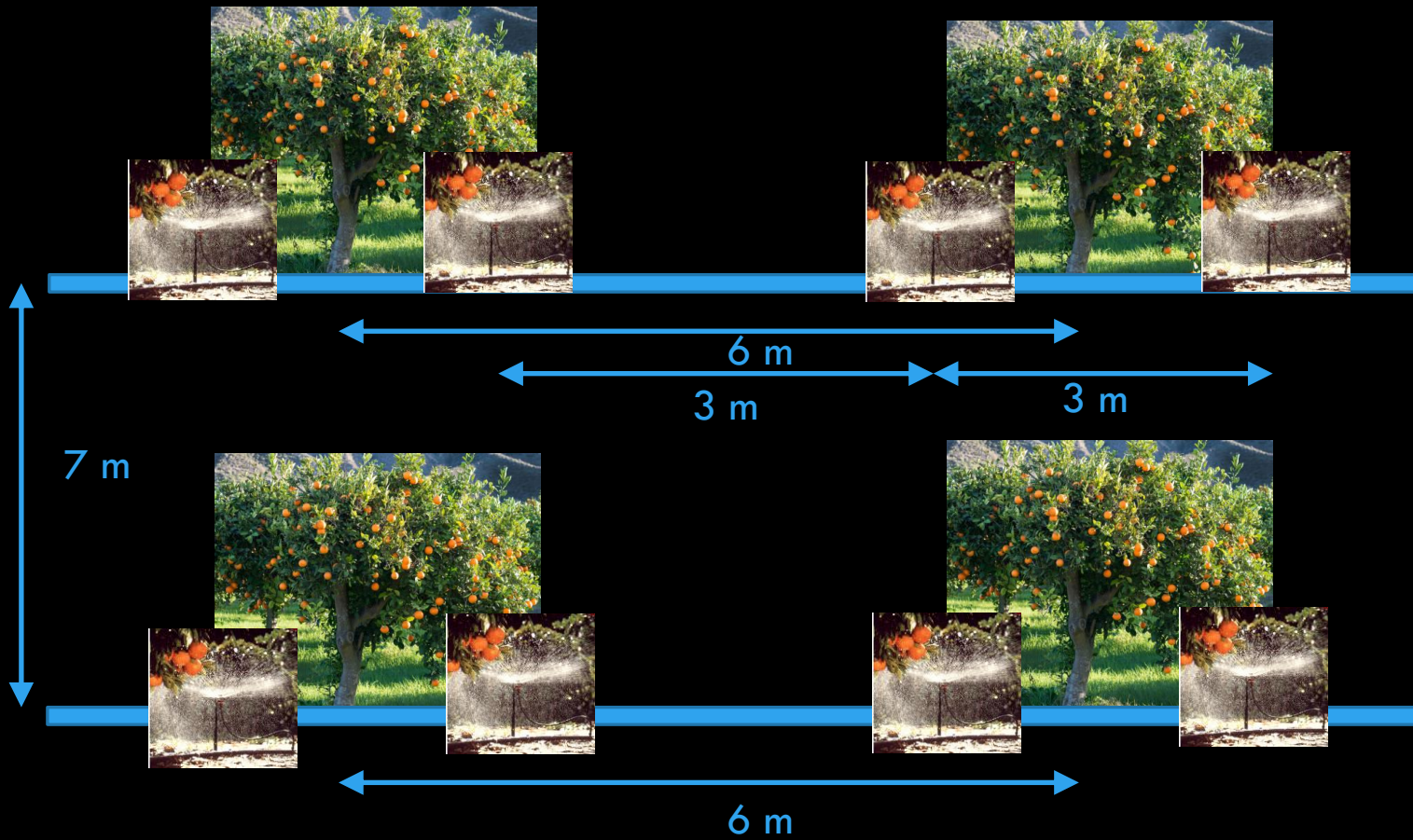


6 m



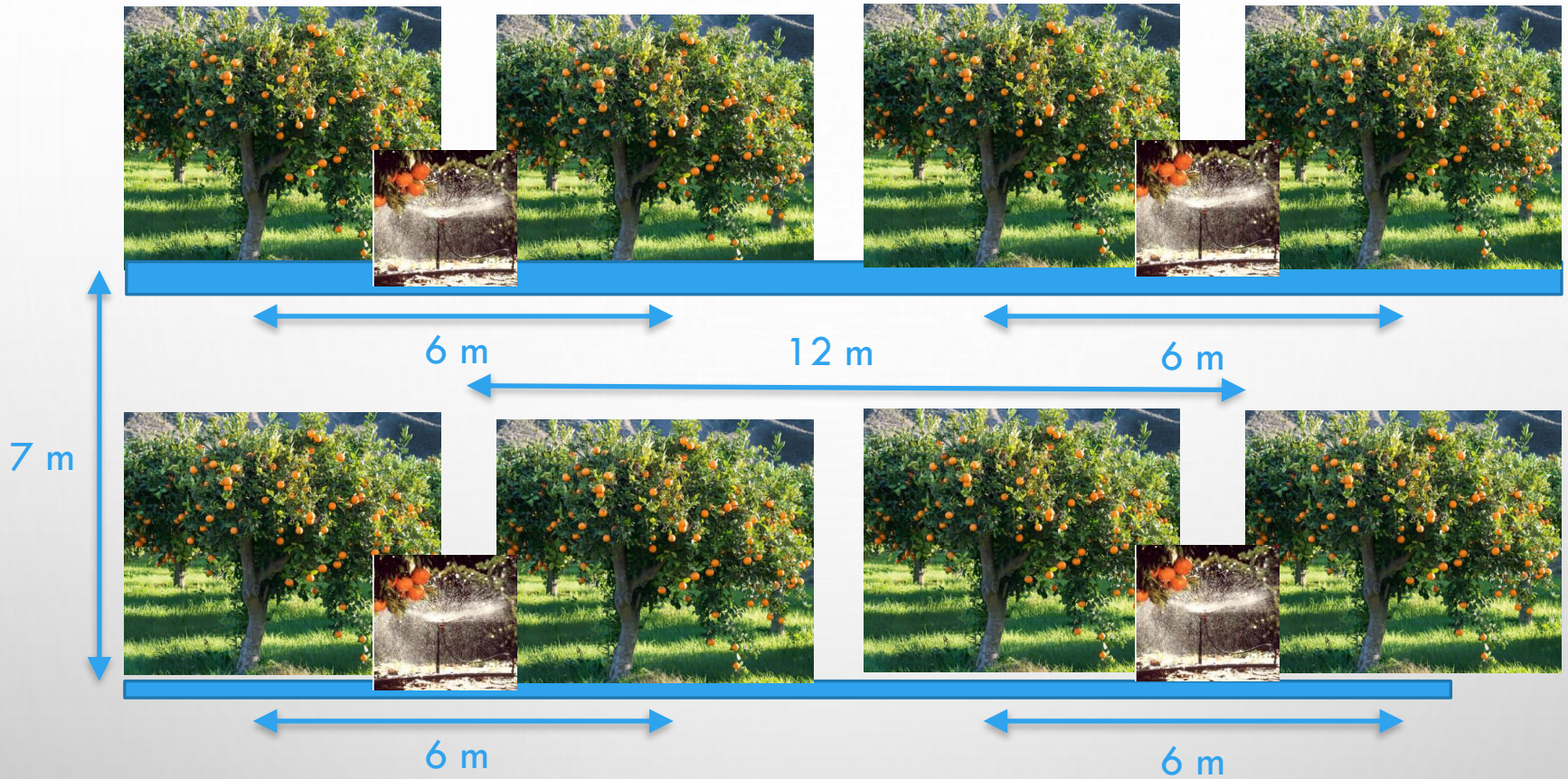


1e/pl → P% = 46,7%
6x7



$$2e/pl \rightarrow P\% = 93,2\%$$

$$3 \times 7$$



$\frac{1}{2} e/pl \rightarrow P\% = 23,8\%$
 12×7

Nosso Projeto região úmida
mínimo 25%

1e/pl = 46,7%
2e/pl = 93,2%
0,5e/pl = 23,8%

→ sem

> 6C (59,9%) não

< 25% não

adotado 3 e/pl

6 x 7

Se

Le

$p\% = 46,7\%$

$n_e = 1$

Passo 3) DRAG

$$DRAG = DRA \cdot \frac{P_2}{100}$$

$$DRAG = \frac{V_{CC} - V_{pmp}}{10} \cdot ds \cdot z \cdot f \cdot \frac{P_2}{100}$$

$$DRAG = \frac{28 - 14}{10} \cdot 1,3 \cdot 100 \cdot 0,5 \cdot \frac{46,7}{100}$$

$$DRAG = 42,5 \text{ mm}$$

Passo 4) TR

$$TR_{\text{maximo}} = \frac{DR_{Ag}}{etg} = \frac{42,5 \text{ mm}}{4,64 \text{ mm/dia}}$$

$$TR_{\text{maximo}} = 9,23 \text{ dias} = 9 \text{ dias}$$

irrigação localizada máx 4 dias

$$TR \text{ adotado} = \boxed{4 \text{ dias}}$$

Passo 5) lâmina de irrigação (LB)

$$LB = \frac{E_{tg} \cdot TR}{E_a} = \frac{4,64 \cdot 4}{0,9}$$

$$LB = 20,6 \text{ mm} < 42,5 \text{ mm OK}$$

Passo 6) Tempo de irrigação (T_i)

$$T_i = \frac{LB(\text{mm}) \cdot S_e(\text{m}) \cdot L_e(\text{m})}{n_e (\text{e/pl}) \cdot q_e (\text{l/h})}$$

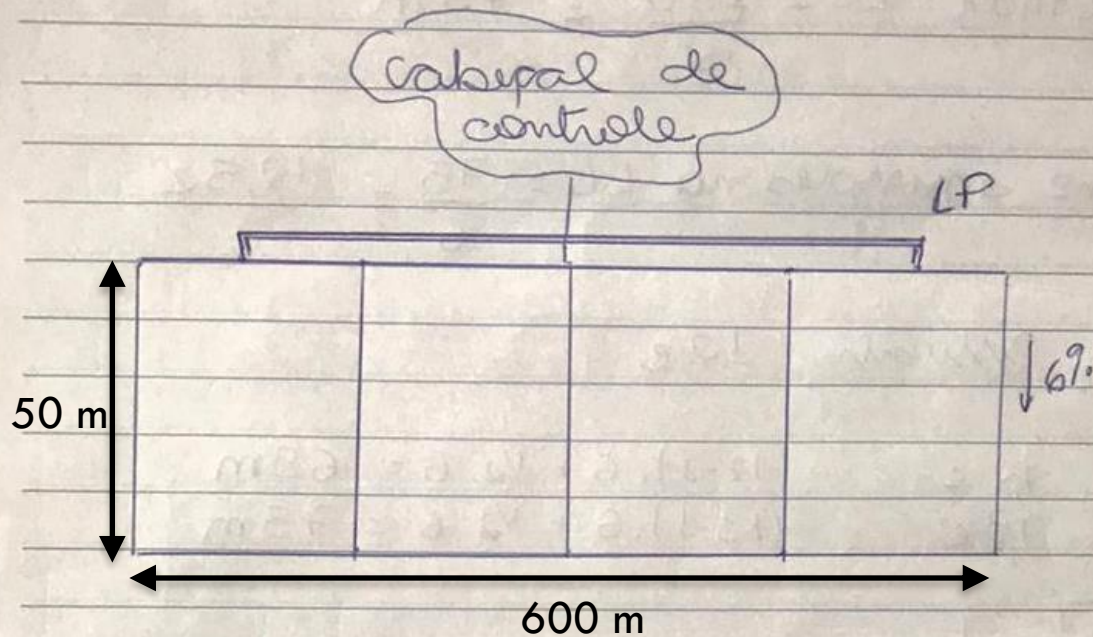
$$T_i = \frac{20,6 \cdot 6 \cdot 7}{1 \cdot 70} = 12,5 \text{ h}$$

Volume requerida por planta por dia

$$Q_p = \frac{q_e (\text{l/h}) \cdot T_i (\text{h})}{TR (\text{dia})} =$$

$$Q_p = \frac{70 \cdot 12,5}{4} = 218 \text{ l/pl. dia}$$

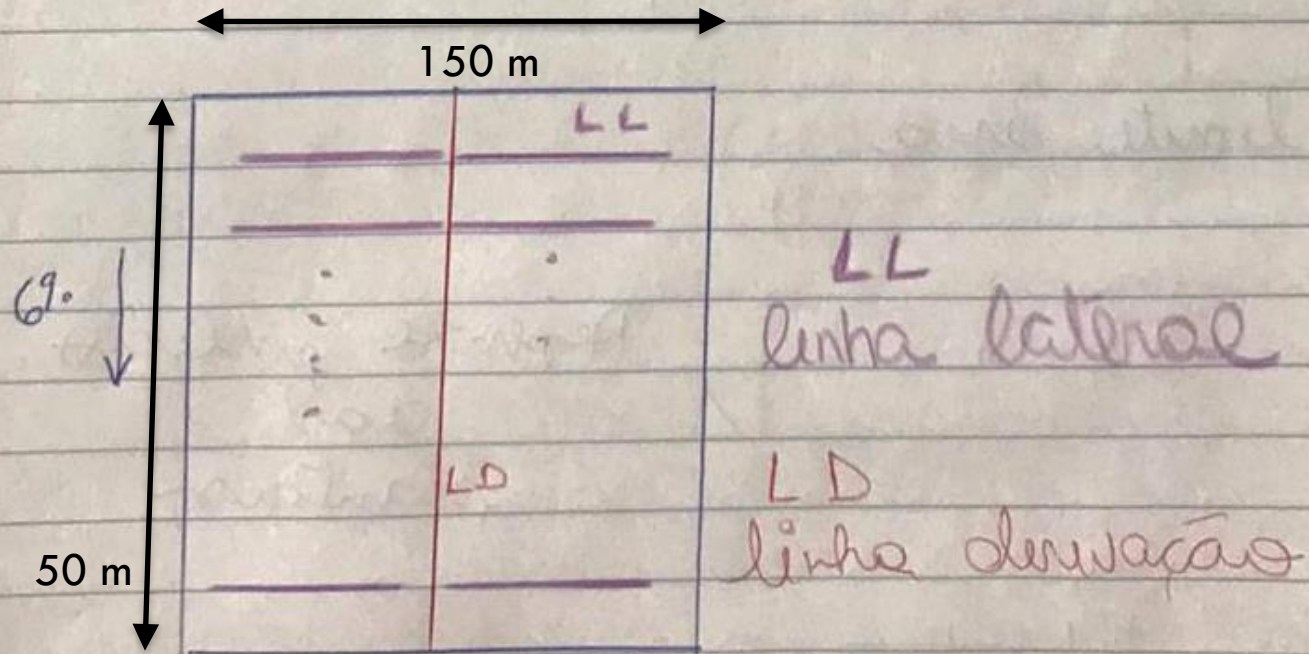
Passo 7) Croqui



$$TR = 4 \text{ dias} = 4 \text{ setores}$$

$$\text{Setor} = \frac{600}{4} = 150 \text{ m}$$

$$\text{Setor} = \frac{600}{4} = 150 \text{ m}$$



Passo 8) Dimensionamento LL

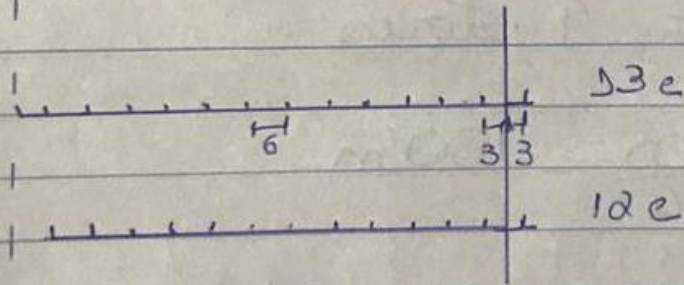
$$L_{\max} LL = \frac{150}{2} = 75 \text{ m}$$

$$\text{no emissores na LL} = \frac{75}{6} = 12,5 \text{ e}$$

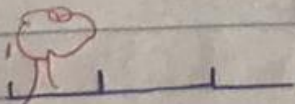
Assumir 12 e

$$12 \text{ e} \quad (12-1) \cdot 6 + \frac{1}{2} \cdot 6 = 69 \text{ m}$$

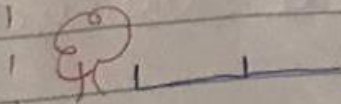
$$13 \text{ e} \quad (13-1) \cdot 6 + \frac{1}{2} \cdot 6 = 75 \text{ m}$$



limite área



Depende posição
das
plantas



sendo 12 e

$$LL = 69m (+ 3m)$$

$$QL = 12,70 \frac{l}{h} = 840 \frac{l}{h} =$$

$$QL = 0,000233 \text{ m}^3/\Delta$$

hf permitida $\rightarrow \Delta Q = 30\%$

$$q = K \cdot H^x$$

$$\frac{q_{\max}}{q_{\min}} = \frac{K \cdot H_{\max}^x}{K \cdot H_{\min}^x} = \left(\frac{H_{\max}}{H_{\min}} \right)^x$$

$$\frac{q_{\max}}{q_{\min}} = 1,1 = \left(\frac{H_{\max}}{H_{\min}} \right)^x$$

$$1,1^{(1/x)} = \Delta H = \Delta P$$

$$\text{Assum, } \Delta P = 1,1^{(1/x)} = 1,1^{(1/0,54)} =$$

$$\Delta P = 1,193 = +19,30\%$$

Seu simplesmente

$$\begin{aligned} \text{Inf permitida} &= P.S. (L, L^{(1/2)} - L) \\ &= 15. (1,1^{1/0,54} - 1) \\ &= 2,89 \text{ mca} \end{aligned}$$

Regra

$$\begin{aligned} &60\% \text{ lateral} \\ &0,6 \cdot 2,89 = 1,73 \text{ mca} \\ &40\% \text{ derivação} \\ &0,4 \cdot 2,89 = 1,16 \text{ mca} \end{aligned}$$

$$F \left(\begin{array}{l} 12 \text{ paídas} \\ 1 \cong 1/2 \text{ esp.} \\ \text{element} \end{array} \right) \left. \begin{array}{l} N=12 \\ m=1,75 \end{array} \right\} 0,38 \text{ L}$$

$$F = \frac{2 \cdot 12}{2 \cdot 12 - 1} \cdot \left(\frac{1}{2,75} + \frac{\sqrt{0,75}}{6 \cdot 12^2} \right)$$

$$h_f^* = \frac{h_f}{F} = \frac{1,74}{0,38 \text{ L}} = 4,567 \text{ mca}$$

$$h_f^* = \frac{6,107 \cdot b \cdot Q^{1,75} \cdot L}{D^{4,76}}$$

$$4,567 = \frac{6,107 \cdot 0,000135 \cdot 0,000233^{1,75} \cdot 69}{D^{4,76}}$$

$$D = 0,0184 \text{ m}$$

(m)

$$hf = \frac{6,307 \cdot b \cdot Q^{1,75} \cdot L \cdot F}{D^{4,75}}$$

$$1,74 = \frac{6,307 \cdot 0,000135 \cdot 0,000233^{1,75} \cdot 69 \cdot 0,381}{D^{4,75}}$$

$$D = 0,0184 \text{ m}$$

tubo

\emptyset	h_f	V
16 mm	X 3,37 mca > 1,73	1,14 m/s
21 mm	0,93 mca	0,67 m/s ←
27 mm	0,28 mca	0,40 m/s

$$h_f = \frac{6,107 \cdot b \cdot Q^{1,75}}{D^{4,75}} \cdot L \cdot F$$

Selecioneado 21 mm

Resumo

comprimento $L = 69 \text{ m}$

$Q = 0,00233 \text{ m}^3/\text{s}$

$\emptyset = 21 \text{ mm}$

$h_f = 0,93 \text{ mca}$

Passo 9) Dimensionamento LD

comprimento máximo = 50m
declividade = 6%.

$$\text{n}^{\circ} \text{ de LL na LD} = \frac{50}{7} = 7,14 = 7$$

Serão 7 de cada lado

Assim n^o de laterais por
setor = $7 \times 2 = 14$

14 LL/ setor

$$\text{Complemento } LD = (7-1) \cdot 7 + \frac{1}{2} \cdot 7 \\ = 45,5 \text{ m}$$

$$Q_D = 14 \cdot Q_L = 14 \cdot 0,000233 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_D = 0,003262 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$hf_{\text{máxima}} = 2,89 - hf_{LL} + D_3 \\ = 2,89 - 0,93 + \frac{6 \cdot 45,5 \text{ m}}{100} \\ = 4,69 \text{ m}$$

Sendo



$$h_f = 4,69 \text{ mca}$$

$$QD = 0,003262 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$L = 45,5 \text{ m}$$

$$b = 0,000135$$

$$F(\text{Abridas}) = 0,397$$

$$D \text{ teórico} = 0,0369 \text{ m}$$

$$= 36,9 \text{ mm}$$

\varnothing	h_f	V	
35mm	5,65mca	3,39 m/s	X > 4,69m
40mm	2,99mca	2,60 m/s	
52mm	0,86mca	1,54 m/s	

$$h_f \text{ máxima} = 4,69 \text{ m}$$

Seleccionado 40 mm

Resumo LD

$$Q_D = 0,003262 \text{ m}^3/\text{s}$$

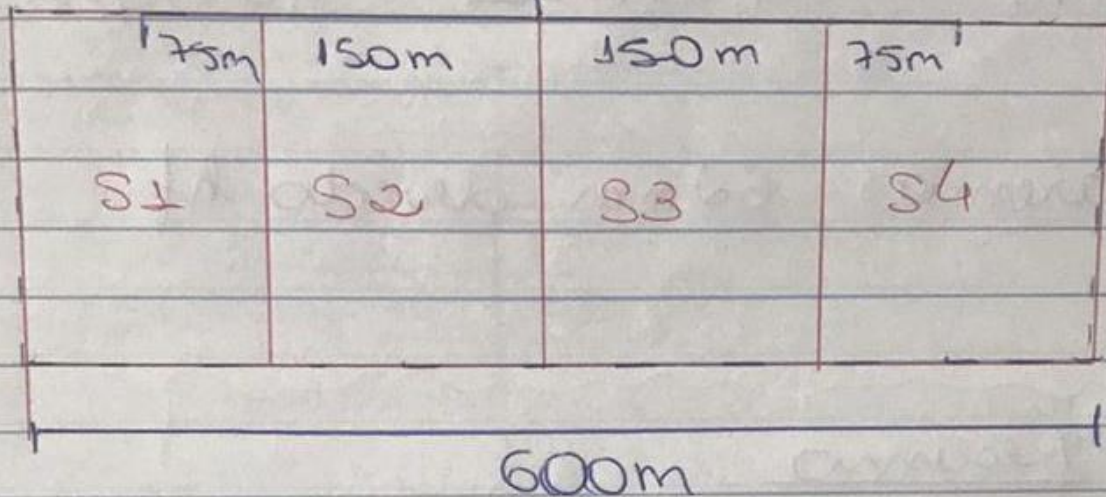
$$\text{Comprimento LD} = 45,5 \text{ m}$$

$$h_f = 2,99 \text{ mca}$$

$$\varnothing = 40 \text{ mm}$$

Tasso 10) Dimensionamento LP

cabecal



$L_{\text{máximo}} LP = 225 \text{ m}$

$$Q_p = Q_0 = 0,003262 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V \approx 1,5 \text{ m/s}$$

Usaremos HW

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,003262}{\pi \cdot 1,5}} = 0,053 \text{ m}$$

$$C = 150$$

D teórico = 0,053 m (1 pulda)

\varnothing	h_f	V
50 mm	2,03 mca	1,66 m/s
62 mm	4,22 mca	1,08 m/s

Usaremos 62 mm devido h_f .

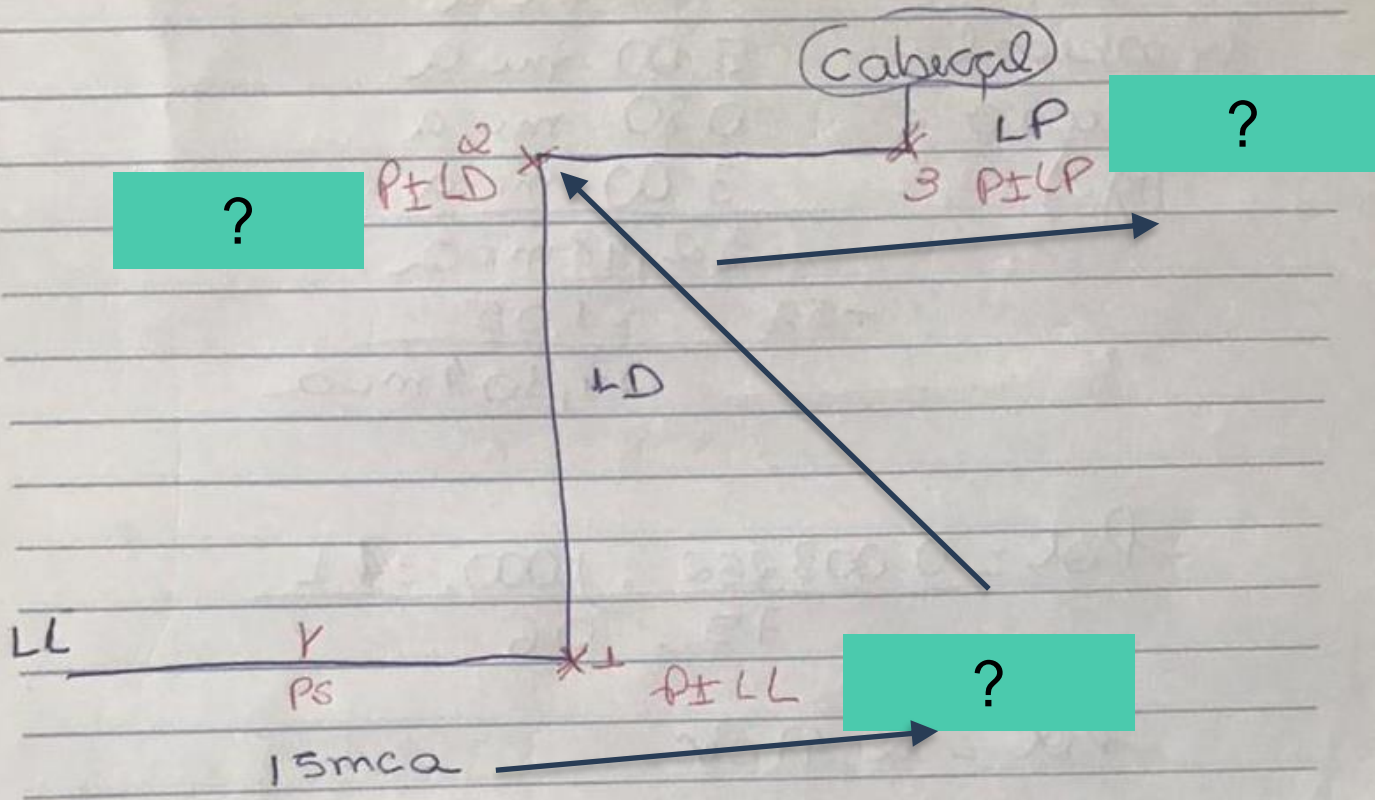
Resumo

Comprimento LP = 225m

$\emptyset_{LP} = 0,003262 \text{ m}^3/\text{s}$

$\emptyset = 62 \text{ mm}$

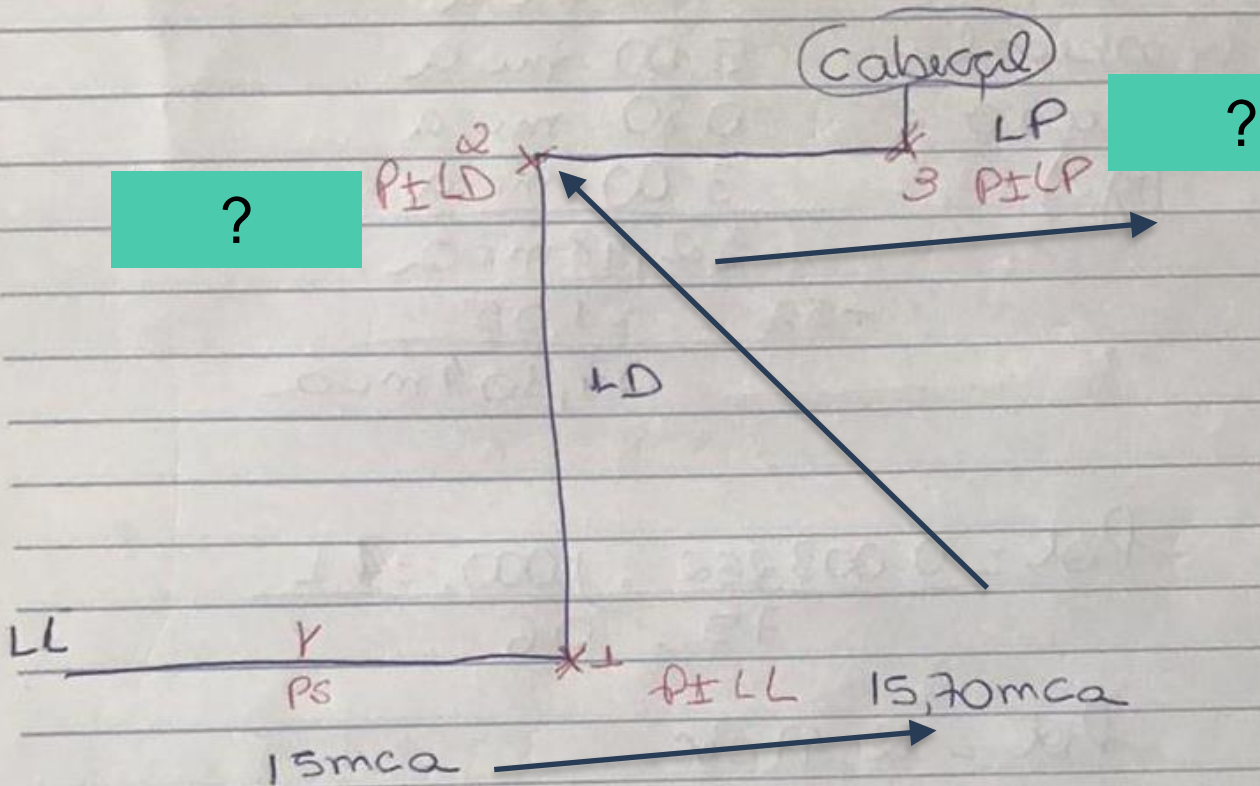
$h_f = 4,22 \text{ mca}$

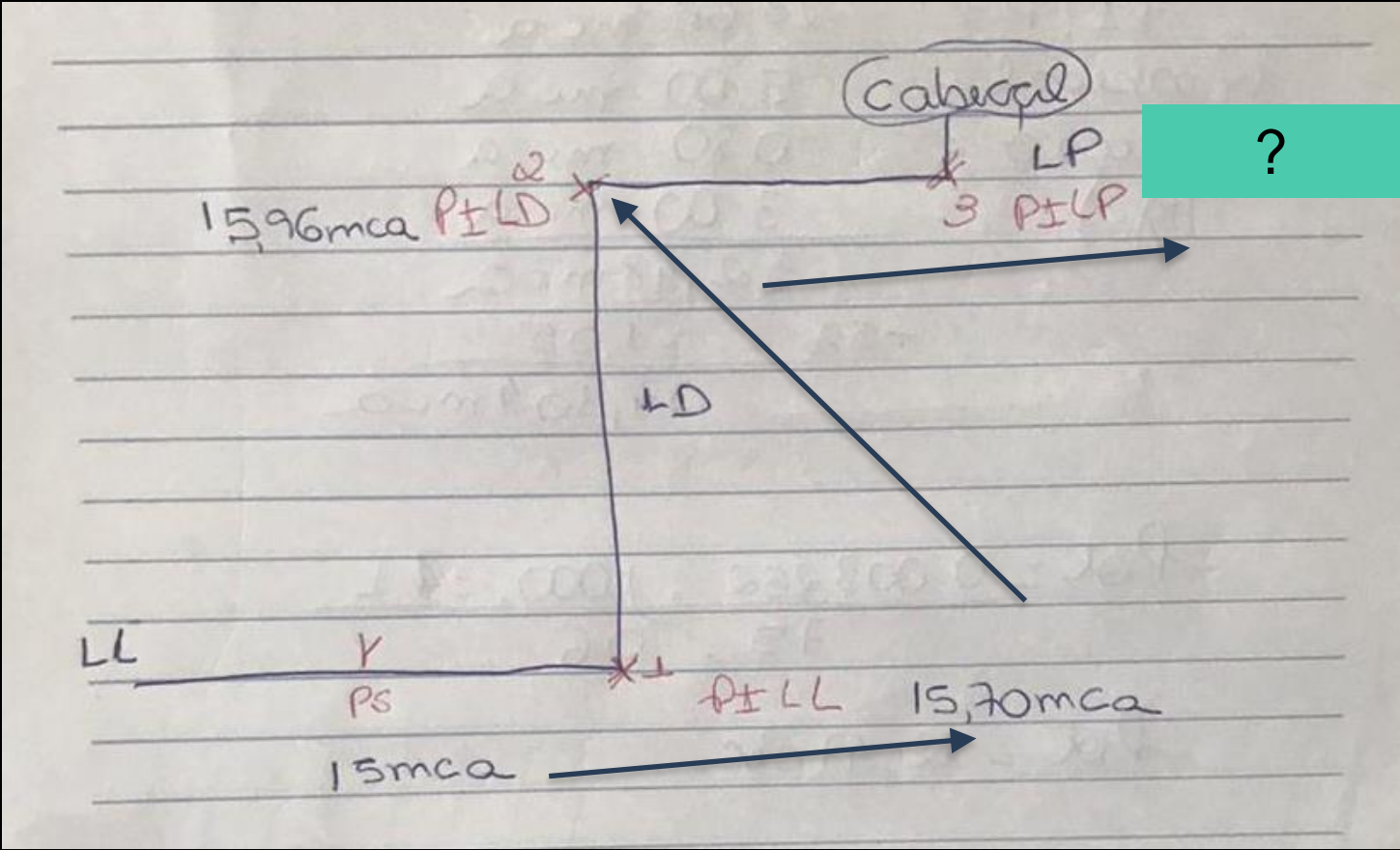
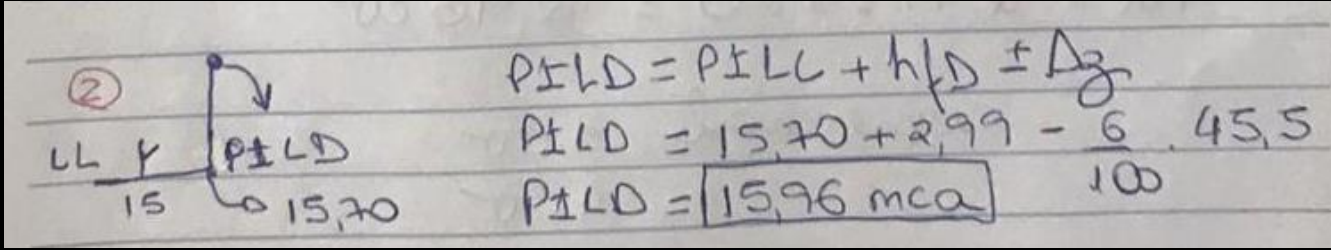


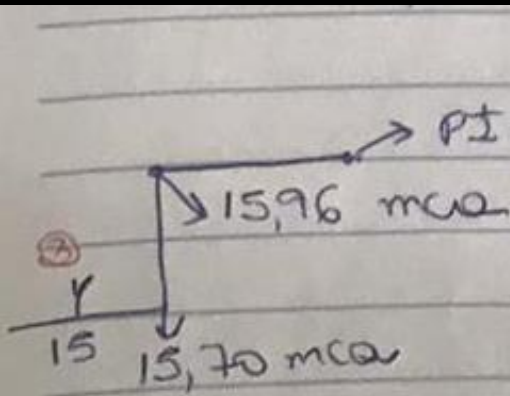
Y → PILL

$$PILL = PS + \frac{3}{4} h_f \cdot I_{D3}$$

$$PILL = 15 + \frac{3}{4} \cdot 0,93 + 0 = 15,70 \text{ mca}$$



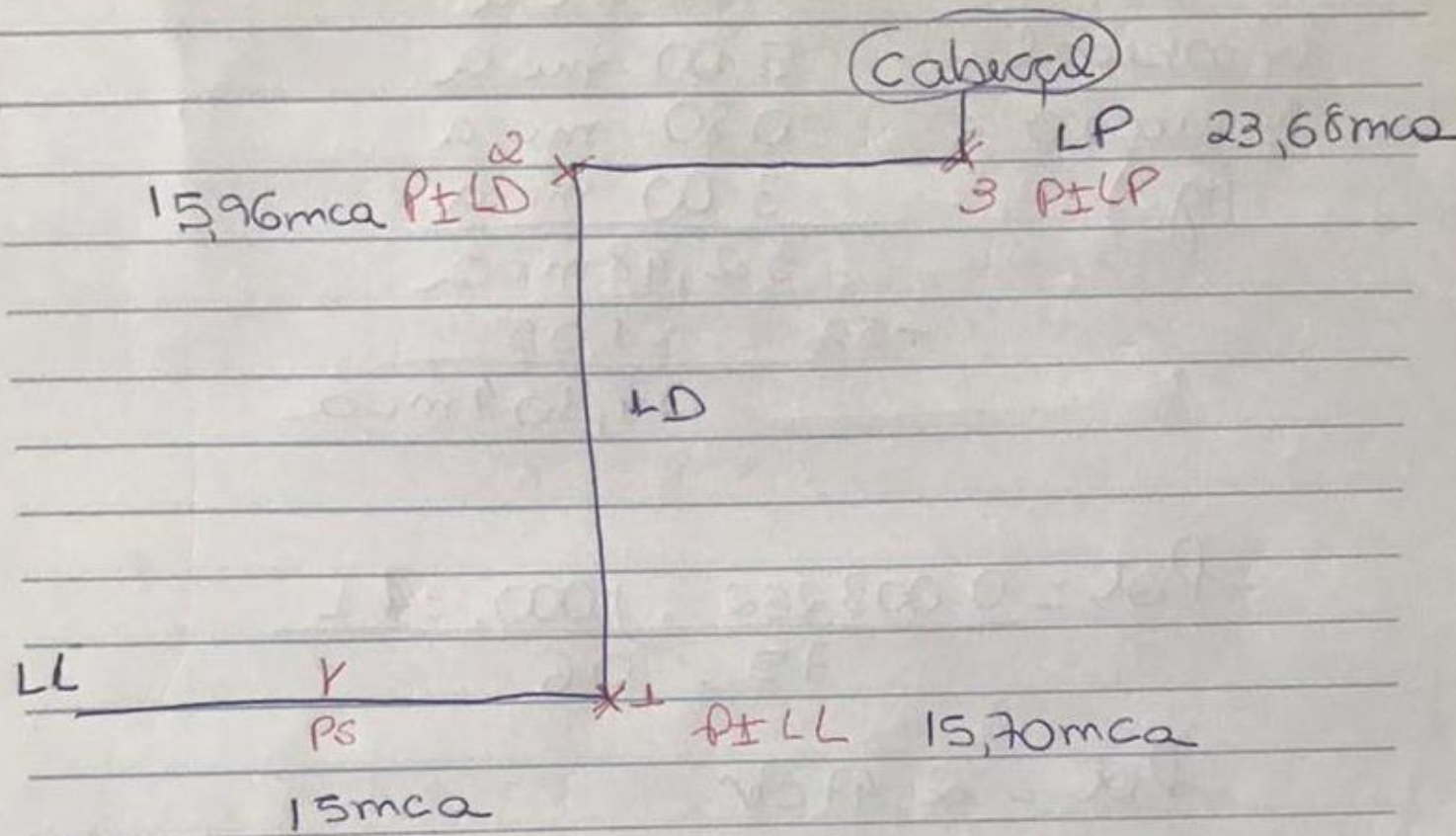




$$\rightarrow \text{PILP} = \text{PILD} + hfLP + hf \text{ localizados}$$

$$\text{PILP} = 15,96 + 4,22 + 2(\text{registros}) + 15(\text{reparos})$$

$$\text{PILP} = \boxed{23,68 \text{ mca}}$$



Passo 12) metabomba

$$\begin{array}{r} \text{PILP} = 23,68 \text{ mca} \\ \text{hf cabecal} = 5,00 \text{ mca} \\ \text{hf sucção} = 0,80 \text{ mca} \\ \text{Hgs} = 3,00 \text{ mca} \\ \hline 32,48 \text{ mca} \\ +5\% \quad \cdot 1,05 \\ \hline 34,104 \text{ mca} \end{array}$$

$$\text{Pot} = \frac{0,003262 \cdot 1000 \cdot 34,1}{75 \cdot 0,6}$$

$$\text{Pot} = 2,47 \text{ cv}$$

folga tabela } 1,6 a 15 cv
+20%

$$\text{Pot} = 2,47 \cdot 1,20 = 2,96 \text{ cv}$$

comercial 3 cv
4 cv

PARA ENTREGAR:

- Espaçamento cultura 6x6
- Microaspersor $q_e = 16,22 H^{0,25}$