



INSTITUTO  
SUPERIOR DE  
AGRONOMIA  
Universidade de Lisboa  
Departamento de Ciências e  
Engenharia de Biosistemas

## REGA E DRENAGEM

### CAP 3. SISTEMAS E TECNOLOGIAS DE REGA

3.1 Dimensionamento, gestão e avaliação do desempenho de sistemas de rega na parcela: sistemas de rega por aspersão e sistemas de rega localizada;

#### 3.1.4 Sistemas de rega gota-a-gota

- Inventário dos recursos existentes
- Dimensionamento Agronómico
- Dimensionamento hidráulico

Rever ppt de rega localizada da UC NHSR

Área Disciplinar Eng. Rural

Cap. 3. Sistemas e tecnologias de rega



#### □ Dimensionamento de um sistema de rega localizada

##### 1. Inventário dos recursos existentes

- Solos;
- Cobertura vegetal;
- Relevo;
- Disponibilidade de água;
- Disponibilidade de energia;

##### 2. Dimensionamento agronómico

- Cálculo das necessidades de rega;
- determinação dos parâmetros de rega;

##### 3. Dimensionamento hidráulico

- Nº de emissores por planta, disposição dos emissores e escolha do emissor;
- Caudal total;
- Disposição dos sectores de rega e das condutas;
- Diâmetros das tubagens e respectivas perdas de carga;
- Disposição da válvulas automáticas e de seccionamento;
- Estação de bombagem.

Cap. 3. Sistemas e tecnologias de rega

Área Disciplinar Eng. Rural

2/67

### Padrões de humedecimento do solo na rega gota-a-gota

#### Padrão de humedecimento no perfil:



#### Formas do bolbo molhado



- Diminuir os espaçamentos repartindo o caudal
- Usar micro aspersão

- Espaçamentos >
- Usar gotejadores

Área Disciplinar Eng. Rural

#### Padrão de humedecimento à superfície do solo:

Disposição das rampas e espaçamento entre gotejadores – deve ser escolhida de modo a satisfazer as necessidades hídricas das culturas e o seu compasso e a natureza do terreno



✓ Criando uma série de pontos de humedecimento



✓ Criando faixas húmidas



Área Disciplinar Eng. Rural

### Tipos de gotejadores

*Tube com emissores incorporados de fábrica, com espaçamentos standard dripline;*



### Gotejadores pontuais ou em derivação

- Mais adequados para regar arvores e arbustos;
- Podem ser:



✓ inseridos diretamente no tubo;

✓ ou ligados na extremidade de um micro tubo (spaghetti).



### Relação caudal –pressão: equação de descarga de um gotejador

- Relaciona teoricamente o caudal debitado com a pressão;
- É geralmente fornecida pelo fabricante no catálogo do equipamento

$$q = K h^x$$

Coefficientes de descarga de emissores- Pizarro (1990)

Emissor	X
Regime laminar	1
Microtubos	0.75 - 1
Helicoidal	0.65 - 0.75
Regime turbulento (orifício, labirinto)	0.5
Vortex	0.4
Autocompensante	0 - 0.4
Teórico perfeitamente autocompensante	0

Área Disciplinar Eng. Rural

### Gotejadores não autocompensantes

#### DRIPPERS TECHNICAL DATA

##### Button drippers

FLOW RATE* (L/H)	MAXIMUM WORKING PRESSURE (BAR)	WATER PASSAGES DIMENSIONS WIDTH-DEPTH-LENGTH (MM)	CONSTANT K	EXPONENT X	BASIS CODE COLOR
2.00	2.0	0.98 x 0.89 x 50	0.662	0.48	Red
3.00	2.0	1.05 x 0.95 x 50	0.993	0.48	Blue
4.00	2.0	1.27 x 1.20 x 50	1.325	0.48	Black
8.00	2.0	1.65 x 1.40 x 50	2.649	0.48	Green

\*Flow rate at 1.0 bar pressure

$$q = K h^x$$



### Gotejadores autocompensantes

#### DRIPPERS TECHNICAL DATA

##### PC drippers

FLOW RATE* (L/H)	WORKING PRESSURE RANGE (BAR)	WATER PASSAGES DIMENSIONS WIDTH-DEPTH-LENGTH (MM)	FILTRATION AREA (MM²)	CONSTANT K	EXPONENT* X
2.0	0.5 - 4.0	1.17 x 1.07 x 61	2.0	2.0	0
4.0	0.5 - 4.0	1.32 x 1.44 x 60	2.0	4.0	0
8.5	0.5 - 4.0	1.60 x 1.60 x 17	2.0	8.5	0

\*Within working pressure range



PC DRIPPER NIPPLE MODEL

Área Disciplinar Eng. Rural

## Opções para a rega de árvores com sistemas gota a gota



Gotejadores com disposição em pig tail



Uma ou mais linhas de gotejadores



Área Disciplinar Eng. Rural

Cap. 3. Sistemas e tecnologias de rega

Características gerais de tubos com gotejadores incorporados de fabrico – *dripline* - fruteiras

Material	Polietileno de baixa densidade (PEBD) ou média densidade (PEMD)
Diâmetros típicos (nominais)	16 mm, 20 mm, 25 mm, 32 mm
Espessura da parede	0,9 mm a 1,2 mm (paredes espessas para longa duração)
Emissores (gotejadores)	Integrados (in-line), labirinto autolimpante, protegidos
Débito por emissor	2,0 l/h, 2,2 l/h, 3,5 l/h, 4,0 l/h
Espaçamento entre emissores	33 cm, 40 cm, 50 cm, 75 cm, 100 cm
Pressão de serviço	1,0 a 3,5 bar (típico 1,5 a 2,5 bar)
Autocompensação	Sim (mantém débito constante entre 0,5 e 3,5 bar)
Durabilidade esperada	10 a 15 anos (se bem dimensionado e com manutenção correta)
Instalação	Superficial ou enterrado (15-20 cm) dependendo da cultura



Área Disciplinar Eng. Rural

Cap. 3. Sistemas e tecnologias de rega

Características gerais da “fita de rega” – *driptape* para hortícolas

Material	Polietileno de baixa densidade (PEBD)
Diâmetros típicos (nominais)	16 mm (5/8”), 22 mm (7/8”), 25 mm (1”)
Espessura da parede	6 a 15 mils (0,15 a 0,38 mm)
Emissores (gotejadores)	Integrados (in-line), de labirinto simples, baixo custo
Débito por emissor	0,8 l/h a 1,6 l/h (frequente: 1,0 a 1,2 l/h)
Espaçamento entre emissores	10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm ou mais
Pressão de serviço	0,5 a 1,0 bar
Autocompensão	Raramente (não comum em fita económica)
Durabilidade esperada	1 campanha agrícola (3-6 meses uso contínuo), ocasionalmente 1 ano
Instalação	Superficial (em superfície ou ligeiramente enterrada)



Área Disciplinar Eng. Rural


 Determinação dos parâmetros de rega

a) Dotação de rega

No entanto, uma vez que se trata de rega de alta frequência, com o objetivo de manter sempre o teor de água no solo (ou o armazenamento de água no solo constante) podemos considerar que a variação do armazenamento devido à rega e entre regas é nula



$$D_u = E T_c - P_e$$

A dotação total de rega deve considerar a fração de lixiviação para impedir a salinização do bolbo molhado

$$\text{Dotação total de rega} \quad D_T = \frac{D}{(1 - LR)E_f}$$

Área Disciplinar Eng. Rural

**Fração de lavagem ou de lixiviação**

- O nível de salinidade tende a aumentar com o avanço do ciclo cultural;
- Para evitar esta subida, mantendo o nível de sais solúveis no solo num nível compatível com a tolerância das culturas é necessário fazer a lavagem da zona radical;
- Quantidade de água necessário para a lavagem – **fração de lavagem-  $F_L$** , depende da tolerância da cultura à salinidade e da qualidade da água de rega.

**fração de lavagem- LR:** quantidade mínima de água que deve passar pelo perfil do solo para manter a salinidade com níveis compatíveis com a tolerância das culturas e com o objectivo da obtenção de um determinado padrão de produção.

Fórmula simplificada (Pizarro, 1990):

$$FL = \frac{CE_i}{2 CE_e}$$

Fórmula + correta (FAO):

$$FL = \frac{CE_i}{5 CE_e - CE_i}$$

Sendo  
CEi a salinidade (condutividade elétrica) da água de rega determinada em lab numa amostra de água dS m<sup>-1</sup>; (mmhos cm<sup>-1</sup>)  
CEe a salinidade (condutividade elétrica) do solo determinada no extracto de saturação tolerada pela cultura para que o nível de produção atinja um determinado valor ds m<sup>-1</sup> (Quadro FAO)

Dotação total de rega  $D_T = \frac{D}{(1 - F_L)Ea}$

Área Disciplinar Eng. Rural

13

Sistemas de rega	Eficiências (%)
<b>Métodos de rega</b>	
• Rega de gravidade com nivelamento de precisão	
Sulcos	65 – 85
Faixas	70 – 85
Bacias	70 – 90
• Rega de gravidade tradicional	
Sulcos	40 – 70
Faixas	45 – 70
Bacias	45 – 70
• Rega de arroz, canteiros em alagamento permanente	25 – 70*
• Rega por aspersão	
Sistemas estacionários de cobertura total	65 – 85
Sistemas estacionários deslocáveis manualmente	65 – 80
rampas com rodas	65 – 80
Aspersores canhão com enrolador ou com cabo	55 – 70
Rampas móveis, com pivot central	65 – 85
• Microrrega (rega localizada)	
Gotejadores, 3 emissores por planta (pomares)	85 – 95
Gotejadores, < 3 emissores por planta	80 – 90
Micro-aspersores e “bubblers” (pomares)	85 – 95
Linha contínua de emissores gota-a-gota	70 – 90

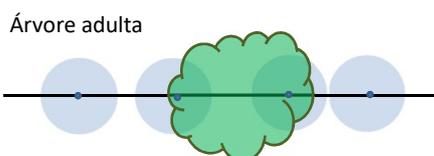
Área Disciplinar Eng. Rural

### b) N de emissores por planta

O número de emissores por planta e a sua disposição deve ser tal que :

- Em culturas de grande densidade (ex. hortícolas) a fração de solo humedecida seja  $\gg 50\%$  da área;
- Em culturas esparsas (ex. pomares) a fração de solo humedecida seja  $\gg 33\%$  de área.

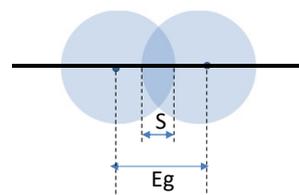
No caso das hortícolas de alta densidade, ou de pomares com um só ramal de gotejadores por linha de árvore (menos aconselhado), deve ainda garantir-se a sobreposição entre áreas molhadas por cada gotejador



- Há que garantir sobreposição de áreas molhadas
- Para que ocorra uma sobreposição  $s$ , o espaçamento entre gotejadores,  $Eg$ , deve ser:

$$Eg = r(2 - s)$$

Sendo  $r$  o raio molhado pelo gotejador



Área Disciplinar Eng. Rural

Como se calcula a  $F_{sh}$ , fracção de solo humedecido?

É razão entre a área a humedecer e a área explorada por cada planta

#### **Caso dos microaspersores**

a área humedecida é dada por:

$$A_{hum} = \pi r^2 \frac{\alpha}{360^\circ}$$

$\alpha$  é o ângulo correspondente ao sector do jacto e  $r$  o alcance do jacto

então, a fracção de área humedecida é dada por:

$$F_{sh} = \frac{N_p A_{hum}}{a \cdot b}$$

onde  $N_p$  é o nº de emissores por planta,  $A_{hum}$  a área molhada por emissor e

$a$  e  $b$  representam à área à superfície do solo que corresponde ao volume de solo explorado pela planta.

Área Disciplinar Eng. Rural

### Caso dos gotejadores

- A fracção de solo humedecida deve ser testada em campo aplicando-se diversos caudais.
- Em alternativa, uma estimativa do diâmetro molhado pelos gotejadores pode ser retirada da bibliografia

Áreas molhadas estimadas para um gotejador de caudal =  $4 \text{ l h}^{-1}$  e diferentes tipos de solo

Prof. radical e textura	Área molhada equivalente ( $E_g \cdot D_h$ ) (m x m)	
	Solo homogéneo	Solo estratificado
Zr < 0.75 m		
Textura ligeira	0.4 x 0.5	0.6 x 0.8
Textura média	0.7 x 0.9	1.0 x 1.2
Textura pesada	0.9 x 1.1	1.2 x 1.5
0.75 < Zr < 1.5 m		
Textura ligeira	0.6 x 0.8	1.1 x 1.4
Textura média	1.0 x 1.2	1.7 x 2.1
Textura pesada	1.2 x 1.5	1.6 x 6.5

Área Disciplinar Eng. Rural

### Nº de emissores por planta

Pomares:  $F_{sh} \gg 33\%$  da área total

$$F_{sh} = \frac{N_e D_h E_g}{a. b. f_s}$$

↑  
Impor valor mínimo

$E_{g_{max}} = 0.8 D$



$f_e$  é a percentagem de ensombramento, usada quando a compasso é grande

Garantia de desenvolvimento das raízes em todas as direções para garantir boa absorção da água e suporte mecânico da árvore em adulta

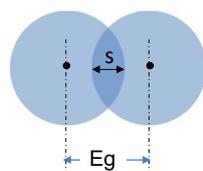
Hortícolas de alta densidade:

$F_{sh} \gg 50\%$  da área total

$$F_{sh} = \frac{N_e / m^2 A_h}{1 \times 1} \rightarrow 0.3$$

$$E_g = r(2 - s) \rightarrow 0.15$$

↑  
Impor valor mínimo



Uma vez que a distância entre plantas é muito reduzida, pretende obter-se faixas molhadas contínuas

Neste caso há também que garantir sobreposição dos bolbos molhados, que dever ser entre 15 e 30% do raio molhado

No caso de culturas de elevada densidade de plantação, o nº de gotejadores é usualmente definido por  $m^2$  e não por planta

Área Disciplinar Eng. Rural

irrig So (2009) 28:11-34  
DOI 10.1007/s00271-009-0182-z  
ORIGINAL PAPER

**Estimating crop coefficients from fraction of ground cover and height**

Richard G. Allen · Luis S. Pereira

Não sei se foram estes os Kc que deviam escolher daqui o mais adequado condução do pomar (ie, ao grau de Se tiverem referência bibliográfica: determinada região, melhor!

Cap. 3. Sistemas e tecnologias de rega

**Table 3** Values for  $K_{c,ini}$ ,  $K_{c,mid}$ ,  $K_{c,end}$ ,  $K_{cb,ini}$ ,  $K_{cb,mid}$  and  $K_{cb,end}$  for a standard climate of  $RH_{min} = 45\%$  and  $u_2 = 2 \text{ m s}^{-1}$  as expanded from FAO-56 for a range of values for  $f_c$  during midseason and using parameter values in Table 2 in Eq. 5a-10

Crop	$K_{c,ini}$	$K_{c,mid}$	$K_{c,end}$	$K_{cb,ini}$	$K_{cb,mid}$	$K_{cb,end}$
<b>Fruit trees</b>						
<b>Almonds</b>						
No ground cover						
High density ( $f_{c,eff} = 0.7$ )	0.40	1.00	0.70 <sup>b</sup>	0.20	0.95	0.65 <sup>b</sup>
Med. density ( $f_{c,eff} = 0.5$ ) <sup>f</sup>	0.40	0.85	0.60 <sup>b</sup>	0.20	0.80	0.55 <sup>b</sup>
Low dens./young ( $f_{c,eff} = 0.25$ )	0.35	0.50	0.40 <sup>b</sup>	0.15	0.45	0.35 <sup>b</sup>
Active ground cover						
High density ( $f_{c,eff} = 0.7$ ) <sup>j</sup>	0.85	1.05	0.85 <sup>b</sup>	0.75	1.00	0.80 <sup>b</sup>
Med. density ( $f_{c,eff} = 0.5$ )	0.85	1.00	0.85 <sup>b</sup>	0.75	0.95	0.80 <sup>b</sup>
Low dens./young ( $f_{c,eff} = 0.25$ )	0.85	0.95	0.85 <sup>b</sup>	0.75	0.90	0.80 <sup>b</sup>
<b>Apples, cherries, pears</b>						
No ground cover						
High density ( $f_{c,eff} = 0.7$ )	0.50	1.15	0.80 <sup>b</sup>	0.30	1.10	0.75 <sup>b</sup>
Med. density ( $f_{c,eff} = 0.5$ ) <sup>f</sup>	0.50	1.05	0.75 <sup>b</sup>	0.30	1.00 <sup>e</sup>	0.70 <sup>b</sup>
Low dens./young ( $f_{c,eff} = 0.25$ )	0.40	0.70	0.55 <sup>b</sup>	0.25	0.65	0.50 <sup>b</sup>
Active ground cover						
Killing frost, h. dens. ( $f_{c,eff} = 0.7$ ) <sup>j</sup>	0.50	1.20	0.85 <sup>b</sup>	0.40	1.15	0.80 <sup>b</sup>
Killing frost, m. dens. ( $f_{c,eff} = 0.5$ ) <sup>f</sup>	0.50	1.15	0.85 <sup>b</sup>	0.40	1.10	0.80 <sup>b</sup>
Killing frost, l. dens. ( $f_{c,eff} = 0.25$ )	0.50	1.05	0.85 <sup>b</sup>	0.40	1.00	0.80 <sup>b</sup>
No frosts, h. dens. ( $f_{c,eff} = 0.7$ )	0.85	1.20	0.85 <sup>b</sup>	0.75	1.15	0.80 <sup>b</sup>
No frosts, m. dens. ( $f_{c,eff} = 0.5$ ) <sup>f</sup>	0.85	1.15	0.85 <sup>b</sup>	0.75	1.10	0.80 <sup>b</sup>
No frosts, l. dens. ( $f_{c,eff} = 0.25$ )	0.85	1.05	0.85 <sup>b</sup>	0.75	1.00	0.80 <sup>b</sup>
<b>Apricots, peaches, stone fruit</b>						
No ground cover						
Super density ( $f_{c,eff} = 0.9$ ) <sup>j</sup>	0.50	1.20	0.85 <sup>b</sup>	0.30	1.15	0.80 <sup>b</sup>
High density ( $f_{c,eff} = 0.7$ ) <sup>j</sup>	0.50	1.15	0.80 <sup>b</sup>	0.30	1.10	0.75 <sup>b</sup>
Med. density ( $f_{c,eff} = 0.5$ ) <sup>f</sup>	0.45	1.0	0.70 <sup>b</sup>	0.25	0.95	0.65 <sup>b</sup>
Low dens./young ( $f_{c,eff} = 0.25$ ) <sup>b</sup>	0.40	0.60	0.45 <sup>b</sup>	0.20	0.55	0.40 <sup>b</sup>

www.springerlink.com

**Table 3** continued

Crop	$K_{c,ini}$	$K_{c,mid}$	$K_{c,end}$	$K_{cb,ini}$	$K_{cb,mid}$	$K_{cb,end}$
<b>Citrus</b>						
No ground cover						
High density ( $f_{c,eff} = 0.7$ ) <sup>i</sup>	0.95	0.90	0.90	0.85	0.85	0.85
Med. density ( $f_{c,eff} = 0.5$ )	0.80	0.75	0.75	0.70	0.70	0.70
Low dens./young ( $f_{c,eff} = 0.25$ )	0.55	0.50	0.50	0.45	0.45	0.45
Active ground cover						
High density ( $f_{c,eff} = 0.7$ ) <sup>ik</sup>	1.00	0.95	0.95	0.90	0.90	0.90
Med. density ( $f_{c,eff} = 0.5$ )	0.95	0.95	0.95	0.85	0.90	0.90
Low dens./young ( $f_{c,eff} = 0.25$ )	0.90	0.90	0.90	0.80	0.85	0.85
<b>Mango</b>						
No ground cover						
High density ( $f_{c,eff} = 0.7$ ) <sup>i</sup>	0.35	0.90	0.75	0.25	0.85	0.70
Med. density ( $f_{c,eff} = 0.5$ )	0.35	0.75	0.60	0.25	0.70	0.55
Low dens./young ( $f_{c,eff} = 0.25$ )	0.30	0.45	0.40	0.20	0.40	0.35
<b>Olives</b>						
No ground cover						
High density ( $f_{c,eff} = 0.7$ ) <sup>im</sup>	0.65	0.70	0.60	0.55	0.65	0.55
Med. density ( $f_{c,eff} = 0.5$ ) <sup>b</sup>	0.60	0.60	0.55	0.50	0.55	0.50
Low dens./young ( $f_{c,eff} = 0.25$ ) <sup>r</sup>	0.40	0.40	0.35	0.30	0.35	0.30
V. low dens./young ( $f_{c,eff} = 0.05$ ) <sup>r</sup>	0.30	0.25	0.25	0.20	0.20	0.20
Active ground cover						
High density ( $f_{c,eff} = 0.7$ ) <sup>j</sup>	0.80	0.75	0.75	0.70	0.70	0.70
Med. density ( $f_{c,eff} = 0.5$ )	0.80	0.75	0.75	0.70	0.70	0.70
Low dens./young ( $f_{c,eff} = 0.25$ )	0.80	0.75	0.75	0.70	0.70	0.70
V. low dens./young ( $f_{c,eff} = 0.05$ )	0.80	0.75	0.75	0.70	0.70	0.70
<b>Pistachios</b>						
No ground cover						
High density ( $f_{c,eff} = 0.7$ )	0.40	1.00	0.70	0.30	0.95	0.65
Med. density ( $f_{c,eff} = 0.5$ )	0.35	0.85	0.60	0.25	0.80	0.55
Low dens./young ( $f_{c,eff} = 0.25$ )	0.30	0.50	0.40	0.20	0.45	0.35
Active ground cover						
High density ( $f_{c,eff} = 0.7$ )	0.80	1.00	0.75	0.70	0.95	0.70
Med. density ( $f_{c,eff} = 0.5$ )	0.80	1.00	0.75	0.70	0.95	0.70

Cap. 3. Sistemas e tecnologias de rega

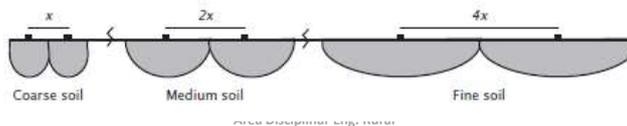
**Nº de aspersores por planta/espacamento entre gotejadores**

Encontra-se na bibliografia informação diversa sobre o espaçamento a dar aos gotejadores para cada tipo de classe textural

**Espaçamentos recomendados entre gotejadores**

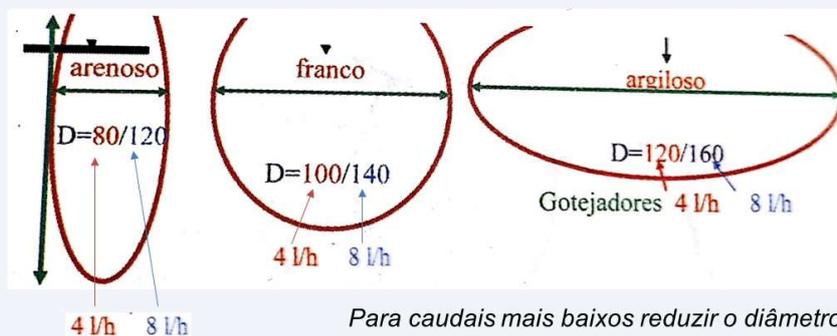
Textura do solo	Profundidade a humedecer (cm)	Espaçamento (cm)
grosseira	15	microaspersor
	30	30
	45	45
média	15	30
	22	45
	30	60
fina	45	90
	15	60
	22	90
	30	120

- Typical spacing of 4 lph (1 gph) emitters:
- Coarse soil (sand): 60cm (24 inches)
  - Medium soil: 1.0m (36 inches)
  - Fine soil (clay): 1.3m (48 inches)
- Typical spacing of 2 lph (0.5 gph) emitters:
- Coarse soil (sand): 30cm (12 inches)
  - Medium soil: 60cm (24 inches)
  - Fine soil (clay): 1.0m (36 inches)



Ou ainda, o seguinte esquema

Estimativa do diâmetro da área molhada por gotejadores de 4 e 8 L h<sup>-1</sup>, de acordo com o tipo de solo



Para caudais mais baixos reduzir o diâmetro molhado usando a mesma proporção

**Exercício:**

Considere um pomar super intensivo de damasqueiros instalado numa parcela com solo de textura média-ligeira, com um compasso 4 x 1.5 m. Considere ainda os seguintes dados:

- $ET_c \text{ ponta} = 6 \text{ mm d}^{-1}$
- $f_e = 0.7$
- $D_h = 0.75 \text{ m}$
- $F_L = 0.25$

Determine:

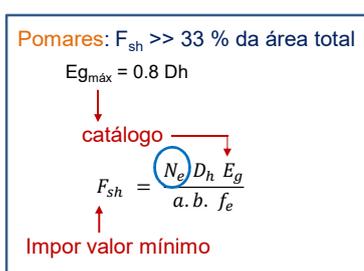
- o nº de emissores a instalar por árvore e a sua disposição;
- a dotação total de rega diária no período de ponta;
- o correspondente volume de água a aplicar por rega e por árvore;
- o correspondente tempo de rega;
- a setorização da parcela;
- o diâmetro dos ramais e a pressão à entrada;
- o diâmetro dos porta ramais e a pressão à entrada do setor;
- o diâmetro da conduta primária
- a Hmt à entrada de cada setor, sabendo que entre o nível de água no poço e a entrada da parcela há um desnível de 4 m e a tubagem primária tem um comprimento de 300 m.



*Prunus armeniaca*

Área Disciplinar Eng. Rural

a) N de emissores por árvore, sua disposição e fração de área molhada



$$N_e = \frac{0.33 \cdot a \cdot b \cdot f_e}{D_h \cdot E_g}$$

Medições ou bibliografia

Medições ou bibliografia

catálogo



*Prunus armeniaca*

Área Disciplinar Eng. Rural

$$E_{g_{\max}} = 0.8 \times 0.75 = 0.6 \text{ m}$$

**UniRam™ RC**

Integral pressure-compensated, continuously self-flushing dripper, ideal for permanent row crops applications, for easy retrieval at the end of the crop cycle.

→ 16009 - 16010 - 16012 - 20010 - 20012



Pressure compensated



Drainage mechanism



Self-flushing mechanism

**UniRam™ AS 16009**  
Catalog number 13740 - (any of below 6 digits)

Flow rate (l/h)	Distance between drippers (m)													
	0.15	0.20	0.25	0.30	0.33	0.40	0.50	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.90	1.00
0.7														
1.0		001190		001200		001250	001400	001550	001570	001600				
1.6				002300			002500	002600	002650	002700	002750	002800		
2.3				003400		003690	003700	003800	003850	003870	003900	004000	004100	004200
3.5				009700		009750	010035	010040	010045	010050	010100	010150	010200	000001
Bundled coil length (m)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500

Missing catalog numbers available upon request.

→ **Drippers technical data**

Flow rate* (l/h)	Working pressure range (bar)	Water passages dimensions width-depth-length (mm)	Filtration area (mm <sup>2</sup> )	Constant K	Exponent* X	Recommended filtration (micron)/(mesh)
0.38	0.5 - 4.0	0.55 x 0.49 x 40	90	0.38	0	130/120
0.70		0.70 x 0.65 x 40	110	0.70	0	130/120
1.00		0.83 x 0.74 x 40	130	1.00	0	130/120
1.60		1.09 x 0.76 x 40	130	1.60	0	200/80
2.30		1.26 x 0.93 x 40	130	2.30	0	200/80
3.50		1.59 x 1.07 x 40	150	3.50	0	200/80

→ **Driplines technical data**

Model	Inside diameter (mm)	Wall thickness (mm)	Outside diameter (mm)	Max. working pressure (bar)	Max. flushing pressure (bar)	KD
16009	14.20	0.90	16.00	3.0	3.9	1.30
16010	14.20	1.00	16.20	3.5	4.6	1.30
16012	14.20	1.20	16.60	4.0	5.2	1.30
20010	17.50	1.00	19.50	3.5	4.6	0.40
20012	17.50	1.20	19.90	4.0	5.2	0.40

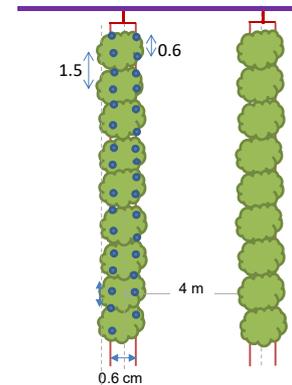
$$N_e = \frac{0.33 \times 4 \times 1.5 \times 0.7}{0.75 \times 0.6} \quad N_e = 3.1$$

Número mínimo de gotejadores por árvore ( $q = 2.3 \text{ L h}^{-1}$ ) = 3.1



Devemos optar por dois ramais para que as raízes se desenvolvam bem

Uma vez que o espaçamento dos gotejadores é uniforme ao longo da rampa (vem de fábrica) e igual a 0.6 m:



Cada árvore recebe caudal de  $1.5/0.6 = 2.5$ ;  $2.5 \times 2 = 5$  gotejadores  $> 3.1$  OK!

$$Fsh = 0.54$$

b) a dotação total de rega diária no período de ponta;

$$D_u = NUR = ET_c - P_e = 6 \text{ mm d}^{-1}$$

$$D_T = \frac{D_u}{E_a(1 - F_L)} = \frac{6}{0.9(1 - 0.25)} = 8.9 \text{ mm}$$

c) Volume de água a aplicar por planta  $V_p(L)$

$$V_p = D_T a \cdot b \cdot Kl = 8.9 \times 4 \times 1.5 \times 0.54 = 28.8 \text{ L}$$

Sendo  $D_T$  a dotação total em mm; a e b o compasso de plantação e Kl o coeficiente de localização utilizado para ajustar o volume de água necessário, tendo em conta que apenas uma parte do volume de solo onde se desenvolvem as raízes receberá água dos gotejadores = Fsh

d) Tempo de rega,  $T_R(h)$

$q_e$  o caudal dos emissores em catálogo ( $\text{L h}^{-1}$ );  
 $N_e$  é o número de emissores por planta

$$T_R = \frac{V_p}{N_e q_e}$$

$$T_R = \frac{V_p}{N_e q_e} = \frac{28.8}{5 \times 2.3} = 2.5 \text{ h}$$

## DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

- Nº de sectores de rega
- Layout
- variação de pressão permitida no sector
- Diâmetros das condutas
- Estação de bombagem

29/59

Área Disciplinar Eng. Rural

Nº de sectores de rega,  $N_s$

$$N_s < \frac{l_R \times T_D}{T_R}$$

$T_D$  é o tempo disponível para a rega num dia (h)

Q total por sector,  $Q_s$

$$Q_s = N_{e/s} \cdot q$$

$N_{e/s}$  é o nº de emissores por sector de rega

Área Disciplinar Eng. Rural

variação de pressão permitida no sector de rega para que se obtenha a uniformidade de emissão desejada

Nota: corresponde à regra dos 20 % para a aspersão!

- selecção da **uniformidade de emissão máxima, EU**, que se pode esperar para as condições em estudo, dados o tipo de emissor e a topografia;
- calculo do **valor mínimo do caudal** que pode ser debitado por algum emissor do sector de rega,  $q_{\min}$  para que se consiga a UD máxima possível;
- determinação da **pressão  $h_{\min}$  (m)** que origina o caudal  $q_{\min}$ ;
- determinação da **variação de pressão** admitida no sector de rega,  $\Delta h_s$  (m)

**caudal mínimo que pode ser debitado por algum emissor do sector de rega**

$$q_{\min} = \frac{q_{\text{méd}} (UE / 100)}{1.0 - 1.27 \frac{CV}{\sqrt{N_p}}}$$

sendo  $q_{\min}$  ( $L \cdot h^{-1}$ ) o valor mais baixo de caudal debitado por algum emissor do sector,  $q_{\text{méd}}$  ( $L \cdot h^{-1}$ ) =  $q_e$ , ou seja, o caudal médio dos emissores (catálogo);  $UE$  a uniformidade de emissão (%);  $CV$  o coeficiente de variação dos emissores (catálogo) e  $N_p$  o nº de emissores que fornecem água a cada planta

**pressão  $h_{\min}$  (m) que origina o caudal  $q_{\min}$**

$$h_{\min} = h_{\text{méd}} \left( \frac{q_{\min}}{q_{\text{méd}}} \right)^{1/x}$$

$h_{\text{méd}}$  é a pressão de funcionamento (m) que origina o caudal médio  $q_{\text{méd}}$  ( $L \cdot h^{-1}$ ) e  $x$  o expoente da equação de descarga do emissor

No caso dos aspersores autocompensantes, o expoente é zero pois o caudal mantém-se constante dentro de um intervalo de pressões indicado no catálogo.

Então, é necessário realizar o cálculo do  $q_{\min}$  e  $h_{\min}$ , aplicando se logo o passo seguinte:

**variação de pressão admitida no sector de rega**

$$\Delta h_s = 2.5 (h_{\text{méd}} - h_{\min})$$

### Seleção da UE máxima a esperar para as condições do estudo

Uniformidades de Emissão (UE) a utilizar em projecto de rega localizada (adaptado de ASAE Standard EP 405.1)

Tipo de emissor	Nº emissores por planta	Topografia do terreno	UE (%)
Gotejador	≥ 3	Uniforme (declive ≤ 2 %)	90 – 95
Gotejador	< 3	Uniforme	85 – 90
Gotejador	≥ 3	Ondulada (declive > 2 %)	85 – 90
Gotejador	< 3	Ondulada	80 – 90
Micro aspersor	n.a.*	Uniforme	90 – 95
Micro aspersor	n.a.	Ondulada	85 – 90
Line-source	n.a.	Uniforme	80 – 90
Line-source	n.a.	Ondulada	70 – 85

Área Disciplinar Eng. Rural

Exemplos de cálculo da variação máxima de pressão admitida no setor de rega:

#### 1. Gotejadores não autocompensantes:

##### → DRIPPERS TECHNICAL DATA

Button drippers

FLOW RATE* (L/H)	MAXIMUM WORKING PRESSURE (BAR)	WATER PASSAGES DIMENSIONS WIDTH-DEPTH-LENGTH (MM)	CONSTANT K	EXPONENT X	BASIS CODE COLOR	CAP COLOR CODE
2.0	2.0	0.98 x 0.99 x 50	0.662	0.48	Red	Black
3.0	2.0	1.05 x 0.95 x 50	0.993	0.48	Blue	Black
4.0	2.0	1.27 x 1.20 x 50	1.325	0.48	Black	Black
8.0	2.0	1.65 x 1.40 x 50	2.649	0.48	Green	Black

\*Flow rate at 1.0 bar pressure

- Mais do que três gotejadores por planta
- Declive uniforme

$$q_{min} = \frac{q_{med} (0.925/100)}{1.0 - 1.27 \frac{0.007}{\sqrt{4}}} = 3.72 \text{ L/h}$$

$$h_{min} = h_{med} \left( \frac{q_{min}}{q_{med}} \right)^{\frac{1}{x}} = 2 \left( \frac{3.72}{4} \right)^{\frac{1}{0.48}} = 17.23 \text{ m}$$

$$\Delta h_s = 2.5 (h_{med} - h_{min}) = 2.5 (20 - 17.23) = 6.93 \text{ m}$$

variação de pressão admitida no setor	
UE	0.925
q <sub>min</sub>	3.72 l h <sup>-1</sup>
h <sub>min</sub>	17.23 m
Δh <sub>s</sub>	6.93 m

Área Disciplinar Eng. Rural

## 2. Gotejadores autocompensantes:

### DRIPPERS TECHNICAL DATA

#### PC drippers

FLOW RATE* (L/H)	WORKING PRESSURE RANGE (BAR)	WATER PASSAGES DIMENSIONS WIDTH-DEPTH-LENGTH (MM)	FILTRATION AREA (MM <sup>2</sup> )	CONSTANT K	EXPONENT* X	BASE CODE COLOR	CAP COLOR CODE
2.0	0.5 – 4.0	1.17 x 1.07 x 61	2.0	2.0	0	Red	Black
4.0	0.5 – 4.0	1.32 x 1.44 x 60	2.0	4.0	0	Black	Black
8.5	0.5 – 4.0	1.60 x 1.60 x 17	2.0	8.5	0	Green	Black

\*Within working pressure range

$$\Delta h_s = 2.5 (h_{méd} - h_{min}) = 2.5 (22.5 - 5) = 43.75 \text{ m}$$

Área Disciplinar Eng. Rural

### Cálculo das rampas

- comprimento

O comprimento a dar a cada rampa,  $L_R$  (m) é dado por:  $L_R = N_{e/R} \cdot esp$

O caudal de entrada em cada rampa,  $Q_R$  (L h<sup>-1</sup>) é portanto:  $Q_R = N_{e/R} \cdot q_e$   
 $N_{e/R}$  é o n de emissores por rampa

- diâmetro

Segundo Keller e Karmeli (1975), a solução mais económica verifica-se quando a **variação de pressões na rampa vale 55 % da variação de pressão do sector.**

$$\Delta h_R = 0.55 \cdot \Delta h_s$$

$$\Delta H_R + \Delta N_R = 0.55 \cdot \Delta h_s$$

$\Delta H_R$  é a perda de carga na rampa;  $N_R$  é o desnível da rampa;

Área Disciplinar Eng. Rural

Como calcular a perda de carga na rampa? (ver aula de Fundamentos de Hidráulica)

- perdas de carga contínuas:

Fórmulas mais utilizadas na gota a gota

unidades		Blazius	Material	Veronese-Datei
		PE		PVC
		$j = k \frac{Q^{1.75}}{\phi^{4.75}}$ [27]		$j = k \frac{Q^{1.76}}{\phi^{4.76}}$ [28]
	Q (l h <sup>-1</sup> )	K = 0.478		K = 0.452
D (mm)	Q(m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )	K = 85002		K = 86127
	Q (l s <sup>-1</sup> )	K= 799756		K = 820788
	Q (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )	K = 142219 x 10 <sup>6</sup>		K = 223590 x 10 <sup>6</sup>

$$J = j \times L_R \times F$$

*F é o coeficiente de Christiansen para o serviço uniforme no percurso ...REVER!!*

Área Disciplinar Eng. Rural

Coeficiente de redução F, para rega gota-a-gota

$\beta=1,75$  (PE) ; 1,8 (PVC)

n	$\beta=1,75$	$\beta=1,80$	$\beta=1,85$	$\beta=1,90$	$\beta=2,00$
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,650	0,644	0,639	0,634	0,625
3	0,546	0,540	0,535	0,528	0,518
4	0,497	0,491	0,486	0,480	0,469
5	0,469	0,463	0,457	0,451	0,440
6	0,451	0,445	0,435	0,433	0,421
7	0,438	0,432	0,425	0,419	0,408
8	0,428	0,422	0,415	0,410	0,398
9	0,421	0,414	0,409	0,402	0,391
10	0,415	0,409	0,402	0,396	0,385
11	0,410	0,404	0,397	0,392	0,380
12	0,406	0,400	0,394	0,388	0,376
13	0,403	0,396	0,391	0,384	0,373
14	0,400	0,394	0,387	0,381	0,370
15	0,397	0,391	0,384	0,379	0,367
16	0,395	0,389	0,382	0,377	0,365
17	0,393	0,387	0,380	0,375	0,363
18	0,392	0,385	0,379	0,373	0,361
19	0,390	0,384	0,377	0,372	0,360
20	0,389	0,382	0,376	0,370	0,359
22	0,387	0,380	0,374	0,368	0,357
24	0,385	0,378	0,372	0,365	0,355
26	0,383	0,376	0,370	0,364	0,353
28	0,382	0,375	0,369	0,363	0,351
30	0,380	0,374	0,368	0,362	0,350
35	0,378	0,371	0,365	0,359	0,347
40	0,376	0,370	0,364	0,357	0,345
50	0,374	0,367	0,361	0,355	0,343
60	0,372	0,366	0,359	0,353	0,342
80	0,370	0,363	0,357	0,351	0,340
100	0,369	0,362	0,356	0,350	0,338
150	0,367	0,360	0,354	0,348	0,337
300	0,365	0,359	0,353	0,346	0,335
∞	0,364	0,357	0,351	0,345	0,333

41

Área Disciplinar Eng. Rural

- Perdas de carga singulares,  $\Sigma h_s$  (m)  $\Sigma h_s = J \times (0.2 \text{ a } 0.3)$

Pressão necessária à entrada da rampa,  $h_{ER}$  (m)

$$h_{ER} = h_a + K \Delta H_R + 0.5 \Delta N_R$$

sendo  $h_a$  a pressão média de funcionamento dos gotejadores,  $K = 0.75$  para tubagens com diâmetro constante,  $0.63$  para tubagens com dois diâmetros e  $0.5$  para tubagens com mais do que dois diâmetros (Keller e Bliesner, 1990) e  $\Delta N_R$  o desnível da rampa (m).

Cálculo dos porta rampas ou conduta secundária

**Materiais**

1. Polietileno de Alta Densidade (PEAD): Diâmetros habituais: 25 mm, 32 mm, 40 mm, 50 mm, 63 mm, podendo chegar até 75 mm ou 90 mm dependendo da dimensão do setor;
2. Pressões habituais: PN4 (4 bar) ou PN6 (6 bar);
3. Características: Boa resistência à radiação UV e à degradação ambiental. Facilidade de instalação (conectores rápidos ou compressão). Grande durabilidade e flexibilidade moderada.

PEAD PN4			PEAD PN6		
Ø	Esp	Øint	Ø	Esp	Øint
20	1.2	17.6	20	1.9	16.2
25	1.5	22.0	25	2.3	20.4
32	1.9	28.2	32	3.0	26.0
40	2.4	35.2	40	3.7	32.6
50	3.0	44.0	50	4.6	40.8
63	3.8	55.4	63	5.8	51.4
75	4.5	66.0	75	6.8	61.4
90	5.4	79.2	90	8.2	73.6
110	6.6	96.8	110	10.0	90.0
125	7.4	110.2	125	11.4	102.2

Cálculo dos porta rampas ou conduta secundária

- Método troço a troço tal como na aspersão
- Se o porta rampas estiver instalado à superfície do solo, PN4 é suficiente **PEBD PN4**
- Para a gama de diâmetros mais comum, a fórmula de perdas de carga aconselhada é a de Hazen-Williams

$$\text{Hazen - Williams} \quad u = 0.849 C_{HW} R^{0.63} j^{0.54} \quad j = \left( \frac{v}{0.849 C_{HW} R^{0.63}} \right)^{1.852}$$

(150-140)

Continuação do exercício dos damasqueiros

e) setorização da parcela;

setores de rega	
Nº S/dia	8.1 8
Nº S/parcela	8
<b>Fixamos</b>	<b>6</b>

Por setor	
A	10000 m <sup>2</sup>
n árvores	1666.7
n got	8333.3
Qs	19.2 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>

Δ pressão admitida no setor Autocompensantes	
h <sub>med</sub>	22.50 m
<b>Δhs</b>	<b>43.75 m</b>

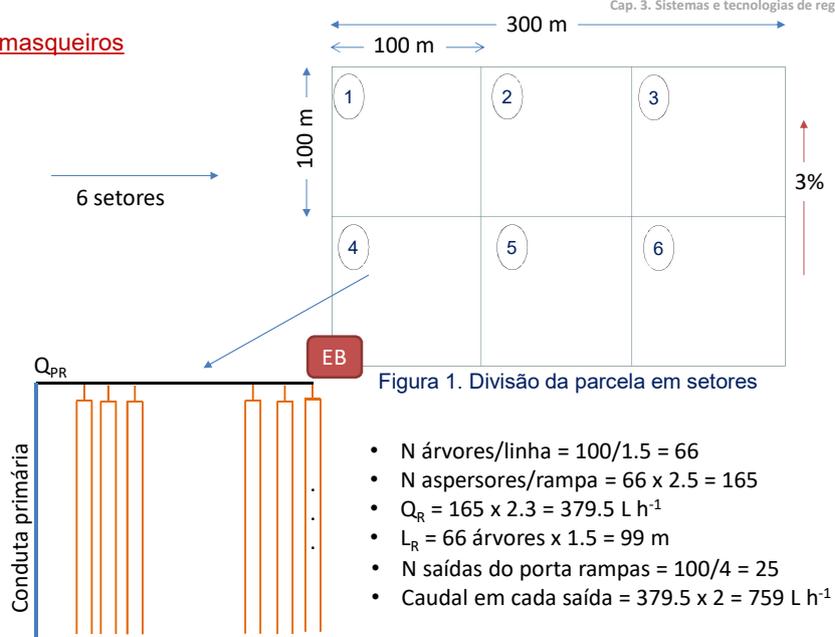
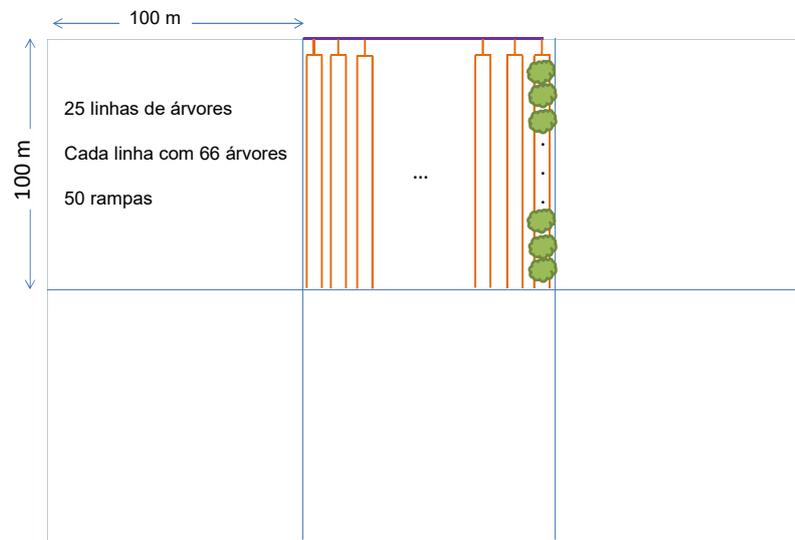


Figura 1. Divisão da parcela em setores

Figura 2. Layout das tubagens

- N árvores/linha = 100/1.5 = 66
- N aspersores/rampa = 66 x 2.5 = 165
- Q<sub>R</sub> = 165 x 2.3 = 379.5 L h<sup>-1</sup>
- L<sub>R</sub> = 66 árvores x 1.5 = 99 m
- N saídas do porta rampas = 100/4 = 25
- Caudal em cada saída = 379.5 x 2 = 759 L h<sup>-1</sup>



Área Disciplinar Eng. Rural

Quadro 1. Caudal para cada sector de rega

Setor	Nº de ramais	Caudal
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Área Disciplinar Eng. Rural

## f) Diâmetro dos ramais e pressão à entrada



$$\begin{aligned} N \text{ árvores / ramal} &= 100/1.5 = 66 \\ L \text{ gotejadores/ramal} &= 66 \times 2.5 = 165 \\ L_R &= 165 \times 0.6 = 99 \text{ m} \\ Q_R &= 165 \times 2.3 = 379.5 \text{ L h}^{-1} \end{aligned}$$

$$\Delta h_R = 0.55 \cdot \Delta h_s$$

Varição de pressão na rampa é, no máximo, 55 % da variação de pressão no setor)

$$\Delta H_R + \Delta N_R \leq 0.55 \Delta h_s$$

$$J + \sum h_s + \Delta N_R \leq 0.55 \Delta h_s$$

$$k \frac{Q_R^{1.75}}{\phi^{4.75}} \times L_R \times F + 0.3 \times \left( k \frac{Q_R^{1.75}}{\phi^{4.75}} \times L_R \times F \right) + \Delta N_R \leq 0.55 \Delta h_s$$

$$0.478 \frac{379.5^{1.75}}{14.2^{4.75}} \times 99 \times 0.364 + 0.3 \times \left( k \frac{379.5^{1.75}}{14.2^{4.75}} \times 99 \times 0.346 \right) + (-2.97) \leq 0.55 \times 43.75$$

$$\Delta h_s = 2.5 (h_{méd} - h_{min}) = 2.5 (22.5 - 5) = 43.75 \text{ m}$$

55 % ramais      55 % porta ramais

Começar com diâmetro de tubo = 16 mm e diâmetro interno 14.2 mm (0.9 mm espessura)

$\phi \text{ ext} = 16 \text{ mm}$  serve!

$$h_{ER} = h_a + K \Delta H_R + 0.5 \Delta N_R = 22.5 + 0.75 \times 2.436 + 0.5 \times 8(-2.97) = 22.84 \text{ m}$$

Área Disciplinar Eng. Rural

Quadro 2. Cálculo das rampas

N árvores / lir	66.7	66
n em/rampa	165	165
QR	379.5 l h <sup>-1</sup>	
	0.00011 m <sup>3</sup> /s	
Lr	99 m	
$\Delta P_R =$	24.06 m	
declive	-3 %	
desnível	-2.97 m	
F	0.366	
K(Blazius)	0.478	
D	14.2 mm	
j	0.052 m m <sup>-1</sup>	
J'	1.9 m	
hs	0.6 m	
$\Delta H$ (m)	2.5 m	
$\Delta H + \Delta N$ (m)	-0.5	boa!
hER	22.9 m	

Características das rampas dimensionadas:

Comprimento: 99 m  
 Material : PEBD  
 Diâmetro externo : 16 mm  
 Caudal: 379.5 L<sup>-1</sup>  
 Pressão à entrada: 22.9

Área Disciplinar Eng. Rural

g) o diâmetro dos porta ramais e a pressão à entrada do setor;

- N linhas de árvore/PR = 25
- N saídas do PR = 25 com  $Q = 2 Q_R = 2 \times 379.5 = 759 \text{ L h}^{-1}$
- $Q_{PR} = 1056 \times 20 = 21120 \text{ L h}^{-1}$
- $L_{PR} = 25 \times 4 = 100 \text{ m}$

**PEBD PN4**

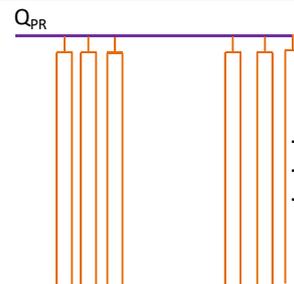
*Hazen - Williams*

$$u = 0.849 C_{HW} R^{0.63} j^{0.54}$$

$$j = \left( \frac{v}{0.849 C_{HW} R^{0.63}} \right)^{1.852}$$

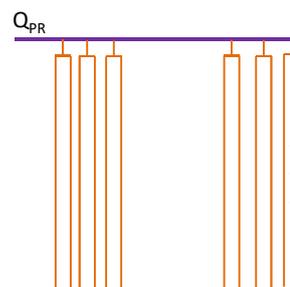
(150-140)

Método troço a troço com eq Hazen-Williams (como na aspersão fixa)



Quadro 3. Diâmetro dos porta ramais e a pressão à entrada do setor;

Troço	Q (m³/s)	d (mm)	v (m s <sup>-1</sup> )	R (m)	j	L	J	hs	ΔH	DN	h <sub>ER</sub>
25	0.00021	20.4	0.65	0.0051	0.03017	4	0.12	0.03017	0.15	0.00	23.0
24	0.0004	20.4	1.29	0.0051	0.10892	4	0.44	0.10892	0.54	0.00	23.4
23	0.0006	20.4	1.94	0.0051	0.23078	4	0.92	0.23078	1.15	0.00	24.6
22	0.0008	26.0	1.59	0.0065	0.12064	4	0.48	0.12064	0.60	0.00	25.2
21	0.0011	26.0	1.99	0.0065	0.18238	4	0.73	0.18238	0.91	0.00	26.1
20	0.0013	32.6	1.52	0.0082	0.08494	4	0.34	0.08494	0.42	0.00	26.5
19	0.0015	32.6	1.77	0.0082	0.11300	4	0.45	0.11300	0.57	0.00	27.1
18	0.0017	40.8	1.29	0.0102	0.04852	4	0.19	0.04852	0.24	0.00	27.3
17	0.0019	40.8	1.45	0.0102	0.06034	4	0.24	0.06034	0.30	0.00	27.6
16	0.0021	40.8	1.61	0.0102	0.07334	4	0.29	0.07334	0.37	0.00	28.0
15	0.0023	40.8	1.77	0.0102	0.08750	4	0.35	0.08750	0.44	0.00	28.4
14	0.0025	40.8	1.94	0.0102	0.10280	4	0.41	0.10280	0.51	0.00	28.9
13	0.0027	51.4	1.32	0.0129	0.03871	4	0.15	0.03871	0.19	0.00	29.1
12	0.0030	51.4	1.42	0.0129	0.04441	4	0.18	0.04441	0.22	0.00	29.3
11	0.0032	51.4	1.52	0.0129	0.05046	4	0.20	0.05046	0.25	0.00	29.6
10	0.0034	51.4	1.63	0.0129	0.05687	4	0.23	0.05687	0.28	0.00	29.9
9	0.0036	51.4	1.73	0.0129	0.06362	4	0.25	0.06362	0.32	0.00	30.2
8	0.0038	51.4	1.83	0.0129	0.07073	4	0.28	0.07073	0.35	0.00	30.5
7	0.0040	51.4	1.93	0.0129	0.07817	4	0.31	0.07817	0.39	0.00	30.9
6	0.0042	61.4	1.42	0.0154	0.03617	4	0.14	0.03617	0.18	0.00	31.1
5	0.0044	61.4	1.50	0.0154	0.03959	4	0.16	0.03959	0.20	0.00	31.3
4	0.0046	61.4	1.57	0.0154	0.04315	4	0.17	0.04315	0.22	0.00	31.5
3	0.0048	61.4	1.64	0.0154	0.04685	4	0.19	0.04685	0.23	0.00	31.8
2	0.0051	61.4	1.71	0.0154	0.05069	4	0.20	0.05069	0.25	0.00	32.0
1	0.0053	61.4	1.78	0.0154	0.05467	4	0.22	0.05467	0.27	0.00	32.3



Pressão à entrada do setor

h) Quadro 4 : Conduta primária  
Ver slides da aspersão

i) Quadro 5 : Altura manométrica dos setores  
Ver slides da aspersão

**Exemplo 2**

Pretende-se dimensionar um sistema de rega gota-a-gota para uma parcela com solo de textura média e de dimensões 100 x 100 m<sup>2</sup>, plantada com morangueiros (alta densidade). O camalhões apresentam duas linhas de morangueiros afastadas de 0.5 m. A distância entre duas linhas de camalhões contíguos é de 0.75 m.

- Considere que a  $E_f$  do sistema de rega é 90
- Condutividade da água de rega = 0.7 mmhos cm<sup>-1</sup>;
- C<sub>Ee</sub> morangueiro = 1.3 mmhos cm<sup>-1</sup>;
- E<sub>Tc</sub> ponta (sem correção para a rega localizada) = 6.5 mm d<sup>-1</sup>;
- Pretende-se manter constante a humidade do solo => 1 dia de intervalo entre regas
- Temos disponíveis gotejadores que debitam 2 L h<sup>-1</sup> e que produzem um bolbo molhado com raio = 0.4 m



Determine:

- o nº de emissores a instalar por m<sup>2</sup>; (resolvido em ppts anteriores)
- a dotação total de rega diária no período de ponta;
- o correspondente volume de água a aplicar por rega e por m<sup>2</sup>;
- o correspondente tempo de rega;
- a setorização da parcela;
- o diâmetro dos ramais e a pressão à entrada;
- o diâmetro dos porta ramais e a pressão à entrada do setor;
- a H<sub>mt</sub> à entrada de cada setor.

Área Disciplinar Eng. Rural

Uma vez que a distância entre plantas é muito reduzida, pretende obter-se faixas molhadas contínuas

$$F_{sh} > 0.5 \rightarrow E_g = r(2 - s)$$

$$F_{sh} \text{ mínimo}$$

$$F_{sh} \geq \frac{N_e A_h}{1 \times 1} \Leftrightarrow N_e \geq \frac{1 \times 1 \times 0.5}{0.5} \geq 1 \quad \leftarrow \text{N}^\circ \text{ mínimo}$$

$$E_g = 0.4(2 - 0.15) = 0.74 \quad \leftarrow \text{Espaçamento mínimo}$$

*Vamos verificar se para a disposição escolhida das rampas, temos o n de emissores por m<sup>2</sup> mínimo:*

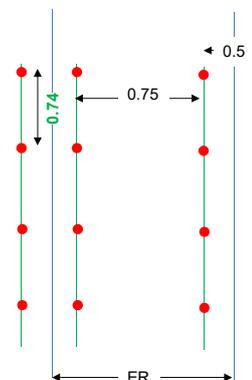
Utilizando sobreposição de 15 % do raio molhado:

Área afeta a um emissor,  $A_e = E_g \times ER$

$$ER = 0.75 + 0.5 = 1.25 \text{ m}$$

$$A_e = 0.74 \times 1.25 = 0.925 \text{ m}^2$$

$$N_e / \text{m}^2 = 1 / 0.925 = 1.08 > 1 \text{ (mínimo calculado anteriormente). OK}$$



Área Disciplinar Eng. Rural

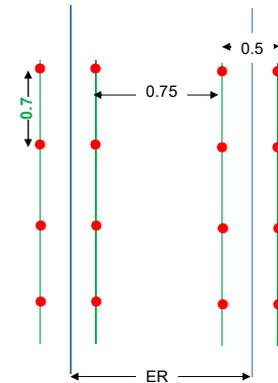
Utilizando sobreposição de 25 % do raio molhado:

$$Eg = r(2 - s) = 0.4 (2 - 0.25) = 0.7 \text{ m}$$

$$Ae = 0.7 \times 1.25 = 0.875 \text{ m}^2$$

$$Ne/m^2 = 1/0.875 = 1.14 > 1 \text{ OK, mas mais caro}$$

Quanto maior é a sobreposição melhor é o funcionamento agronómico do sistema, e maior é o seu custo uma vez que são necessários mais gotejadores



#### Bibliografia

- Keller, J., & Bliesner, R. D. (1990). Sprinkle and trickle irrigation. New Jersey. *The blackburn Press*.
- Oliveira, I. (1993). Técnicas de Regadio. Teoria e Prática. *Edição de autor. ISBN: 978-989-20-2692-3*.
- Pizarro, F. (1996). Riegos localizados de alta frecuencia-goteo-microaspersion-exudacion. *Madrid. Mundi-Prensa*.