



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



## Olivicultura

### EQUIPAMENTOS DE REGA PARA OLIVAL

1. Introdução;
2. Métodos e sistemas de rega no olival;
3. Sistemas de rega localizada;
4. Manutenção dos sistemas de rega;
5. Rega inteligente em olival (*smart irrigation*);
6. Qualidade da água de rega;
7. Avaliação de sistemas de rega localizada



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

## 1. INTRODUÇÃO

### □ Rega vs condução do olival

Diferentes tipos de condução do olival => diferentes aproximações de rega



#### Olival Tradicional

- Compassos largos > 7 X 7m
- 60 a 200 árvores ha<sup>-1</sup>
- sequeiro ou regadio
- utilizado há vários séculos
- > parte da área em Portugal.



#### Olival Intensivo

- Compassos apertados
- 285 a 700 árvores ha<sup>-1</sup>
- exploradas em regadio.



#### Olival Super intensivo

- Árvores em sebe
- 900 e 1200 árvores ha<sup>-1</sup>
- exploradas em regadio.

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

Problemas mais frequentes na gestão da rega do olival

- Cálculo dos volumes de rega;
- Escolha do momento de aplicação;



Diretamente relacionados com

Condução da rega

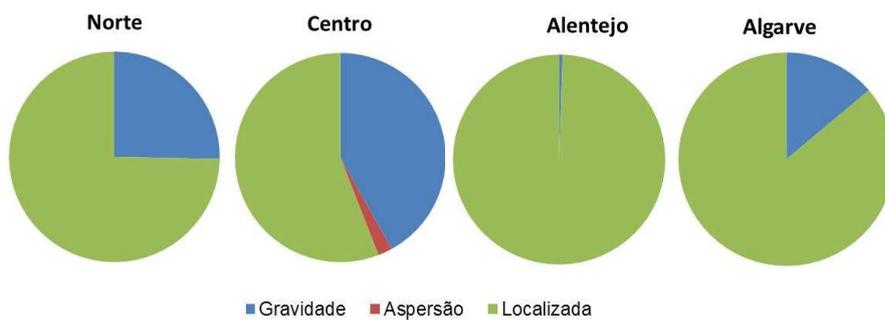
- Desadequação do sistema de rega escolhido:  
*Perdas de água várias*
- Falta de manutenção dos sistemas de rega:  
*Baixa uniformidade de distribuição da água*



Sistema de rega

María do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

☐ Métodos e sistemas de rega utilizados no olival nas diferentes regiões do país



Instituto Nacional de Estatística (2019)

98.5 % gota a gota  
1.5 % micro aspersão



María do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

Os novos aproveitamentos hidroagrícolas da região Alentejo (INE, 2011), que coincidiram com a conclusão da 1.ª fase do projeto de regadio do Alqueva, originaram acréscimos significativos das áreas plantadas com olival



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

## 2. MÉTODOS E SISTEMAS DE REGA NO OLIVAL

### 2.1 MÉTODOS DE REGA POR GRAVIDADE

#### 2.1.1 Sistema por sulcos

Na sua forma mais tradicional a água escoar por gravidade desde a cabeceira da parcela até cada árvore em sulcos que contornam as oliveiras.

Grande exigência de mão de obra; eficiência de rega muito baixa (perdas)

#### 2.1.2 Sistema por caldeiras

Atualmente é o sistema mais utilizado (dos métodos por gravidade)

A água é fornecida por um alagador com uma pluviometria (caudal/área) muito superior à taxa de infiltração da água;

A água acumula-se à superfície do solo, dentro da caldeira e vai infiltrando ao longo do tempo;

Geralmente os intervalos entre regas são da ordem dos 7 dias – rega de baixa frequência;

O volume de água aplicada em cada rega é elevado, variando entre 4000 e 2500 litros por caldeira;

Este método favorece o desenvolvimento de raízes em profundidade **Vantajoso?**

*Qual a dotação diária em mm? (sugestão considerar compasso 8 x 8 m<sup>2</sup>)*



- O mais antigo dos métodos de rega
- Usado nos olivais tradicionais

## 2.2. MÉTODO DE REGA SOB PRESSÃO

Usado nos olivais tradicionais

### 2.2.1 Sistemas de rega por aspersão

Os mais utilizados são os sistemas móveis onde, no fim de cada rega, a rampa porta aspersores é mudada para o local de rega seguinte

Os aspersores são adequados em solos com média a elevada taxa de infiltração, devido à sua pluviometria

$$P_l - \text{taxa de aplicação do aspersor (pluviometria, mm h}^{-1}\text{)} < I - \text{taxa de infiltração do solo (mm h}^{-1}\text{)}$$

Caso contrário

- acumulação de água à superfície;
- escoamento superficial;
- erosão do solo;
- arrastamento de nutrientes (ex. fósforo).



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

#### As vantagens são:

- A área regada cobre *praticamente toda a zona radicular da árvore*. Isto é particularmente adequado para solos muito permeáveis;
- O sistema é *pouco sensível a entupimentos* quando a água de rega apresenta partículas em suspensão, ou quando o sistema de filtragem não é muito eficiente;
- É simples *mover o sistema de rega para a realização de trabalhos* de preparação do solo;

#### Desvantagens:

- promove o crescimento de infestantes pois a área molhada é grande;
- o jato está sujeito ao efeito do vento, o que diminui a UD e aumenta as perdas por evaporação (30% a 50% em climas áridos);
- não é aconselhável usar fertirrega se a velocidade do vento for condicionante;
- O facto de se molhar a folhagem e produzir uma atmosfera húmida debaixo da copa da árvore, pode favorecer o aparecimento de algumas doenças associadas a fungos e a proliferação de insetos prejudiciais, tais como cochonilha preta e a mosca da azeitona;
- A pressão necessária para fazer a instalação funcionar é maior do que a necessária para um sistema de rega localizada;
- O sistema não se adequa a automatização.

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

## 2.2.2 Sistemas de rega localizada

## Conceitos introdutórios

Em cada rega aplica-se apenas o suficiente para suprir a  $ET_C$



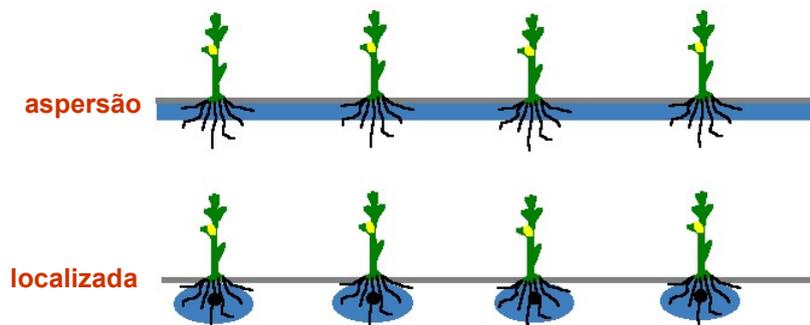
Baixas dotações e alta frequência



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

A zona de solo humedecida localizada denomina-se bolbo molhado

As raízes desenvolvem-se apenas dentro do bolbo molhado



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

### O problema da redução da área molhada

A superfície de solo molhada é reduzida, e por isso há uma redução de uma parte do volume “natural” das raízes da oliveira;

- A árvore fica incapaz de resistir à acção mecânica do vento;
- A árvore poderá sofrer danos irreversíveis se o sistema de rega avariar e forem suprimidas algumas regas.



O impacto desta redução pode reduzir-se **diminuindo as frequências de rega durante a fase mais inicial do desenvolvimento** para estimular o crescimento das raízes.

Em zonas áridas e semi-áridas há que promover uma área humedecida maior do que 33 % da área explorada pela árvore.



*Pig tail*



*Micro tubos ou spaghettis*

María do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

### Outras “desvantagens” da rega localizada

- Elevados custos de instalação/cabeçal;
- Fácil obstrução dos emissores devido ao pequeno diâmetro dos bicos e às baixas pressões;
- Potencial para salinização do solo;
- Não se aproveitam reservas de água do solo;
- Não é possível a fertilização orgânica;



*Cabeçal- Filtros de areia*



*Cabeçal- Filtros de malha, sistema de bombagem e de fertirrega*

María do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

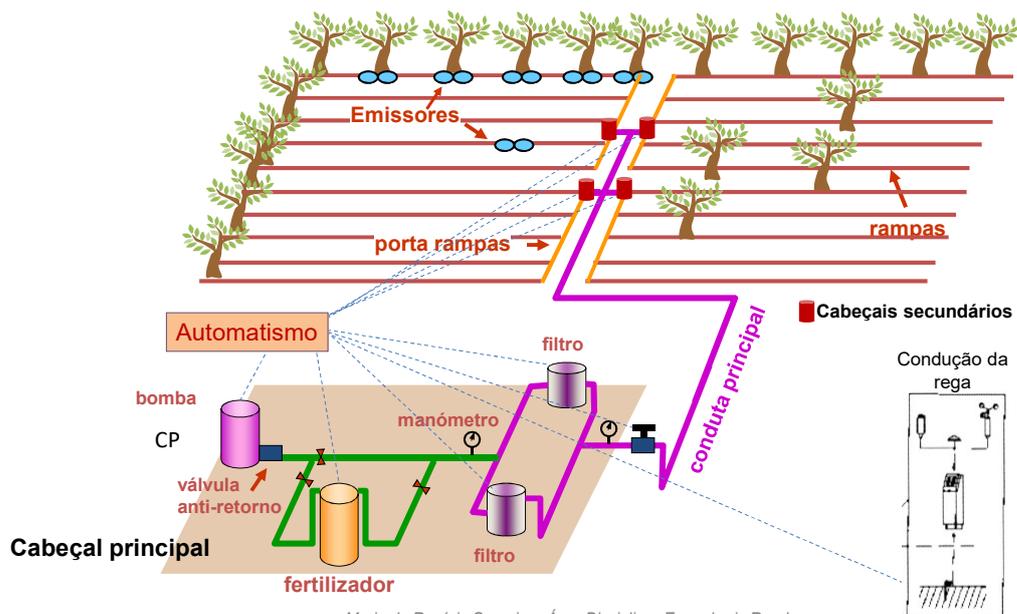
### Vantagens da rega localizada

- Redução do consumo de água em relação aos outros métodos de rega;  
?
- Redução do consumo de energia em relação à aspersão;  
?
- Aplicação em grande variedade de condições topográficas;
- Aplicação em grande variedade de texturas de solo;
- Aplicação de fertilizantes com a água de rega – fertirrega;

María do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

### 3.1 Componentes

## 3. SISTEMAS DE REGA LOCALIZADA PARA OLIVAL



- emissores
- tubagens
- acessórios e peças complementares
- filtros
- fertilizadores
- sistemas de controlo, regulação e segurança
- estação de bombagem

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

### 3.1.1. Emissores e tipos de sistemas de rega localizada

Os dispositivos que emitem água podem ser:

- gotejadores : *gota-a-gota*
- aspersores de pequeno alcance e caudal: *micro-aspersão*
- gotejadores de grande débito : *rega por alagadores*
- tubagens enterradas com gotejadores: *rega sub-superficial ou subterrânea*

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

### I) REGA GOTA-A-GOTA

O sistema de rega melhor adaptado aos olivais e o **mais eficiente**, poupando o máximo em água (porquê?)

- Cada gota que deixa o emissor é imediatamente absorvida pelo solo, formando um bolbo de solo molhado onde as raízes da árvore se desenvolvem;
- A forma deste bolbo molhado depende do tipo de solo,



Em solos de textura ligeira e permeáveis o bolbo é estreito e profundo



Em solos de textura pesada e pouco permeáveis poderá ocorrer acumulação de água na zona das raízes

Em ambos os cenários uma boa solução é ter 4 emissores por árvore de oliveira adulta.

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

### Gotejadores adequados para rega de olival

#### A. Emissores em linha (*drip line*):

Tube com emissores incorporados de fábrica, com espaçamentos standard *dripline*;  
**Adequam-se aos olivais super-intensivos**



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

## Exemplos de Driplines

**AQUAMATIC S.A.**  
SISTEMAS DE REGA AUTOMÁTICA

## TUBOS COM GOTEJADORES INTEGRADOS EM LINHA E TUBOS COLETOR

## BASIC-DRIP



**Tubo BASIC-DRIP**  
Gotejador turbóientos em tubo de PE de 16mm.  
Não aconselhado para enterrar.

Código A	Designação	QTD/Emb.	Preço Unitário
502773333	Tubo gotejador BASIC-DRIP castanho, parede 0,9mm, turb. 3,6l/h, 33cm, 100m	1 rolo	
502785050	Tubo gotejador BASIC-DRIP castanho, parede 0,9mm, turb. 3,6l/h, 50cm, 100m	1 rolo	
502786100	Tubo gotejador BASIC-DRIP castanho, parede 0,9mm, turb. 3,6l/h, 100cm, 100m	1 rolo	

## XFD



**Tubo XFD da Rain Bird**  
Gotejador autocompensante em tubo extra flexível de 16 mm.  
Dupla camada: castanho por fora, preto por dentro. Espessura da parede 1,2mm.



Código A	Designação	QTD/Emb.	Preço Unitário
502761330	Dripline RB castanho, parede dupla 1,2mm, autocomp. 2,2 l/h, 33cm, 100m	1 rolo	86,90 €
502761400	Dripline RB castanho, parede dupla 1,2mm, autocomp. 2,2 l/h, 40cm, 100m	1 rolo	81,30 €
502761500	Dripline RB castanho, parede dupla 1,2mm, autocomp. 2,2 l/h, 50cm, 100m	1 rolo	73,50 €

Espaçamento das árvores em olival intensivo: 8 × 4,2 m

Espaçamento das árvores em olival super intensivo: 3,75 × 1,35 m

Maria do Rosário Carneira - Área Disciplinar Engenharia Rural

## B. Gotejadores pontuais ou em derivação

- Mais adequados para regar olivais de maior espaçamento (intensivos);
- Podem ser:



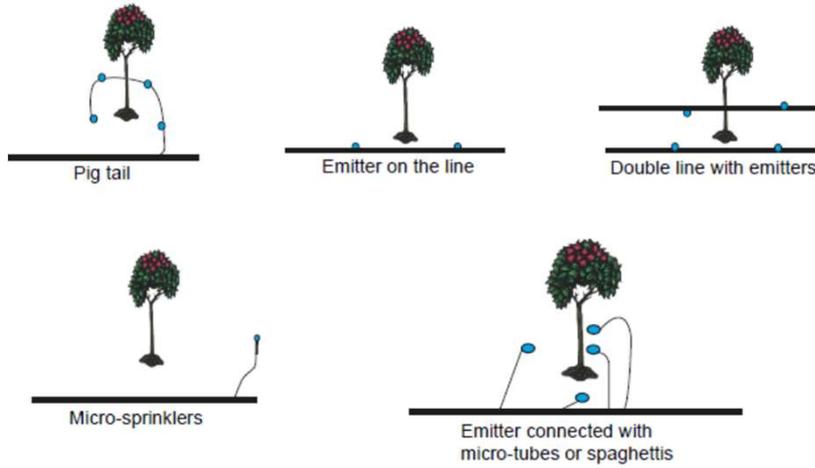
✓ inseridos diretamente no tubo;

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



Maria do Ro

Várias opções para distribuição de gotejadores por árvore de modo a garantir o desenvolvimento espacialmente equilibrado das raízes da oliveira



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

Opções para a rega de olivais e outros pomares com sistemas gota a gota



pig tail



Uma ou mais linhas de gotejadores



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

- Número de emissores por árvore e caudais por emissor mais adequados na rega do olival

De um modo geral, o número de gotejadores a utilizar por árvore depende de:

- Condições climáticas;
- Textura do solo;
- Necessidades hídrica das plantas.

Solos arenosos ou muito permeáveis onde a percolação da água é rápida deve colocar-se um elevado número de emissores, aplicando volumes pequenos, com frequência.

O caudal dos gotejadores é escolhido com base em:

- espaçamento entre os gotejadores;
- textura do solo;
- qualidade da água.

Valores mais frequentes

1.6 - 4 L h<sup>-1</sup>

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

### Exemplos



Em olivais intensivos (5 x 6 ou 6 x 6 m), entre dois a quatro gotejadores *on line* por árvore, em número e com caudal adequado à textura do solo;



Em olivais super intensivos (3.5 x 1.5 m) é aconselhável usar os gotejadores espaçados com 40 cm a fim de se formar uma faixa molhada contínua; adequam-se gotejadores *in-line* ou *dripline*



No olival tradicional (8 x 8 m distante) os gotejadores *on-line* com caudal de 8 L h<sup>-1</sup> a debitar para uma caldeira, podem ser usados, com um número apropriado para cada árvore.

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

#### ❑ Inovações nos emissores a usar na rega gota-a-gota em olivais

A rega gota a gota é a mais popular e indicada para os olivais , por isso muito tem sido investido no melhoramento dos componentes do sistema de rega nomeadamente nos gotejadores

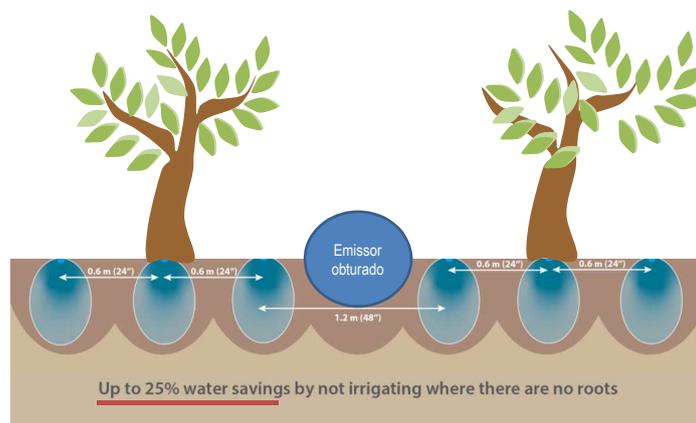
“PC skip drip” da Netafim é uma *drip line* com espaçamentos variáveis adaptados aos espaçamentos do olival, ou seja, apresenta “falhas” de gotejadores que coincidem com os espaços entre as árvores. Aumenta a eficiência no uso da água

“Oliveline Plugs” da Netafim são utilizados para obturar gotejadores em *drip lines* com emissores regularmente espaçados.

O nº de gotejadores em funcionamento vai aumentando à medida que a árvore se desenvolve



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

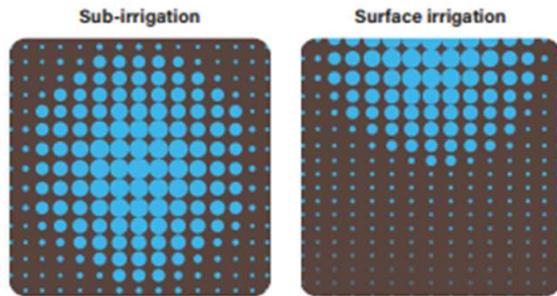


Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

## II) REGA GOTA-A-GOTA SUBTERRÂNEA

O sistema é semelhante ao da rega gota-a-gota superficial, mas está enterrado

### Desenvolvimento do bolbo molhado



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

### Profundidade dos gotejadores:

O gotejador é posicionado sob a superfície do solo à profundidade aproximada de 35 cm

### Intervalos entre gotejadores:

Solo de textura ligeira : 40-50 cm,  
Solo de textura pesada: 90-100 cm.

Se a distância entre as linhas das árvores é maior do que 3 m é aconselhável usar dois ramais enterrados para que o sistema radical se desenvolva de modo equilibrado



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

### Vantagens

- Eficiência elevada > 95%;  
Baixas perdas por evaporação  
Não há escoamento superficial
- Fertirrega mais eficiente;
- Não há perturbação à superfície;
- Não há infestantes.



### Desvantagens

- Instalação complexa;
- Mais dispendioso que o superficial;
- Manutenção e verificações do funcionamento constante e precisa;
- Pressões sempre acima de um nível mínimo.



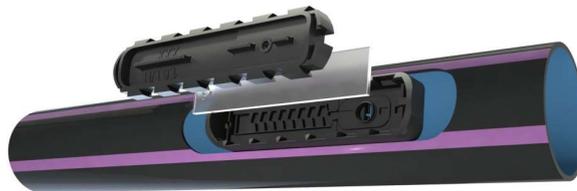
Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

### Continuando com as inovações

#### Gotejador *Netafim* usado em rega subterrânea

- Dispositivo anti sifão que impede a aspiração de partículas de solo minimizando o risco de obstrução;
- Dispositivo de autolimpeza;
- Barreira física que impede a entrada de raízes;
- Mais de 10 anos de vida útil.

UNIRAM™ AS  
integral PC drip line



**Caudais: 0.7, 1.0, 1.6, 2.3, 3.5 L h<sup>-1</sup>;**  
**Vários diâmetros : 16 a 23 mm**

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

Prática eficientes para evitar a oclusão dos gotejadores por partículas de solo em sistemas de rega enterrados:

- Impedir a ocorrência de baixas pressões;
- Tratamento químico da água de rega usando soluções ácidas diluídas;
- É fundamental nestes sistemas a instalação de contadores que permitam o controle dos volumes entregues para cada ramal/setor, permitindo monitorar a possível oclusão dos gotejadores

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

### iii) Rega localizada por micro aspersão

- A água é aplicada sob a forma de jato de curto alcance (até 2 m);
- Ao contrário da gota a gota a distribuição da água é **aérea**, logo origina maiores perdas de água devido à evaporação;
- Tem menor necessidade de manutenção; o caudal é maior que na gota a gota, assim como os diâmetros dos orifícios;
- Adapta-se a solos de **textura grosseira**, onde o bolbo originado pela gota a gota não seria suficiente;
- Utiliza-se muitas vezes em pomares em **climas quentes** onde as dotações de rega são elevadas de mais para serem aplicadas em gota-a-gota;
- O caudal fornecido situa-se entre os **20 e os 150 L h<sup>-1</sup>**(10 x mais que os gotejadores).



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

## Exemplos de micro-aspersores específicos para olivais

**Netafim - SuperNet™ SSR**

Especially suitable for extra-narrow planted orchards, SuperNet™ SSR creates small wetted diameters (2.0-2.5m)

A revolving irrigation rotor, designed for super short ranges, applies water and nutrients close to the root zone while keeping the space between the rows dry. Specially designed for orchards with sloping terrain.

**Flow regulated micro-sprinkler with 3 different flow rates: 30, 35, 40 l/h.**

**Pressure range 1.5 to 4.0 bar**

*Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural*

**Toro Waterbird® PC Olive**

- An even throw of water across the spray pattern ensures good, consistent root development
- The anti-insect spinner design protects the jet and tube when it's not in use
- A two stage spinner provides two diameters of throw. The smaller diameter for younger trees, and the deflector is simply removed for developed trees.
- The self flushing pressure compensating mechanism provides regulated flow for undulating terrain
- A highly visible UV stabilised red stake provides easy identification and reduces the chance of mechanical damage



**Recommended Pressure Range 150 - 350 kPa**

**Nominal Flow Rate**

36L/h (Brown Nozzle),  
47L/h (Light Blue Nozzle),  
56L/h (Light Green Nozzle),  
70L/h (Orange Nozzle),  
90L/h (Grey Nozzle)

*Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural*



Sprinklers are an economical and efficient replacement for localized irrigation and the ideal system for growers who don't have much time or funds to dedicate to their irrigation systems. Sprinklers require fewer laterals and lower filtration requirements.

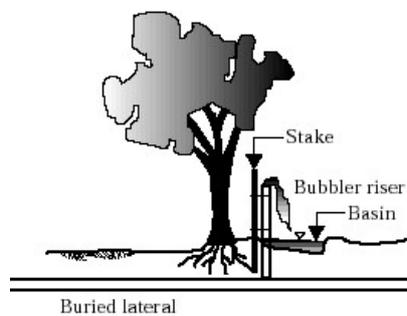
Compasso: 5 x 5 m.  
water reaches the entire root zone of the trees, meaning a larger reservoir of moisture is available to them. The greater wetted area around the roots increases the crop's ability to absorb nutrients and water, resulting in higher productivity and fruit quality.



*Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural*

#### iv) Rega por alagadores ou *bubblers*

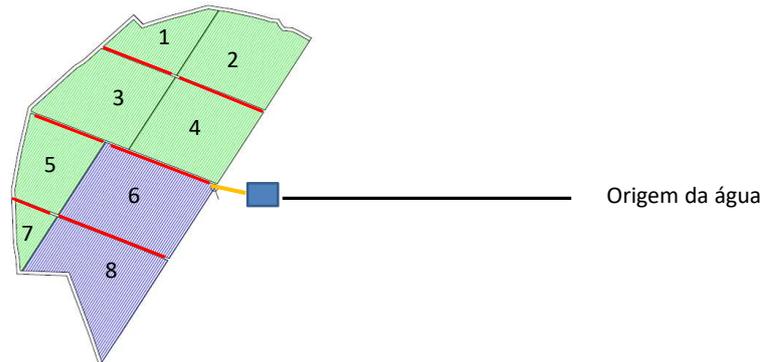
- Caudal elevado ( até 200 L h<sup>-1</sup>) aplicado numa área localizada;
- Taxa de aplicação superior à taxa de infiltração do solo;
- Necessidade mínima de filtração e de manutenção;



*Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural*

### 3.1.2 Tubagens

- uma conduta principal - da origem da água até ao cabeçal principal ———
- uma ou mais condutas secundárias ligando o cabeçal principal aos secundários ———
- porta rampas ou porta ramais ———
- ramais ou rampas – onde se instalam os emissores ———



Maria do Rosário Ca. . . - Área Disciplinar Engenharia Rural

#### Materiais

- Policloreto de vinilo (PVC) – condutas enterradas com  $\phi > 50$  mm
- Polietileno (PE) – condutas à superfície com  $\phi < 50$  mm  
geralmente só para as rampas

#### Algumas características dos ramais:

Material: Polietileno (PE);

Diâmetro exterior: 12 a 32 mm;

Geralmente só apresentam um diâmetro ao longo do seu comprimento;

Suportam pressões até 60 m.c.a.

“fitas de rega” são de filme de polietileno com diâmetros entre 16 e 35 mm e suportam pressões até 10 m.c.a



Tubo para inserção de gotejadores



“fita de rega”

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

### 3.1.3 Cabeçal

Localiza-se após a estação de bombagem sendo geralmente constituído por:

- Sistema de filtragem;
- Sistema de fertirrega;
- Sistema de *controlo, regulação e segurança*



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

### 3.2 SISTEMA DE FERTIRREGA

A elevada uniformidade de distribuição conseguida na rega localizada confere-lhe elevado potencial para a aplicação de fertilizantes, através de um processo designado por fertirrega.

Modo de aplicação mais eficiente:

- os nutrientes são disponibilizados de acordo com a curva de necessidade da cultura;
- Os nutrientes aplicados diretamente na zona radicular, sendo especificamente colocados na área do solo molhado (bolbo molhado).

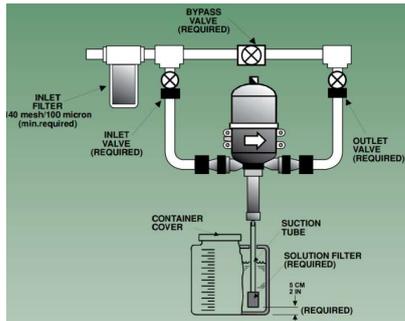
Devem utilizar-se:

- fertilizantes líquidos ou
- preparar a solução com fertilizantes sólidos de grande solubilidade.

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

Os principais componentes de um sistema de fertirrega são:

- Tanque para o fertilizante, geralmente de fibra de vidro;
- Sistema de adição do fertilizante à água de rega:  
Bomba Injetora ou tubo de Venturi
- Sistema de segurança que impeça o retorno da água com fertilizante à origem de água



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural



Sistema de fertirrega comercializado por



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

### Potenciais problemas associados à fertirrega

#### Custo:

- Inclusão de partes extra ao sistema de rega;
- Adubos líquidos com custos superiores aos adubos sólidos

#### Necessidade de manutenção frequente:

- Verificação do débito da bomba injetora;
- Limpeza de filtros

Nem todo o solo ao redor da oliveira é fertilizado.

Após alguns anos, as áreas onde não há emissores de rega tornam-se estéreis, enquanto as áreas molhadas podem apresentar concentração de sal elevada.

*Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural*

### 3.3 Sistema de filtragem

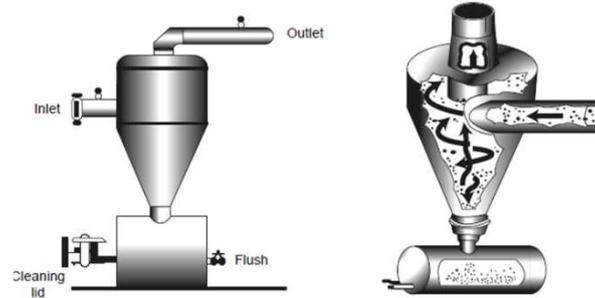
- Remove impurezas que podem causar obstrução dos emissores;
- Os filtros localizam-se depois do sistema de bombagem;
- O tipo e o número de filtros a instalar depende do caudal de entrada no sistema de rega e da qualidade da água (tipo e dimensão das partículas em suspensão)

#### □ Principais tipos de filtros em sistemas de rega localizada:

- Hidrociclone
- Filtro de areia
- Filtro de malha
- Filtro de aneis

*Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural*

- Separador de areias (hidrociclone ou centrífugo):
- Faz a 1ª filtragem de água;
- Geralmente existe quando a bomba retira água de poços profundos;
- Provoca uma perda de carga (energia) no escoamento entre 6 a 9 m.



Podem ser automatizados através de uma electroválvula montada na parte de baixo dos filtros ligada a um programador por tempo.

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

#### • Filtro caça pedras

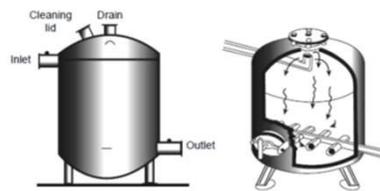


Strainer filters - SY series are used to protect irrigation network equipment (such as pumps, valves, etc.) from wear and blockage by the presence of large caliber sediment. All filters are PN16 and the product range can serve large number of flow. The installation of the filter is done by following the direction of the flow arrow in the filter body.

CODE	DESCRIPTION	CONNECTIONS	FILTRATION AREA cm <sup>2</sup>	NOMINAL FLOW m <sup>3</sup> /h	MAX PRESSURE bar	H mm	L mm	W mm	WEIGHT kg
05-12-202	Strainer filter series SY 2" (hole diameter Ø1.5 mm)	TM, F, G	410	25	16	370	300	180	14.0
05-12-302	Strainer filter series SY 3" (hole diameter Ø1.5 mm)	F, G	620	45	16	400	360	200	17.5
05-12-402	Strainer filter series SY 4" (hole diameter Ø1.5 mm)	F, G	820	80	16	455	390	220	21.0
05-12-502	Strainer filter series SY 5" (hole diameter Ø1.5 mm)	F, G	1310	110	16	570	510	250	32.5
05-12-602	Strainer filter series SY 6" (hole diameter Ø1.5 mm)	F, G	1700	160	16	570	590	300	48.0
05-12-802	Strainer filter series SY 8" (hole diameter Ø1.5 mm)	F, G	2300	300	16	740	745	445	112.0
05-12-112	Strainer filter series SY 10" (hole diameter Ø1.5 mm)	F, G	4230	600	16	945	1050	615	240.0
05-12-122	Strainer filter series SY 12" (hole diameter Ø1.5 mm)	F, G	5190	850	16	1065	1230	615	270.0

### Filtro de areia

- Consiste num cilindro vertical preenchido com areia;
- A água passa lentamente por um determinado volume de areia, sendo ela própria o elemento filtrante;
- Separa **algas de grandes dimensões e folhas e sedimentos de diâmetro superior ao dos poros da areia**;
- É muitas vezes usado como pré-filtro para limpar água de fontes superficiais tais como barragens, rios ou canais;
- Podem ser automatizados com electroválvulas e com um programador que pode funcionar por tempo e/ou por diferença de pressão entre a entrada e saída dos filtros.



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

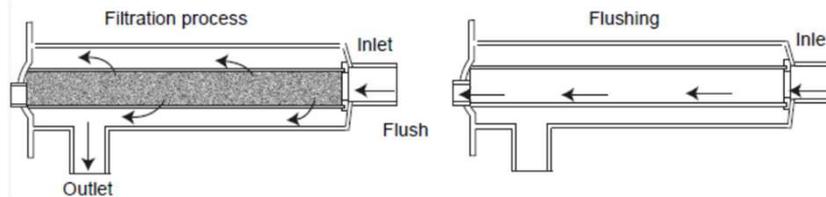
### Catálogo de filtros de areia

CODE/TYPE	media filters/ screen filters	number of units	INLET/ OUTLET	NOMINAL FLOW		RIVER/DAM		CANAL		WASTE WATER	
				m <sup>3</sup> /h	gpm	m <sup>3</sup> /h	gpm	m <sup>3</sup> /h	gpm	m <sup>3</sup> /h	gpm
BX20-2	X20"	2	3"	30	132	16	70.5	12	53.0	8	35.5
	O3"	1									
BX20-3	X20"	3	4"	40	176.0	24	105.6	18	79.5	12	53.0
	O4"	1									
BX24-2	X24"	2	3"	45	198.0	22	97.0	17	75.0	11	48.5
	O4"	1									
BX24-3	X24"	3	4"	65	286.2	34	150.0	25	110.0	17	75.0
	O4"	1									
BX36-2	X36"	2	4"	80	352.2	52	229.0	39	172.0	26	114.5
	O4"	1									
BX36-3	X36"	3	6"	150	660.5	78	343.5	59	260.0	39	172.0
	O6"	1									
BX36-4	X36"	4	6"	200	880.6	104	458.0	78	343.5	52	229.0
	O6"	2									
BX36-5	X36"	5	6"	250	1100.7	130	572.5	98	431.5	65	286.5
	O6"	2									
BX48-2	X48"	2	6"	140	616.5	92	405.0	69	304.0	46	202.5
	O6"	1									
BX48-3	X48"	3	6"	210	924.6	138	607.5	104	458.0	69	304.0
	O6"	2									
BX48-4	X48"	4	8"	270	1188.7	184	810.0	138	607.5	92	405.0
	O6"	2									

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

Filtro de malha:

- Pode ser de aço inoxidável, poliéster ou plástico e remove as **partículas de areias de menores dimensões e algas de muito pequenas dimensões**;
- Funcionam com a água a passar por um cartucho de rede/malha inox onde as partículas superiores ao tamanho da malha ficam retidas.



- são usados para águas com menos sujidade ou, muitas vezes, ficando montado a seguir aos filtros de areia
- quando são automáticos podem ser hidráulicos, sendo ativados por diferença de pressão

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

- As aberturas na malha do filtro devem ser  $\frac{1}{4}$  da dimensão dos orifícios dos emissores;
- A capacidade de filtração é expressa em “mesh” ( no de aberturas por polegada, ex: um filtro com 200 *mesh* tem 200 aberturas por polegada.
- A maior parte dos filtros para rega apresenta mesh entre 100 e 200.

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

Filtro de disco:

- Remove tudo o que passou nos outros filtros;
- Funcionam com a água a passar por um conjunto de anéis apertados entre eles de modo a que as partículas maiores não consigam passar entre as ranhuras do anel.
- Estes filtros usam-se normalmente para águas com menos sujidade ou como ficando montados a seguir aos filtros de areia.
- São também, por vezes, instalados nos cadeçais secundários dos setores de rega



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

Bateria de filtros

- Dependendo do caudal de água a tratar podem associar-se um ou mais filtros que podem ser de areia, com filtros de anéis ou malha;
- Qualquer bateria de filtros pode ser de limpeza manual ou automática.



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

## 4. MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE REGA

- 4.1 Verificação da pressão e do caudal do sistema de rega
- 4.2 Limpeza do sistema de filtragem
- 4.3 Tratamento dos entupimentos com depósitos de calcário

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

### 4.1 Verificação da pressão e do caudal do sistema de rega



Ponto estratégico de medição do caudal

No cabeçal de cada setor de rega



Medidor volumétrico instalado no sistema



Medidor  
ultra-sónico  
portátil

*Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural*

### 3.2 Limpeza do sistema de filtragem

<https://www.netafim.com.au/precision-irrigation-academy/#webinars>

Filtros de anéis



Quando a **limpeza é manual**, os filtros devem ser limpos quando a diferença de pressão entre a entrada e a saída é superior a 0.5 bar;



Devem ser desapertados, de modo a que os anéis fiquem com folga entre si para conseguir retirar as partículas entretanto retidas nas ranhuras e na parte fora do cilindro que compõe um grupo de anéis.

Quando a **limpeza é automática**, os filtros são ligados a um programador e o sistema inverte o sentido e a água, ao mesmo tempo que cria espaço de folga entre anéis.

*Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural*

### 3.2 Limpeza do sistema de filtragem

#### Filtros de malha

- limpeza manual



- No caso da limpeza ser automática, funcionam hidráulicamente por diferença de pressão média a jusante e a montante.

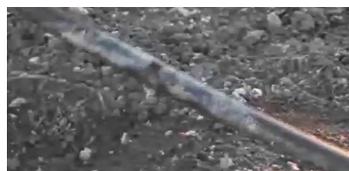
*Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural*

#### Filtros de areia



*Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural*

### 3.3 Tratamento dos entupimentos com depósitos de calcário



Adição de ácido à água de rega



Purga do sistema



Maria do Rosário

As obstruções dos emissores/gotejadores podem ser causadas por agentes físicos, químicos e biológicos.

A determinação da causa dessas obstruções pode ser complexa pelo facto dos vários agentes na água poderem interagir entre si, agravando o problema, sobretudo se for considerada a natureza dinâmica dos parâmetros de qualidade de muitas águas (Ravina et al., 1992).

Os riscos de entupimentos associados à qualidade da água de rega são tratados exhaustivamente por Nakayama & Bucks (1991).

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

**Causas de obstrução:****Material sólido em suspensão:**

Qualquer material presente na água que abastece o sistema de rega e que obstrua uma parte desse sistema é considerado um agente físico de entupimento, podendo ter origem orgânica ou inorgânica.

- Risco de entupimento moderado: sólidos em suspensão na água de rega em concentração > 50 mg/L;
- Risco de entupimento severo: sólidos em suspensão na água de rega em concentração > 100 mg/L

**Outras causas:**

- Cálcio e magnésio: podem causar entupimentos devido à precipitação dos íons sob a forma de carbonatos e fosfatos;
- Ferro: concentração > 0.2 mg/L

*Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural*

**Outras causas:**

- As águas salinas e as águas residuais: utilizadas como fonte alternativa de água em situações de escassez. Precipitação química devida a elevada concentração de cátions e/ou aniões na água, associados a um elevado pH (>5,3)

**Origem biológica:**

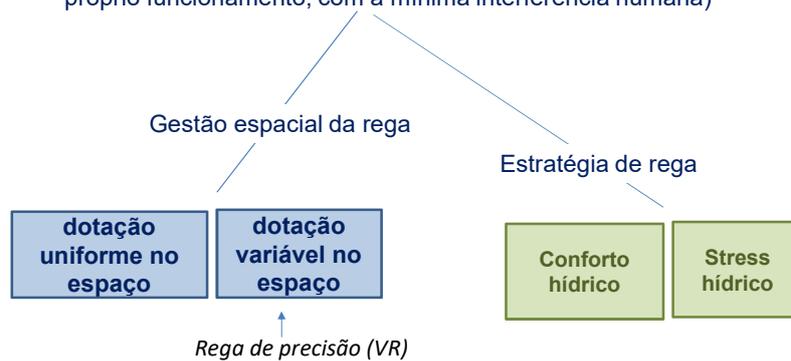
- podem ser causadas por vários organismos presentes na água. Pequenos organismos aquáticos, como ovos de caracóis e larvas, podem passar através dos filtros e desenvolver-se, formando colónias no interior dos tubos. Algas, actinomicetas e fungos também podem estar presentes nas fontes de água, sendo o seu crescimento favorecido por condições de repouso, iluminação, temperatura e nutrientes, como azoto e fósforo

*Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural*

## 5. REGA INTELIGENTE EM OLIVAIS

Com o objetivo de otimizar o uso da água, a **rega inteligente** (*smart irrigation*) incorpora:

- **tecnologia** (equipamentos, métodos e técnicas)
- **automação** (processo pelo qual os mecanismos controlam o seu próprio funcionamento, com a mínima interferência humana)



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

□ **tecnologia** (equipamentos e sensores, métodos e técnicas)

- Sensores de água no solo
- Sensores do potencial hídrico nas folhas
- Sensores do diâmetro das árvores
- Sensores de pressão nas tubagens
- etc

Um **sensor inteligente** é um sensor que, com base no estímulo recebido e com recurso a **microprocessadores embutidos e comunicação sem fio**, é utilizado para executar funções predefinidas para monitorizar, analisar e manter diferentes tipos de sistemas (Paul et al., 2022).

Um sensor cuja única função é detetar e enviar um sinal não processado para um sistema externo que executa alguma ação não é considerado inteligente (Paul et al., 2022; Ullo & Sinha, 2021)

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

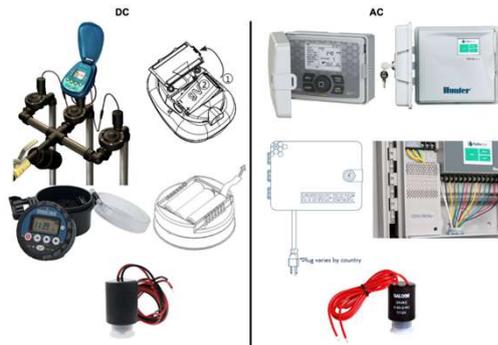
## □ Automatização

Um sistema de rega automatizado consiste num sistema cuja operação decorre sem, ou com mínima intervenção humana, para além da supervisão.

- Componentes de um Sistema de rega automatizado:

### i) controlador/temporizador

“cérebro” do sistema de rega, é um dispositivo eletrónico cuja principal função é controlar quando, com que frequência e por quanto tempo o sistema de rega funciona.



### A [Netafim NMC-Pro Controller](#)

with RadioNet was installed to facilitate remote monitoring and scheduling of irrigation from a computer or mobile device.



## ii) atuadores

São responsáveis por abrir e fechar as válvulas que permitem a passagem da água para os emissores (aspersores, gotejadores, etc.) e são comandados pelo controlador.

Os tipos de atuadores mais utilizados em sistemas de rega gota a gota são:

- **Válvulas Solenoides:** são atuadores elétricos conectadas ao controlador do sistema e abrem ou fecham em resposta aos comandos programados.
- **Válvulas Motorizadas:** em sistemas de rega mais avançados, podem ser utilizadas válvulas motorizadas em vez de válvulas solenoides, que são controladas por um motor elétrico que move mecanicamente uma válvula principal para abrir ou fechar o fluxo de água.
- **Controladores de Pressão:** são usados como atuadores para manter a pressão da água dentro dos limites ideais, garantindo um desempenho consistente dos emissores. Eles podem ajustar a velocidade da bomba ou controlar válvulas de pressurização.

María do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

## Exemplo 1

## Aqua olivar

## Esquema de funcionamiento



María do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

Projecto colaborativo entre o grupo Bosch e o centro superior de investigação científica espanhol (CSIC)

Exemplo 2

Objetivo do sistema: reduzir o consumo de água de acordo com as condições meteorológicas, garantindo a máxima produtividade possível.



O sistema utiliza pequenos sensores sem fio colocados na folhas das oliveiras e que “medem” o stresse hídrico.

A informação é transmitida em tempo real para um servidor e é processada.

É gerado um calendário de rega otimizado que o agricultor pode consultar, a qualquer momento, através de um aplicativo instalado no seu *smartphone*.

<https://diariodegastronomia.com/primer-sistema-inteligente-riego-olivos-mediante-iot/>

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural



Exemplo 3

#### VANTAGENS

- Otimização da estratégia de rega;
- Melhoria na disponibilização dos nutrientes;
- Redução das perdas de nutrientes por lixiviação, com redução do impacto ambiental;
- Maior eficiência energética;
- Redução do nível de doenças na zona radicular da cultura;
- Maximização do seu investimento.

#### VIA SMS

O agricultor, ou o conjunto de pessoas por ele designadas, recebe com uma frequência a definir (dia, período horário) a informação base para a gestão da rega.

- Cultura / parcela;
- Estado da rega;
- Nível de humidade a diferentes profundidades e se está de acordo com os máximos e mínimos definidos com a indicação do comportamento a adotar;
- Temperatura do solo.

Com esta informação, o agricultor pode tomar decisões imediatas sobre a gestão da rega.



#### VIA PC

Ao utilizar o programa WaterGraph no computador, é possível:

- Consultar gráficos dos consumos e variação hídrica nas diferentes profundidades e no tempo;
- Definir a estratégia de rega e determinar a quantidade ótima de água a fornecer à cultura, os máximos e os mínimos;
- Comparar as diferentes estratégias de rega.

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

## 6. Qualidade da água de rega

**Decreto-Lei nº 236/98 de 01-08-1998**

-----  
**ANEXO XVI - Qualidade das águas destinadas à rega**

É aconselhável analisar a qualidade química e física da água de rega antes de projetar o sistema

É um aspeto muito importante na rega do olival porque:

- É decisivo na seleção de sistemas de filtragem e/ou tratamento químico para evitar obstruções nos emissores

*Exemplo: A presença de areia na água não deve exceder 3 p. p. m, caso contrário, será necessário projetar um sistema de filtração adequado.*

María do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

- O excesso de sais na água aumenta o potencial osmótico da solução do solo, diminui a capacidade de extração de água por parte da cultura com conseqüente quebra de produção;

*O facto de no olival se praticar rega deficitária potencia este problema pois as quantidades de água aplicadas são pequenas e a dimensão do bolbo molhado também o é.*

*Limites específicos para garantir boa qualidade da água de rega para o olival (Chartzoulakis, 2005)*

Características da água	Problem		
	Nenhum	Aumenta	Severo
EC (dS/m)	< 2.5	3 - 5	> 5.5
Sódio (g/L)	0.25	0.3 - 1.0	> 1.2
Cloro (g/L)	0.35	0.4 - 1.5	> 1.8
Boro (ppm)	1 - 2		

A oliveira é moderadamente tolerante à salinidade

María do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

- É necessário aplicar uma fracção de lavagem (FL), para lavar os sais do bolbo molhado, de acordo com a seguinte fórmula, adequada para sistemas de rega localizada e por aspersão de alta frequência (Fuentes Yagüe, 2003).

$$FL = \frac{CEi}{2 \times CEe}$$

Onde CEi é a condutividade elétrica da água de rega e CEe é a condutividade elétrica do extracto de saturação do solo em que ocorre descida da produção (6 dS m<sup>-1</sup>) (Fuentes Yagüe, 2003).

$$\begin{array}{ll} \text{a) } CE_i = 1.5 \text{ dS m}^{-1} & FL = \frac{1.5}{2 \times 6} \times 100 = 12.5 \% \quad D_T = \frac{D}{1-LR} = \frac{400}{1-0.125} = 457.1 \text{ mm} \\ \text{b) } CE_i = 3.7 \text{ dS m}^{-1} & FL = \frac{3.7}{2 \times 6} \times 100 = 30.8 \% \quad D_T = \frac{D}{1-LR} = \frac{400}{1-0.308} = 578.0 \text{ mm} \end{array}$$

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

## 7. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE SISTEMAS DE REGA LOCALIZADA

- Considerações gerais à cerca da avaliação de sistemas de rega

Este procedimento tem como objetivos:

- Identificar as deficiências de conceção e de operação do sistema de rega;
- Determinar os níveis de eficiência do sistema no que diz respeito à eficiência de aplicação e à uniformidade de distribuição dos caudais;
- A obtenção de informação que conduza ao melhoramento do sistema.

- Norma ISO9260&9261 para os gotejadores;

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

## Variáveis a medir e indicadores a obter

Caudal e pressão à entrada do Sistema;

Caudal e pressão mínima dos setores;

Caudal e pressão de funcionamento dos emissores;

Estado de funcionamento dos órgãos de medição, controlo e automação;

Coefficiente de uniformidade do sistema;

Dotação real aplicada;

Verificação do ajustamento da bomba ao sistema;

*Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural*

Qual a sequência de procedimentos?

- Determinam-se indicadores de desempenho, ex: Uniformidade de Distribuição, com base em informação recolhida em campo;
- Os indicadores são comparados com os valores esperados para o sistema;
- É feito o diagnóstico do funcionamento do sistema, identificando-se as causas de perdas de água (se for o caso);
- Atua-se sobre o sistema, de acordo com o diagnóstico, procedendo-se a adequações de procedimentos ou mesmo a alterações de equipamento.

*Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural*



## □ INDICADORES MAIS USADOS NA AVALIAÇÃO DA REGA LOCALIZADA

- Coeficiente de uniformidade dos caudais,  $CU_c$  (%):

$$CU_c = 100 \times \frac{q_{\min}}{q_{\text{med}}}$$

$q_{\min}$  - caudal médio do quartil mínimo, ou seja, a média dos caudais registados em 25% dos emissores com menores caudais e

$q_{\text{med}}$  - caudal médio de todos os emissores avaliados.

- Coeficiente de uniformidade das pressões,  $CUP$  (%):

$$CUP = 100 \times \left| \frac{P_{\min}}{P_{\text{med}}} \right|^X$$

sendo  $P_{\min}$  a pressão média registada em 25% dos emissores que registaram as menores pressões,  $P_{\text{med}}$  a pressão média registada em todos os emissores e  $X$  o coeficiente de descarga do emissor.

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

## □ RECOLHA DE INFORMAÇÃO EM CAMPO

- Nos emissores: medição do caudal debitado, da pressão e da área e profundidade de solo humedecida por cada emissor;



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

Sob os emissores seleccionados são colocados recipientes para recolha da água - **pluviómetros**



COTRE, 2003

Os pluviómetros devem obedecer a algumas regras:

- devem ser impermeáveis e todos iguais no tamanho e na forma;
- devem apresentar uma altura pelo menos duas vezes superior à dotação média que se pretende aplicar;
- a recolha de água deve ser feita de manhã cedo para minimizar a ocorrência de evaporação da água a partir dos colectores

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

Recolha da água nos pluviómetros e medição dos volumes:

- O sistema de rega é posto a funcionar durante um período de tempo conhecido
- O conteúdo dos pluviómetros é colocado numa proveta e o volume (V) é medido
- Cálculo do caudal dos emissores:

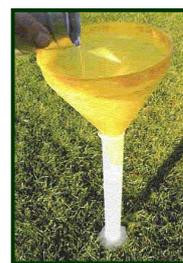
$$q \text{ (L h}^{-1}\text{)} = V / \text{tempo de recolha}$$

- Cálculo da dotação aplicada:  $Z \text{ (mm)} = (V / A_{\text{pluv}}) \times 10$

ml      cm<sup>2</sup>

$A_{\text{pluv}}$  é a área do pluviómetro =  $\pi \times R^2$

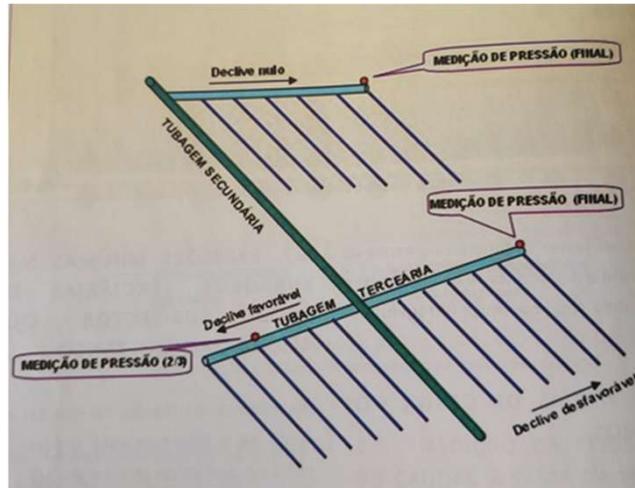
e R é o raio do pluviómetro



(COTRE, 2003)

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

- Medição da pressão mínima na tubagem terciária que alimenta o sector (porta ramais);



Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

- Medição da pressão mínima na tubagem terciária que alimenta o sector (porta ramais);
- Medição da pressão e do caudal à saída da bomba e à entrada do sector de rega;
- Registo de informações importantes tais como a ocorrência de entupimentos, de fugas, etc.

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

#### □ Escolha do sector de rega mais representativo do sistema

Para ser representativo de todo o sistema, o sector deve :

- apresentar área média;
- apresentar um declive do terreno representativo de toda a área abrangida e
- se possível, estar localizado numa zona central.

#### □ Escolha dos ramais a avaliar

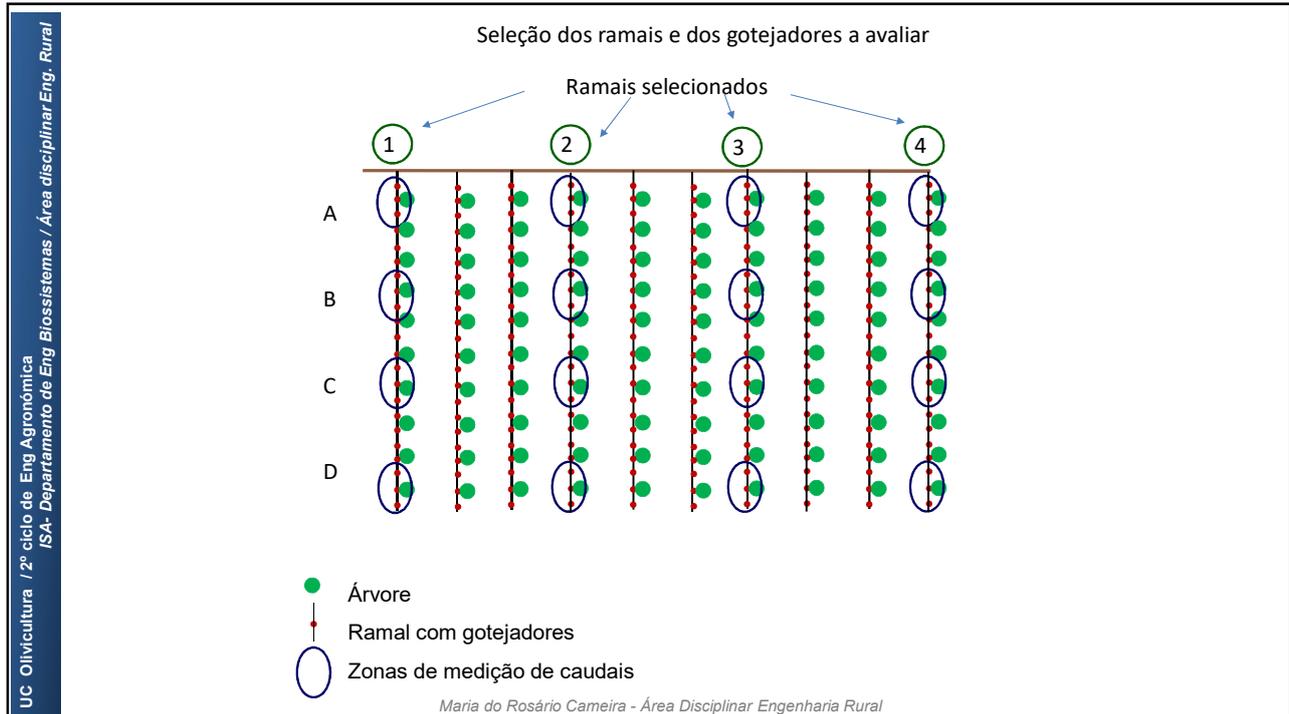
- devem ser representativos de todas as gamas de pressão e cotas existentes no sector de rega;
- aconselha-se a escolha de no mínimo quatro ramais por cada sector, distribuídos uniformemente ao longo da tubagem de alimentação;
- um dos ramais deve estar situado junto do início da linha de abastecimento, outro no extremo oposto e outros dois a 1/3 e a 2/3 da distância entre extremos, o que totaliza quatro ramais por cada sector;

*Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural*

#### □ Escolha dos emissores a avaliar

- em cada ramal escolhem-se, segundo o mesmo esquema, quatro grupos de emissores, ou seja, dois junto dos extremos e outros dois a 1/3 e 2/3 de distância entre aqueles
- ao longo dos ramais devem ser escolhidos emissores uniformemente distribuídos ao longo de todo o seu comprimento, de modo a se obterem pelo menos 16 pontos de controlo

*Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural*



#### DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE REGA

Classificação do desempenho do sistema de rega localizada em função do CU sector

CU sector (%)	Classificação do sistema
CU < 70	Inaceitável
70 < CU < 80	Fraco
80 < CU < 85	Aceitável
85 < CU < 95	Bom
CU > 95	Excelente

Se CU sector for inferior a 80% quais as causas possíveis para o mau desempenho do sistema ?

- obstrução dos emissores (sistema de filtração mal dimensionado ou precipitados que se formam devido a águas de má qualidade);
- não uniformidade no espaçamento dos emissores;
- mau dimensionamento do sistema de rega (perdas de carga e desníveis mal considerados);
- sistema de bombagem que fornece pressão insuficiente

*Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural*

Varição da pressão nos emissores superior a 30%;

Varição de caudal nos emissores superior a 15%;

Coefficiente de uniformidade inferior a 75%, nos gotejadores autocompensantes inferior a 80%;

Falta de homogeneidade dos modelos dos emissores dentro do setor;

Pressão nos emissores fora do intervalo de compensação dos emissores;

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

□ Exemplo de aplicação (referente à figura apresentada)

- Volumes recolhidos nos emissores em teste, V (ml)

	Ramal 1	Ramal 2	Ramal 3	Ramal 4
<b>Emissor</b>	<b>Volume recolhido em 15 min de funcionamento (ml)</b>			
<b>A</b>	830	790	750	740
<b>B</b>	800	750	702	693
<b>C</b>	780	687	620	520
<b>D</b>	700	664	560	480

- Determinação dos caudais dos emissores,  $q \text{ (L h}^{-1}\text{)} = (V \times 0.06) / \text{tempo de recolha}$

	Ramal 1	Ramal 2	Ramal 3	Ramal 4
<b>Emissor</b>	<b>Caudal dos emissores, q (L h<sup>-1</sup>)</b>			
<b>A</b>	3.32	3.16	3.00	2.96
<b>B</b>	3.20	3.00	2.81	2.77
<b>C</b>	3.12	2.75	2.48	2.08
<b>D</b>	2.80	2.66	2.24	1.92

Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural

## Bibliografia

### *Artigos científicos*

Chartzoulakis, K.S., 2005. Salinity and olive: growth, salt tolerance, photosynthesis and yield. *Agricultural Water Management*, 78(1-2), pp.108-121.

Nakayama, F.S. and Bucks, D.A., 1991. Water quality in drip/trickle irrigation: a review. *Irrigation science*, 12(4), pp.187-192.

### *Livros*

- Fuentes Yagüe, J. 2003. Técnicas de riego. 4ta edición. Ediciones Mundi-Prensa. 482 p.
- 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-microaspersión-exudación. *Madrid. Mundi-Prensa*.

### *Legislação*

**Decreto-Lei nº 236/98 de 01-08-1998 :**

**ANEXO XVI - Qualidade das águas destinadas à rega**

### *Internet*

<https://briogro.es/aqua-riego-inteligente-olivar/>

<https://diariodegastronomia.com/primer-sistema-inteligente-riego-olivos-mediante-iot/>

*Maria do Rosário Cameira - Área Disciplinar Engenharia Rural*