

## REGA E DRENAGEM

### 3. SISTEMAS E TECNOLOGIAS DE REGA

#### 7. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE SISTEMAS DE REGA NA PARCELA

---

- Importância
- Procedimentos
- Indicadores
- Diagnóstico e sugestões de melhoria



# 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

---

A avaliação do sistema de rega tem como objectivos:

- determinar o **desempenho do sistema** no que diz respeito à eficiência de aplicação e à uniformidade de distribuição dos caudais;
- identificar as **deficiências de concepção e de operação** do sistema de rega;
- obter informação que conduza ao **melhoramento do sistema**.

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 mau funcionamento e/ou perdas de água (se for o caso);
- actua-se sobre o sistema, de acordo com o diagnóstico, procedendo-se a adequações de procedimentos ou mesmo a alterações de equipamento.

A avaliação do sistema de rega deve ser feita com a seguinte periodicidade:

- **após a sua instalação em campo**, para verificar se as soluções de projecto estão bem adaptadas às condições de campo e para avaliar a uniformidade do sistema; serve também para estabelecer valores de referência para as avaliações futuras;
- **no início de cada campanha de rega** de modo a conhecer-se o estado de funcionamento do sistema;
- sempre que se **detectarem entupimentos** dos emissores ou **se fizerem alterações** no sistema de rega;
- **depois de cada tratamento de limpeza** que for efectuado.

### 1. Levantamento dos dados constantes no projecto do sistema de rega

- Modelo dos aspersores
- Diâmetro do bico
- Compasso / distância entre aspersores
- Pressão de funcionamento
- Diâmetro dos tubos
- Comprimento dos laterais

## 2. Inspeção rápida do sistema de rega instalado

- espaçamento entre aspersores deve ser regular
- bicos dos aspersores devem ser iguais
- tubos porta-aspersores da mesma altura
- tubos porta-aspersores colocados na vertical
- laterais devem ser dispostos em linha recta
- verificar a existência de fugas
- verificar se há bicos entupidos (total ou parcialmente) /com caudal superior ao esperado
- verificar se há aspersores que não rodam
- verificar a forma do jacto ( f(pressão) )
- existência de zonas secas/escorrimento superficial

## Fugas



## Caudal a mais/ a menos / aspersores entupidos







### 3. Medições de campo

- Pressões
- Caudais dos aspersores
- Uniformidade de distribuição

### 4. Outros equipamentos a avaliar

- Bomba
  - Determinar a curva  $h_B / Q$ , eficiência
- Filtros
- Válvulas

## Medição da pressão

- Substituir o aspersor por um manómetro
- Tomadas de pressão na tubagem
- Tubo de Pitot (à saída do aspersor)



## Objectivos

- Verificar se o sistema está a trabalhar à pressão óptima
- Verificar se o sistema está a trabalhar à pressão mínima
- Determinar a diferença máxima de pressões
- Identificar problemas

## Pontos de medição

- À entrada
- Na extremidade do pivot, na posição mais desfavorável
- Nos pontos de maior elevação do terreno

## Causas para a variação de pressão

- Perdas de carga
- Diferenças de cota do terreno
- Reguladores de pressão defeituosos
- Fugas na tubagem
- Aspersores defeituosos
  
- Bomba defeituosa

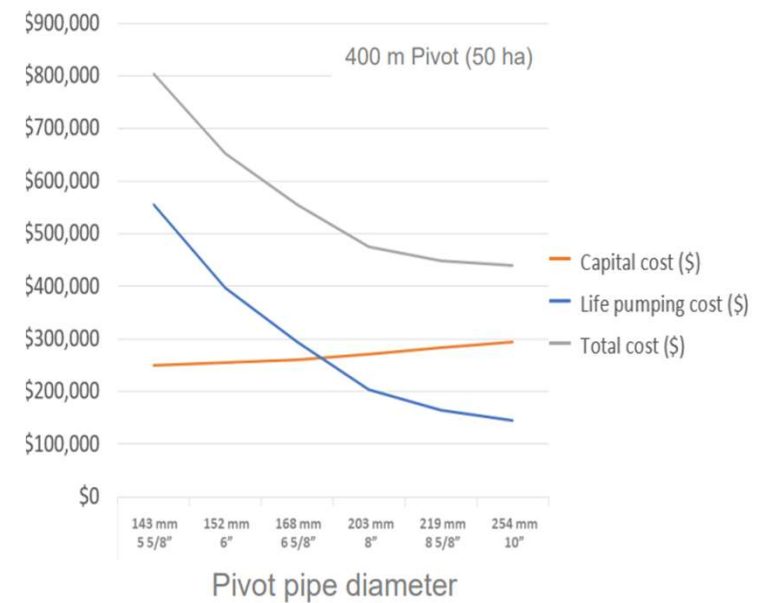
## Interpretação dos resultados

- variação de pressão excessiva ao longo das tubagens → mau dimensionamento (perdas de carga exageradas)

Perda de carga excessiva implica maiores custos com a bombagem  
(lembrar custos de operação versus custos de investimento)

- Pressão insuficiente → má uniformidade
- Pressão excessiva → maiores custos de bombagem

(pressão deve estar acima da necessária/reguladores de pressão em apenas  $\approx 1/3$  bar)



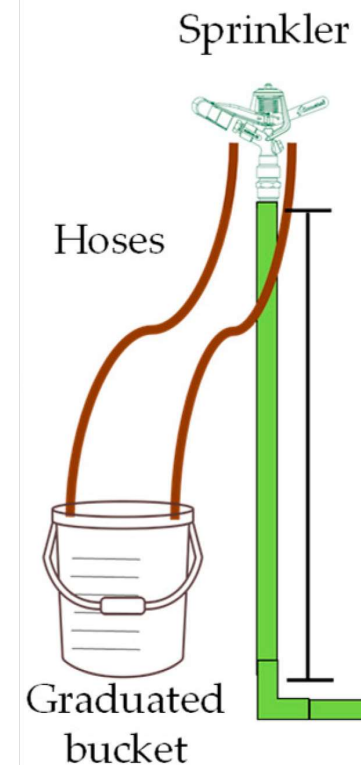
## Medição dos caudais dos aspersores

- recipiente com volume conhecido
- cronómetro (para medir o tempo que o recipiente leva a encher)

ou

- medir o volume recolhido no tempo t (com  $t \geq 1$  min)

$$Q = V/t$$



Comparar com o caudal indicado pelo fabricante, de modo a identificar desgaste dos bicos dos aspersores

## Aspersores



## Pivots





## Medição da intensidade de precipitação/uniformidade de distribuição

- ➔ Intensidade de precipitação deve ser inferior à capacidade de infiltração do solo
- ➔ Uniformidade de distribuição deve ser o mais elevada possível (idealmente 100% = todas as plantas recebem a mesma quantidade de água)

### Uniformidade de distribuição $\neq$ eficiência de rega

**Uniformidade de distribuição** = avalia a uniformidade das quantidades de água aplicada ao longo do campo

**Eficiência de aplicação** = quantidade de água que se pretende aplicar/quantidade total de água aplicada



- água armazenada na zona radicular
- fracção de lixiviação
- outros (combate às geadas, ...)

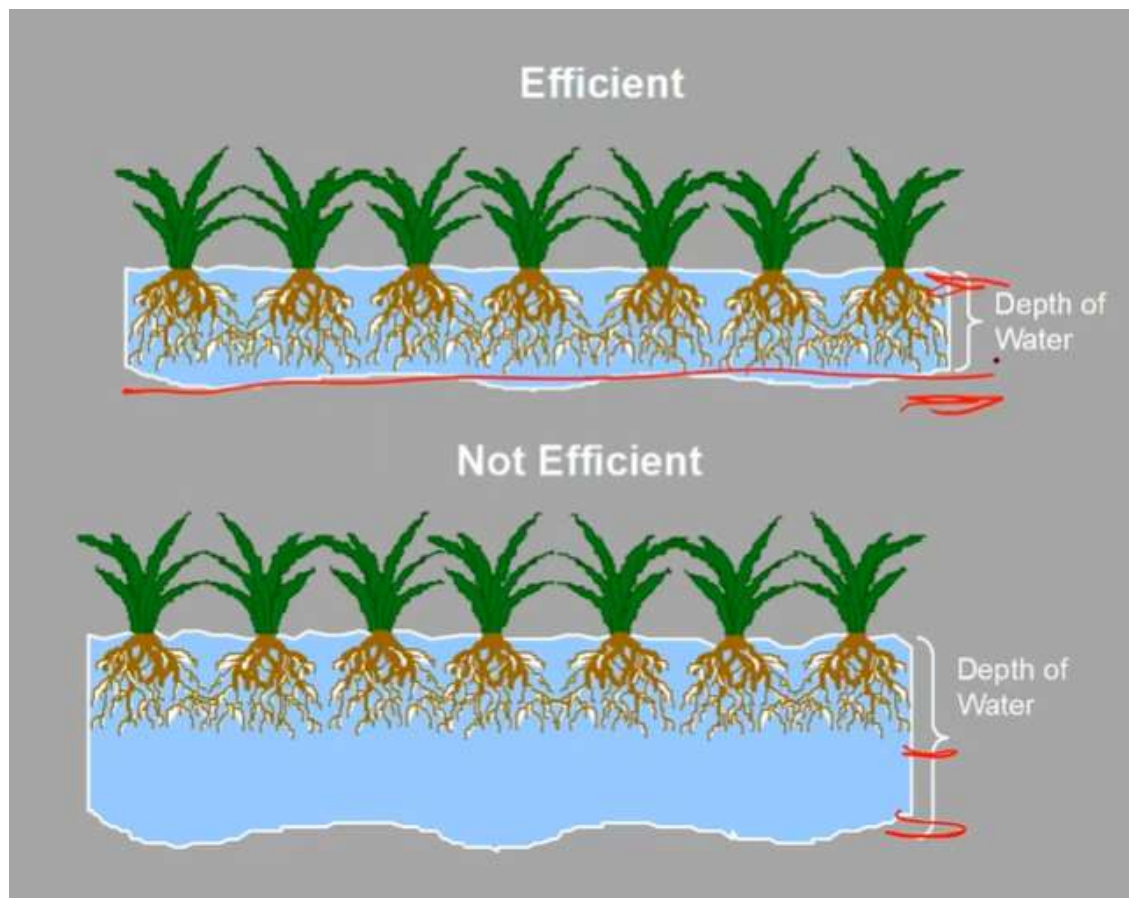
#### Uniformidade de distribuição

- Característica do sistema
- Pode ser mantida ao longo do tempo

#### Eficiência de aplicação

- Só pode ser avaliada depois da rega
- Pode variar de rega para rega

## Uniformidade de distribuição $\neq$ eficiência de rega



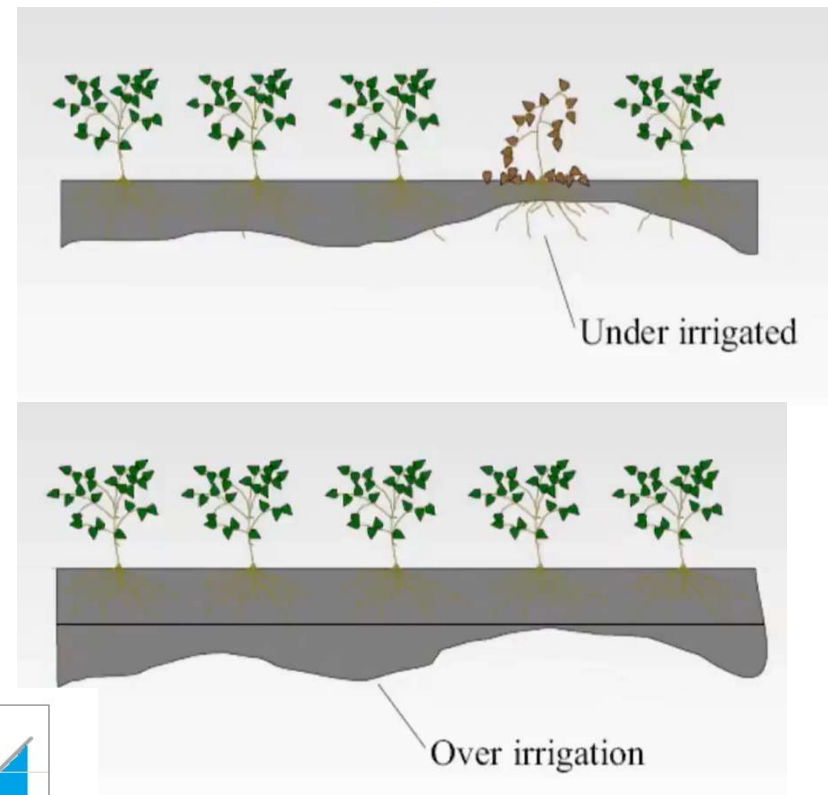
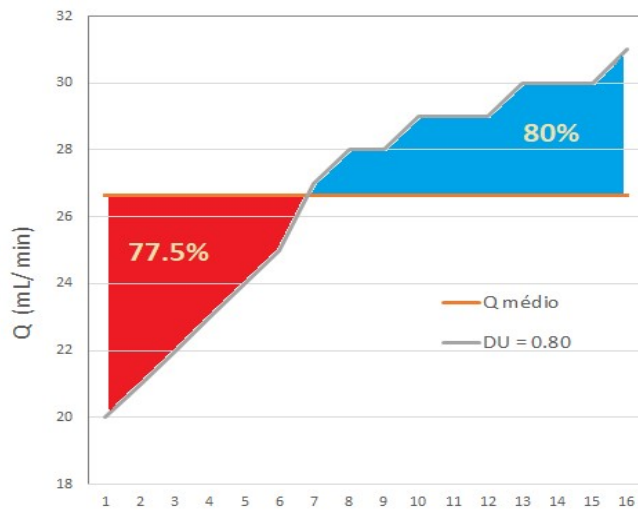
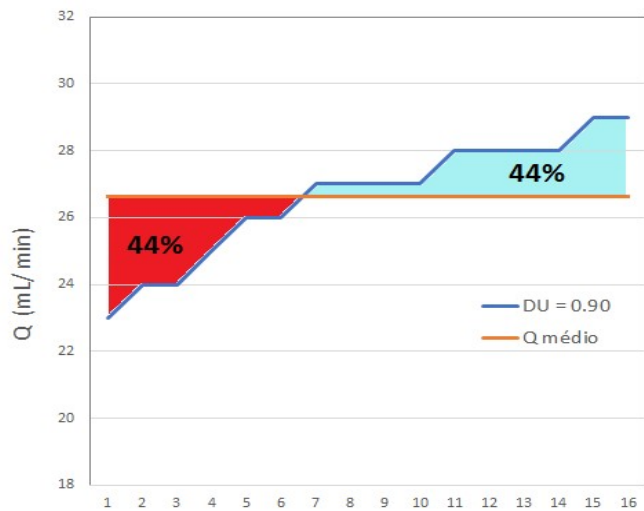
Um sistema de rega pode ter uma elevada UD mas a eficiência ser baixa

mas

**uma má UD leva sempre a uma má eficiência !**

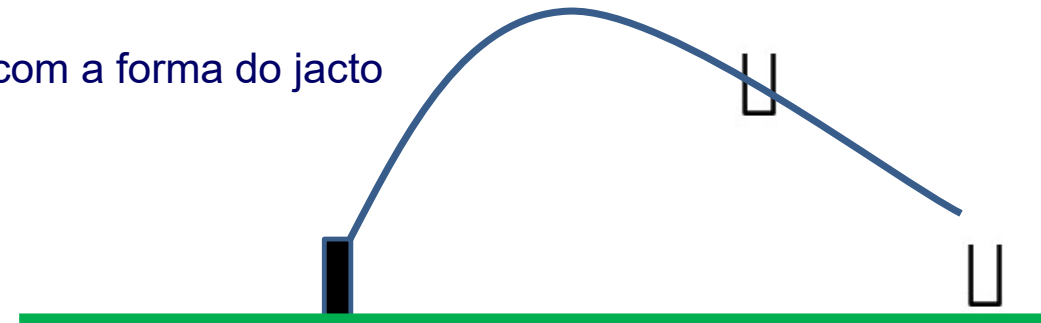
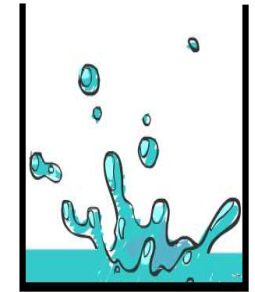
## Importância da uniformidade de distribuição

- uniformidade das produções
- uniformidade de aplicação de fertilizantes/pesticidas
- (rega deficitária)
- poupança de água



### ☐ Medição da intensidade de precipitação → pluviómetros

- 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
- devem ser colocados de forma a não interferirem com a forma do jacto



- a boca deve ser nivelada



Recolha da água nos pluviómetros e medição dos volumes:



- O sistema de rega é posto a funcionar durante um período de tempo conhecido

$$\text{Volume a recolher (mL)} = 1.5 \times \text{área do pluviómetro (cm}^2\text{)}$$

- O conteúdo dos pluviómetros é colocado numa proveta e o volume (V) é medido



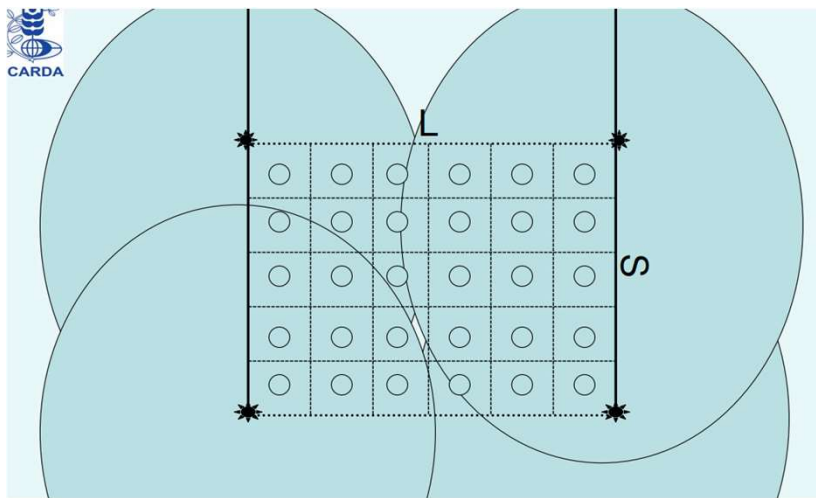
(COTR, 2003)



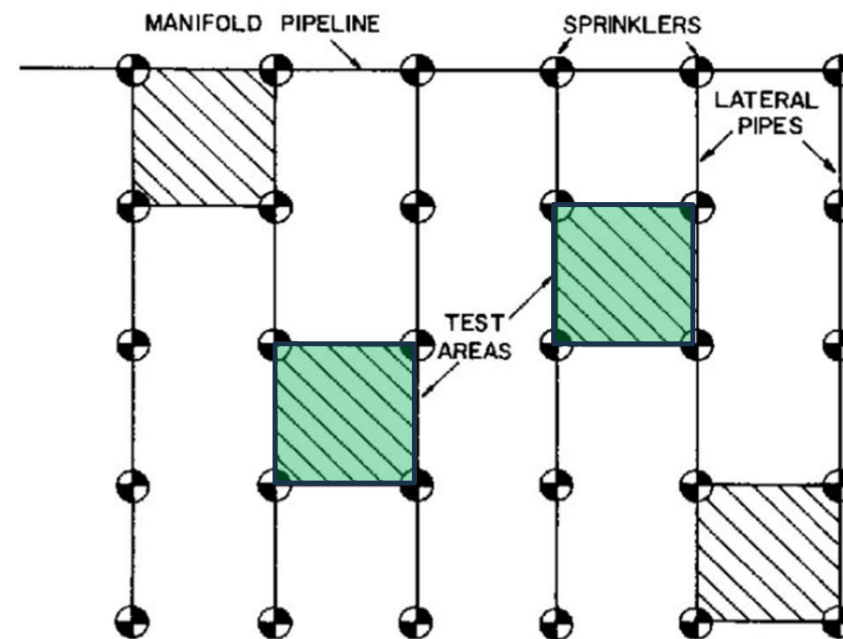
- Cálculo da dotação aplicada:  $D \text{ (mm)} = \frac{V}{A_{\text{pluv}}} \times 10$   
mL                      cm<sup>2</sup>

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

## Disposição dos pluviómetros - aspersão fixa /canhão



- ❑ Disposição em quadrícula
- ❑ Distância máxima entre pluviómetros = 30% do diâmetro molhado
- ❑ Usar uma área onde haja a sobreposição projectada



## Disposição dos pluviômetros - pivot

- ❑ os pluviômetros devem ser dispostos em linha, segundo o raio
- ❑ a linha de pluviômetros deve estar a 30 – 45° do início de funcionamento do pivot
- ❑ o primeiro pluviômetro deve estar a ~50 m do eixo do pivot (a área mais interna é pequena e influencia pouco o resultado final)
- ❑ distância entre pluviômetros = distância entre aspersores (30 cm – 1 m; máximo 3 m)



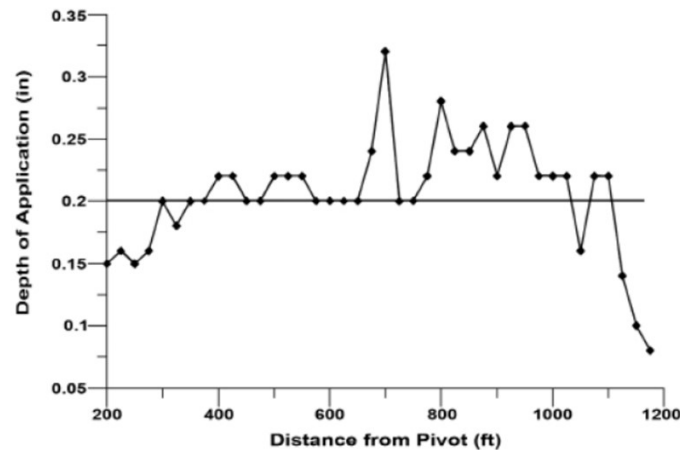
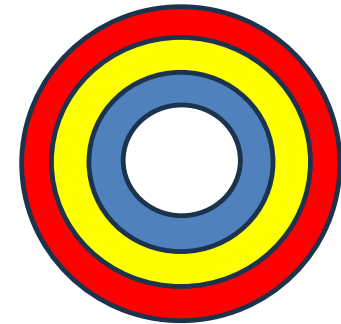
- A avaliação deve ser feita com solo nu ou quando as culturas estão na fase inicial, para evitar usar suportes para os pluviômetros
- Fazer a avaliação numa zona plana, mas avaliar também nas posições mais desfavoráveis
- Ausência de vento



- ❑ Os pluviómetros devem ser indicados pelo seu nº de ordem (com início no eixo). Quando não se avalia a 1ª torre, deve-se contar na mesma com esses pluviómetros
- ❑ Para estimativa das perdas por evaporação, devem-se colocar fora da zona regada dois pluviómetros com um volume de água similar ao que se espera recolher no ensaio

## Volumes medidos

- Os volumes recolhidos devem ser ponderados, uma vez que representam áreas regadas diferentes (progressivamente maiores em direcção à periferia)
- O peso a dar a cada valor pode ser o número de ordem do pluviómetro
- Representar graficamente



### 3. INDICADORES DA UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO

- Uniformidade de distribuição, *DU* (%):

$$DU = 100 \frac{q_{\min}}{q_{\text{med}}} = 100 \frac{D_{\min}}{D_{\text{med}}}$$

$q_{\min}$  ( $D_{\min}$ ) - caudal (ou dotação) médio do quartil mínimo, ou seja, a média dos caudais (dotações) registados nos 25% dos emissores com menores caudais e

$q_{\text{med}}$  ( $D_{\text{med}}$ ) - caudal (ou dotação) médio de todos os emissores avaliados.

- Coeficiente de uniformidade de Christiansen, *CUC* (%):
- Coeficiente de uniformidade de Heermann e Hein, *CU<sub>r</sub>* (%) (pivots):

$$CUC = \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |D_i - D_{\text{méd}}|}{\sum_{i=1}^n D_i} \right) \times 100$$

$D_{\text{méd}}$  dotação (altura) média  
 $D_i$  dotação (altura) no ponto  $i$   
 $n$  nº total de pluviómetros

$$CU_r = 100 \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n S_i \left| D_i - \frac{\sum_{i=1}^n (D_i S_i)}{\sum_{i=1}^n S_i} \right|}{\sum_{i=1}^n (D_i S_i)} \right]$$

$S_i$  distância do ponto  $i$  ao centro

DU	Classificação
> 90%	Excelente
85 – 90%	Bom
80 – 85%	Suficiente
< 80 %	Fraco



Monitorizar regularmente



São necessárias melhorias, sobretudo se usado para aplicação de fitofármacos

Problema	Causas	Solução
Diferença nos caudais dos diferentes aspersores	Diferença de pressão entre os diferentes aspersores	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perda de carga excessiva</li> </ul>	Substituir tubagens
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferença de cota</li> </ul>	Instalar reguladores de pressão
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferentes reguladores de pressão</li> </ul>	Substituir reguladores de pressão
	Diferença no tamanho dos bicos	Substituir os bicos
	Bicos gastos	Substituir os bicos
Má uniformidade	Bicos entupidos	Limpar/substituir
	Compasso não adequado	Corrigir o compasso/substituir os aspersores
	Aspersores instalados na ordem errada	Instalar de acordo com a carta de aspersores
	Aspersores que não rodam	Reparar Aumentar a pressão
	Qualidade do aspersor (diagrama pluviométrico não triangular)	Substituir aspersor
	Pressão inadequada	Aumentar a pressão Substituir a bomba Verificar fugas
	Vento	Repetir ensaio em condições de baixa velocidade de vento ( < 2.2 m/s) Aspersores de ângulo raso / droppers
	Interferência das plantas	Aumentar altura dos porta aspersores