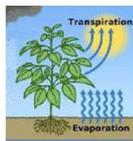
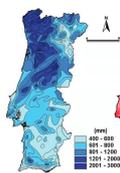




UC Necessidades hídricas e sistemas de rega

Cap 3. Necessidades de rega das culturas

- 3.1 Dotação útil de rega, eficiência de rega e dotação total de rega;
- 3.2 Balanço hídrico para a condução da rega;
 - 3.2.1 Conceitos
 - 3.2.2 BH em situação de conforto hídrico
 - 3.2.3 BH em condições de stress hídrico
- 3.3 Necessidades de rega para projeto vs Necessidades de rega para condução da rega



ÁREA DISCIPLINAR DE ENGENHARIA RURAL

3.2.3 Equação do BH em carência hídrica

Na zona de carência hídrica

a planta diminui o seu poder evapotranspirante à medida que o solo vai perdendo água.

$$ET_{adj} = ET_c K_s$$

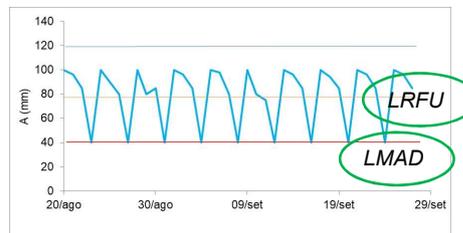
Eq. Balanço Hídrico: $P_{inf} + Du + AC - ET_{adj} = \Delta A$

P_{inf} é a parte da precipitação que se infiltra no solo $\Leftrightarrow P_e$ ou precipitação efetiva

Exemplos de BH com carência hídrica



Deixou de se regar no final do ciclo, mas ocorreram precipitações diárias de baixa intensidade



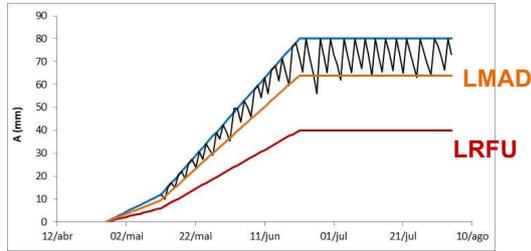
Induziu-se stress hídrico controlado na fase final do ciclo

MAD – maximum allowed depletion (depleção máxima admitida)
LMAD – limite do MAD

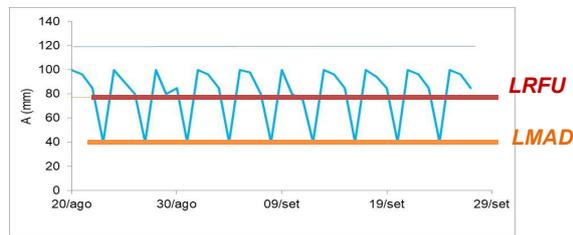
MAD (maximum allowed depletion)– depleção de gestão máxima admitida

MAD < RFU - a cultura é mantida em conforto hídrico

Ex: condução da rega gota-a-gota com alta frequência e pequenas dotações



MAD > RFU - a cultura é sujeita intencionalmente a stress hídrico



ÁREA DISCIPLINAR DE ENGENHARIA RURAL

Na prática

- Em conforto hídrico:

$$P_{inf} + Du + AC - ETc = \Delta A$$

- Em stress hídrico:

$$P_{inf} + Du + AC - ETadj = \Delta A$$

Dia	P _{inf}	E _{tc}	A (mm)		Depleção	D _u
	(mm)	(mm)		com rega	(mm)	(mm)
12/jul	0	8.83	68.1		11.9	
13/jul	0	8.03	59.3		20.7	
14/jul	0	6.84	51.2	80.0	0.0	28.8
15/jul	0	6.62	73.2		6.8	
16/jul	0	6.73	66.5		13.5	
17/jul	0	7.49	59.8		20.2	
18/jul	13	8.71	52.3		27.7	
19/jul	0	7.42	56.6		23.4	
20/jul	0	8.12	49.2	80.0	0.0	30.8
21/jul	0	7.48	71.9		8.1	
22/jul	0	5.97	64.4		15.6	
23/jul	0	5.92	58.4		21.6	

Datas	E _{To}	P	K _c	E _{Tc}	A (mm)		D _p	D _u	K _s	ET adj
	(mm)	(mm)		(mm)		com rega	(mm)	(mm)		
07/07/2023	6.80	0.00	1.15	7.80	32.00		74.80		0.75	5.86
08/07/2023	7.10	0.00	1.15	8.20	26.14		80.66		0.61	5.00
09/07/2023	7.50	0.00	1.15	8.60	21.14	42.70	64.10	21.56	1.00	8.63
10/07/2023	7.50	0.00	1.15	8.60	34.08		72.73		0.80	6.88
11/07/2023	8.00	0.00	1.15	9.20	27.19		79.61		0.64	5.86
12/07/2023	7.90	0.00	1.15	9.10	21.33	42.70	64.10	21.37	1.00	9.09
13/07/2023	8.00	0.00	1.15	9.20	33.62		73.19		0.79	7.24
14/07/2023	8.00	0.00	1.15	9.20	26.37		80.43		0.62	5.68
15/07/2023	8.00	0.00	1.15	9.20	20.69	42.70	64.10	22.01	1.00	9.20
16/07/2023	7.50	0.00	1.15	8.60	33.50		73.30		0.78	6.77

ÁREA DISCIPLINAR DE ENGENHARIA RURAL

Algumas culturas em que é usual praticar o stress hídrico controlado



- Fase vegetativa $K_v = 0.4$
- Floração $K_v = 1.1$
- Formação do fruto $K_v = 0.8$
- Maturação $K_v = 0.4$

Produção económica = °Brix × produção de fruto / ha

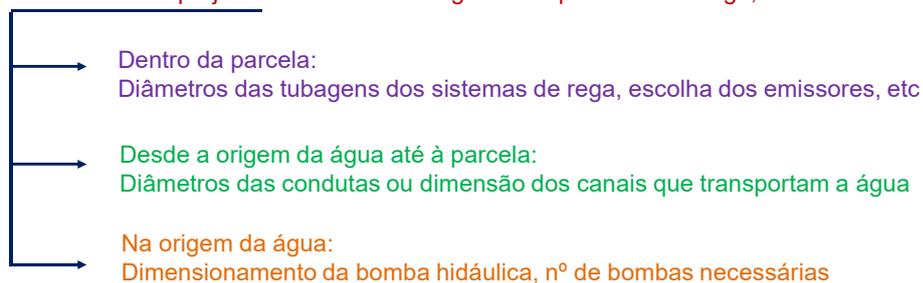
concentração de sólidos solúveis presentes no sumo, principalmente açúcares



ÁREA DISCIPLINAR DE ENGENHARIA RURAL

3.3 As necessidades de rega para projeto vs as necessidades de rega para condução da rega

- Para além do BH para condução da rega* (que estudámos até aqui), o BH pode ser realizado com o objetivo de dimensionar ou projetar um sistema de rega ou um perímetro de rega;



* Condução da rega corresponde à determinação em tempo real, recorrendo a dados meteorológicos do dia, das necessidades de rega para determinar quando regar e quanto regar. O BH é realizado em tempo real de modo a sabermos se "amanhã" há necessidade de regar.

ÁREA DISCIPLINAR DE ENGENHARIA RURAL

6

- É necessário conhecer o volume de água a transportar/fornecer no **período de maior consumo**;
- Este volume **varia de ano para ano** em função das condições climáticas;
- As **necessidades hídricas e as dotações de rega** devem ser calculadas com base em dados meteorológicos históricos, recorrendo a um período de dados de **30 anos**;
- É necessário fazer o estudo das **frequências de distribuição dos valores das dotações de rega** obtidas para cada ano do período considerado e **conhecer os seus valores para diferentes níveis de probabilidade de ocorrência**;
- É escolhido o valor associado a uma determinada **probabilidade de não excedência**.

Determinação da dotação e do caudal de projeto : Metodologia

Vai ser aplicada na aula teórico-prática da semana

- Realização do balanço hídrico para uma série de anos o mais longa possível (no mínimo 30 anos);
Porquê? é necessário ter em conta as flutuações anuais e mensais provocadas pelas condições climáticas;
- Realização da análise estatística dos valores de dotação calculados para a série longa;
Escolher, para uma determinada probabilidade de ocorrência ou de não excedência da dotação, função do objectivo do projeto

Exemplo: a probabilidade de ocorrência, p, de um valor é 90 % => esse valor pode ser excedido em 10 % do tempo para que foi determinado.

Para além da probabilidade de ocorrência também se usa a noção de **período de retorno, Pr**:

$$Pr = \frac{100}{100 - p}$$

Sendo:

Pr o período de retorno, em anos e
p a probabilidade de ocorrência em percentagem

Ex:
se p = 80 % => Pr = 5 anos
se p = 90 % => Pr = 10 anos

Relação entre probabilidade de ocorrência (**p**) e período de retorno (**Pr**)

p (%)	Pr (anos)
10	1.1
50	2.0
60	2.5
75	4.0
80	5.0
90	10.0
95	20.0
96	25.0
97	33.3
98	50.0
99	100.0
99.8	500.0

$$Pr = \frac{100}{100 - p}$$

Período de retorno de determinado valor = 5 anos



Esse valor será, em média, excedido uma vez em cada cinco anos, **embora não haja garantia que isso aconteça**

ou

Há 80 % de probabilidade desse valor não ser excedido

ou

Há 20 % de probabilidade desse valor ser excedido

9

ÁREA DISCIPLINAR DE ENGENHARIA RURAL

Para efectuar a análise de frequência de uma série de valores anuais, mensais, decendiais ou semanais, há que calcular a frequência empírica associada a cada valor

$$P = \frac{R}{N+1} 100$$

Onde:

P é a probabilidade de ocorrência em %; **N** é o nº de anos da série considerada
R é a posição do valor em análise na série organizada por ordem crescente

Dotações por ordem cronológica

Ano	D (mm)	Ano	D (mm)
1960	254,4	1976	276,1
1961	260,1	1977	214,8
1962	211,1	1978	206,2
1963	236,4	1979	218,8
1964	260,8	1980	263,8
1965	243,8	1981	243,8
1966	221,2	1982	221,2
1967	204,8	1983	204
1968	212,5	1984	211,5
1969	269,7	1985	270,7
1970	241,6	1986	241,6
1971	262,6	1987	262,6
1972	205,9	1988	220,1
1973	257,8	1989	277,1
1974	206,3	1990	214,6
1975	220,3		

Dotações organizadas por ordem crescente

(apenas se apresenta parte do quadro para exemplo)

Ano	D (mm)	R	P
1967	204.8	1	3.1
1983	204.8	2	6.3
1972	205.9	3	9.4
1978	206.2	4	12.5
1974	206.3	5	15.6
1962	211.1	6	18.8
1968	211.5	7	21.9
1984	211.5	8	25.0
1977	214.6	9	28.1
1990	214.6	10	31.3
1979	218.8	11	34.4
1975	220.1	12	37.5
1988	220.1	13	40.6
1966	221.2	14	43.8

ÁREA DISCIPLINAR DE ENGENHARIA RURAL

10

Para dimensionamento de sistemas de rega, o estudo deve recair sobre o período de maior consumo – período de ponta.

O valor seleccionado é baseado numa probabilidade de ocorrência entre os 75 e os 80 % (em 3 a 4 anos não há garantias de abastecimento).

Aconselha-se usar os valores seguintes:

- 80 % para as culturas anuais e
- 90 % para os pomares.

- Ao valor de dotação do mês de maior consumo e que apresenta a probabilidade de não excedência escolhida, chama-se **valor de ponta, de projeto ou de dimensionamento**.
- Conhecido o valor de ponta para o nível de probabilidade escolhido, afectado pela eficiência de rega, poderá determinar-se o **caudal fictício contínuo** a fornecer;
- Este caudal deverá ser fornecido durante um determinado período, com um determinado horário de distribuição e abastecendo uma determinada área, originando o **caudal de dimensionamento** da rede de distribuição.

▪ **Caudal fictício contínuo:**

se a rega fosse contínua, ou seja 24 horas por dia, todos os dias

$$q_{fc} = \frac{D_p}{N \cdot 86400}$$

▪ **Caudal específico :**
para as horas reais de rega

$$q_e = \frac{D_p}{N \cdot \frac{T_i}{24} \cdot 86400}$$

▪ **Caudal de projeto ou de dimensionamento:**

$$q_d = q_e \cdot A$$

q_{fc} – caudal fictício contínuo $m^3 s^{-1} ha^{-1}$

D_p – Dotação no período de ponta ($m^3 ha^{-1}$), que geralmente corresponde ao mês de julho

N – nº de dias do período de ponta

q_e – caudal específico $m^3 s^{-1} ha^{-1}$

T_i – nº de horas de rega por dia

A – área a regar (ha)

Q_d – caudal de projeto ou de dimensionamento $m^3 s^{-1}$