

## EXERCÍCIOS CAP 3 - SISTEMAS E TECNOLOGIAS DE REGA

### Aspersores (revisão)

- Um aspersor debita o caudal de catálogo de  $6.51 \text{ L min}^{-1}$ , funcionando à pressão de catálogo de 31.6 m.
  - Determine o seu coeficiente de descarga com as grandezas em  $\text{L min}^{-1}$  e m (1.15)
  - Determine o seu coeficiente de descarga com as grandezas em  $\text{L s}^{-1}$  e bar (0.062)
  - Qual o caudal que debitaria se a água atingisse o bico à pressão de 4.5 bar? (0.132  $\text{L s}^{-1}$ )
  - Se a pressão no bico for 20 % inferior à pressão de catálogo, qual será a variação do caudal debitado em relação ao caudal de catálogo? (10 %)
  - O que conclui das alíneas anteriores?
- Determine:
  - A pressão requerida no bico de um aspersor com  $K_d=4$ , para que este debite  $9 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ ; (5.1 bar)
  - A altura piezométrica equivalente (52 m)

### Rampa pivotante

- Um pivot com uma rampa de 350 m (7 torres espaçadas de 50 m) apresenta na extremidade um aspersor com alcance de 10 m. A velocidade de rotação máxima da torre exterior é de  $1.8 \text{ m min}^{-1}$ . A eficiência de aplicação da máquina é de 85 %. Pretende-se que o Pivot não regue durante as 4 h do dia em que o tarifário de energia é mais elevado. Em período de ponta, a cultura a regar apresenta necessidades  $ET_c$  de  $7.5 \text{ mm dia}^{-1}$ . Neste período não ocorre precipitação. Determine:
  - a área regada; (40.7 ha);
  - a capacidade do sistema; (41.4  $\text{L s}^{-1}$ )
  - o caudal de entrada no pivot; (50  $\text{L s}^{-1}$ )
  - a pluviometria máxima do pivot (considere que  $C_{pe} = 0.8$ ); (411  $\text{mm h}^{-1}$ )
  - entre que valores pode ser gerida a velocidade do pivot para que não ocorra escoamento superficial ( $T_{inf \text{ solo}} = 19 \text{ mm h}^{-1}$ )? (0.8 e 1.8  $\text{m min}^{-1}$ )
  - quais os valores dos tempos de rega, dotações de rega e intervalo entre regas para as velocidades apresentadas em d)? (45.8 e 20.35 h; 20 e 9 mm; 1 e 2.27 dias)
- Um agricultor pretende cultivar luzerna numa parcela com solo franco arenoso, que apresenta uma taxa de infiltração média de  $11.43 \text{ mm h}^{-1}$  (obtida em ensaio de duplo anel). Na parcela será instalado um pivot com um comprimento de 396 m. O aspersor colocado na extremidade da rampa tem um alcance de 10.5 m (não se trata de um canhão). A eficiência de aplicações média do sistema é de 80 %. A  $ET_c$  de ponta da cultura, calculada para uma série climática histórica de 30 anos e correspondente a uma probabilidade de não excedência de 80 %, tem o valor de  $5.4 \text{ mm d}^{-1}$ . Determine:
  - A área regada pelo pivot; (51.9 ha)
  - A capacidade do sistema; (40.6  $\text{L s}^{-1}$ )
  - A pluviometria máxima para a situação b) considerando um  $C_{pe} = 0.85$  (31  $\text{mm h}^{-1}$ )
  - A velocidade mínima, de modo a não ocorrer escoamento superficial; (1.4  $\text{m min}^{-1}$ )
  - O tempo que o pivot demora a efetuar uma volta, para a velocidade mínima; (29.6 h)
  - A dotação útil efetivamente aplicada à velocidade mínima e para o caudal de b). (6.6 mm)
  - A velocidade do pivot para a rega decorrer em 24 h (1.73  $\text{m min}^{-1}$ )
- Um pivot apresenta uma rampa em aço galvanizado com diâmetro interno de 195 mm e comprimento de 402 m, colocada a uma altura de 4 m do solo. Os aspersores estão espaçados de 3 metros e o alcance do último é de 26 m. A  $ET$  da cultura é de  $6.8 \text{ mm d}^{-1}$ . O pivot perfaz uma

## REGA E DRENAGEM

rotação em 24 h e rega todos os dias. A piezométrica necessária no último aspersor da rampa é de 30 m; o declive mais desfavorável da rampa é de 2.5 %. Determine:

- a) A área regada pelo pivot; (57.5 ha)  
 b) O caudal que deve entrar no pivot; (53.4 L s<sup>-1</sup>)  
 c) A pressão necessária na base do pivot; (46.7 m)

6. Pretende-se regar, com recurso a uma rampa pivotante, uma parcela quadrada com 51.78 ha. O solo apresenta textura franca ( $T_{inf} = 13 \text{ mm h}^{-1}$ ); o clima é mediterrânico; a cultura a regar é o milho, com necessidades hídricas de ponta de  $7.5 \text{ mm d}^{-1}$ . Na situação mais desfavorável, o terreno tem declive de 2 % ao longo do pivot. De modo a evitar as horas de ponta da tarifa energética, a rega deve parar durante 6 h por dia. Deve regar-se todos os dias. A eficiência de aplicação do sistema é de 85 %. O coeficiente  $C_{Pe}$  é de 0.8. O equipamento apresenta as seguintes características:

- Distância entre as torres é de 55 m; Não há lança terminal; O último aspersor trabalha à pressão nominal (média ou de catálogo) de 210 kPa e produz um diâmetro molhado de 25 m; A velocidade de deslocamento da última torre está regulada para  $1.5 \text{ m min}^{-1}$ ; Não há canhão de extremidade; diâmetro interno da rampa = 0.193 m.

Determine:

- a) o comprimento da rampa e nº de torres necessário; (347.3 m, 7 torres)  
 b) A área regada pela máquina; (40.6 ha)  
 c) A capacidade do sistema e o caudal do sistema para o esquema de rega pretendido (intervalo entre rega e duração diária da rega); (41.6, 55.5 L s<sup>-1</sup>)  
 d) consegue regar-se num dia, com a velocidade imposta de  $1.5 \text{ m min}^{-1}$ ? (não)  
 e) qual a velocidade de regulação do pivot para que a rega se efetue num dia? (2.0 m min<sup>-1</sup>)  
 e) verifique se há potencial para produção de escoamento superficial; (não,  $v_{min} = 1.67 \text{ m min}^{-1}$ )  
 g) A pressão necessária à entrada do pivot ( $F = 0.354$ ; altura das torres = 3 m) (33.5 m)

7. Um técnico foi consultado para avaliar se um pivot instalado numa determinada exploração agrícola tem capacidade para satisfazer a cultura instalada e se a estratégia de rega que está a ser seguida é a adequada para as condições locais. Qual a metodologia a seguir? Quais as conclusões?

Dados:

$ET_c = 8.5 \text{ mm dia}^{-1}$ ,  $E_f = 75 \%$

Não há precipitação;

Solo de textura arenosa ( $T_{inf} = 19 \text{ mm h}^{-1}$ );

Estação de bombagem dimensionada para fornecer  $19 \text{ L s}^{-1}$ ;

Pivot tem 4 lanços 54.36 m, acrescido de um lança terminal com 13.95 m;

Alcance do aspersor terminal = 10 m.

Velocidade da torre final regulada para  $1.5 \text{ m min}^{-1}$ .

*Exemplo de resposta:*

- A capacidade do sistema,  $C_s = 24.1 \text{ L s}^{-1} > 19 \text{ L s}^{-1}$ , logo o caudal disponível não é suficiente => mudar a bomba de forma a ter alimentação com caudal mínimo igual à  $C_s$ ;
- A piezométrica necessária à entrada do pivot (31.3 m) é maior do que a piezométrica fornecida pela bomba (25 m). Verificar condições de funcionamento da bomba;
- Para a velocidade de  $1.5 \text{ m min}^{-1}$ , a dotação útil é de  $4.2 \text{ mm dia}^{-1} < 8.8 \text{ mm dia}^{-1}$  ( $ET_c$  ponta) => ajustar a velocidade para  $1.3 \text{ m min}^{-1}$ , pois a velocidade mínima sem escoamento superficial é  $0.36 \text{ m min}^{-1}$ ;
- Pluviometria na última torre =  $33.7 \text{ mm h}^{-1}$  (para  $C_{pe} = 0.9$ ) => escoamento superficial após preenchimento do armazenamento à superfície => armação do solo em covachos

**REGA E DRENAGEM**
**Sistemas fixos de rega por aspersão**

8. Determine:

- a) o espaçamento que deve existir entre aspersores para que a uniformidade de distribuição dos caudais seja de 80 %? O que acontece à UD se o espaçamento for inferior ao calculado? Quais as consequências?
- b) o alcance mínimo, para a uniformidade de distribuição de 80 %, que devem ter os aspersores, se pretendêssemos um espaçamento de 18 m, para não desperdiçar tubo uma vez que estes são fornecidos em varas de 6 m.

9. (revisão) Pretende regar-se, por um sistema de aspersão fixa, uma cultura de batata com  $Z_r = 30$  cm e  $p = 0.5$ . O solo apresenta  $\theta_{CC} = 0.32$  g g<sup>-1</sup> e  $\theta_{CE} = 0.16$  g g<sup>-1</sup> e  $d_{ap} = 1.3$  g cm<sup>-3</sup>. A taxa de infiltração do solo é de 11.5 mm h<sup>-1</sup>. A eficiência do sistema é de 80 %.

- a) do quadro abaixo, escolha o aspersor mais indicado para o solo em causa e justifique; (c)
- b) determine a dotação máxima de rega; (39 mm)
- c) determine o tempo de rega para a dotação calculada em b) (3.71 h)

Aspersor	Espaçamento (m)	Caudal (m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )	PI (mm h <sup>-1</sup> )
A	18 x 24	6.480	15.0
B	18 x 18	4.536	14.0
C	12 x 18	2.268	10.5

10. O tempo diário disponível para regar uma parcela é de 15 h. O tempo de rega é de 5 h. O intervalo entre regas é de 4 dias. Determine o n<sup>o</sup> máximo de setores em que a parcela pode ser dividida. (12)

11. (revisão) Pretende regar-se, por um sistema de aspersão fixa, uma parcela de Luzerna com a forma quadrada e de dimensões 180 x 180 m. O solo apresenta  $\theta_{CC} = 0.34$  cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> e  $\theta_{CE} = 0.18$  cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>. A taxa de infiltração do solo é de 9.3 mm h<sup>-1</sup>. A cultura apresenta profundidade radical de 40 cm e  $p = 0.4$ . As necessidades hídricas em período de ponta são de 8 mm dia<sup>-1</sup>. Pretende efetuar-se regas que aproveitem a capacidade de armazenamento do solo. Os tubos disponíveis para as rampas têm um comprimento de 9 m. A bomba instalada fornece piezométrica máxima de 45 m. O tempo máximo diário disponível para a rega é de 19 h. A eficiência de aplicação é de 80 %.

- a) considere o catálogo apresentado abaixo e escolha o aspersor mais adequado. Justifique.  
(Exemplo de aspersor escolhido:  $p = 3.5$  bar,  $q = 2038$  m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>,  $R = 16$  m;  $PI = 8.4$  mm h<sup>-1</sup>)
- b) se, num determinado dia, o armazenamento de água no solo for de 10 mm, calcule a dotação útil da próxima rega, pretendendo-se preencher a reserva do solo; (15.6 mm)
- c) qual é o tempo de rega, quando se pretende aplicar a dotação máxima? (3.8 h)
- e) qual o n<sup>o</sup> máximo de setores que pode ser regado num dia? (5 setores)
- f) se o n<sup>o</sup> total de setores da parcela for 6, determine o caudal que o sistema de rega necessita em m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> e em m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>? (32.6; 0.0091)

## REGA E DRENAGEM

Bico	Pressão [bar]	Caudal [l/h]	Alcance [metros]	Espaçamento vs taxa de precipitação [mm/h]					
				12x15	15x15	15x18	18x18	18x18	20x20
4,0 x 2,4	3,0	1425	15,0	9,9	7,9	6,3	5,9	4,3	4,4
	3,5	1540	15,0	10,7	8,6	6,8	6,3	4,7	4,8
	4,0	1646	15,0	11,4	9,1	7,3	6,8	5,0	5,1
	5,0	1700	15,5	11,9	9,6	7,8	7,3	5,5	5,0
4,4 x 2,4	3,0	1645	15,5	11,2	9,0	7,4	6,8	5,1	5,2
	3,5	1777	15,5	12,3	9,9	7,9	7,3	5,4	5,5
	4,0	1900	15,5	13,2	10,6	8,4	7,8	5,8	5,9
	5,0	2015	16,0	13,8	11,2	9,0	8,4	6,4	6,5
4,8 x 3,2	3,0	1886	16,0	13,1	10,5	8,4	7,7	5,7	5,8
	3,5	2038	16,0	14,2	11,3	9,1	8,4	6,2	6,3
	4,0	2178	16,5	15,1	12,1	9,7	8,9	6,6	6,7
	5,0	2310	16,5	15,7	12,7	10,4	9,6	7,3	7,4
5,2 x 3,2	3,0	2445	16,5	17,4	13,8	10,8	9,7	7,1	7,2
	3,5	2638	16,5	18,3	14,7	11,7	10,8	8,0	8,1
	4,0	2820	17,0	19,6	15,7	12,5	11,6	8,6	8,7
	5,0	2990	17,0	20,8	16,9	13,7	12,8	9,8	9,9

12. Pretende instalar-se um sistema de rega por aspersão na cultura de batata num solo com taxa de infiltração de  $6.7 \text{ mm h}^{-1}$ . Os ramais porta-aspersores são de PVC (tubos disponíveis em varas de 6 m).

a) Escolha a combinação aspersor x espaçamento mais adequadas, no caso de a pressão disponível ser limitada e, portanto, a pressão necessária ao sistema deve ser a menor possível

$$(esp = 6 \text{ m}, P = 2 \text{ bar}, R = 7.5 \text{ m}, Q = 520 \text{ L h}^{-1}, PI = 3.4 \text{ mm h}^{-1})$$

b) Escolha a combinação aspersor x espaçamento mais adequadas, no caso de o tempo diário disponível para a rega ser limitado e, portanto, a rega deverá decorrer o mais depressa possível.

$$(esp = 18 \text{ m}, P = 4 \text{ bar}, R = 15.5 \text{ m}, Q = 1999 \text{ L h}^{-1}, PI = 5.9 \text{ mm h}^{-1})$$

Características dos aspersores disponíveis

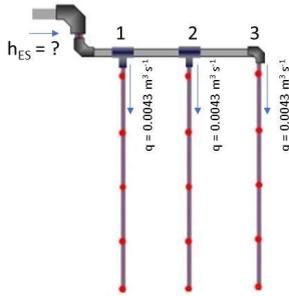
	P(bar)	R (m)	Q (L h <sup>-1</sup> )	PI (mm h <sup>-1</sup> )
Baixo caudal	2.0	7.5	520	3.4
	2.5	10.5	550	3.8
	3.5	10.0	530	3.7
	3.5	11.1	650	4.5
Médio caudal	3.0	15.0	1425	4.4
	3.5	15.5	1777	4.3
	4.0	15.5	1900	5.9
	4.5	15.5	2200	7.0

13. Um ramal de um sistema de rega por aspersão está equipado com 4 aspersores espaçados de 18 m. O 1º aspersor está colocado à distância de um espaçamento do início da rampa. Cada aspersor descarrega o caudal de  $3.5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ , à pressão de funcionamento de  $40.2 \text{ m}$ . Pretende-se determinar o seu diâmetro considerando que este será constante, que o material escolhido é o alumínio, que a altura da cana do aspersor é de 1 m e que o declive do ramal é de 0.2%.

a) Faça a 1ª estimativa do diâmetro do ramal, justificando os pressupostos; (57.6 mm)

b) Verifique se este diâmetro cumpre as regras de variação de pressão admitidas para os sistemas de rega por aspersão. *cumpre*

REGA E DRENAGEM



14. Uma conduta porta rampas, em PVC, apresenta as características apresentadas na Figura e Quadro seguintes. O declive do porta rampas é de 2.5 % e o espaçamento entre rampas é de 12 m. A 1ª rampa encontra-se a 3 m da entrada do setor. Preencha o Quadro e determine a pressão necessária à entrada do setor, para que a rampa mais desfavorável receba a pressão desejada à entrada, de 4.1 bar.

( $h_{ES} = 43.3 \text{ m}$ )

Troço	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (mm)	v (m s <sup>-1</sup> )	R (m)	j (m m <sup>-1</sup> )	L (m)	J (m)	hs (m)	$\Delta H$ (m)	$\Delta N$ (m)	$h_{ER_i}$
'2-3	0.0043	53.4									
'1-2	0.0086	75.6									
'0-1	0.0129	93.8									

15. Uma parcela foi dividida em 4 setores de rega, cujas características se apresentam no Quadro seguinte. Qual a altura manométrica a utilizar na seleção da bomba hidráulica que está instalada num poço cuja superfície de água está à cota de 117 m, e que fornecerá energia ao sistema de rega fixo por aspersão? Apresente todos os cálculos.

( $H_{mt} = 49.6 \text{ m}$ )

Setor	HES	Q (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )	D	L (m)	Cota entrada
1	38.0	0.0253	188.4	408	125
2	37.0	0.0270	188.4	510	126
3	39.0	0.0253	188.4	620	125
4	35.0	0.0270	188.4	300	127

Onde cota é a cota à entrada de cada setor,  
D é o diâmetro da conduta primária e  
L é a distância desde a origem da água até à entrada de cada setor.

16. Dimensione um sistema fixo de rega por aspersão para regar uma parcela cultivada com milho, considerando os dados seguintes (feito na aula):

Solo:

RFU = 75.4 mm;

Tinf = 9.5 mm h<sup>-1</sup>

Cultura:

ETc = 7.9 mm d<sup>-1</sup>;

p = 0.55

Zr = 120 cm

Sistema de rega:

Ef = 80 %;

Tdiário = 10 h

Parcela:

Largura = 350 m;

Comprimento = 210 m com declive de 0.4 %.