



Avaliação da programação da rega e do desempenho do sistema de rega num pomar de pessegueiros

Aureliano da Costa António

Relatório Final de Estágio Profissional apresentado à Escola Superior Agrária para obtenção do Grau de Mestre em Agroecologia

Orientador

Professor Doutor António Castro Ribeiro

Bragança, 2018

Por natureza, não existe meio ambiente ruim

"mau", as pessoas é que procuram
estar fora do seu habitat ou estragá-lo.

Lau Costa

Agradecimentos

Ao meu orientador, Professor Doutor António Castro Ribeiro por ter sido o guião para a realização deste trabalho.

Aos meus professores do curso de Mestrado em Agroecologia, pois sem estes, jamais teria feito o curso.

Às direções dos Institutos Politécnicos. Instituto Politécnico de Bragança e o Instituto Superior Politécnico do Kwanza-Sul pelos acordos que nos proporcionam.

A todos os meus colegas do curso, pelo apoio e companheirismo ao longo dos bastantes meses que me suportaram.

À Empresa Instalrega na pessoa do Eng^o. Luís Marinheira por disponibilizar-se em acompanhar o estágio, à Quinta Alpessego por ter-me aceite como estagiário e ao professor Tomás Figueiredo por ter-me indicado a Quinta Alpessego.

A todos os amigos de diversas partes do mundo que fiz nesta cidade (Bragança) e, em particular no IPB, à equipa do Sharing Ideas e sem esquecer o G2 e as FG.

À minha família pela formatação que fizeram à minha vida. Especialmente ao apreço pelos meus pais. Diogo António e Domingas Costa, ao meu irmão mais velho Rui Diogo e sua esposa Silvia Costa, à minha namorada Filomena Monteiro, pelos apoios que me dão e crenças que têm na minha trajetória.

Ao meu eterno professor e amigo Adérito Cunha.

A todo o mundo um modesto e deveras, **Bem Haja**

Resumo

A água é um factor de produção indispensável à agricultura. Deve ser valorizado não só pela sua importância para o desenvolvimento económico mas também para a preservação do meio ambiente. Tem uma importância indiscutível na estrutura da produção final agrária dentro da agricultura de regadio. Este trabalho teve como principal objectivo avaliar o calendário de rega num pomar de pessegueiros localizado no Vale da Vilarça (latitude 41°21'N, longitude 7°3'W, altitude 252 m), nas condições agroecológicas daquela região durante o ciclo vegetativo relativo ao ano de 2017. Para o devido efeito, foi realizado um estágio numa exploração, pertencente à Empresa Alpessego-Sociedade Agrícola S.A., localizada em Vilarelhos (Alfândega da Fé).

Foi avaliado o desempenho do sistema de rega através da determinação da uniformidade de distribuição de caudais em diferentes sectores de rega. Foi efectuada a simulação do balanço hídrico do solo através do programa CROPWAT 8.0, considerando as características do solo, as condições climáticas durante o ciclo vegetativo e o desenvolvimento da cultura.

Os resultados mostram que a uniformidade de rega em alguns sectores apresenta um desempenho fraco sendo necessário, por isso, proceder aos ajustamentos necessários do ponto de vista da pressão disponível e eventual alteração da dimensão dos sectores. A simulação do balanço hídrico durante o ano de 2017 permitiu verificar que o calendário de rega que está implementado na exploração (rega diária com uma duração de 4 horas), não esteve, em alguns períodos do ciclo vegetativo, ajustado às necessidades de rega da cultura.

Palavras-chave: Pessegueiro, *Prunus persica* (L.), Uniformidade de rega, balanço hídrico do solo, necessidades de rega.

Abstract

Water is an indispensable factor of production for agriculture. It should be valued not only for its importance for economic development but also for the preservation of the environment. It has an indisputable importance in the structure of the final agrarian production within the irrigated agriculture.

The main objective of this work was to evaluate the irrigation schedule in a peach orchard located in the Vilarica Valley, in the agroecological conditions of that region (latitude 41°21'N, longitude 7°3'W and altitude 252 m). For that purpose, an internship was held in a farm belonging to the Alpessego-Sociedade Agrícola S.A., located in Vilarelhos (Alfândega da Fé).

The performance of the irrigation system was evaluated by calculating the uniformity of flow distribution in different irrigation sectors. The soil water balance was simulated through the CROPWAT 8.0 program, considering the soil characteristics, the climatic conditions during the vegetative cycle and the development of the crop.

The results show that irrigation uniformity in some sectors performs poorly, so it is necessary to make the necessary adjustments by adjusting the available pressure and changing the size of the sectors.

The simulation of the water balance during the year 2017 showed that the irrigation schedule that is implemented in the farm (daily irrigation with a duration of 4 hours), was not, in some periods of the vegetative cycle, adjusted to the crop irrigation requirements.

Keywords: Peach tree, *Prunus persica* (L.), irrigation uniformity, water balance, crop water requirements.

ÍNDICE

Lista de abreviaturas	vii
Lista de Figuras	viii
Lista de Tabelas.....	x
Introdução	1
I Parte	3
1.1. Caracterização da cultura	3
1.2. Necessidades hídricas da cultura do pessegueiro.....	4
1.3. Gestão da rega	8
1.3.1. Rega deficitária.....	8
1.4. Aspectos a ter em conta para uma correcta gestão da água na rega localizada	11
II Parte.....	12
2.1. Caracterização da exploração e do sistema de rega.....	12
2.1.1. Localização da exploração.....	12
2.1.2 Caracterização do pomar	12
2.2. Condições climáticas durante o ano de 2017.....	13
2.3. Caracterização do sistema de rega instalado na exploração.....	16
2.3.1. Origem da água.....	16
2.3.2. Condutas	17
2.3.2.1. Conduta principal.....	17
2.3.2.2. Condutas secundárias e porta rampas	18
2.3.2.3. Rampas	19
2.3.3. Equipamentos e acessórios do sistema de rega	19
2.3.4. Estação de bombagem	20
2.4. Dimensionamento do sistema	20
2.5. Avaliação da uniformidade de rega.....	23
2.5.1. Caracterização dos sectores	24
2.5.2. Uniformidade da rega nos sectores	24
2.6. Balanço hídrico e de necessidades de rega da cultura	26
2.7. Avaliação do calendário de rega	27
3. Considerações finais.....	32
Referências bibliográficas	33
Anexos	37

Lista de abreviaturas

AENOR	Associação Espanhola de Normalização e Certificação
CU	Coeficiente de uniformidade
CUC	Coeficiente de Uniformidade de Christiansen
DGP	Défice de gestão permissível
DGADR	Direção geral da agricultura e desenvolvimento rural
ET	Evapotranspiração
ET _c	Evapotranspiração cultural
ET _o	Evapotranspiração de referência
HD	Défice hídrico
ID	Irrigação deficitária
K _c	Coeficiente cultural
m	Metro
mm	Milímetro
MPa	MegaPascal
P	Precipitação
PEAD	Polietileno de alta densidade
PH	Pós-colheita
PVC	Policloreto de vinilo
RDI	Rega deficitária controlada
Ψ _{ramo}	Potential hídrico no ramo

Lista de Figuras

Figura 1 - Esquema do cálculo das necessidades reais de rega no caso de sistemas de rega localizada de alta frequência. Fonte: Inês (2011).....	6
Figura 2 – Evolução do coeficiente cultural (Kc) para a cultura do pessegueiro. Adaptado de Allen et al., (2006).....	8
Figura 3 - Potencial hídrico do ramo (MPa). Adaptado de Gironda et al., (2012).....	9
Figura 4 - Aparência da folha de pessegueiro sob quatro níveis diferentes de estado hídrico da planta. Fonte: Gironda et al. (2012)	10
Figura 5 - Pessegueiro conduzido em vaso.....	12
Figura 6 - Temperaturas máximas, médias e mínimas no ano 2017	13
Figura 7 - Humidade relativa (%) no ano 2017.....	14
Figura 8 - Velocidade média do vento (m/s)no ano 2017	14
Figura 9 - Radiação total ($\text{MJm}^2\text{d}^{-1}$) no ano 2017	15
Figura 10 - Precipitação mensal no ano 2017	16
Figura 11 - Conduta de abastecimento de 1000 mm com saída de 500 mm.....	17
Figura 12 - Periferia da Barragem.....	17
Figura 13 - Barragem de Santa Justa.....	17
Figura 14 - Válvula de retenção de ar	18
Figura 15 - Electroválvulas à entrada dos porta-rampas	18
Figura 16 - Recolha de água para determinação do caudal do gotejador.....	19
Figura 17- Pormenor do gotejador na rampa	19
Figura 18 - Filtros de areia no cabeçal de rega	21
Figura 19 - Sistema de fertirrigação.....	22
Figura 20 - Programador de rega	22
Figura 21 - Balanço hídrico simulado com dotação diária de 6 mm (admitindo um caudal	

de 3,8 L/h)	29
Figura 22 - Balanço hídrico simulado por com dotação (4,4 mm) para o sector 1 e 3	30
Figura 23 - Balanço hídrico simulado com dotação diária de 4,1 mm para o sector 2	31
Figura 24 - Balanço hídrico simulado com dotação diária de 4,3 mm para o sector 4	31

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Valores Tabelados de Kc para a cultura do pessegueiro.....	7
Tabela 2 - Valores do défice de gestão (água) permissível para o pessegueiro.....	8
Tabela 3 - Descrição dos sectores	24
Tabela 4 - Volumes de água (ml) recolhidos nos gotejadores do sector 1, com indicação do gotejador no lateral (rampa): à entrada, 1/3 do comprimento, 2/3 do comprimento e no final.	25
Tabela 5 - Volumes de água (ml) recolhidos nos gotejadores do sector 2, com indicação do gotejador no lateral (rampa): à entrada, 1/3 do comprimento, 2/3 do comprimento e no final	25
Tabela 6 - Volumes de água (ml) recolhidos nos gotejadores do sector 3, com indicação do gotejador no lateral (rampa): à entrada, 1/3 do comprimento, 2/3 do comprimento e no final	25
Tabela 7 - Volumes de água (ml) recolhidos nos gotejadores do sector 4, com indicação do gotejador no lateral (rampa): à entrada, 1/3 do comprimento, 2/3 do comprimento e no final	25
Tabela 8 - Classificação da rega localizada em função do coeficiente de uniformidade..	26
Tabela 9 - Coeficientes de uniformidade dos sectores.....	26
Tabela 10 - Determinação das necessidades de rega durante o ciclo cultural 2017.....	26
Tabela A.1 - Valores de Kc calculados para diferentes fases da cultura do pessegueiro no ciclo cultural de 2017	37

Introdução

A água é um dos recursos naturais mais abundante no planeta e é essencial à vida, quer seja animal quer seja vegetal, pelo que é fundamental a sua boa gestão.

O uso desorientado, os desperdícios e o crescimento excessivo da procura, face ao sector agrícola, são factores que contribuem para intensificar a sua escassez. Segundo o relatório da FAOSTAT, (2017), o uso da água na agricultura e as áreas irrigadas terão uma expansão e a competição pela água aumentará em todos os sectores.

A população mundial aumentou de forma exponencial nas últimas décadas. A atual população mundial de 7,2 bilhões está prevista aumentar cerca de 1 milhão nos próximos 12 anos. Porém, estima-se que em 2050 a população mundial atingirá 9,6 bilhões. Entretanto, a área irrigada aumentou bem como o consumo de água. Estes factos afectam os fenómenos das alterações climáticas que terão um impacto crescente e notável, em particular sobre a agricultura e os recursos hídricos, que levará a que em 2050 a agricultura continuará a ser o maior sector consumidor de água a nível mundial. ONU, (2013).

Com o decorrer dos tempos, a actividade agrícola, sofreu mudanças profundas. Mudanças estas que aconteceram devido aos resultados de uma vasta gama de factores de natureza diversas como climáticos, edáficos, hidrológicos, geomorfológicos, demográficos, sociais, económicos e tecnológicos, e que conduziu à emergência da agricultura de regadio. Tudo isso para gerar um incremento na agricultura com o uso de práticas agrícolas que visam o melhor desempenho produtivo das culturas e, por sua vez, atender a demanda causada pelo brusco e súbito crescimento populacional dos últimos anos.

Em Portugal, embora a precipitação média anual ronde os 700 mm, devido à distribuição irregular das chuvas entre abril e setembro, ocorrem problemas de escassez de água. Num novo paradigma, onde a procura pelos produtos agrícolas é cada vez maior e menos sazonal, onde o risco de perda da cultura, por vezes o único meio de subsistência do agricultor, cada vez é maior, e onde a conservação dos solos cada vez gera mais preocupação, a agricultura de regadio assume-se como um dos principais factores desta mudança (Carvalho, 2016).

O desafio principal com que o sector agrário de modo geral (no mundo) se confrontará nos próximos anos, será o de fazer crescer de forma sustentável a produção agrícola, em condições territorialmente equilibradas. Todavia, isto está atinente a duas questões: como e quando regar. Dadas as limitações edafoclimáticas, a elevada rentabilidade potencial das culturas em regadio e o seu impacto socioeconómico positivo em determinadas regiões, a agricultura de regadio assume uma importância económica significativa neste contexto, razão pela qual ela deverá ocupar uma posição relevante na estratégia do desenvolvimento rural. Sendo a agricultura de regadio um factor chave na prestação de bens e serviços, nomeadamente no aprovisionamento alimentar, quer humano, quer animal, assume-se como a alavanca primordial do desenvolvimento das zonas rurais, tendo um papel fundamental na melhoria das condições socioeconómicas que os caracterizam. (Esteves, 2013).

O objectivo primordial da rega por gotejamento é o de minimizar potencialmente tanto a procura de água como os custos que estão directamente associados à rega. (Oliveira et al., 2003). A avaliação de qualquer sistema de rega fundamenta-se essencialmente na determinação de um conjunto de parâmetros, que funcionam como indicadores do modo como o sistema de rega é gerido, nomeadamente a sua eficiência e uniformidade, que resultam da sua manutenção. (Nunes et al., 2003). Todavia, antes de pôr a funcionar o sistema de rega precisa-se conhecer como trabalha, como pára, quais são as necessidades em água da cultura, etc. Ele é sempre uma combinação de componentes. (Mendes et al., 2005).

É neste contexto que se insere este relatório estágio que foi realizado na Quinta Alpessegos cujo objecto principal foi avaliar a uniformidade do sistema de rega gota-a-gota num pomar de pessegueiros e a programação da rega durante o ano de 2017.

I Parte

1.1. Caracterização da cultura

O pessegueiro (*Prunus persica* (L.)), pertence à divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, subclasse Rosidae, ordem Rosales, família Rosaceae, subfamília Prunoideae, gênero *Prunus*, sub-gênero *Amygdalus*. (Hilaire & Giaque, 1994). São normalmente pequenas árvores de folha caduca, que pode atingir 4 - 6 m de altura. Tem raízes muito ramificadas, muito estendidas e pouco profunda que ocupam uma superfície maior que a zona de projecção da copa e que em alguns casos depende do conteúdo hídrico do solo. A polinização pode ser feita pelos insectos (abelhas) ou pelo vento. Para o ciclo biológico, a cultura tem uma vida produtiva activa de 15 - 20 anos, com entrada em produção aos 3 anos, e atinge a plena produção aos 6 anos podendo viver até aos 25 - 30 anos (Fideghelli, 1987). O compasso de plantação varia de acordo a forma de condução e variedade, sendo frequentes os compassos de 3x5, 4x5, 6x6 e 2,5x5 metros.

O pessegueiro prefere solos de textura franco-limoso, profundos e bem drenados, arejados e férteis com muita matéria orgânica e profundidade maior que 50 cm. O pH deve ser de preferência entre 6,5 - 7,0. As temperaturas ótimas devem estar entre 10 - 22° C, as mínimas de 20° C e máximas de 40° C. As temperaturas abaixo de -4° C provocam a paragem do desenvolvimento da cultura. (Hancock, 2010). Ainda no que diz respeito as exigências climáticas da cultura, esta é caracterizada como uma espécie de clima temperado quente e mediterrânico, com necessidades de frio no inverno (Rolo, 1992). O pessegueiro é muito sensível às geadas de primavera que podem levar à destruição da produção (Steduto et al., 2012).

O pessegueiro como as demais fruteiras, o processo de reprodução em geral é realizado por meio de propagação vegetativa, por sua vez, tem por objectivo multiplicar plantas com a garantia da manutenção das suas características agronómicas. A propagação vegetativa pode ser realizada por meio de diversos métodos: enxertia, propagação *in vitro* ou micropropagação e por clonagem, através da capacidade de regeneração dos órgãos vegetativos. (Hartmann et al., 2002 & Reis, 2005).

Os porta-enxertos híbridos (Amendoeira x Pessegueiro), como o GF677, são os mais utilizados nos países mediterrânicos (Minas et al., 2018) devido à sua tolerância aos solos calcários e à clorose férrica (Molassiotis et al., 2006) e são ainda compatíveis com as variedades de pessegueiro. Estes porta-enxertos híbridos são caracterizados pelo seu vigor e adaptação a solos pobres com pH elevado (Jimenez et al., 2011; Tsipouridis & Thomidis, 2005). Em Portugal, as variedades Very Good (101 e 102), Honey Blaze (103), Honey Glo (104), Rich Lady, Diamond Princess, Sweet Dream, Royal Lee e R8 são atualmente as mais cultivadas (Simões et al., 2017).

A cultura do pessegueiro é muito exigente em água, assim que começa o crescimento do fruto (Natividade, 1988). Para melhor conduzir a cultura, as técnicas de cultivo e preparação do solo, são de relevante importância. Embora esta fruteira seja muito exigente quanto à natureza e estrutura do solo, pode afirmar-se que todas as terras são aptas para a cultura desde que se escolha o porta-enxerto adequado, um solo com boa capacidade para permitir a infiltração de água e o arejamento. Porém, a terra deve ser preparada com a devida antecedência para que possa oferecer as melhores condições no momento da sua plantação (Juscafresa, 1983).

A poda deve ser feita de forma a que os ramos se inclinem desde o início, de modo que a árvore, ao alcançar o seu máximo desenvolvimento, possua uma ramagem dispersa. (Augustí, 2010). Apesar dos compassos de plantação anteriormente referidos, não é aconselhável intercalar entre as árvores, no decurso do período de formação, quaisquer culturas herbáceas e menos ainda se estas alcançam uma determinada altura (Velarde, 1991).

1.2. Necessidades hídricas da cultura do pessegueiro

No cálculo das necessidades hídricas e de rega da cultura do pessegueiro devem ser contemplados vários componentes (Fig. 1). O primeiro é a evapotranspiração (ET), ou seja, o total das perdas de água para a atmosfera. Estas perdas de água ocorrem por evaporação directa das superfícies evaporantes, especificadamente o solo, e por transpiração das plantas (Bretaud & Fauré, 1992). A transpiração das plantas refere-se à evaporação, a partir dos estomas abertos, da água absorvida pelas raízes. Além da evaporação estomática também pode ocorrer evaporação cuticular (Oliveira & Maia, 2003).

A evapotranspiração de referência (ET_o) é a taxa de evapotranspiração de uma determinada cultura de referência (uma cultura rastejante), uniforme, em bom estado fitossanitário e em crescimento activo, com capacidade de cobrir toda a superfície no terreno e na condição de o teor de humidade do solo ser suficiente para satisfazer toda a sua potencialidade da evapotranspiração (Raposo, 1994). A ET_o pode ser directamente determinada recorrendo a aparelhos específicos: evapotranspirómetros ou lisímetros. Quando não é possível a sua determinação directa recorre-se a meios indirectos, ou seja, a fórmulas matemáticas (Porto et al., 2003). Os métodos de cálculo vão desde os mais simples, geralmente baseados na temperatura do ar, até outros mais elaborados onde se entra em conta com registos horários da radiação, da temperatura do ar, da velocidade do vento e da humidade relativa. Estes métodos de cálculo têm sido melhorados, tornando-se cada vez mais fiáveis. Actualmente, a equação de Penman- Monteith é o método mais utilizado para determinar a ET_o (Allen et al., 2006).

Para o cálculo da evapotranspiração cultural (ET_c) é indispensável o conhecimento do coeficiente cultural (k_c), que varia consoante a espécie e, até mesmo na mesma espécie, já que tomam valores diferentes ao longo do ciclo cultural, devido às suas características, tais como a fase de crescimento, a existência de cobertura do solo e o rigor das geadas. (Inês, 2011). Na Fig. 1 está ilustrado o esquema de cálculo das necessidades de rega em sistemas de rega localizada de alta frequência.

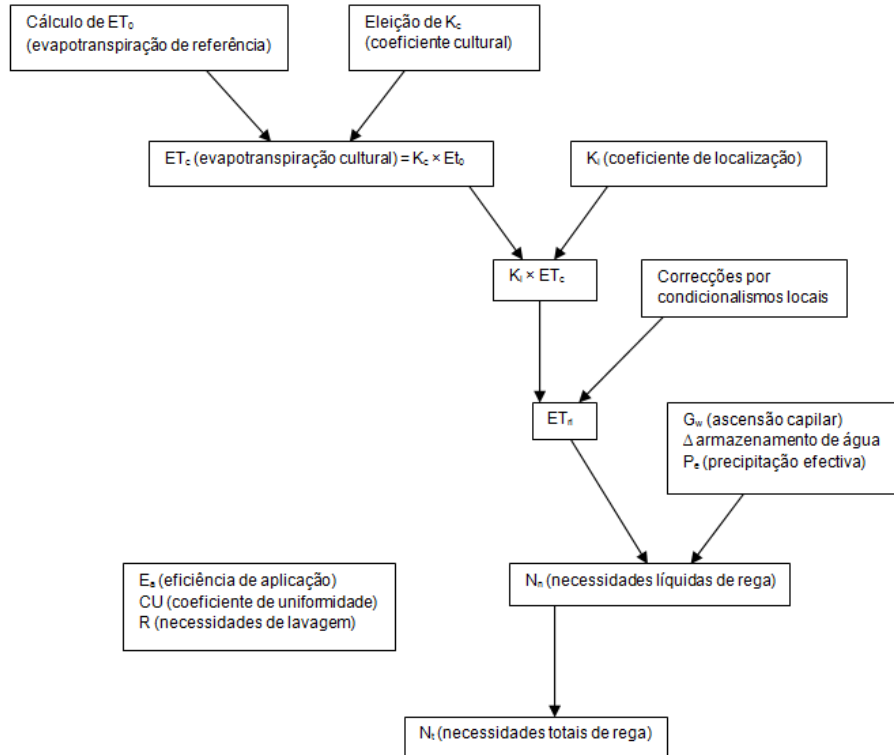


Figura 1 - Esquema do cálculo das necessidades reais de rega no caso de sistemas de rega localizada de alta frequência. Fonte: Inês (2011).

Desta forma torna-se pois necessário avaliar a evapotranspiração, como medida das necessidades hídricas de uma dada cultura. (Paço, 2006). Existem diversos factores que afectam a evapotranspiração:

- As variáveis climáticas, das quais se destacam a radiação solar, a temperatura do ar, a humidade e a velocidade do vento, que determinam o poder evaporativo da atmosfera. Admitindo condições óptimas de todos os factores, a produção máxima vai ser atingida quando a evapotranspiração for máxima. A partir de dados climáticos é possível calcular a evapotranspiração de referência (ET_0) (Correia & Cabrita, 2007).
- As características culturais, que têm em conta o tipo de cultura, a variedade usada e a fase do ciclo vegetativo. A densidade de plantas, a ausência de controlo de infestantes, assim como a área coberta pelas copas, no caso das árvores de fruto, são também factores importantes na quantificação da evapotranspiração das culturas. À medida que aumenta o seu crescimento e passam a ocupar mais de 3/4 da superfície do solo, o seu k_c aumenta e atinge um máximo. O k_c mantém-se no seu valor máximo na fase inicial da formação dos

frutos, começando a diminuir rapidamente, à medida que a cultura entra em senescência. (Shahidian, 2012).

Para o cálculo da evapotranspiração existem métodos directos e indirectos. Os directos, por serem muito dispendiosos e exigem pessoal especializados, são pouco práticos, e como tal pouco utilizados. Os métodos indirectos consistem na determinação da evapotranspiração de uma cultura de referência, recorrendo a fórmulas desenvolvidas regionalmente a partir de dados climáticos, o que permite chegar à evapotranspiração da cultura pretendida (ET_c). Para tal, é necessário multiplicar o coeficiente cultural (k_c) pela evapotranspiração de referência (ET_o) (Hipólito & Vaz, 2013).

$$ET_c = ET_o \times k_c \quad (1)$$

Este coeficiente, que se encontra tabelado em diversas publicações, é geralmente definido para as diferentes fases dos ciclos culturais: fase inicial, fase intermédia e fase final, sendo que no caso das fruteiras, se referem geralmente aos estádios fenológicos. Os valores mais baixos da Tabela 1 indicados para a profundidade máxima radicular referem-se à cultura regada e os mais altos a condições de sequeiro quando o solo não impõe restrições ao desenvolvimento radicular.

No cálculo da ET_c , é a ET_o que incorpora maioritariamente as variáveis climáticas, ficando as características culturais, como por exemplo, o estado de desenvolvimento vegetativo e a cobertura do solo, que variam ao longo do tempo, reflectidas no coeficiente cultural (Allen et al., 2006).

Tabela 1 - Valores tabelados de k_c para a cultura do pessegueiro. Fonte: Allen et al., (2006).

	Kc inicial	Kc médio	Kc final	Altura máxima das plantas (m)	Profundidade radicular máxima (m)
Solo nu	0,45	0,90	0,65	3	1 - 2
Solo nu sem geadas	0,55	0,90	0,65	3	1 - 2
Solo coberto	0,50	1,15	0,90	3	1 - 2
Solo coberto sem geadas	0,80	1,15	0,85	3	1 - 2

Para o cálculo da ET_c , em determinada altura, é necessário definir o valor de k_c correspondente e, para tal, é necessário saber a duração das diferentes fases de desenvolvimento da cultura: inicial, desenvolvimento vegetativo rápido, intermédia e final (Fig. 2). Para a cultura do pessegueiro foram considerados os coeficientes culturais entre 0,45 e 0,85 para os períodos indicados em cada 10 dias nas fases I e II; para a fase III consideraram-se valores entre 0,96 e 1 e, para a fase IV, valores entre 0,99 e 0,77.

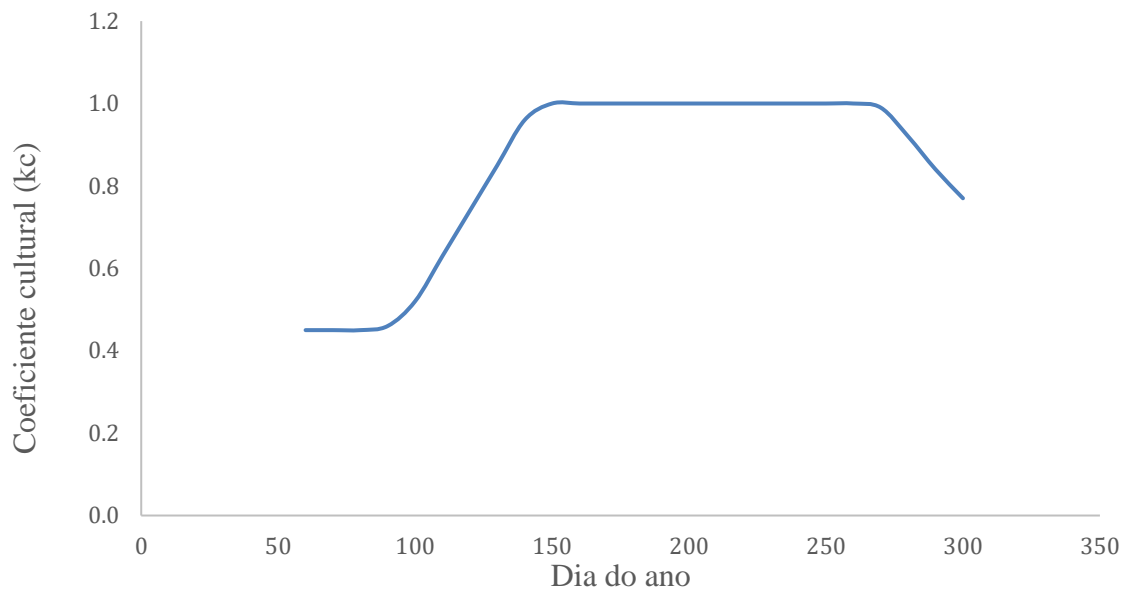


Figura 2 - Evolução do coeficiente cultural (k_c) para a cultura do pessegueiro. Adaptado de Allen et al., (2006)

1.3. Gestão da rega

1.3.1. Rega deficitária

No contexto da melhoria da produtividade da água, há um interesse crescente na irrigação deficitária (ID), uma prática na qual se aplica uma quantidade de água de rega inferior às necessidades máximas da cultura, mas de forma a que a planta não entre em stresse hídrico severo, permitindo assim, ausência da quebra do rendimento. Em caso de seca ou pouca disponibilidade de água a ID pode levar a maiores ganhos económicos e aumentar os rendimentos por unidade de água. No entanto, esta abordagem requer um conhecimento preciso sobre a resposta da cultura ao stresse hídrico em diversas fases do seu desenvolvimento. Tendo por base esta dinâmica, não se pode definir um valor único para

o déficit de gestão permissível (DGP), uma vez que o ponto crítico é variável por planta e, dentro desta, ao longo do seu ciclo cultural. (Oliveira, 2011).

Tabela 2 - Valores do déficit de gestão (água) permissível para o pessegueiro.

Déficit de gestão permissível (%)	Max. Prof. Radicular em gestão de não limitação do solo (cm)
0,50	200

Fonte: Gironda et al. (2012)

Nas culturas frutícolas a restrição da água durante determinados períodos interfere no crescimento e o tamanho final da árvore. O stresse hídrico quando ocorre no período final do crescimento (3 - 4 semanas antes à maturação) reduz o tamanho da fruta e sua qualidade. (Lockwood & Coston, 2005). Sendo assim, é extremamente importante saber como responde fisiologicamente o pessegueiro quanto às variações da disponibilidade de água no solo. A Fig. 3 mostra os padrões diurnos de potencial de água no ramo observados na cultura do pessegueiro em condições de irrigação plena (controlo) e rega deficitária controlada (RDI).

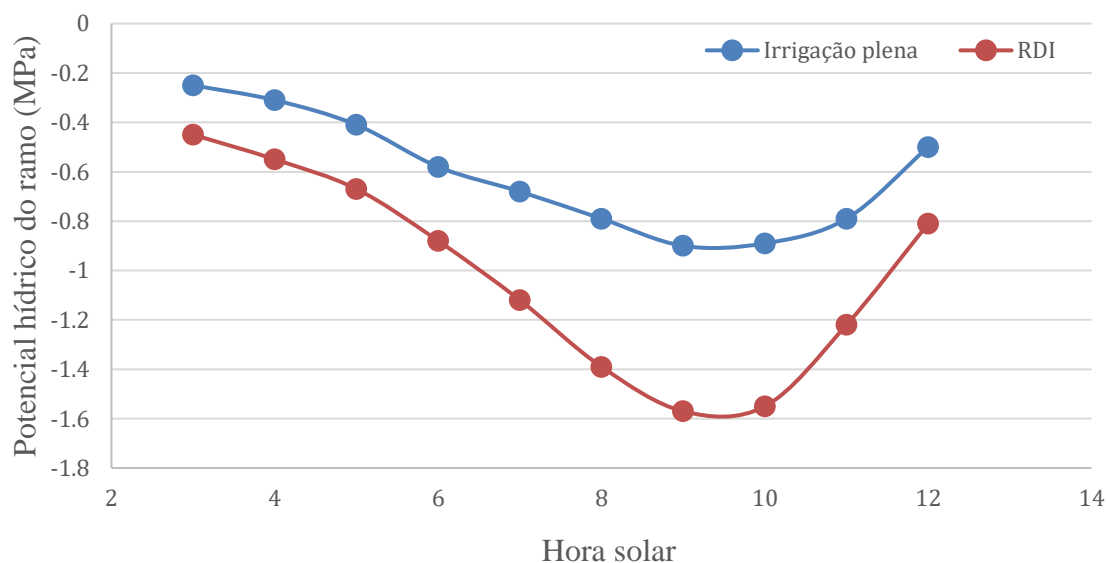


Figura 3 - Potencial hídrico do ramo (MPa). Adaptado de Gironda et al., (2012).

Visualmente é possível diferenciar uma folha com um potencial de água de -0,8 MPa de uma que tenha um valor de -1,9 MPa (Fig. 4). A primeira está totalmente expandida e direcionada para o sol (Fig. 4D), enquanto a segunda está parcialmente enrolada e murcha (Fig. 4A). Para o caso da RDI, em que é aplicado o stresse no estágio II, é uma boa prática chegar ao meio-dia com o potencial hídrico do ramo (Ψ_{ramo}) com valores próximos de -1,5 MPa. A esse nível de Ψ_{ramo} , alguns sintomas de enrolamento de folhas podem ser observados, mas sem queda de folhas ou amarelecimento, o que indicará um stress excessivo por déficit hídrico. De manhã, os produtores devem observar folhas expandidas. Um sintoma do stresse hídrico pela manhã indicará stress excessivo, enquanto nenhum sintoma ao meio-dia indicará falta do nível desejado de stresse durante o estágio II (Gironda et al., 2012). Vários estudos mostraram que o crescimento expansivo das folhas é fraco ou reduzido pela fraca redução do nível de água que em muitos casos é difícil de se detectar. (Simões, 2007).



Figura 4 - Aparência da folha de pessegueiro sob quatro níveis diferentes de estado hídrico da planta. A - stress severo ($\Psi_{\text{ramo}} = -1,9$ MPa); B - stress muito leve ($\Psi_{\text{ramo}} = -0,9$ MPa); C: stress moderado ($\Psi_{\text{ramo}} = -1,1$ MPa); D - bem irrigado ($\Psi_{\text{ramo}} = -0,8$ MPa). Fonte: Gironda et al. (2012)

No pessegueiro, o défice hídrico ao interferir na diferenciação floral, pode também causar prejuízos na produção do ano seguinte. Para a melhor compreensão da resposta da planta ao défice hídrico é extremamente importante quantificar a capacidade de armazenamento de água no solo disponível às plantas. É certo que esta capacidade, varia com a textura e com as características físicas do solo, o que leva a planta a responder de diversas formas como poder antecipar a queda das folhas, comprometendo a taxa fotossintética da planta, redução na produção da matéria seca e na formação de gemas vegetais e florais para o próximo ano e bem como no transporte de nutrientes (Terra, 2010).

1.4. Aspectos a ter em conta para uma correcta gestão da água na rega localizada

A reserva utilizável do solo encontra-se principalmente ligada a natureza do solo (textura), sua profundidade efectiva e ao enraizamento da cultura. Quando esta, em resultado da evapotranspiração, consome uma fracção deste reservatório, há que repô-la de novo, mantendo sempre um teor de humidade confortável para a cultura. Se se coloca mais água do que o reservatório do solo pode conter, vão existir perdas por infiltração em profundidade ou por escorrimento à superfície (Quina, 2017).

De facto, a função do solo, neste processo de rega, é a de assegurar a transferência da água e dos nutrientes dos locais onde se encontram até as raízes, onde são absorvidos. O solo tem, sobretudo, o papel de facilitar a transferência da água e dos nutrientes, onde a porosidade é outro dos parâmetros a ter em conta na afectação dos movimentos de água no solo (Paço, 2003).

Os movimentos por difusão são um elemento essencial a ter em conta na rega localizada, pois determinam a forma dos bolbos humedecidos. De facto, os emissores são aproximados na linha, de maneira a formarem preferencialmente uma barreira húmida e não bolbos isolados. (Correia & Cabrita, 2007).

II Parte

2.1. Caracterização da exploração e do sistema de rega

2.1.1. Localização da exploração

A Quinta Alpessegos está localizada no nordeste de Portugal, no Vale da Vilariça, em Vilarelhos, Alfândega da Fé, (latitude 41°21'N; longitude 7°3'W e altitude 252 m). A Quinta ocupa uma área total de 50 ha e uma área de produção de pêsegos de 45 ha.

2.1.2 Caracterização do pomar

O pomar em estudo foi instalado em 2010, com uma dimensão de 45 hectares e subdivido em 20 sectores, com cerca de 15 variedades de pêsego, muito embora para o ciclo cultural de 2017 estavam apenas em produção quatro variedades, nomeadamente a Early Rich, Honey Blase, Luciana e R8. O compasso do pomar é de 5 x 3 m, o que corresponde a uma densidade de 667 plantas/ha. O sistema de condução é em vaso (Fig. 5). A rega era diária com duração de 4 horas, tendo início em março e termino em outubro que foi o mês de rega pós-colheita. O solo é de textura argilo - limosa. O pH varia ente 5,7 e 6,2.



Figura 5- Pessegueiro conduzido em vaso

2.2. Condições climáticas durante o ano de 2017

As principais variáveis climáticas foram registadas, durante o ano de 2017, através de estação meteorológica automática localizada nas proximidades da exploração. Os valores da temperatura média mensal oscilaram entre os 10 e os 33 °C para as máximas e 0 e 15 °C para as mínimas, sendo os meses de junho, julho e agosto os meses com as temperaturas mais elevadas (Fig. 6). A temperatura média anual variou entre 5 °C em janeiro e 24 °C em julho.

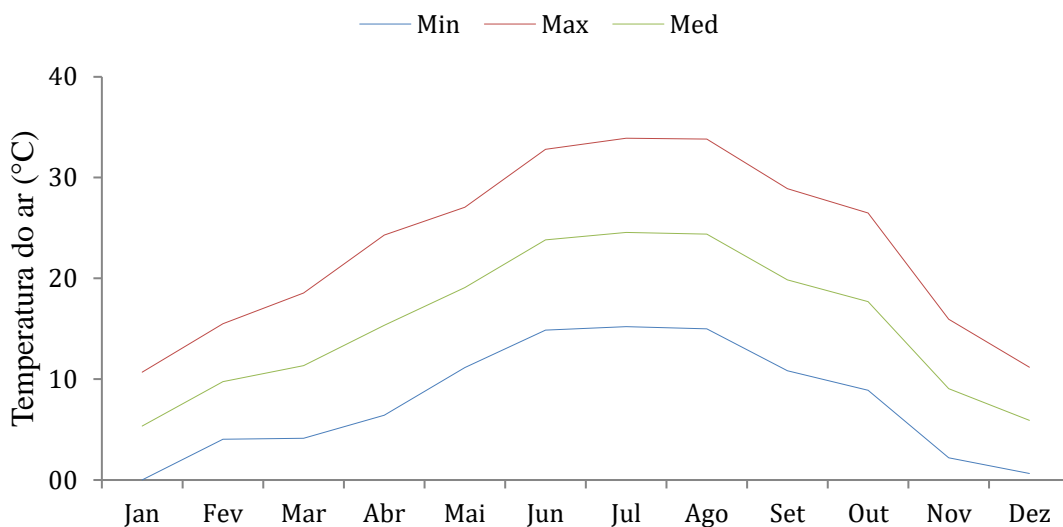


Figura 6 - Temperaturas máximas, médias e mínimas (°C) no ano 2017

Dentro dos diversos factores do clima que afectam a evapotranspiração da cultura, a humidade relativa é um dos factores determinantes na magnitude da evapotranspiração. A Fig. 7 mostra o curso da humidade relativa mínima e máxima ao longo do ano. Durante o ciclo vegetativo, e em particular durante os meses de verão, os valores da humidade relativa são baixos, contribuindo desta forma para um elevado défice de pressão de vapor da atmosfera.

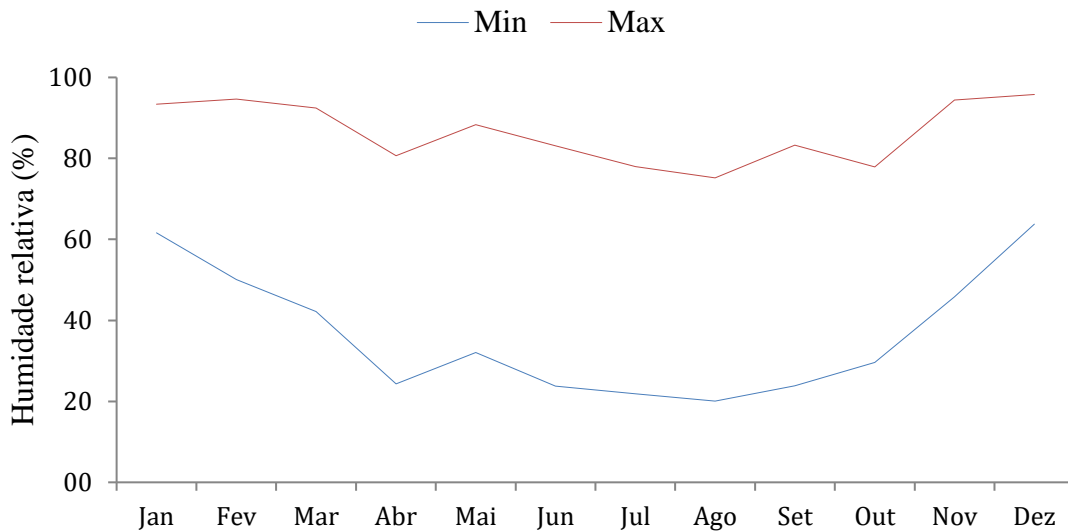


Figura 7 - Humidade relativa (%) no ano 2017

No que se refere a velocidade média do vento, as rajadas de vento com velocidade 1,4 metros por segundo, não interferem negativamente em quaisquer aspectos sobre a cultura independentemente do estágio de desenvolvimento, assim, como na polinização, quedas de flores e frutos. Durante o ciclo vegetativo a velocidade do vento foi em geral fraca (Fig. 8).

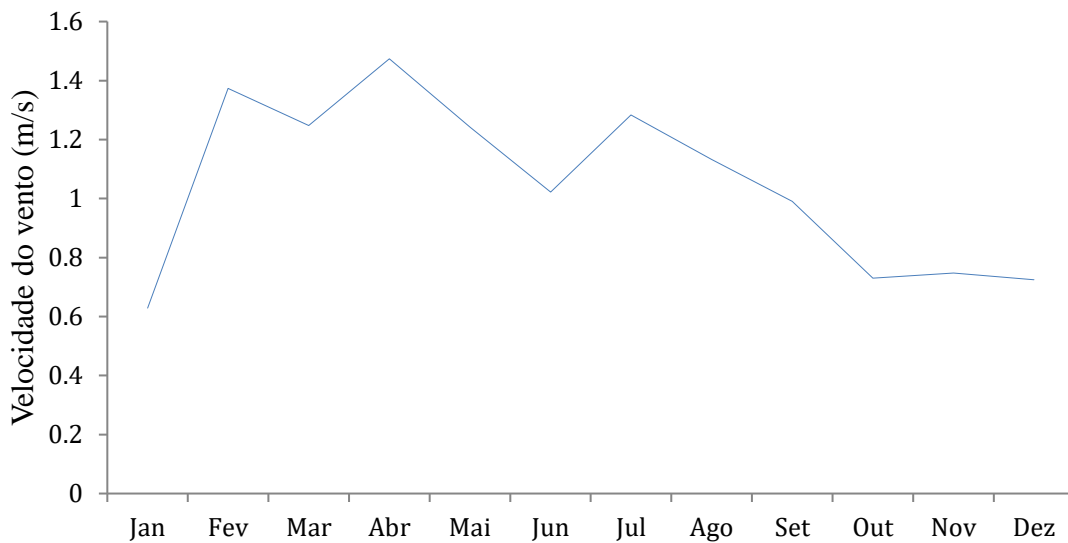


Figura 8 - Velocidades médias do vento (m/s) no ano 2017

Na Fig. 9 está representado o curso da radiação solar global durante o ano de 2017. Os valores seguem um padrão típico da evolução da radiação para a região. Os valores mensais variaram entre 6 e 28 MJm²d⁻¹.

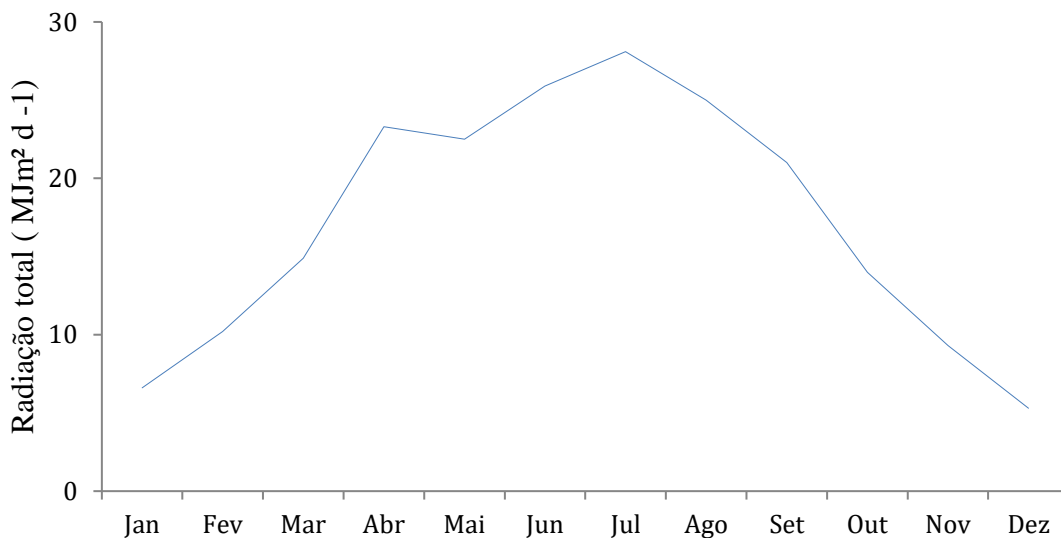


Figura 9 – Radiação total (MJm²d⁻¹) no ano 2017

A distribuição da precipitação registada durante o ano de 2017 é característica do clima mediterrânico, com uma elevada concentração da precipitação na estação fria e uma baixa ou ausência de precipitação nos meses mais quentes. No ciclo vegetativo de 2017, conforme se pode observar na Figura 10, não ocorreu precipitação no mês de julho e nos meses de agosto e setembro o seu valor foi insignificante. A precipitação anual foi de 326,4 mm.

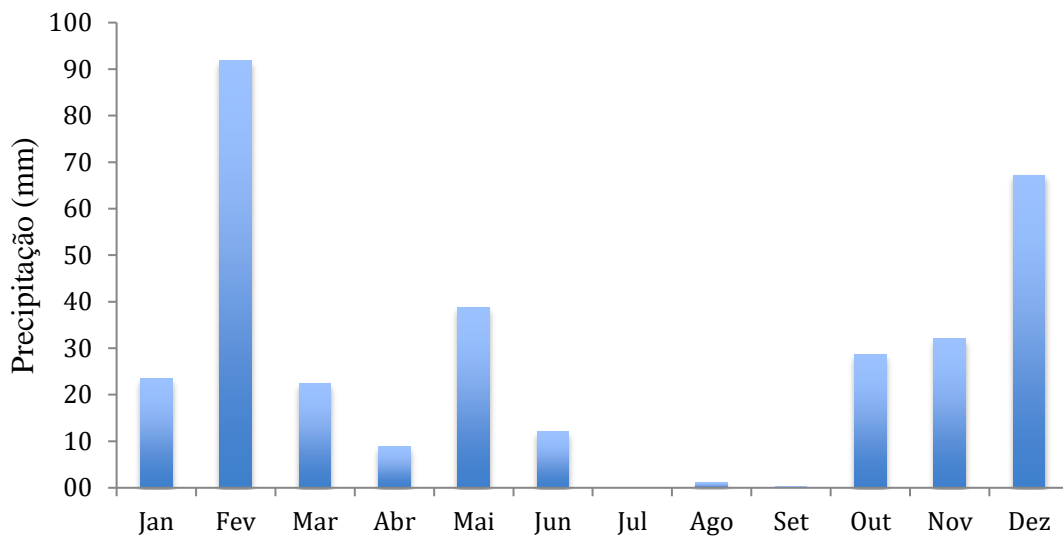


Figura 10 - Precipitação mensal no ano 2017

2.3. Caracterização do sistema de rega instalado na exploração

2.3.1. Origem da água

A exploração está localizada na área beneficiada pelo Aproveitamento Hidroagrícola do Vale da Vilariça. A água, de origem superficial, a partir da albufeira de Santa Justa, é fornecida sob pressão, tendo a albufeira uma capacidade de armazenamento de 3,476 hm³ (DGADR, 2017). Existe na exploração, uma boca de rega de 500 mm com um caudal de 163 m³/h (Fig. 11). Para aumentar a pressão disponível e melhorar a qualidade da água, foi instalado um grupo hidropressor, composto por quatro bombas, e instalada uma bateria de filtros de limpeza automática, de forma a melhorar a performance do sistema.



Figura 11 - Conduita de abastecimento de 1000 mm com uma saída de 500 mm



Figura 12 - Periferia da Barragem



Figura 13 - Barragem de Santa Justa

2.3.2. Conduitas

2.3.2.1. Conduita principal

A conduita adutora principal é em PVC Toda a conduita adutora de água, aos tanques de água, está protegida por válvulas de retenção, redutoras de pressão e ventosas de triplo efeito para retirada de ar da conduita (Fig. 14). Os tubos são dimensionados para uma classe de pressão nominal de que varia entre 6 e 10 kg/cm².

A conduita adutora foi enterrada a uma profundidade mínima de 0,8 a 1,0 metros, envolvida por terra isenta de pedras, ou em alguns casos quando necessário, por areia ou pó de pedra, sinalizada por fita plástica de cor vermelha e azul, ficando assim protegida de algum

choque físico, que provoque a sua ruptura.



Figura 14 - Válvula de retenção de ar

2.3.2.2. Conduitas secundárias e porta rampas

A tubagem secundária e os porta-rampas são em polietileno de alta densidade (PEAD), de pressão nominal (PN) 6 kg/cm², homologados pelo Laboratório de Engenharia Civil e certificados pela AENOR, ligados entre si por acessórios de junta rápida PN 16 kg/cm².



Figura 15 – Electroválvulas à entrada do porta-rampas

2.3.2.3. Rampas

As rampas, com os gotejadores autocompensantes, tem um diâmetro nominal de 16 mm, uma espessura da parede de 1,15 mm. O espaçamento entre gotejadores é de 0,5 metros e débito por gotejador de 3,8 L/h.



Fig. 16 – Recolha de água para determinação do caudal do gotejador



Figura 17 – Pormenor do gotejador na rampa.

2.3.3. Equipamentos e acessórios do sistema de rega

Para que o material de um sistema de rega tenha uma longa duração, é necessário que seja de excelente qualidade e que se utilizem as melhores técnicas de fabrico que devem cumprir com os seguintes requisitos:

- Filtros metálicos revestidos com uma proteção por meio de pintura "epoxy" cozida ao fogo;
- Tubagem de PVC da melhor qualidade, fabricado de preferência por meio de vácuo e cuja pressão de serviço seja superior à pressão de funcionamento da instalação da pesca de água;
- Tubagem de PEAD da melhor qualidade, fabricado de preferência por meio de vácuo e cuja pressão de serviço seja superior à pressão de funcionamento da instalação de rega gota-a-gota;
- Válvulas reguladores de pressão estabilizando a pressão em diferentes pontos na rede de rega, a fim de assegurar uma pressão constante e, por conseguinte, um débito uniforme dos gotejadores (muito importante para a distribuição uniforme de adubos);

- Linhas de gotejadores: os gotejadores mais práticos para o agricultor são os inseridos no tubo porta-gotejadores. Para tal, é necessário que a sua secção de passagem seja grande e que a água circule rapidamente, seguindo um escoamento turbulento, (Reynolds superior a 3000) no interior do gotejador.

O tubo da rampa deverá ser de polietileno de baixa densidade, adicionado de antioxidante e devidamente tratado contra o sistema "stress-cracking" (tendência para o gretamento dos tubos plásticos). Estes tubos deverão igualmente ser submetidos a um tratamento térmico na fábrica, a fim de diluir as tensões criadas no plástico. Devem ser fabricados com matéria primas especialmente indicadas para a utilização gota-a-gota; não é de aconselhar o emprego de outros tipos de tubos, pois pode correr-se o risco de, ao fim de poucos anos (às vezes até mesmo meses), ter que se substituir toda a tubagem instalada.

A espessura da parede dos tubos é essencial que seja compatível com as solicitações a que irá ser sujeita, não devendo ser aligeirada. O sistema foi dimensionado para regar, no período de ponta (período de maiores necessidades de rega), de 4 horas por dia, cada sector, com gotejadores de 3,8 L/h, espaçados entre si de 0,5 metros.

2.3.4. Estação de bombagem

A quantidade diária de água a bombear do canal de rega é de aproximadamente 2 880 m³, a qual se faz ao longo das 18 horas de rega (considerando sempre o período de ponta). Assim chega-se a um caudal horário de 160 m³/hora. Tendo em conta os desníveis existentes na parcela, e para não encarecimento do sistema de bombagem com necessidade de instalar tubagens de classe de pressão superiores, e sistemas de filtragem, com pressão nominal acima dos 10 Kg/cm², optou-se por dividir a área a regar. Para a área até 60 metros de desnível (cota de 243 m) é utilizado um grupo de bombagem e acima dessa cota (até à cota de 252 m) é utilizado o segundo grupo de bombagem.

2.4. Dimensionamento do sistema

A área do pomar foi dividida em 3 zonas de rega adjacentes. Duas áreas com 7 sectores cada e uma com 6 sectores, perfazendo um total de 20 sectores de rega. A área de cada zona

equipada é de cerca de 15 ha.

O dimensionamento e cálculos hidráulicos do sistema foram realizados através de um programa informático especializado (WCADI). Este é um programa de desenho e cálculo hidráulico assistido por computador. Todos os dados do projecto foram inseridos no programa e calculados de uma forma muito precisa, resultando numa análise de optimização de custos e de eficiência do sistema.

Foi instalado um grupo composto por quatro bombas em paralelo, em que cada uma destas, com um caudal de 40 m³/h aos 55 mca, perfaz os 160 m³ necessários para o sistema e uma potência de 9 Kwh.

O sistema de filtração é constituído por filtros de areia (Fig. 18) com um caudal máximo de filtração de 225 m³/h e filtros de anéis com um caudal máximo de filtração de 70 m³/h



Figura 18 – Filtros de areia no cabeçal de rega

O sistema de fertilização é constituído por três depósitos de 1500 litros para mistura de adubos, três bombas doseadoras eléctricas com um caudal máximo 100 L h⁻¹.



Figura 19 – Sistema de fertirrigação

O sistema de automatização é por comando eléctrico, centralizado com um programador de rega de 99 estações.



Figura 20 - Programador de rega

2.5. Avaliação da uniformidade de rega

A avaliação de qualquer sistema de rega fundamenta-se essencialmente na determinação de um conjunto de indicadores. Entre os indicadores usados para avaliar o desempenho de um sistema de rega, os mais usados são: a eficiência de aplicação e a uniformidade de distribuição. Estes conceitos são, na maioria das vezes, definidos a partir de um outro conjunto de parâmetros, através dos quais se tenta permenorizar e definir, de uma forma mais correcta, os diversos aspectos da qualidade da rega efectuada (Paz et al., 2009).

Para a avaliação da uniformidade de rega seleccionaram-se quatro rampas por cada sector. Ao longo das rampas foi recolhido o volume de água em quatro gotejadores durante um período de 2 minutos e efetuada a medição com uma proveta graduada de 100 ml. Foi escolhido um gotejador à entrada no lateral (rampa), e os restantes a 1/3 do comprimento, 2/3 do comprimento e no final do lateral. Os dados recolhidos foram utilizados para os cálculos dos seguintes indicadores:

Volume médio recolhido (ml)

$$V_{med} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{volumes recolhidos}}{n^{\circ} \text{ de observações}} \quad (2)$$

Caudal médio (l/h)

$$q_{med} = \frac{V_{med}}{\text{Tempo de medição}} \quad (3)$$

Volume médio recolhido no quartil inferior (ml)

$$V_{min} = \frac{\sum_{i=1}^4 \text{volumes recolhidos}}{4} \quad (4)$$

Caudal médio no quartil inferior (l/h)

$$q_{min} = \frac{V_{min}}{\text{Tempo de medição}} \quad (5)$$

Coefficiente de uniformidade de caudais (%)

$$CUC = 100x \frac{q_{min}}{q_{med}} \quad (6)$$

Uniformidade de distribuição

$$UD = \frac{x}{\bar{X}} x 100 \quad (7)$$

em que x é o volume médio de água recolhido no quartil mínimo e X o volume médio de água recolhido na parcela.

Coefficiente de uniformidade de Christiansen

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n x_i - X}{n X}\right) x 100 \quad (8)$$

em que x_i é o volume de água recolhido em cada gotejador e n o número de gotejadores.

2.5.1. Caracterização dos sectores

Para todos os casos, nas caracterizações dos sectores de rega que foram avaliados, quatro no total. Como parâmetros avaliados foram quantificados: número de plantas, compasso das árvores, número de rampas, comprimento das rampas, número de gotejadores por rampa, largura do sector e por fim a área de cada sector (Tabela 3).

Tabela 3 - Caracterização dos sectores

	Sectores			
	1	2	3	4
Número de plantas no sector	1457	1700	2088	1457
Compasso	5x3	5x3	5x3	5x3
Número de rampas no sector	47	51	58	47
Comprimento rampa (m)	93	100	108	93
Número de plantas por linha	31	33	36	31
Numero gotejadores por rampa	186	200	216	186
Largura Sector (m)	235	255	290	235
Área sector/ha	2,18	2,55	3,13	2,18

2.5.2. Uniformidade da rega nos sectores

Nas Tabelas 4 a 7 estão representados os volumes de água recolhidos em cada gotejador nos quatro sectores avaliados. Atendendo aos critérios de classificação da uniformidade de distribuição (Tabela 8), os valores obtidos nos ensaios (Tabela 9) variam entre bom para os sectores 1 e 3 e excelente para os sectores 2 e 4. Uma das causas possíveis para os

valores mais baixos, pode-se dever à falta de manutenção (limpeza) do sistema de rega, o que foi constatado durante o ensaio.

Tabela 4 - Volumes de água (ml) recolhidos nos gotejadores do sector 1, com indicação do gotejador no lateral (rampa): à entrada, 1/3 do comprimento, 2/3 do comprimento e no final.

Localização da rampa do sector	Localização do gotejador na rampa			
	À entrada da rampa	1/3 do comprimento	2/3 do comprimento	No Final
À entrada da rampa	100	100	90	100
1/3 do comprimento	85	100	90	90
2/3 do comprimento	85	100	85	100
No Final	77	80	80	100

Tabela 5 - Volumes de água (ml) recolhidos nos gotejadores do sector 2, com indicação do gotejador no lateral (rampa): à entrada, 1/3 do comprimento, 2/3 do comprimento e no final.

Localização da rampa do sector	Localização do gotejador na rampa			
	À entrada da rampa	1/3 do comprimento	2/3 do comprimento	No Final
À entrada da rampa	98	100	78	97
1/3 do comprimento	87	85	85	90
2/3 do comprimento	80	91	100	83
No Final	80	80	80	80

Tabela 6 – Volumes de água (ml) recolhidos nos gotejadores do sector 3, com indicação do gotejador no lateral (rampa): à entrada, 1/3 do comprimento, 2/3 do comprimento e no final.

Localização da rampa do sector	Localização do gotejador na rampa			
	À entrada da rampa	1/3 do comprimento	2/3 do comprimento	No Final
À entrada da rampa	98	100	85	90
1/3 do comprimento	77	80	82	90
2/3 do comprimento	85	79	98	100
No Final	100	93	98	98

Tabela 7 – Volumes de água (ml) recolhidos nos gotejadores do sector 4, com indicação do gotejador no lateral (rampa): à entrada, 1/3 do comprimento, 2/3 do comprimento e no final.

Localização da rampa do sector	Localização do gotejador na rampa			
	À entrada da rampa	1/3 do comprimento	2/3 do comprimento	No Final
À entrada da rampa	85	85	95	90
1/3 do comprimento	82	90	90	85
2/3 do comprimento	96	85	90	100
No Final	85	88	91	90

Tabela 8 - Classificação da rega localizada em função do coeficiente de uniformidade (Nunes et al., 2003).

Coeficiente de uniformidade do sector	Classificação
CU sector >95	Excelente
85 < CU sector < 95	Boa
80 < CU < 85	Aceitável
70 < CU sector < 80	Fraco
CU sector < 70	Inaceitável

Tabela 9 - Coeficientes de uniformidade dos sectores

	Sectores			
	1	2	3	4
Volume médio (mL)	91	87	91	89
Caudal médio (L h ⁻¹)	2,7	2,6	2,7	2,7
Volume médio no quartil inferior (mL)	81	79	80	89
Caudal médio no quartil mínimo (L h ⁻¹)	2,4	2,3	2,4	2,7
Coeficiente de uniformidade de caudais	88	91	88	99
Uniformidade de distribuição (UD %)	92	100	98	97
Coeficiente uniformidade de Chistiansen	89.7	90.6	92	96

2.6. Balanço hídrico e de necessidades de rega da cultura

As necessidades de rega da cultura para o ano de 2017 foram determinadas com base no balanço hídrico, considerando as condições climáticas e as características da cultura. Os coeficientes culturais utilizados foram os calculados no ponto 1.2. do texto. Na Tabela 10 apresentam-se os valores obtidos numa base decendial. E com uma necessidade de rega durante o ciclo ou o ano 2017 de 843 mm de água.

Tabela 10 - Determinação das necessidades de rega durante o ciclo cultural 2017

	Fases	ET _o (mm/dec)	ET _c (mm/dec)	P. Efetiva (mm/dec)	NR _c (mm/dec)
01 a 10 Mar	I	1,77	8	5,3	2,7
11 a 20 Mar	I	3,18	14,3	0,4	13,9
21 a 30 Mar	II	2,06	10,2	15,3	0
01 a 10 Abr	II	3,8	20	0,2	19,8
11 a 20 Abr	II	4,48	28,5	3,3	25,1

Tabela 10 - Determinação das necessidades de rega durante o ciclo cultural 2017 (cont.)

21 a 30 Abr	II	4,2	31	5,1	25,9
01 a 10 Mai	II	4,13	35,2	11,7	23,5
11 a 20 Mai	III	3,38	37,1	15,3	21,8
21 a 31 Mai	III	5,37	59,1	9,3	49,8
01 a 10 Jun	III	5,47	54,7	0,6	54,1
11 a 20 Jun	III	6,27	62,7	0,4	62,3
21 a 30 Jun	III	4,8	48	10,4	37,6
01 a 10 Jul	III	6,08	60,8	0	60,8
11 a 20 Jul	III	6,67	66,7	0	66,7
21 a 31 Jul	III	5,8	63,8	0	63,8
01 a 10 Ago	III	5,71	57,1	0	57,1
11 a 20 Ago	III	6,04	60,4	0	60,4
21 a 31 Ago	III	4,50	49,6	1,2	48,4
01 a 10 Set	III	4,71	47,1	0	47,1
11 a 20 Set	III	3,51	35,1	0,2	34,9
21 a 30 Set	IV	3,13	31,1	0	31,1
01 a 10 Out	IV	3,16	29,1	0	29,1
11 a 20 Out	IV	1,74	14,7	24,7	0
21 a 31 Out	IV	1,71	7,2	0	7,2
Total		102,15	931,3	103,3	843

I - inicial; II - desenvolvimento; III - média; IV – final

P. Efetiva - precipitação efetiva

NRc - Necessidade de rega da cultura

2.7. Avaliação do calendário de rega

Para a avaliação do calendário de rega implementado na exploração, foi efectuado o balanço hídrico do solo utilizando o programa CROPWAT 8.0, considerando as características do solo, as condições climáticas durante o ciclo vegetativo, o desenvolvimento da cultura, a dotação de rega e o intervalo entre regas.

O conceito de capacidade de campo é um valor idealizado que é útil para quantificar a disponibilidade de água num determinado solo. A generalidade dos autores relaciona a capacidade de campo de um solo com o teor de água retido por um solo quando submetido a uma pressão de sucção que pode variar entre 10 e 33,3 kPa. O coeficiente de emurchecimento corresponde ao teor de água no solo abaixo do qual as plantas não conseguem extrair água. Representa portanto o limite mínimo de água útil para as plantas e corresponde à água retida contra uma pressão de sucção de 1500 kPa. Os teores de água, quer à capacidade de campo quer no coeficiente de emurchecimento, variam em função da textura do solo.

A água disponível total no solo (ADT) representa a diferença entre o volume de água armazenado pelo solo, quando o seu teor de humidade está à capacidade de campo e o volume armazenado no coeficiente de emurchecimento permanente (θ_{ce}). Desta definição resulta que ADT (mm/m) pode ser calculada pela expressão:

$$ADT = (\theta_{cc} - \theta_{ce}) 1000 \quad (9)$$

em que θ_{cc} e θ_{ce} representam os teores de água volumétricos ($m^3 m^{-3}$) à capacidade de campo e no coeficiente de emurchecimento permanente, respetivamente.

A fração da água disponível total no solo na zona radicular (ADT_{Zr}), na qual as plantas não manifestam quebra na produção devido a carências hídricas, é definida como água facilmente disponível (AFD_{Zr} , mm). Assim, tem-se:

$$AFD_{Zr} = p ADT_{Zr} = p (\theta_{cc} - \theta_{ce}) 1000 Z_r \quad (10)$$

onde p que representa a fração da água do solo extraível sem afetar a produção, ou seja, sem que ocorra stress hídrico. Sendo p adimensional e a profundidade radicular (Z_r) expressa em metros, a AFD_{Zr} vem expressa em mm.

O armazenamento crítico de água no solo (A_c , mm) pode ser calculado através da expressão:

$$A_c = ADT_{Zr} (1 - p) \quad (11)$$

onde ADT_{Zr} a água disponível total no solo na zona radicular (mm).

Para a avaliação do calendário de rega, foram efectuadas quatro simulações do balanço hídrico. A primeira (Fig. 21) considera o caudal teórico do gotejador (disponibilizado pelo fabricante) que corresponde a uma dotação de 6 mm. As restantes simulações consideram os caudais médios medidos durante os ensaios em cada um dos sectores (Figs. 22 a 24). Quando o teor de água no solo está compreendido entre a capacidade de campo (CC) e o limite correspondente à água facilmente disponível (AFD) a cultura está em conforto hídrico e não se verifica nem excesso de água, nem défice. O que não se verifica no caso da primeira simulação com regas diárias e dotação de 6 mm (Fig. 21). Verificam-se perdas por excesso de água aplicada entre os meses de abril e setembro e outubro. Apesar de este calendário ter sido estabelecido com base no caudal dos gotejadores, é importante referir que a dotação 6 mm calculada com base nesse caudal teórico não se constatou, na prática, nos sectores avaliados. Na prática, seriam aplicadas por excesso 353,3 mm e um total de 1260 mm de água.

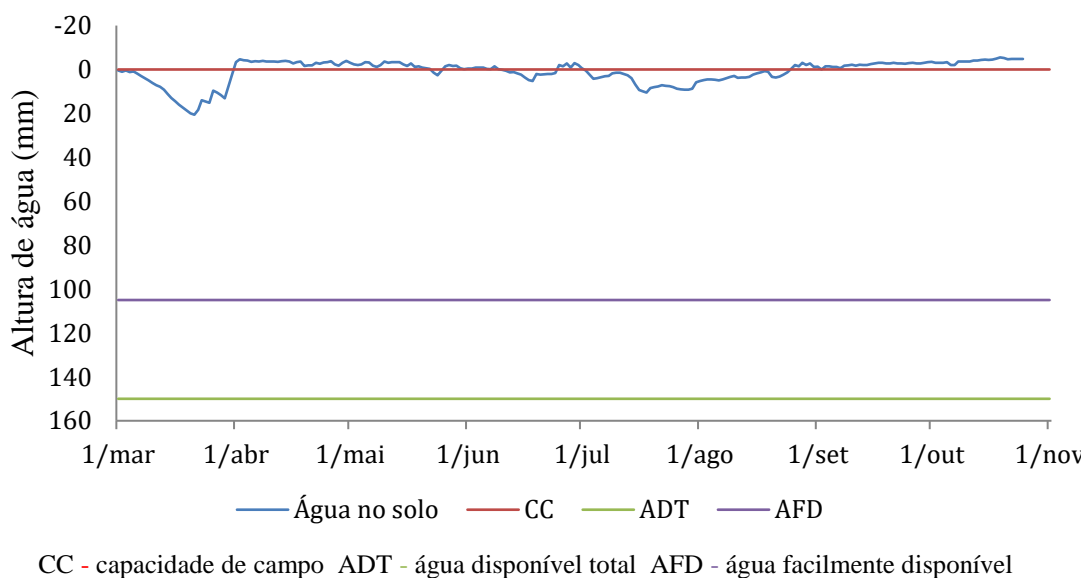
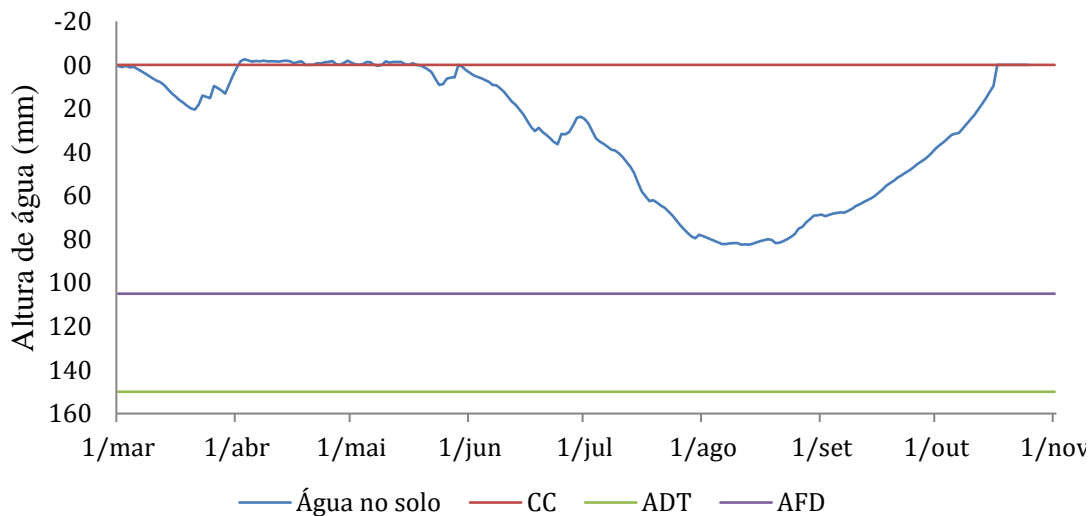


Figura 21 - Balanço hídrico simulado com dotação diária de 6 mm (admitindo um caudal de 3,8 L/h)

As simulações efectuadas com base nas dotações calculadas a partir do caudal médio medido durante os ensaios, mostram que o calendário de rega adotado para os sectores 1,

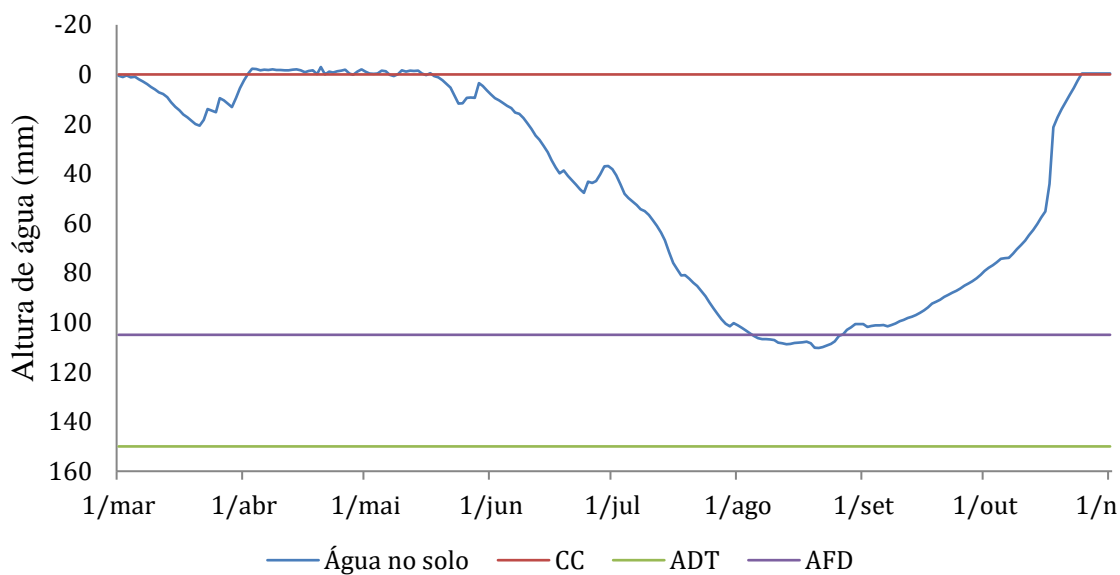
3 e 4 (Fig. 22 e 24) com dotações de 4,4 mm e 4,3 mm, conduz a uma aplicação de rega por excesso durante a parte inicial do ciclo (abril-maio) com um decréscimo ao longo do ciclo, recuperando na parte final. Constataram-se a aplicação de 49,7 mm de água por excesso para cada dotação e um total de 924 mm e 903 mm de água aplicada, seguindo a mesma sequência.

No sector 2 (Fig. 23) com a dotação de 4,1 mm, verifica-se igualmente um ligeiro excesso de água na fase inicial e um decréscimo mais acentuado do teor de água ao longo do ciclo durante o mês de agosto. Este decréscimo conduziu a um teor de água abaixo do limite de rendibilidade ótima. Foi precisamente aplicado 49,7 mm de água por excesso e um total de 861 mm de água para o ciclo.



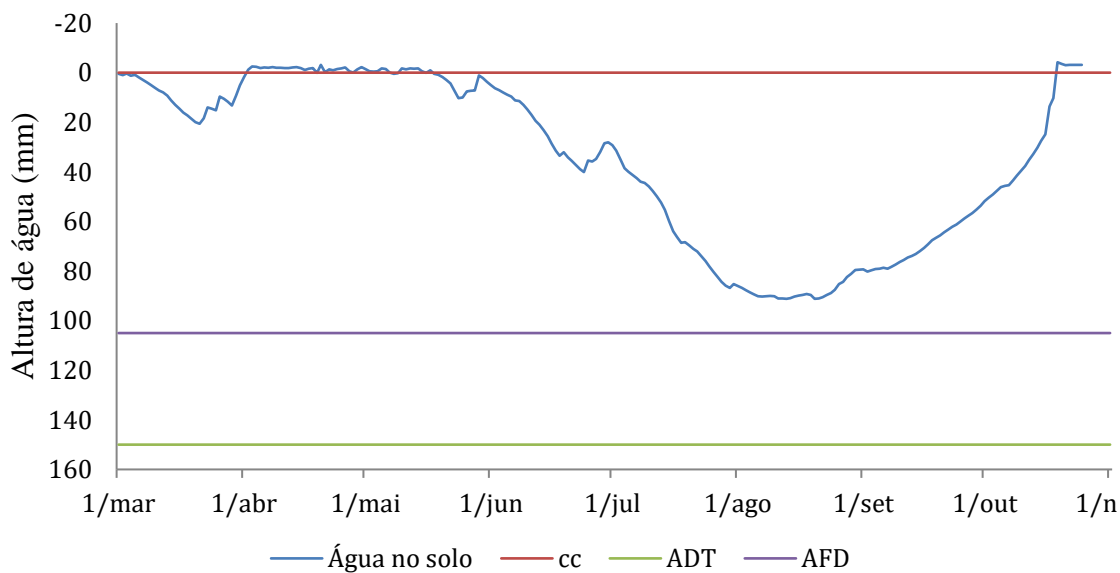
CC - capacidade de campo ADT - água disponível total AFD - água facilmente disponível

Figura 22 - Balanço hídrico simulado com dotação diária de 4,4 mm para os sectores 1 e 3



CC - capacidade de campo ADT - água disponível total AFD - água facilmente disponível

Figura 23 - Balanço hídrico simulado com dotação diária de 4,1 mm para o sector 2



CC - capacidade de campo ADT - água disponível total AFD - água facilmente disponível

Figura 24 - Balanço hídrico simulado com dotação diária de 4,3 mm para o sector 4

3. Considerações finais

Na agricultura de regadio o uso do recurso água, pode e tem de ser viável económica e ambientalmente. É de conhecimento notório que os técnicos agrícolas estão sensibilizados para racionalizar melhor o uso da água, bem como os demais factores de produção de modo a que pratiquemos uma agricultura sustentável.

A irrigação no pessegueiro pode reduzir a quantidade de sais solúveis totais dos seus frutos (Jordão, et al., 2017), determinando que, práticas de gestão da rega com défices controlados em diferentes fases do ciclo cultural, podem conduzir a um incremento da qualidade e melhoria da eficiência do uso da água.

Os resultados mostraram que a uniformidade de rega em alguns sectores apresentava um desempenho fraco sendo necessário, por isso, proceder aos ajustamentos necessários do ponto de vista da pressão disponível e eventual alteração da dimensão dos sectores e de componentes do sistema de rega.

A simulação do balanço hídrico durante o ano de 2017 permitiu verificar que o calendário de rega que está implementado na exploração (rega diária com uma duração de 4 horas), não esteve, em alguns períodos do ciclo vegetativo, ajustado às necessidades de rega da cultura.

Recomenda-se que, para uma melhor gestão da água no pomar, seja feita uma manutenção frequente e sistemática do sistema de rega, uma supervisão periódica durante os dias de rega e a realização do balanço hídrico numa base semanal (mínimo) para a condução da rega, ajustando assim as dotações às condições climáticas prevaletentes.

Referências bibliográficas

- Agustí, M. (2010). Fruticultura (Vol. II). Valência: Ediciones Mundi-Prensa
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (2006). FAO 56 Irrigation and Drainage Paper - Crop Evapotranspiration. Roma.
- Brethaud, J., & Fauré, I. (1992). Cultura de Árvores de Fruto - Ecologia, Podas e tratamentos, Criação de formas fruteiras e Proteção sanitária. Mira-Sintra: Publicações Europa-América, Lda.
- Carvalho, J. M. (2016). Importância da Agricultura de Regadio em Portugal - O caso da produção forrageira nos Aproveitamentos Hidroagrícolas associado da FENAREG para alimentação de bovinos. Lisboa: Universidade de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia.
- Correia, L., & Cabrita, J. (2007). A Rega - Gestão da Rega em Fruticultura (2ª ed.). Alcobaca: AVAPI - Associação para a Valorização Agrícola em Produção Integrada.
- Esteves, L.R.P. (2013). Importância das Pastagens na Conservação de Solos – o Caso de Mértola. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas. Departamento de Geografia e Planeamento Regional, Universidade Nova de Lisboa.
- FAOSTAT. The agricultural production domain covers.
<http://www.fao.org/faostat/en/#compare>, acesso em outubro de 2017.
- Fideghelli, C. (1987). El Melocotonero. Madrid: (E. -M. Prensa, Ed.) Ediciones Mundi - Prensa.
- Gironda, J., Fereres, E., Marsal, J., Goldhamer, D. A., Naor, A., & Soriano, M. A. (2012). Peach - Crop yield response to water. Irrigation and drainage paper. Roma: FAO 66.
- Hancock, J. F. (2010). Temperate Fruit Crop Breeding - Germplasm to Genomics. Michigan : Michigan State University.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies J.R., Geneve, R.L. (2002). Plant propagation - Principles and Practices. (7ª ed.) New Jersey: Prentice Hall.
- Hilaire, C., & Giaucque, P. (1994). Pêche les variétés e leur conduite. Paris: Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes.
- Hipólito, J. R., & Vaz, Á. C. (2013). Hidrologia e Recursos Hídricos (2ª ed.). IST - Press. Instituto Superior Técnico.

- Inês, C.S.F. (2011). Rega deficitária (RD) em pessegueiro na Cova da Beira. Castelo Branco: Instituto Politécnico de Castelo Branco – Escola Superior Agrária.
- Jimenez, S., Pinochet, J., Romero, J., Gogorcena, Y., Moreno, M.A., Espada, J.L. (2011). Performance of peach and plum based rootstocks of different vigour on a late peach cultivar in replant and calcareous conditions. *Sci. Hortic.* 129.
- Jordão, P., Lageiro, M. M., Veloso, A., Carvalho, A., Marcelo, M. E., Serrano, C. (2017). + Pêssego - Guia Prático da Produção. Capítulo 2.3 - Composição mineral e vitamínica do pêssego da cv. Royal Time na Beira Interior (Vol. III). Lisboa: Centro Operativo de Tecnologia Hortofrutícola Nacional.
- Juscafresa, B. (1983). Como Cultivar as Árvores de Frutos. Pereira - Macieira - Pessegueiro (2ª ed) Barcelona: Ediciones Sertebi.
- Lockwood, D., & Coston, D.C. (2005). Peach tree physiology. Georgia: Cooperative Extension Service - University of Georgia.
- Mendes, J., Oliveira, I., & Nunes, F. (2005). Exploração e manutenção de sistema de rega - Guia de rega (Vol. 0.7). Beja: COTR - Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio.
- Minas, I.S., Tanouc, G., Molassiotis, A. (2018). Environmental and orchard bases of peach fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 235, 307-322.
- Natividade, J. V. (1988). Actualidades Frutícolas. Das especificidades Portuguesas às perspectivas da CEE. Alcobaça: Estação Nacional de Fruticultura de Vieira Natividade - INIA.
- Nunes, F., Oliveira, I., & Fabião, M. (2003). Guia de Rega - Avaliação de Sistema de Rega. Considerações Gerais. Beja: COTR - Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio.
- ONU. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-atingir-96-bilhoes-em-2050-diz-novo-relatorio-da-onu/>, acesso em outubro de 2017.
- Oliveira, I. (2011). Técnicas de regadio - Teoria e prática (Vol. II). Beja: Isaurindo Oliveira.
- Oliveira, I., & Maia, J. (2003). Guia de Rega. Necessidades Hídricas das Culturas - Considerações Gerais (Vol. 02). Beja: COTR - Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio.
- Oliveira, I., Nunes, F., & Fabião, M. (2003). Guia de Rega – Avaliação da rega localizada (Vol. 3.4). COTR – Centro Operativo e de Tecnologia de regadio.

- Paço, M. T. (2003). Modelação da Evapotranspiração em Cobertos Descontínuos. Programação da Rega em Pomar de Pessegueiro. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa.
- Paço, T. A. (2006). Guia de Rega – Necessidades Hídricas em Pomar de Pêssego (Vol. 2.5). Beja: COTR – Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio .
- Paz, V. P., Oliveira, S. A., Pereira, F. A., & Ghey, H. R. (2009). Manejo e Sustentabilidade da Irrigação em Regiões Áridas e Semi-Áridas (Vol. I). Bahia: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.
- Porto, R. L., Filho, K. Z., & Silva, M. D. (2003). Evapotranspiração. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária.
- Quina, R. M. (2017). Dimensionamento de sistema de rega. Elaboração de um projecto de rega localizada por gota-a-gota e de um projecto de rega por aspersão. Lisboa: Universidade de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia.
- Raposo, J. R. (1994). A rega localizada . (E. C. Agrícola, Ed.) Lisboa: Edições Correio Agrícola.
- Reis, J. M. R. (2005). Propagação do Pessegueiro em Diferentes Condições Climáticas. Lavras – Minas Gerais: Universidade Federal de Lavras - Departamento de Concentração Fitotecnia.
- Rolo, J. A. (1992). Plantações comunitárias de árvores de fruto – Evolução, situação no final dos anos 80 e perspectivas do pomar sete espécies. Lisboa: Gabinete para os Assuntos Agrícolas Comunitários (GAAC) do Ministério da Agricultura.
- Shahidian, S. (2012). Gestão da água no Regadio. Évora: ICAA - Instituto de Ciência Agrária e Ambiental Mediterrânicas, Escola de Ciência e Tecnologia - Universidade de Évora.
- Simões, Fabiano. (2007). Padrões de resposta do pessegueiro cv. Maviel a diferentes níveis de défice hídrico. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas.
- Simões, M. P., Ferreira, D. F., Barateiro, A., Ramos, C., Fragoso, P., Lopes, S. (2017) + Pêssego - Resultados de Apoio á Gestão. (Vol. III). Capítulo 1 - Período de floração dos pessegueiros na região da Beira Interior. Lisboa: Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional.

Steduto, P., Hsiao, T. C., & Fereres, D. (2012). Crop Yield response to water. Roma: Food and agriculture organization of the united nations.

Terra, V. S. (2010). Avaliação e quantificação do balanço hídrico em pomar de pessegueiro, cv. Maciel, em plantas irrigadas e não irrigadas. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas .

Tsipouridis, C., Thomidis, T. (2005). Effect of 14 peach rootstocks on the yield, fruit quality, mortality, girth expansion and resistance to frost damages of May Crest peach variety and their susceptibility on *Phytophthora citrophthora*. *Sci. Hortic.* 103.

Velarde, F. G.-A. (1991). Tratado de arboricultura frutal. Morfologia e fisiologia del arbol frutal (Vol. I). Madrid : Ministerio de Agricultura, Pesca e Alimentacion.

Anexos

Tabela A.1 - Valores de Kc calculados para diferentes fases da cultura do pessegueiro no ciclo cultural de 2017

	Fases	Kc
01 a 10 Mar	I	0,45
11 a 20 Mar	I	0,45
21 a 30 Mar	II	0,45
01 a 10 Abr	II	0,52
11 a 20 Abr	II	0,63
21 a 30 Abr	II	0,74
01 a 10 Mai	II	0,85
11 a 20 Mai	III	0,96
21 a 31 Mai	III	1
01 a 10 Jun	III	1
11 a 20 Jun	III	1
21 a 30 Jun	III	1
01 a 10 Jul	III	1
11 a 20 Jul	III	1
21 a 31 Jul	III	1
01 a 10 Ago	III	1
11 a 20 Ago	III	1
21 a 31 Ago	III	1
01 a 10 Set	III	1
11 a 20 Set	III	1
21 a 30 Set	IV	0,99
01 a 10 Out	IV	0,92
11 a 20 Out	IV	0,84
21 a 31 Out	IV	0,77

Fonte: Allen et al., (2006)

I - inicial

II - desenvolvimento

III - média

IV - final