

Instituto Politécnico de Castelo Branco  
Escola Superior Agrária

# **Rega deficitária (RD) em pessegueiro na Cova da Beira**

**Carla Sofia França Inês**

Dissertação apresentada ao Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fruticultura Integrada, realizada sob a orientação científica do Doutor António Francisco Canatário Duarte, Professor Adjunto e do Doutor António Maria dos Santos Ramos, Professor Coordenador do Departamento de Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco

## **Agradecimentos**

Venho por este meio agradecer a todos aqueles que ajudaram na realização deste trabalho, nomeadamente:

À empresa Frutas Quinta Fadagosa - Sociedade Agrícola Grupo, Lda. a autorização para utilizar a parcela experimental e todas as facilidades concedidas;

À empresa Regaosolo e ao seu técnico Silvério Quelhas, pela cedência e instalação do material utilizado no campo, nomeadamente: tubos, uniões, gotejadores e programadores;

À Escola Superior Agrária de Castelo Branco e todos os docentes que contribuíram para a minha formação no Mestrado de Fruticultura Integrada e pela utilização das instalações laboratoriais necessárias a este trabalho;

Aos meus orientadores, o Professor Doutor António Francisco Canatário Duarte e o Professor Doutor António Maria dos Santos Ramos, a ajuda prestada, desde início, aquando da instalação do ensaio e posterior apoio e disponibilidade constantes;

À professora Doutora Maria Cristina Canavarro Teixeira, a amizade demonstrada e a ajuda prestada em diversas questões relativas à análise de resultados;

Aos amigos, colegas e familiares.

## Rega deficitária (RD) em pessegueiro na região da Cova da Beira

### Palavras-chave

Rega, deficit hídrico, crescimento do fruto, qualidade do fruto, *Prunus pérsica*.

### Resumo

Devido à importância da disponibilidade de água na qualidade do pêsego (*Prunus persica* L. Batch) durante a fase de rápido crescimento do fruto, diferentes dotações de rega foram aplicadas nos pessegueiros 'Andross' e 'August Orebrad', durante este período crítico de desenvolvimento. O ensaio foi realizado durante o ano de 2011. Os tratamentos de rega efectuados foram: T<sub>100</sub>: aplicação de água para restabelecer 100% da ET<sub>c</sub>; T<sub>70</sub>: aplicação de água para restabelecer 70% da ET<sub>c</sub>; T<sub>50</sub>: aplicação de água para restabelecer 50% da ET<sub>c</sub>. A produtividade foi muito semelhante, não se registando diferenças significativas entre os tratamentos de rega. Contudo, a produtividade teve comportamento crescente à medida que a restrição hídrica diminuía. O peso do fruto, o teor de açúcares e a firmeza da polpa foram afectados pelos tratamentos de rega. Os maiores pesos médios do fruto registaram-se no tratamento de rega T<sub>100</sub>. Os menores teores de açúcares foram registados nos frutos da modalidade de rega T<sub>100</sub>, e os maiores na modalidade T<sub>50</sub>. Embora, o deficit hídrico aumentasse o teor de açúcares, este efeito positivo na qualidade do pêsego foi anulado pela diminuição do calibre do fruto.

## Deficit irrigation (DI) on peach trees in Cova da Beira region

### Keywords

Irrigation; Water stress; Fruit growth, Fruit quality; *Prunus persica*.

### Abstract

Because of the importance of water restrictions to peach (*Prunus persica* L. Batch) quality during the final stage of rapid fruit growth, to different intensities of water supply were used on peach trees 'Andross' and 'August Orebrad' during this critical period. The experiment was carried out during 2011. The levels used were: T<sub>100</sub>: full irrigated (100% of evapotranspiration (ET<sub>c</sub>) was replaced); T<sub>70</sub>: irrigation at 70% of ET<sub>c</sub>; T<sub>50</sub>: irrigation at 50% of ET<sub>c</sub>. Productivity was practically the same, showing no differences among irrigation treatments. However, productivity increased when water restrictions decreased. Fruit weights, TSS and pulp firmness were affected by water treatments. The highest fruit weights were achieved in T<sub>100</sub> treatment. The lowest TSS were achieved in T<sub>100</sub>, compared with the highest in T<sub>50</sub>. Although, TSS increase in a water stress condition, this positive effect was negated by a decreased in fruit size.

Resumo .....	iii
Abstract .....	iv
Índice de Figuras.....	vi
Índice de Tabelas .....	vii
Lista de Abreviaturas .....	viii
<b>1.Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>2.Bases teóricas da rega deficitária .....</b>	<b>3</b>
2.1.Evolução das técnicas de rega.....	3
2.2. Uso eficiente da água na agricultura .....	4
2.2.1.Comportamento da água no solo .....	4
2.2.2.Necessidades de rega .....	6
2.2.3.Regas deficitária (RD) .....	10
<b>3.Material e Métodos.....</b>	<b>12</b>
3.1.Caracterização do pomar .....	12
3.2.Caracterização do ensaio.....	13
3.3.Tratamento dos resultados .....	16
<b>4.Resultados e Discussão.....</b>	<b>19</b>
4.1.Necessidades de rega .....	19
4.2.Crescimento do fruto.....	20
4.3.Produção .....	23
4.4.Parâmetros de qualidade .....	24
4.5.Determinação da carga óptima .....	24
4.5.1.Em função de um objectivo de calibre .....	24
4.5.2.Em função do rendimento económico.....	26
<b>5.Conclusão e Considerações finais.....</b>	<b>30</b>
Referências bibliográficas .....	31
ANEXO I - Resultados da análise de solos.....	34
ANEXO II - Mapa da temperatura média diária do ar .....	38
ANEXO III - Mapa da precipitação (quantidade total) .....	40
ANEXO IV - Cálculo das necessidades hídricas diárias da cultura .....	42

Índice de Figuras	Página
<b>Figura 1</b>	Condições de humidade do solo em várias classes de textura ..... 5
<b>Figura 2</b>	Esquema do cálculo das necessidades reais de rega no caso de sistemas de rega localizada de alta frequência ..... 6
<b>Figura 3</b>	Estágios de crescimento para as diversas culturas ..... 7
<b>Figura 4</b>	Curvas dos coeficientes culturais ..... 8
<b>Figura 5</b>	Valores de correcção por advecção para diferentes culturas ..... 9
<b>Figura 6</b>	Localização geográfica da parcela ..... 12
<b>Figura 7</b>	Esquema dos ensaios de campo nas linhas dos pessegueiros ‘Andross’ e ‘August Orebrad’ ..... 14
<b>Figura 8</b>	Medição do diâmetro equatorial do fruto e pesagem ..... 15
<b>Figura 9</b>	Medição de dureza com penetrómetro de bancada PENEFEL, kg/0,5 cm <sup>2</sup> e do TSS totais pelo refractómetro manual digital ATAGO Palette PR-101-α, BRIX 0-45 % ..... 15
<b>Figura 10</b>	Representação gráfica da distribuição acumulada por classes de calibre em função do peso médio do fruto em três cultivares de pessegueiro na ESACB ..... 17
<b>Figura 11</b>	Regressão linear entre o peso fresco (g) e raio ao cubo (cm <sup>3</sup> ) dos frutos nas duas cultivares, obtida em amostras destrutivas ..... 20
<b>Figura 12</b>	Curvas de crescimento do fruto no ‘Andross’, nas três modalidades de rega durante a fase III de crescimento ..... 21
<b>Figura 13</b>	Curvas de crescimento do fruto na ‘August Orebrad’, nas três modalidades de rega durante a fase III de crescimento ..... 21
<b>Figura 14</b>	Taxa de crescimento do fruto no ‘Andross’, nos três tratamentos de rega ..... 22
<b>Figura 15</b>	Taxa de crescimento do fruto na ‘August Orebrad’, nos três tratamentos de rega ..... 22
<b>Figura 16</b>	Ajustamento não linear do peso médio do fruto (esquerda) e do índice de produtividade (direita) em função da carga, nas três modalidades de rega (‘Andross’) ..... 25
<b>Figura 17</b>	Ajustamento não linear do peso médio do fruto (esquerda) e do índice de produtividade (direita) em função da carga, nas três modalidades de rega (‘August Orebrad’) ..... 25
<b>Figura 18</b>	Curvas de rendimento para determinar a carga óptima do pomar nas três modalidades de rega no ‘Andross’ ..... 27
<b>Figura 19</b>	Curvas de rendimento para determinar a carga óptima do pomar nas três modalidades de rega na ‘August Orebrad’ ..... 27

<b>Tabela 1</b>	Cálculo dos teores de humidade do solo correspondentes à capacidade de campo (CC) e ao coeficiente de emurchecimento permanente (CE) a partir das equações edafogénicas de Rawls et al. (1992) .....	13
<b>Tabela 2</b>	Cálculo semanal das necessidades de rega ( $NH_c$ ) para o tratamento de rega máximo ( $T_{100}$ ) nas duas cultivares .....	19
<b>Tabela 3</b>	Valores médios de carga, produção, produtividade e peso médio do fruto nas três modalidades de rega no pessegueiro 'Andross' .....	23
<b>Tabela 4</b>	Valores médios de carga, produção, produtividade e peso médio do fruto nas três modalidades de rega na nectarina 'August Orebrad'...	23
<b>Tabela 5</b>	Parâmetros de qualidade do fruto: dureza da polpa ( $kg/0,5\text{ cm}^2$ ) e °Brix ('Andross' e 'August Orebrad') .....	24
<b>Tabela 6</b>	Estimativa da carga óptima, produção e produtividade do 'Andross' para um objectivo de frutos com calibre 60 mm ( $\approx 124\text{ g}$ ) .....	25
<b>Tabela 7</b>	Estimativa da carga óptima, produção e produtividade da 'August Orebrad' para um objectivo de frutos com calibre 65 mm ( $\approx 154\text{ g}$ ) .	25
<b>Tabela 8</b>	Estimativa da carga óptima, produtividade, produção e tamanho do fruto em função de um objectivo de máximo rendimento económico nas três modalidades de rega no 'Andross' .....	28
<b>Tabela 9</b>	Estimativa da carga óptima, produtividade, produção e tamanho do fruto em função de um objectivo de máximo rendimento económico nas três modalidades de rega na 'August Orebrad' .....	28

## Lista de Abreviaturas

**AST:** área da secção transversal (ou seccional) do tronco  
**CC:** capacidade de campo  
**CE:** coeficiente de emurchecimento permanente  
**CU:** capacidade de água utilizável  
**ET:** evapotranspiração  
**ET<sub>c</sub>:** evapotranspiração cultural  
**ET<sub>0</sub>:** evapotranspiração de referência  
**GPP:** gabinete de planeamento e políticas  
**HR:** Humidade Relativa  
**IGP:** indicação geográfica protegida  
**K<sub>c</sub>:** coeficiente cultural  
**K<sub>cb</sub>:** coeficiente cultural basal  
**K<sub>e</sub>:** coeficiente de evaporação do solo  
**MO:** matéria orgânica  
**NH<sub>c</sub>:** necessidades hídricas da cultura  
**RD:** rega deficitária  
**RDC:** rega deficitária controlada  
**RDS:** rega deficitária sustentada  
**TSS:** teor de sólidos solúveis

# 1. Introdução

A água é um recurso natural limitado e a quantidade de água disponível para usufruto do Homem, tende a tornar-se um bem cada vez mais escasso. Segundo Wimpenny (2002), os motivos para a escassez de água podem ser de origem natural ou humana, ou resultar de uma associação entre ambas. As alterações climáticas são uma importante causa deste problema e têm provocado maior aridez em certas regiões. A modificação da paisagem e do uso da terra, por exemplo, através da destruição de florestas em larga escala, a contaminação das águas superficiais e subterrâneas e o crescimento da população têm contribuído grandemente para o agravamento da situação.

Crescimento populacional significa também um aumento da procura de alimentos que, por sua vez, implica o aumento das produções agrícolas. Este aumento pode atingir-se recorrendo à expansão da área agrícola ou aumentando a produtividade dos terrenos cultivados, ou seja, obtendo produções unitárias mais elevadas. A segunda opção tem implícita a intensificação da actividade agrícola, em que se inclui a rega, mas abordada de forma responsável, racional e equilibrada pelos produtores e técnicos agrícolas. Recorrendo à rega, é possível obter produções médias seis vezes superiores às obtidas em regime de sequeiro e, normalmente, de melhor qualidade (Raposo, 1996). Outra vantagem da prática da rega é a regularização das produções agrícolas, evitando as crises de fome devidas à seca.

Na bacia mediterrânica, onde se inclui Portugal, mesmo em anos com pluviosidade dentro de valores normais, a rega tem de ser bem delineada para que a água disponível seja suficiente, tanto para diferentes agricultores como para as diversas culturas de um mesmo agricultor. Portanto, a rega tem de ser feita racionalmente, ou seja, fornecer às culturas a quantidade “exacta” de água necessária, e fazê-lo no momento mais conveniente recorrendo para esse efeito às novas tecnologias agrícolas. Este delineamento da rega não deve ser encarado como uma “receita”, pois a quantidade de água a fornecer e o momento mais favorável dependem de vários factores, nomeadamente meteorológicos, da cultura e seu estado fenológico, do desenvolvimento radicular e das propriedades do solo, tais como a textura e a capacidade de retenção (Martin e Gilley, 1993).

Neste sentido, é fundamental desenvolver estudos e tecnologias que permitam prever as quantidades de água necessárias nos diversos tipos de solos, climas e culturas. Para tal, há que fomentar o sinergismo entre disciplinas como a fisiologia vegetal, os solos, a climatologia e a hidráulica, aquando da projecção, elaboração e implementação de sistemas de rega. Porém, reduzir a quantidade de rega significa reduzir a evapotranspiração (ET) e fazê-lo sem prejudicar a produção é muito difícil, uma vez que a taxa de assimilação de carbono depende da evapotranspiração e influencia a produção (Tanner e Sinclair, 1983; Monteith, 1990; Steduto *et al.*, 2006).

Em Portugal, de acordo com o *Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água* (IA, 2001), a agricultura é responsável pela utilização de 87% do volume total de água, sendo o principal consumidor face às utilizações registadas para outros sectores, nomeadamente, os sectores urbano e industrial. Relativamente a estes últimos, o sector agrícola apresenta, porém, a vantagem de restituir à atmosfera, pelo processo de evapotranspiração, grande parte da água utilizada, sem a carga poluente patente nos outros usos.

No que diz respeito à eficiência de utilização da água, o sector agrícola regista uma baixa eficiência, ou seja, não se está a maximizar o rendimento de cada unidade de água aplicada. Neste sentido, surgiu o conceito de produtividade da água que pode ser definido como sendo a produção ou o rendimento líquido por cada unidade de água utilizada na ET (Kijne *et al.*, 2003). Quando a aplicação de água é feita abaixo das necessidades da ET denomina-se por rega deficitária (RD). Embora a maioria das culturas responda negativamente ao stress hídrico, nas culturas lenhosas perenes, como os pomares, tal resposta pode não ser tão negativa, uma vez que as árvores parecem ter a capacidade de se adaptar (Costa *et al.*, 2007).

Desde há bastante tempo que se recomenda a indução de um certo stress hídrico nas árvores de fruto (Veihmeyer, 1972) para se obterem benefícios na qualidade do fruto, sendo um dos casos mais conhecido, a cultura da vinha para obtenção de vinho. O conceito de rega deficitária controlada (RDC) foi proposto por Chalmers *et al.* (1981) e Mitchell e Chalmers (1982), com o objectivo de controlar o crescimento vegetativo do pessegueiro. A aplicação de uma estratégia de RDC no pessegueiro, além da poupança de água, pode trazer benefícios ao nível do controlo do crescimento vegetativo vigoroso em pomares de maior densidade, onde a questão do ensombramento entre as árvores é sempre um problema.

A Beira Interior tem um peso de 23% na produção total de pêssgo do continente, sendo o pêssgo da Cova da Beira o único com Indicação Geográfica Protegida (IGP) (GPP, 2006). Por se tratar de uma cultura tão relevante para a economia da região e porque a escassez de água tende a agravar-se num quadro de alterações climáticas, é de todo o interesse otimizar o uso de um factor essencial como a água (Jury e Vaux, 2005). Nesta perspectiva, é essencial investigar e aplicar estratégias de RD, no sentido de fazer o melhor uso possível da água disponível, sem colocar em causa a produtividade e qualidade da produção agrícola.

Com a realização deste trabalho pretende-se estudar o efeito de diferentes intensidades de RD em duas cultivares de pessegueiro, 'Andross' e 'August Orebrad', num pomar localizado na freguesia de Soalheira, concelho de Fundão, Portugal, sobre a produção, o crescimento do fruto, os parâmetros de qualidade, nomeadamente, a dureza da polpa e o teor de sólidos solúveis (TSS).

## 2. Bases teóricas da rega deficitária (RD)

Actualmente, a rega encontra-se entre duas percepções contraditórias. Por um lado, é óbvio que gastar água na rega sem o mínimo respeito pela conservação e sustentabilidade de recursos só a torna altamente ineficiente (Postel *et al.*, 1996). Por outro lado, é certo que a rega é essencial para a produção actual e futura de alimentos, consequência não só de alterações climáticas, como também do aumento da população e das mudanças dos hábitos alimentares (Dyson, 1999). Como tal, a gestão da água disponível para rega tem de ser muito criteriosa e eficiente, face às sérias situações de escassez, de modo a ser possível poupar água e, ao mesmo tempo, maximizar a sua produtividade (Fererres e Soriano, 2007).

### 2.1. Evolução das técnicas de rega

É provável que a prática da rega se tenha iniciado pouco depois do início da agricultura, especialmente junto a cursos de água, facilitando a derivação desta para os campos e assim compensar a falta de chuvas (Leonard, 1977). Numa primeira fase, não existia propriamente rega, limitando-se os agricultores simplesmente a semear nos terrenos alagados pelas cheias dos rios. Mais tarde, o Homem aprendeu a dominar este factor de produção tão importante por meio da construção de diques, reservatórios e canais. Estes engenheiros primitivos conseguiram criar engenhos de rega adaptados às suas condições naturais. São exemplos a agricultura de escoamento dos Nabateus, os qanats dos Persas, os tanques dos Cingaleses e chinampas dos Astecas (Raposo, 1996). Curiosamente, alguns sistemas de rega utilizados actualmente já eram praticados há muitos séculos. São exemplos a técnica de canteiros pelos Egípcios e Chineses, rega subterrânea pelos Birmaneses, regadeiras de nível pelos Celtas e Lusitanos e, possivelmente, a rega por aspersão pelos Babilónios (Raposo, 1996).

São várias as classificações existentes dos sistemas de rega, podendo fazer-se a sua divisão em dois grandes grupos: a rega por gravidade e a rega sob pressão. Na primeira, agrupam-se processos de rega tradicionais onde não existe um adequado controlo de dotação ou tempo de rega. São exemplos as regadeiras de nível e inclinadas, os sulcos, as caldeiras e os canteiros. Na rega sob pressão, inclui-se essencialmente a rega localizada (gota-a-gota e miniaspersão) e a rega por aspersão.

O aperfeiçoamento da rega gota-a-gota teve lugar no início da década de 1960 e a miniaspersão alguns anos mais tarde em Israel e na África do Sul, respectivamente. Desde então, a rega localizada tem-se expandido por todo o globo e a área ocupada aumentou de cerca de 85 mil hectares, em 1974, para alguns milhões, em cerca de 20 anos (Raposo, 1996). O seu emprego é possível em quase todas as culturas. Porém, utiliza-se especialmente nas culturas semeadas ou plantadas em linha e cujas produções sejam suficientemente

valorizadas para se conseguirem amortizar mais fácil e rapidamente os custos com a sua instalação.

Os pomares representam a maior parte da área beneficiada pela rega localizada, uma vez que esta tem maior eficiência, por vezes superior a 90% (Raposo, 1996). A economia de água é devida à quase total redução das perdas por evaporação e ao maior rigor no controlo das dotações fornecidas ao solo. Este facto assume especial importância em regiões cujas disponibilidades hídricas são escassas. Outro aspecto importante da rega localizada é poder facilmente comportar a prática de fertirrega (ou fertirrigação), que consiste na aplicação conjunta da água e dos nutrientes minerais, de acordo com as exigências das plantas. Este facto permite a utilização de terrenos mais pobres na fruticultura, que de outro modo seriam inadequados para sistemas de produção mais intensivos.

## **2.2. Uso eficiente da água na agricultura**

Para um uso eficiente da água é fundamental conhecer o seu comportamento no solo, que é influenciado, entre outros factores, pela classe de textura. Para calcular as necessidades reais de rega para determinada cultura instalada, intervêm factores edáficos, climáticos, culturais e fisiológicos, entre outros. Uma vez compreendidos o comportamento da água no solo e as necessidades de rega da cultura, estão lançadas as bases para o delineamento de uma estratégia de RD no sentido de manter ou melhorar a produção e a respectiva qualidade.

### **2.2.1. Comportamento da água no solo**

A capacidade de campo (CC) é o teor de água retida pelo solo após o escoamento superficial e a infiltração em profundidade (percolação). Logo, representa a água higroscópica e capilar depois do escoamento da água gravitacional (Cabello, 1990). A determinação laboratorial da CC equivale ao teor de humidade retido por uma amostra de solo sujeita a uma força de sucção de 1/3 bar (Cabello, 1990). O coeficiente de emurchecimento permanente (CE) é o teor de água do solo abaixo do qual as plantas não conseguem realizar a absorção radicular, situação que causa a sua morte. Por meio de análise laboratorial, o CE corresponde aproximadamente ao teor de humidade retido por uma amostra de solo para uma força de sucção de 15 bares (Cabello, 1990).

Quando a determinação destas características do solo se revela morosa, por exemplo, pela grande variedade de tipos de solo em estudo ou falta de meios ou tempo para se realizarem avaliações mais concretas é possível recorrer a equações edafogénicas. Rawls *et al.* (1992) obtiveram bons coeficientes de regressão relacionando a quantificação de

propriedades hidráulicas desenvolvidas por outros autores com características do solo mais fáceis de determinar como textura, teor de matéria orgânica e teor de argila. As equações propostas por aqueles autores para o cálculo da CC e CE são as seguintes:

$$CC = 0,2576 - (0,0020 \times Ar) + (0,0036 \times Ac) + (0,0299 \times MO)$$

$$CE = 0,0260 + (0,005 \times Ac) + (0,0158 \times MO)$$

em que:

CC: capacidade de campo [ $\text{cm}^3$  (água)/ $\text{cm}^3$  (solo)];

CE: coeficiente de emurchecimento [ $\text{cm}^3$  (água)/ $\text{cm}^3$  (solo)];

Ar: percentagem de areia;

Ac: percentagem de argila;

MO: percentagem de matéria orgânica.

Na calendarização das regas, a variação do teor de água no solo, correspondente à diferença entre a CC e o CE, é geralmente definido como capacidade de água utilizável (CU) (Cabello, 1990). Uma elevada CU permite, na ausência de rega, o crescimento vegetal em períodos secos. Em regadio, a frequência das regas depende da água utilizável, podendo as regas ser tanto mais afastadas no tempo quanto maior a CU (Raposo, 1996).

A água disponível ou utilizável pelas plantas depende da textura do solo, sendo normalmente maior nos solos de textura franca e franco-limosa do que nos arenosos ou argilosos, como ilustra a Figura 1. Nos solos muito arenosos, a CC é atingida com teores de água no solo muito reduzidos e muito próximos do CE. Porque, as forças de retenção da água são muito fracas, consequência da elevada macroporosidade característica daqueles solos. Para se evitarem perdas de água desnecessárias por percolação, nos solos arenosos as regas devem ser mais frequentes e de menor dotação. No lado oposto, estão os solos muito argilosos ou barros, nos quais se atinge o CE mesmo com teores de água no solo relativamente elevados. Tal deve-se à maior proporção de microporos sendo, como tal, as forças de retenção da água também mais fortes (Varenes, 2003).

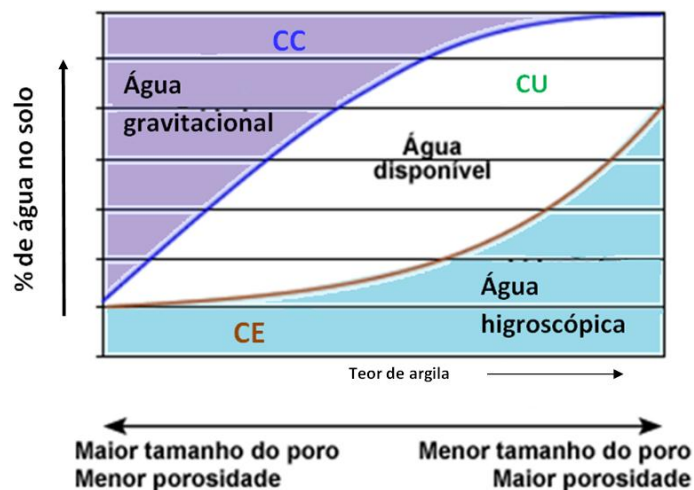


Figura 1: Condições de humidade do solo em várias classes de textura (UCAR, 2005).

### 2.2.2. Necessidades de rega

O conceito de necessidades hídricas da cultura (NHC) pode ser definido como a quantidade de água de rega, complementar à precipitação, que é necessária pela cultura para alcançar os níveis de produção pretendidos dentro de padrões de qualidade estabelecidos, ao mesmo tempo que permite manter um equilíbrio no balanço de sais na zona radicular (Martin e Gilley, 1993). A Figura 2 ilustra o esquema de cálculo das necessidades de rega em sistemas de rega localizada de alta frequência.

No cálculo das necessidades reais de rega são contemplados vários factores (Figura 2). 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. A transpiração das plantas refere-se à evaporação, a partir dos estomas, da água absorvida pelas raízes. Além da evaporação estomática também pode ocorrer evaporação cuticular.

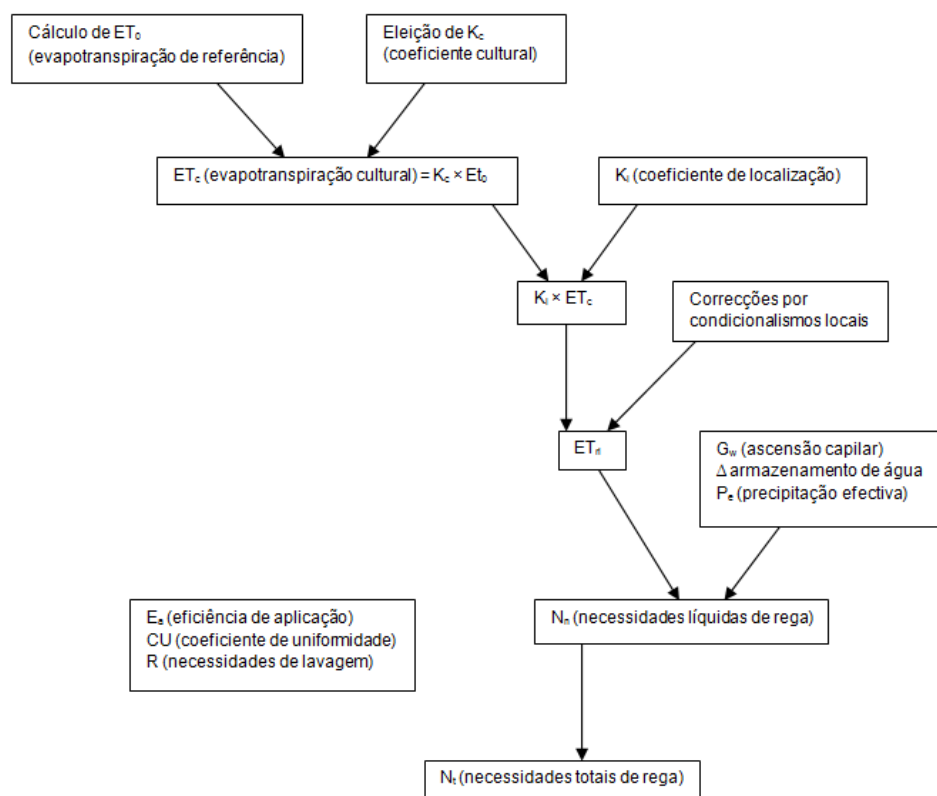


Figura 2: Esquema do cálculo das necessidades reais de rega no caso de sistemas de rega localizada de alta frequência (adaptado de Cabello, 1990).

O conceito de evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) diz respeito à taxa de evapotranspiração de uma cultura de referência (normalmente um relvado de gramíneas de 8 a 15 centímetros de altura), uniforme, em bom estado fitossanitário e em crescimento activo, que cobre todo o terreno e na condição de o teor de humidade do solo ser suficiente para

satisfazer toda a sua potencialidade de transpiração e evaporação (Raposo, 1996). A  $ET_0$  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. 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. Desde os trabalhos de Penman (1948) que 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 na maioria das culturas herbáceas e fruteiras (Monteith e Unsworth, 1990; Allen et al., 1998).

Para o processo de cálculo da evapotranspiração cultural ( $ET_c$ ) é necessário conhecer o coeficiente cultural ( $K_c$ ), que varia consoante a espécie e, na mesma espécie, toma valores diferentes ao longo do ciclo cultural, devido a peculiaridades, tais como a fase de crescimento, a existência de cobertura do solo e o rigor das geadas. Por exemplo, o factor  $K_c$  tem valores menores quando a área foliar da planta ainda é mínima. À medida que a campanha avança aumenta a área foliar e, portanto, é maior a quantidade de radiação absorvida pela copa, o que leva ao aumento da taxa de transpiração. Quando a planta atinge o seu máximo de área foliar, o  $K_c$  também é máximo. Na fase final do ciclo da cultura, a folhagem entra em senescência e o  $K_c$  diminui (Allen et al., 1998).

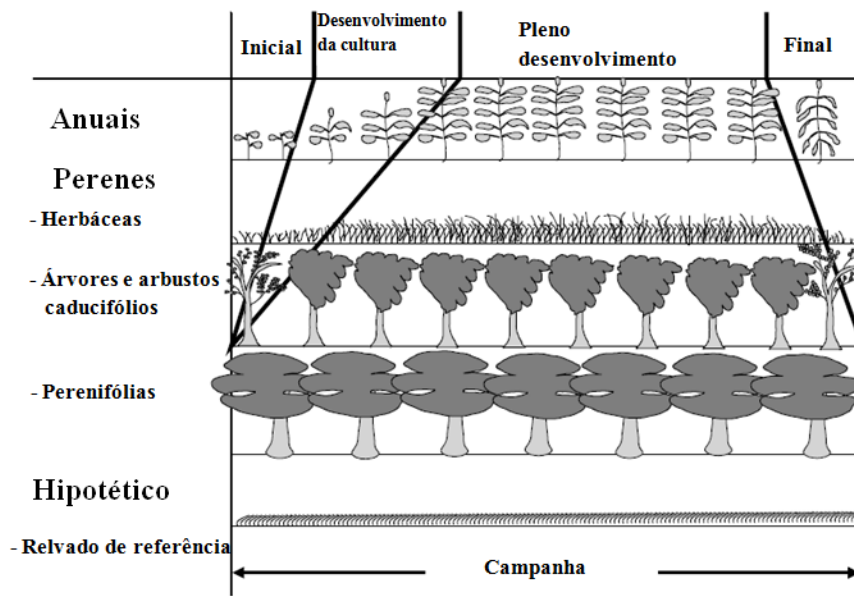


Figura 3: Estágios de crescimento para as diversas culturas (adaptado da FAO, 1998).

O factor  $K_c$  é o resultado da soma do coeficiente cultural basal ( $K_{cb}$ ) com o coeficiente de evaporação do solo ( $K_e$ ), ou seja, os efeitos da transpiração das plantas e da evaporação directa do solo são determinados separadamente (Figura 4). O  $K_{cb}$  refere-se apenas à transpiração das plantas sendo o rácio entre a evapotranspiração cultural e a

evapotranspiração de referência ( $ET_c/ET_0$ ), quando a superfície do solo está seca, mas a água não é factor limitante da transpiração. Por seu lado, o  $K_e$  refere-se à evaporação a partir da superfície do solo e a sua estimativa requer um balanço diário do teor de humidade do solo (Allen et al., 1998). A soma de  $K_{cb}$  e  $K_e$  não pode exceder o  $K_c$  máximo determinado a partir da energia disponível para a ET. Este procedimento é especialmente indicado aquando da programação de rega em tempo real, da computadorização do balanço de água no solo e da avaliação dos impactos da variação diária de humidade do solo na  $ET_c$  diária.

Conhecendo os valores de  $ET_0$  e  $K_c$  é possível determinar a evapotranspiração cultural ( $ET_c$ ). O valor de  $ET_c$  deve ser corrigido com o efeito de localização. Estes procedimentos baseiam-se na fracção de área sombreada pela cultura, devendo ser medida ao meio-dia no solstício de Verão (Capello, 1990). Seguem-se as correcções por condicionalismos locais que podem ser de dois tipos: variação climática e variação por advecção. Na primeira situação, quando a  $ET_0$  corresponde ao valor médio de um determinado período, esta deve majorar-se. Assim, evita-se o pior cenário, o de anos de período estival muito rigoroso para os quais o valor calculado seria insuficiente. Tratando-se de regas localizadas de alta frequência, os coeficientes são elevados pois o volume de solo molhado é reduzido. Abreu e Rodrigo (1983) sugerem aplicar-se sempre um coeficiente compreendido entre 1,15 e 1,20 em pomares.

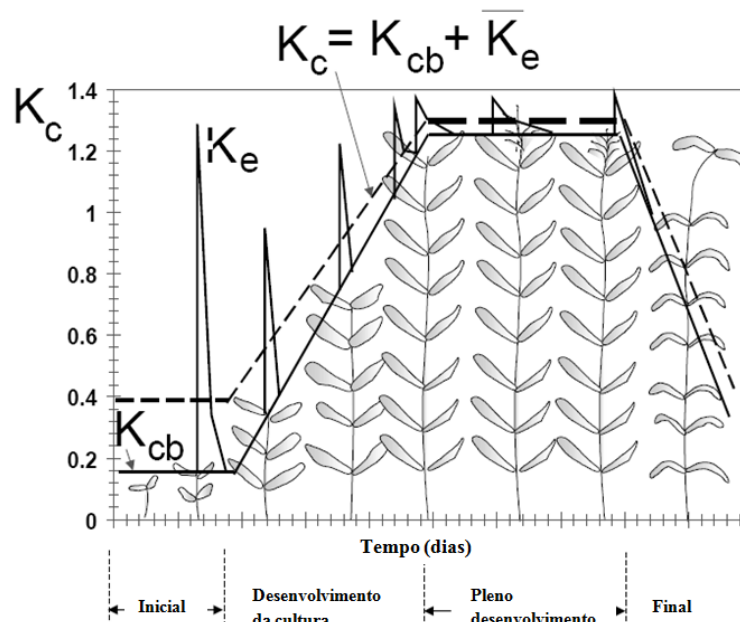


Figura 4: Curvas dos coeficientes culturais. Faz-se a distinção entre o coeficiente cultural basal ( $K_{cb}$ ), o coeficiente de evaporação do solo ( $K_e$ ) e o coeficiente cultural correspondente ( $K_c = K_{cb} + K_e$ ) (adaptado da FAO, 1998).

A variação por advecção alude à zona de transição entre áreas regadas e não regadas, que introduz obrigatoriamente alterações microclimáticas, nomeadamente o aumento da humidade relativa e a diminuição da temperatura média do ar. O ar quente e seco procedente de sequeiros adjacentes faz com que a ET aumente a Oeste e diminua a Este onde o ar chega menos quente e carregado de humidade. A influência deste fenómeno sobre a ET é

quantificada em função da área regada e tipo de cultura instalada como se exemplifica na Figura 5.

Uma vez calculada a  $ET_c$  e feitas as correcções já apresentadas segue-se o cálculo das necessidades líquidas de rega ( $N_n$ ):

$$N_n = ET_{rl} - P_e - G_w - \Delta w$$

onde:

$N_n$ : necessidades líquidas de rega;

$ET_{rl}$ : evapotranspiração após feitas as correcções por condicionalismos locais;

$P_e$ : precipitação efectiva;

$G_w$ : ascensão capilar;

$\Delta w$ : variação do teor de humidade do solo.

No cálculo das necessidades de rega na rega gota-a-gota, como nos meses de máxima ET é incomum a ocorrência de chuva, a  $P_e$  usualmente não é considerada, uma vez que, dada a alta frequência dos sistemas de rega localizados, por vezes mais que uma vez por dia, muito dificilmente ocorreria uma chuvada entre duas regas. Porém, a ocorrência de chuva, pode influenciar a dotação de rega nas regas seguintes, ao interferir no balanço de água do solo e, nessas situações, a  $P_e$  já deve ser contemplada. A ascensão capilar ( $G_w$ ) só deve ser considerada nos casos em que o lençol freático é pouco profundo e, nesse caso, a planta consegue absorver água desse reservatório. A variação do teor de humidade do solo ( $\Delta w$ ), não se deve ter em conta, porque nos sistemas de rega localizada pretende-se manter o potencial hídrico do solo próximo de zero. Ter um teor de água no solo sempre próximo do teor de água à CC, só é possível, através da reposição com alta frequência da água que é extraída pela absorção das plantas e pela evaporação do solo.

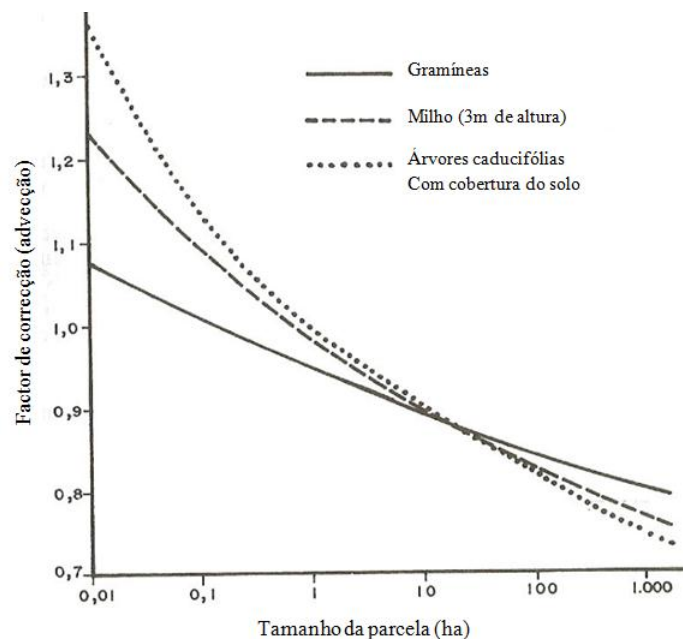


Figura 5: Valores de correcção por advecção para diferentes culturas (adaptado de Cabello, 1990).

Devem ainda ser tidos em conta três factores para determinar o valor das necessidades totais de rega: as perdas de água por percolação, a necessidade de lavagem de sais e a falta de uniformidade da rega. A lavagem de sais acumulados pode ocorrer naturalmente nas zonas húmidas, mas nos climas áridos devem fornecer-se dotações de rega superiores à evapotranspiração para se conseguir aquele propósito. Este facto deve ser tido em conta porque a água de rega contém sais, principalmente quando se trata de fertirrega, que se acumulam no perfil do solo, prejudicando a capacidade de absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, a produção de biomassa (Cabello, 1990).

### 2.2.3. Rega deficitária (RD)

Sendo objectivo da rega melhorar as condições em que as culturas se desenvolvem, não controlar a quantidade de água que se fornece às plantas pode levar a aplicar menos que o necessário e correr o risco de prejudicar a produção. Por outro lado, um volume de água superior às necessidades das plantas, além de poder afectar negativamente as plantas, conduz sempre a perdas, por escoamento superficial ou por infiltração profunda. E estas perdas de água conduzem à possibilidade de erosão do solo ou de lavagem e arrastamento de nutrientes, respectivamente (Cabello, 1990). A lixiviação de nutrientes minerais está directamente associada à poluição das águas superficiais e/ou subterrâneas. Os principais nutrientes minerais ligados à poluição das águas e fenómenos de eutrofização são o azoto e o fósforo (Varenes, 2003).

Numa situação de falta, crónica ou circunstancial de água, o objectivo do agricultor é maximizar o rendimento de cada unidade de água aplicada, em vez das convencionais unidades de terra. Neste sentido, surgiu o conceito de produtividade da água que pode ser definido como sendo a produção ou o rendimento líquido por cada unidade de água utilizada na ET (Kijne *et al.*, 2003). A produtividade da água aumenta numa situação de RD, relativamente ao que sucederia em rega convencional, facto demonstrado experimentalmente em várias culturas (Zwart e Bastiaanssen, 2004; Fan *et al.*, 2005).

Como já foi referido, a aplicação de água abaixo das necessidades da ET é denominada por rega deficitária (RD). O recurso a estratégias de RD tem, normalmente, maior sucesso em culturas anuais que em fruteiras, uma vez que o retorno económico nas últimas não está propriamente relacionado com a quantidade de biomassa produzida e/ou uso da água, mas sim com factores de qualidade do fruto, nomeadamente teor em açúcares, calibre, cor e dureza da polpa, entre outros (Feres *et al.*, 2003).

Não obstante, a resposta ao défice hídrico depende em grande medida do modelo de stress ao qual as plantas estão sujeitas (Dorenboos e Kassam, 1979). Um modelo que tem sido bastante utilizado, designado por rega deficitária sustentada (RDS), consiste no aumento

progressivo do défice hídrico, à medida que a estação avança, por combinação da uniformidade de aplicação de uma pequena quantidade de água e pela depleção da reserva do solo (Ferreles e Soriano, 2007). Outro conceito é o de rega deficitária controlada (RDC), que consiste em submeter as culturas a menores disponibilidades hídricas apenas em determinadas fases do desenvolvimento. Embora não seja uma estratégia sempre bem sucedida (Girona *et al.*, 1993), são muitos os ensaios experimentais com resultados encorajadores em diversas espécies, como por exemplo: amendoeira (Goldhamer e Viveros, 2000), citrinos (Domingo *et al.*, 1996; Goldhamer e Salinas, 2000), macieira (Ebel *et al.*, 1995), vinha (Bravdo e Naor, 1996; McCarthy *et al.*, 2002) e oliveira (Moriani *et al.*, 2003). Existem suficientes evidências para chegar à conclusão que repor toda a água perdida pela ET pode não ser a melhor estratégia de rega, pelo menos para estas fruteiras (Ferreles e Evans, 2006).

Em pessegueiro, há evidências experimentais de que a depleção do fornecimento de água às plantas afecta a actividade fotossintética (Besset *et al.*, 2001), o peso médio do fruto ou calibre (Besset *et al.*, 2001; Ferreles e Soriano, 2007; Lopez *et al.*, 2010), a produção ou a produtividade (Ferreles e Soriano, 2007), a cor dos frutos (Lopez *et al.*, 2010), o crescimento do tronco (Alibés *et al.*, 2009) e o crescimento das raízes (Abrisqueta *et al.*, 2008), mas tende a aumentar o teor em açúcares (Besset *et al.*, 2001; Alibés *et al.*, 2009; Lopez *et al.*, 2010) e a dureza da polpa, a acidez e a matéria seca do fruto (Lopez *et al.*, 2010).

No entanto, essas diferenças só se verificam ou são significativas quando o stress hídrico é imposto ao longo de todo o ciclo de crescimento do fruto (RD ou RDS) e não quando só é imposto na fase de endurecimento do endocarpo (fase II) (RDC) (Besset *et al.*, 2001; Ferreles e Soriano, 2007; Alibés *et al.*, 2009). Uma rega adequada na fase de crescimento rápido do fruto (fase III), com ou sem depleção da rega na fase II (RDC), é crítica para o seu desenvolvimento, coincidindo também com a fase em que é maior a evapotranspiração e as necessidades hídricas da cultura (Ferreles e Soriano, 2007).

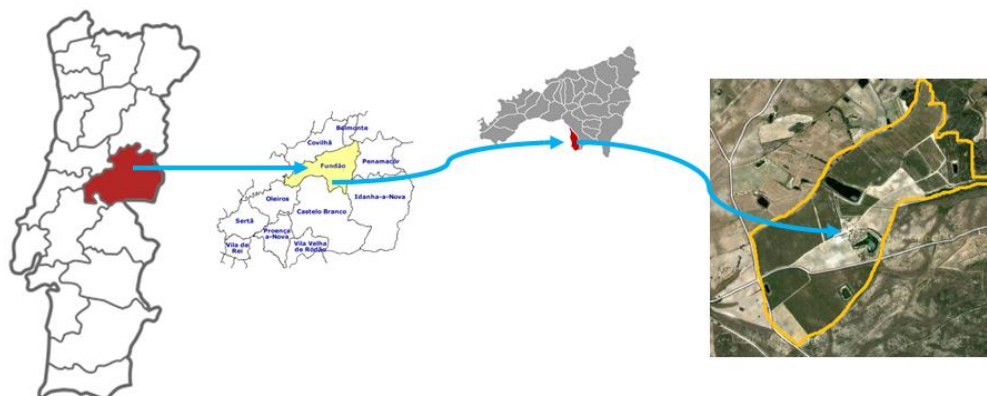
Alibés *et al.* (2009) referem ainda que a poupança de água com RDC é relativamente reduzida, uma vez que a fase II é também curta. Por outro lado, o efeito negativo na qualidade geral do fruto, provocado pelo stress hídrico, não é compensado pela monda de frutos, uma vez que uma monda severa consegue melhorar o tamanho do fruto, mas não os outros factores de qualidade (Lopez *et al.*, 2010).

### 3. Material e Métodos

#### 3.1. Caracterização do pomar

O trabalho experimental foi efectuado durante a campanha de produção de 2011, em pomares de pessegueiros de cultivares tardias na empresa Frutas Quinta Fadagosa - Sociedade Agrícola de Grupo, Lda. (freguesia da Soalheira, concelho do Fundão) (Figura 6). Os pessegueiros ‘Andross’ (pavia) e ‘August Orebrad’ (nectarina) estão conduzidos em vaso e foram plantados em 2003 e 2006, respectivamente, no porta-enxerto ‘GF 677’ e com o compasso de plantação 5 x 2,5 m. Na parcela do ‘Andross’ as linhas têm orientação E-O, enquanto as linhas das nectarinas têm orientação NNO-SSE.

Com o objectivo de caracterizar os solos das parcelas dos ensaios, retiraram-se duas amostras por parcela representativas de diferentes zonas identificadas da parcela, para posterior análise química e mecânica no Laboratório de Solos e Fertilidade da Escola Superior Agrária de Castelo Branco (Anexo I). Na parcela do ‘Andross’, o declive é mais alto na extremidade Oeste e torna-se mais ou menos plano a partir do centro da linha, pelo que as amostras representam o meio da linha e a extremidade. Na ‘August Orebrad’ o declive aumenta do centro para as duas extremidades, pelo que as amostras colhidas representam essas duas zonas (centro e extremidades). O solo em ambas as parcelas é de textura franco-arenosa e em geral pouco ácido, pobre em matéria orgânica e com teores alto ou muito em fósforo e potássio “assimiláveis”. Não obstante, verificou-se uma tendência para um aumento dos teores de fósforo e potássio “assimiláveis” do centro para a extremidade do ‘Andross’, enquanto na ‘August Orebrad’ a tendência de aumento vai das extremidades (mais altas) para o centro (mais baixo) da linha, no que respeita à matéria orgânica e ao fósforo “assimilável”.



**Figura 6:** Localização geográfica da parcela. Da esquerda para a direita: Portugal continental e distrito de Castelo branco, concelho de Fundão, freguesia de Soalheira e fotografia aérea da Quinta da Fadagosa (latitude 40° 01' N, longitude 7° 26' O).

A partir dos resultados das percentagens de areia, argila e matéria orgânica obtidos nas análises de solos (Anexo I), utilizando as equações edafogénicas de Rawls et al. (1992), para calcular os teores de humidade correspondentes à CC e ao CE para as diferentes zonas identificadas nas parcelas, muito semelhantes nas duas parcelas, como seria de esperar devido à sua proximidade (Tabela 1).

**Tabela 1:** Cálculo dos teores de humidade do solo correspondentes à capacidade de campo (CC) e ao coeficiente de emurchecimento permanente (CE) a partir das equações edafogénicas de Rawls *et al.* (1992)

	'Andross'		'August Orebrad'	
	Meio da linha	Extremidade da linha	Zona mais baixa (centro)	Zona mais alta (extremidades)
% Areia	70,89	67,94	73,93	70,56
% Argila	16,02	18,16	14,45	14,57
% Matéria orgânica	0,6	0,8	2,1	0,8
CC (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	0,191	0,211	0,225	0,193
CE (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	0,116	0,129	0,131	0,111

O clima da região da “Cova da Beira” caracteriza-se por um marcado efeito de continentalidade resultante das condições orográficas existentes. A elevada amplitude térmica é uma marca nítida dessa forte influência continental. A temperatura média anual diária do ar situa-se entre os 10-16°C (Atlas do Ambiente, Anexo II). Por sua vez, a pluviosidade, concentra-se quase na totalidade durante o Outono/Inverno, sendo os valores de precipitação médios anuais entre 700-1000 mm (Atlas do Ambiente, Anexo III). Outra característica climática é o facto de o Verão ser muito seco, característica do clima mediterrânico. A freguesia de Soalheira, localizada a Sul da Serra da Gardunha e, portanto, ocupando uma posição periférica da “Cova da Beira”, é das zonas mais áridas do concelho do Fundão. A geada é outro fenómeno climático que caracteriza a zona, condicionando a escolha não só de espécies como também de cultivares, dado que pode resultar na perda das culturas e/ou produções.

### 3.2. Caracterização do ensaio

O ensaio foi estabelecido em duas linhas de árvores, uma em cada cultivar de pessegueiro, onde se instalaram as seguintes modalidades ou tratamentos de rega:

- Tratamento T<sub>100</sub>: aplicação de água para restabelecer 100% da ET<sub>c</sub>;
- Tratamento T<sub>70</sub>: aplicação de água para restabelecer 70% da ET<sub>c</sub>;
- Tratamento T<sub>50</sub>: aplicação de água para restabelecer 50% da ET<sub>c</sub>.

Nas linhas, formaram-se três blocos de quinze árvores e, em cada bloco, distribuíram-se aleatoriamente os três tratamentos de rega, cinco árvores por tratamento. (Figura 7). As

regas iniciaram-se a 16 de Junho, mais tarde que o inicialmente previsto, uma vez que a Primavera foi chuvosa e a rega só foi necessária a partir do final do período de endurecimento do endocarpo (caroço), ou seja, incidiu essencialmente sobre a última fase de crescimento rápido do fruto.

Para aplicar a água de rega necessária a cada tratamento, utilizou-se um diferente número ou tipo de gotejadores autocompensantes para diferenciar os tratamentos e diferentes tempos de rega para ajustar as aplicações às necessidades calculadas. Desta forma, instalou-se um gotejador de 24 L/hora, quatro gotejadores de 4 L/hora e três gotejadores de 4 L/hora, em cada árvore, nos tratamentos  $T_{100}$ ,  $T_{70}$  e  $T_{50}$ , respectivamente. Para controlar o tempo de rega e, portanto, o caudal que passou para as árvores do ensaio, utilizou-se um controlador de rega computadorizado *Galcon 9001 D-C* no início da rampa de rega (Figura 7).

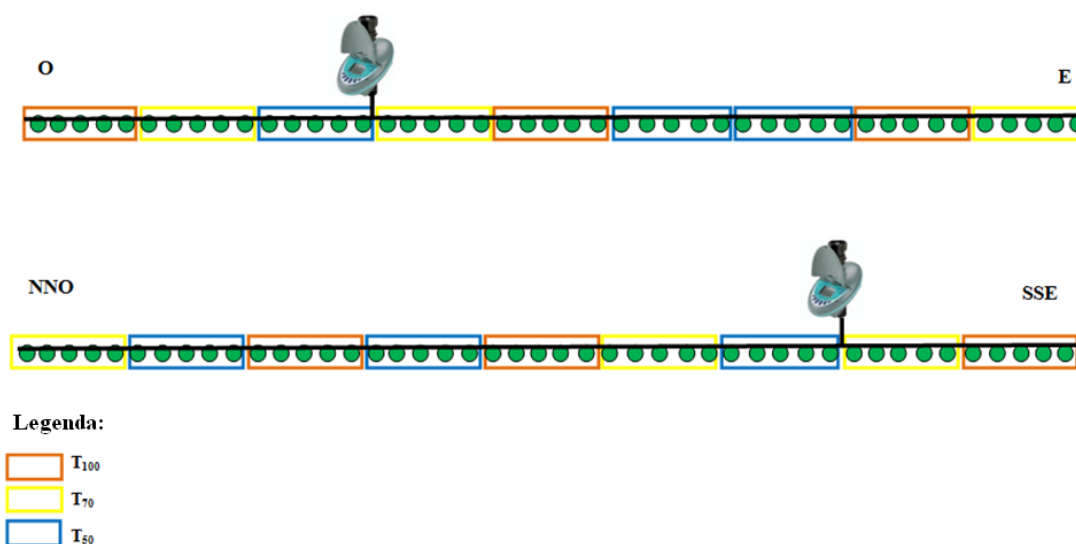


Figura 7: Esquema dos ensaios de campo nas linhas dos pessegueiros ‘Andross’ (em cima) e ‘August Orebrad’ (em baixo).

Os dados meteorológicos diários de precipitação, temperatura máxima e mínima do ar, humidade máxima e mínima do ar e velocidade média do vento, foram utilizados para calcular a  $ET_0$  e a  $ET_c$  diariamente ou num intervalo de dois dias. A estação meteorológica que forneceu os dados meteorológicos está localizada na Quinta da Fadagosa e pertence à rede de Estações Meteorológicas Automáticas (EMAs) da Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Centro (DRAP Centro). O  $K_{cb}$  utilizado foi  $K_{cb\ med} = 1,10$  da Tabela 17 da FAO Irrigation and Drenage Paper 56 para a cultura do pessegueiro. Os valores inicial e final deste parâmetro não foram utilizados, porque o ensaio apenas decorreu no período médio, ou seja, quando a planta apresenta o desenvolvimento máximo e o fruto está em crescimento. O  $K_e$  foi desprezado, uma vez que, tratando-se de rega gota-a-gota, a evaporação a partir da superfície do solo é mínima.

Durante a campanha de rega, acompanhou-se o crescimento dos frutos pela medição semanal do diâmetro equatorial em dois frutos marcados em cada árvore. O crescimento do

fruto das prunóideas traduz-se por uma curva dupla sigmóide onde se distinguem três fases (Chalmers *et al.*, 1981; Fereres e Soriano, 2007). A fase I corresponde ao aumento rápido de volume do fruto, a fase II caracteriza-se pelo abrandamento do crescimento do fruto, na altura em que ocorre o endurecimento do caroço e na fase III o ritmo de crescimento volta a acelerar. Uma vez que as curvas de crescimento do fruto se apresentam em peso e não em diâmetro, foi necessário transformar o diâmetro em peso fresco, com base na relação linear (proporcional) entre o peso fresco e o volume do fruto, que se pode considerar análogo a uma esfera (nesta, a constante de proporcionalidade entre o peso e o volume é a densidade). Para isso, colheu-se semanalmente uma amostra aleatória de dez frutos em árvores não utilizadas no ensaio, que foram pesados e medidos individualmente (Figura 8).



Figura 8: Medição do diâmetro equatorial do fruto (à esquerda) e pesagem (à direita).

As colheitas decorreram entre 25 de Julho e 9 de Agosto no ‘Andross’ e de 10 a 26 de Agosto no ‘August Orebrad’. Fez-se o registo do número de frutos e do peso total desses frutos por árvore. Em cada data de colheita, colheu-se uma amostra de trinta por bloco (dez frutos por modalidade de rega) para a determinação laboratorial do calibre, do peso fresco, da dureza da polpa e do teor em açúcares, no laboratório de Tecnologia e Segurança Alimentar da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco. O teor em açúcares foi determinado por refractometria (refractómetro manual digital ATAGO Palette PR-101- $\alpha$ , BRIX 0-45%) e a dureza da polpa foi obtida por penetrometria (penetrómetro de bancada PENEFEL, kg/0,5 cm<sup>2</sup>) (Figura 9).



Figura 9: Medição de dureza com penetrómetro de bancada PENEFEL, kg/0,5 cm<sup>2</sup> (esquerda) e do TSS totais pelo refractómetro manual digital ATAGO Palette PR-101- $\alpha$ , BRIX 0-45 % (direita).

### 3.3. Tratamento dos resultados

Dado que a rega e a medição dos frutos só se realizaram na fase III, só se apresenta a segunda parte da dupla sigmóide, obtida pelo ajustamento não linear (com a ferramenta Solver do Excel) da equação logística simples ou modelo de Verhulst (Richards, 1969):

$$Y = Wt / (1 + e^{-r(X-tm)})$$

em que:

Y - peso médio do fruto (g);

X - tempo (número de dias);

Wt, r e tm são os parâmetros do modelo, calculados pela regressão não linear. O valor de Wt representa o crescimento máximo, ou seja, o valor da assíntota superior da curva sigmóide. O valor de r representa a taxa média de crescimento relativo. O valor de tm indica a abcissa correspondente ao ponto de inflexão da curva.

O crescimento do fruto foi também representado em termos de taxas de crescimento, que representam o crescimento diário do fruto (ganho médio de peso diário), calculando-se pela razão entre o acréscimo de crescimento (em peso) e o número de dias do intervalo entre medições. O ganho de peso diário máximo ocorre no momento em que se dá a inflexão das curvas de crescimento (tm).

De acordo com o delineamento experimental no campo, os resultados da produção e qualidade dos frutos foram sujeitos a uma análise de variância (ANOVA) e as médias separadas pelo teste de Duncan. Este teste permite formar grupos homogéneos e, assim, constatar-se quais os tratamentos ou modalidades de rega que efectivamente conduziram a resultados significativamente diferentes.

Para complementar a análise dos resultados dada pela ANOVA, realizou-se também o tratamento dos resultados por ajustamento não linear do peso médio do fruto em função da carga da árvore, proposta por Ramos *et al.* (2008) e descrita com mais detalhe em Ramos *et al.* (2010). A relação negativa entre a carga da árvore e o crescimento do fruto está amplamente estudada e comprovada por inúmeros estudos de carga e monda de frutos.

O tratamento dos resultados começou pelo ordenamento das árvores de cada tratamento (as 15 árvores, independentemente do delineamento experimental em campo) por ordem crescente de carga (nº de frutos/cm<sup>2</sup> de área seccional do tronco). Para tal, foram também medidos, após a colheita, os perímetros do tronco em todas as árvores numa zona intermédia e regular entre os espessamentos causados pela enxertia e pela primeira ramificação, com o intuito de calcular a área da secção transversal do tronco ou área seccional do tronco (AST). Após esta ordenação, agruparam-se as árvores em cinco grupos de três árvores, calculando-se o valor médio para cada grupo.

O ajustamento dos pesos médios dos frutos em função da carga (valores médios de três árvores, conforme descrito acima) foi realizado com a ferramenta Solver do Excel, de acordo com a seguinte equação empírica (Ramos *et al.*, 2010):

$$Y = 1/(a \times X + 1/b)$$

em que:

Y - peso médio do fruto (g);

X - carga (nº de frutos/cm<sup>2</sup> AST);

a e b são os parâmetros do modelo, calculados pela regressão não linear. O valor de b representa o peso máximo do fruto que se pode obter em cada situação.

A apresentação dos resultados do peso médio do fruto em função da carga, sob a forma de curvas com as respectivas equações, permite também apresentar a produção (kg/árvore ou t/ha) e a produtividade (kg/cm<sup>2</sup> AST) em função da carga e calcular a carga e a produção que correspondem a um determinado objectivo de calibre.

Por outro lado, a valorização dos frutos depende da distribuição por classes de calibre, que vai variando em função do peso médio do fruto. Deste modo, é possível estabelecer uma relação entre o peso médio do fruto e a distribuição acumulada por classes de calibre, representada como a percentagem de produção acima do calibre (limite inferior) da classe, como se exemplifica na Figura 10, num estudo realizado pelo Professor António Ramos, no mesmo ano e em três cultivares de pessegueiro na Escola Superior Agrária de Castelo Branco, e cujos resultados (não publicados) foram utilizados neste trabalho para construir um modelo económico do pomar, também em função da carga. Desta forma, a carga óptima do pomar (para cada tratamento de rega) pode ser obtida em função do resultado económico e não em função de um objectivo de calibre.

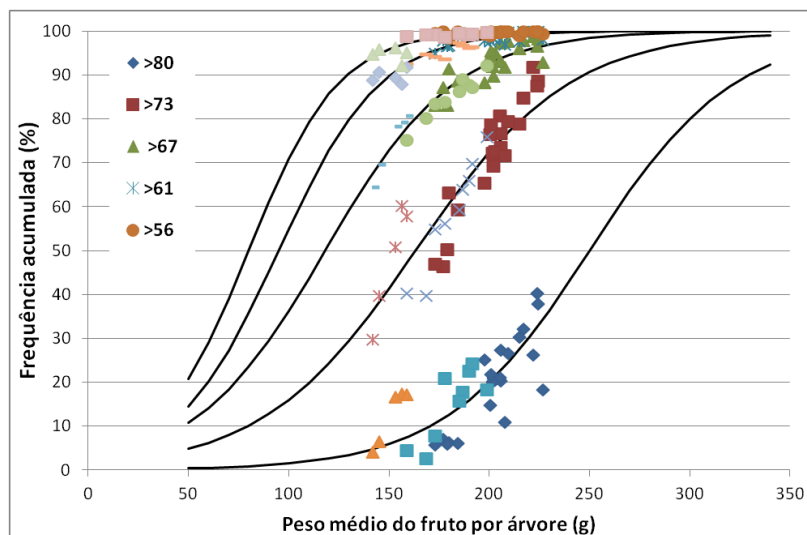


Figura 10: Representação gráfica da distribuição acumulada por classes de calibre em função do peso médio do fruto em três cultivares de pessegueiro na ESACB (A. Ramos, 2011, dados não publicados). Notas: 1) cada ponto representa uma árvore; 2) marcadores diferentes na mesma curva representam cultivares diferentes.

Neste trabalho, o modelo inclui a distribuição por classes de calibre, que é dada pela diferença entre as curvas representadas na Figura 10, e a valorização dessas classes dada pelo produtor. Do lado dos encargos, de acordo com o produtor, os custos não variáveis com a carga (energia, fertilizantes, fitofármacos, máquinas, etc.) foram estimados em 4000, 3500 e 3250 euros/ha, nos tratamentos  $T_{100}$ ,  $T_{70}$  e  $T_{50}$ , respectivamente. Os custos variáveis com a carga são essencialmente os custos com a colheita que, no caso do pessegueiro é mais dispendiosa devido às colheitas escalonadas e foi calculado com base no valor de 0,01 euros/fruto, de forma a dar um custo de colheita entre 5 e 10 euros/kg, de acordo com a indicação do produtor.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Necessidades de rega

As necessidades de rega foram calculadas num intervalo de dois dias e os programadores de rega ajustados em igual intervalo de tempo. A Tabela 2 apresenta os resultados dos cálculos das necessidades de rega semanais, uma vez que a apresentação dos cálculos diários seria demasiado exaustiva.

Tabela 2: Cálculo semanal das necessidades de rega ( $NH_c$ ) para o tratamento de rega máximo ( $T_{100}$ ) nas duas cultivares

	$ET_0$ (mm)	$ET_c$ (mm)	$NH_c$ 'Andross' (mm)	$NH_c$ 'August Orebrad' (mm)
15 a 21 Jun	42,13	46,343	32,4401	32,4401
22 a 30 Jun	59,77	65,747	46,0229	46,0229
1 a 7 Jul	41,02	45,133	31,5931	31,5931
8 a 14 Jul	40,58	44,638	31,2466	31,2466
15 a 21 Jul	44,84	49,324	34,5268	34,5268
22 a 28 Jul	49,09	53,988	37,7916	37,7916
29 Jul a 4 Ago	39,06	42,966	30,0762	30,0762
5 a 11 Ago	40,67	44,737	21,8603	31,3159
12 a 18 Ago	37,00	40,711		28,4977
19 a 23 Ago	23,07	25,377		17,7639
<b>TOTAL</b>				
$T_{100}$			265,5576	321,2748
$T_{70}$			186,2	224,7
$T_{50}$			133	160,5

$ET_0$ : evapotranspiração calculada em função da temperatura max. e min., HR max. e min. e veloc. média do vento (equação de Penman-Monteith);

$ET_c$ : evapotranspiração cultural obtida pelo produto entre  $ET_0$  e o coeficiente cultural ( $K_c = 1,1$ );

$NH_c$ : Necessidades hídricas da cultura calculadas em função da  $ET_c$  corrigida com o factor de localização ( $K_l = 0,70$ ), com o factor de advecção ( $Ccl = 0,90$ ) e com a eficiência da rega gota-a-gota ( $E_a = 0,90$ ).

A diferença registada nas necessidades de rega das duas cultivares deveu-se ao maior período de crescimento e maturação das nectarinas, que foram colhidas cerca de duas semanas mais tarde.

## 4.2.Crescimento do fruto

A transformação linear dos diâmetros medidos nos frutos marcados, em peso fresco, está representada na Figura 11 para as duas cultivares. De notar que se utilizou o cubo do raio em vez do volume por uma questão de simplificação, já que o volume de uma esfera é calculado em função do raio. Deste modo, as constantes necessárias ao cálculo do volume da esfera ( $4/3$  e  $\pi$ ) e a densidade do fruto ficam incluídas na constante de proporcionalidade, dada pelo declive da recta da regressão linear.

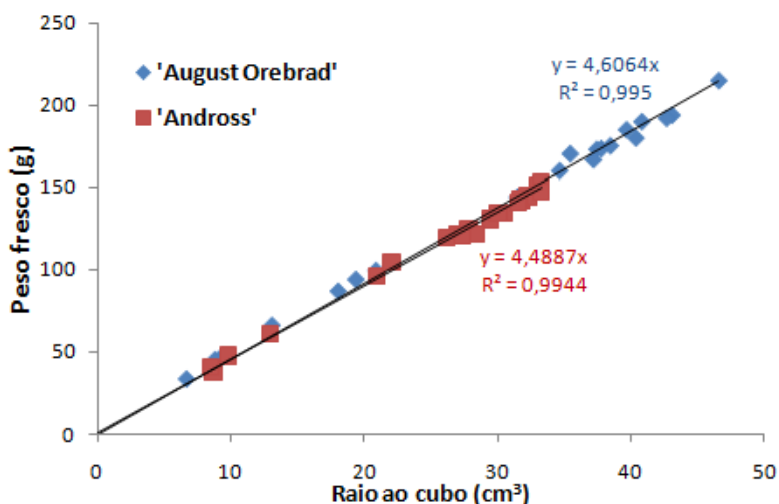


Figura11: Regressão linear entre o peso fresco (g) e raio ao cubo (cm<sup>3</sup>) dos frutos nas duas cultivares, obtida em amostras destrutivas.

Esta relação entre o peso e as dimensões do fruto, além da elaboração das curvas de crescimento do fruto (Figuras 12 e 13), permite relacionar o peso médio do fruto com as várias classes de calibre. Por exemplo, para o calibre de 60 mm, o peso fresco correspondente seria cerca de 121g e 124g para os 'Andross' e 'August Orebrad', respectivamente. No caso de calibradores que operem com base no peso dos frutos esta relação é de enorme importância para a sua programação e aferição. Outra possibilidade é a estimativa do calibre médio por árvore, quando se sabe o número total de frutos e o seu peso fresco total em cada árvore.

As Figuras 12 e 13 apresentam as curvas que representam a última fase de crescimento do fruto (fase III) nos três tratamentos de rega, na pavia 'Andross' e na nectarina 'August Orebrad', respectivamente.

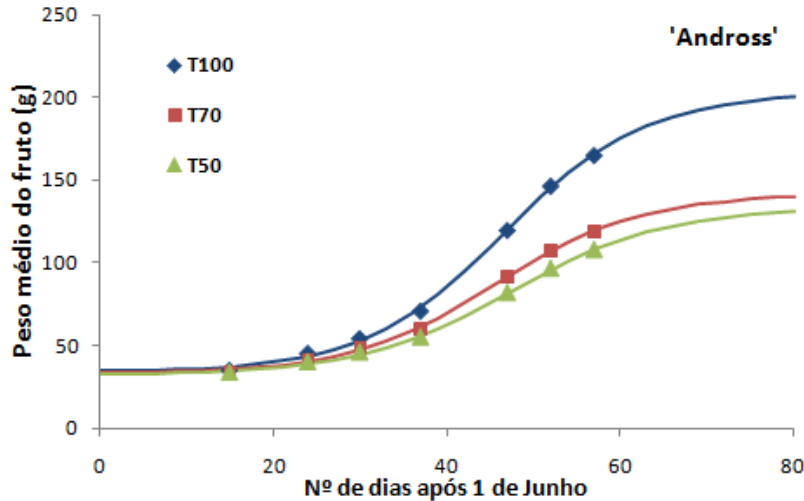


Figura 12: Curvas de crescimento do fruto no 'Andross', nas três modalidades de rega durante a fase III de crescimento.

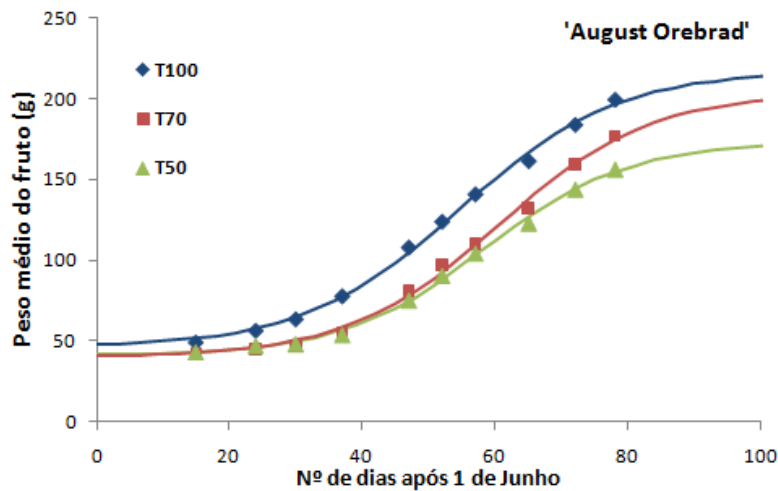


Figura 13: Curvas de crescimento do fruto na 'August Orebrad', nas três modalidades de rega durante a fase III de crescimento.

Em ambas as cultivares verificou-se que o crescimento do fruto foi maior no tratamento  $T_{100}$  em relação às modalidades de rega deficitária ( $T_{70}$  e  $T_{50}$ ). Este resultado era esperado (Besset *et al.*, 2001; Fereres e Soriano, 2007; Lopez *et al.*, 2010), já que o tratamento sem restrições de água terá permitido uma taxa de assimilação de carbono e, conseqüentemente, uma produção de biomassa também mais elevada (Tanner e Sinclair, 1983; Monteith, 1990; Steduto *et al.*, 2006).

No entanto, na 'August Orebrad', a superioridade do tratamento  $T_{100}$  não foi tão marcada como no 'Andross'. Neste, a diferença entre  $T_{70}$  e  $T_{50}$  foi quase nula, enquanto na nectarina a variação foi mais gradual entre os três tratamentos. Estes comportamentos distintos entre as cultivares poderão dever-se ao maior período de crescimento das nectarinas, que lhes terá permitido uma maior capacidade de adaptação à restrição de água, às características genéticas da cultivar ou às condições particulares da cultura em cada parcela, tais como idade do pomar, nível de carga da árvore ou características do solo.

Outra forma de avaliar o crescimento dos frutos é dada pela taxa de crescimento, ou seja, pelo ganho de peso diário, que se apresenta nas Figuras 14 e 15, para o ‘Andross’ e a ‘August Orebrad’, respectivamente. Os ganhos médios de peso diário confirmam o acentuado crescimento do fruto na fase III e o efeito negativo da falta de água de um fornecimento hídrico adequado. Dado que a ‘August Orebrad’ é mais tardia e teve mais tempo para se desenvolver e, eventualmente, se adaptar ao menor fornecimento de água, esta cultivar apresentou um pico de crescimento do fruto no tratamento T<sub>100</sub> menos acentuado do que o do ‘Andross’, confirmando a diferença atrás referida. Além disso, na nectarina, o tratamento T<sub>70</sub> conseguiu atingir um pico de ganho de peso diário semelhante ao T<sub>100</sub>, embora com desfaseamento de 5-6 dias.

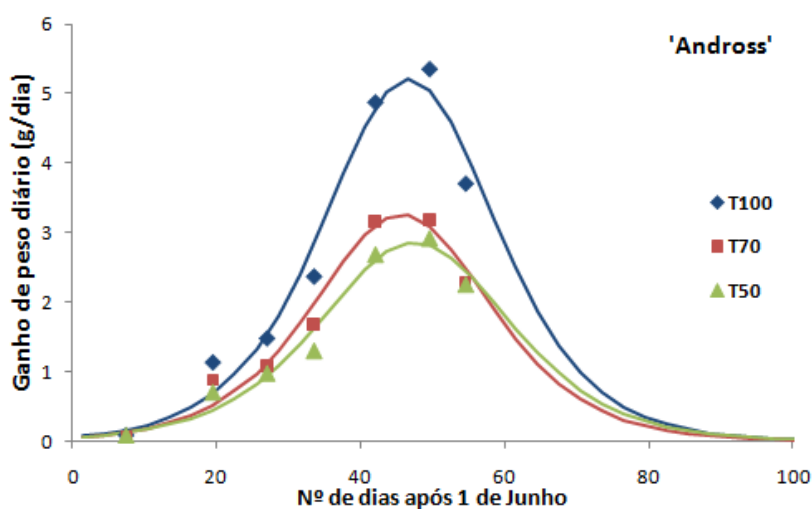


Figura 14: Taxa de crescimento do fruto no ‘Andross’, nos três tratamentos de rega.

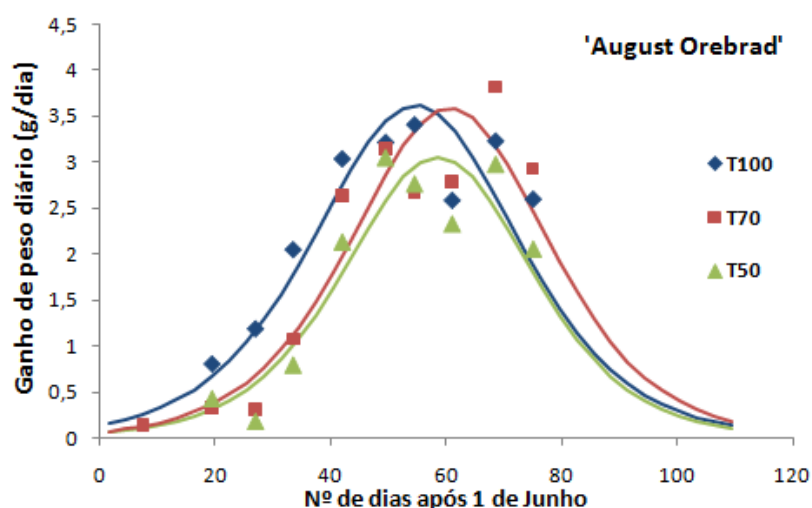


Figura 15: Taxa de crescimento do fruto na ‘August Orebrad’, nos três tratamentos de rega.

### 4.3. Produção

Os resultados médios da carga, da produção, do índice de produtividade e do peso médio do fruto obtidos à colheita, nos três tratamentos de rega, apresentam-se nas Tabelas 3 e 4, para o ‘Andross’ e para a ‘August Orebrad’, respectivamente.

**Tabela 3:** Valores médios de carga, produção, produtividade e peso médio do fruto nas três modalidades de rega no pessegueiro ‘Andross’

Tratamento	Nº de frutos por árvore	Produção (t/ha)	Carga (nº de frutos/cm <sup>2</sup> AST)	Produtividade (kg/cm <sup>2</sup> AST)	Peso médio do fruto (g)	Calibre médio do fruto (mm)
T <sub>100</sub> (100% ET <sub>c</sub> )	247,3 a	27,2 a	4,5 a	0,59 a	140,0 a	62,5
T <sub>70</sub> (70% ET <sub>c</sub> )	279,5 a	23,2 a	5,1 a	0,56 a	110,0 b	57,8
T <sub>50</sub> (50% ET <sub>c</sub> )	294,7 a	22,3 a	5,4 a	0,48 a	104,2 b	56,7

Nota: valores na mesma coluna seguidos da mesma letra não são significativamente diferentes (P > 0,05).  
AST - área seccional do tronco.

**Tabela 4:** Valores médios de carga, produção, produtividade e peso médio do fruto nas três modalidades de rega na nectarina ‘August Orebrad’

Tratamento	Nº de frutos por árvore	Produção (t/ha)	Carga (nº de frutos/cm <sup>2</sup> AST)	Produtividade (kg/cm <sup>2</sup> AST)	Peso médio do fruto (g)	Calibre médio do fruto (mm)
T <sub>100</sub> (100% ET <sub>c</sub> )	95,9 ab	13,5 ab	1,7 a	0,30 a	185,8 a	69,1
T <sub>70</sub> (70% ET <sub>c</sub> )	123,3 a	16,7 a	1,5 a	0,25 a	167,5 ab	66,9
T <sub>50</sub> (50% ET <sub>c</sub> )	71,0 b	8,9 b	1,4 a	0,22 a	158,3 b	65,6

Nota: valores na mesma coluna seguidos da mesma letra não são significativamente diferentes (P > 0,05).  
AST - área seccional do tronco.

No ‘Andross’, apenas se verificaram diferenças significativas em relação ao peso médio do fruto, como ilustra a Tabela 2. No entanto, o tratamento de rega T<sub>100</sub> apresentou uma produção e um peso médio do fruto mais elevados, apesar da carga mais baixa, do qual se depreende um efeito negativo da restrição de água no crescimento do fruto, tal como se verificou anteriormente nas curvas de crescimento do fruto e como era esperado, de acordo com as evidências acumuladas em inúmeros trabalhos experimentais sobre os efeitos do stress hídrico nas trocas gasosas, na produção e no crescimento dos frutos (Tanner e Sinclair, 1983; Monteith, 1990; Besset *et al.*, 2001; Steduto *et al.*, 2006; Fereres e Soriano, 2007; Alibés *et al.*, 2009), em particular quando a falta de água se verifica na fase III, que é crítica para o crescimento do fruto.

Na nectarina ‘August Orebrad’, verificaram-se diferenças significativas ao nível da carga da árvore, da produção e do peso médio do fruto. Dado que a rega, iniciada em meados de Junho, já não terá tido influência sobre a carga, os efeitos significativos sobre a produção podem ser devidos à rega, à carga ou à interacção entre ambas. No entanto, apesar da maior carga e produção da árvore no tratamento T<sub>70</sub>, quando expressas em função da área da seccional do tronco a carga e a produtividade variam no sentido da maior para a menor aplicação de água. Como o peso médio do fruto varia no mesmo sentido, pode depreender-se,

também aqui, o efeito negativo da restrição de água no crescimento do fruto, em concordância com os resultados anteriores e com as evidências experimentais.

Comparando as duas cultivares, é notória a diferença de carga e de produtividade da ‘August Orebrad’ em relação ao ‘Andross’, o que poderá ser devido a problemas de fecundação e vingamento do fruto na nectarina.

#### 4.4. Parâmetros de qualidade

Os resultados dos parâmetros de qualidade do fruto, dureza da polpa e teor de açúcares obtidos à colheita apresentam-se na Tabelas 5, para o ‘Andross’ e para a ‘August Orebrad’.

**Tabela 5:** Parâmetros de qualidade do fruto: dureza da polpa (kg/0,5 cm<sup>2</sup>) e °Brix (‘Andross’ e ‘August Orebrad’).

Tratamento	‘Andross’		‘August Orebrad’	
	Dureza da polpa (kg/0,5 cm <sup>2</sup> )	Teor em açúcares (°Brix)	Dureza da polpa (kg/0,5 cm <sup>2</sup> )	Teor em açúcares (°Brix)
T <sub>100</sub> (100% ET <sub>c</sub> )	2,76 b	13,05 b	6,13 b	14,67 c
T <sub>70</sub> (70% ET <sub>c</sub> )	3,37 a	14,96 a	6,41 ab	15,12 b
T <sub>50</sub> (50% ET <sub>c</sub> )	3,58 a	15,43 a	6,76 a	15,93 a

A modalidade de rega aplicada afectou a firmeza da polpa e o teor de açúcares em ambas as cultivares. Os frutos em T<sub>100</sub> apresentaram menor dureza da polpa e menor teor em açúcares em relação às modalidades de rega deficitária, o que está de acordo com a tendência geral observada por outros autores (Besset et al., 2001; Alibés et al., 2009; Lopez et al., 2010). No entanto, como o stress hídrico afecta a actividade fotossintética, Besset et al. (2001) só verificaram um efeito positivo no teor em açúcares quando determinado em frutos do mesmo calibre, pelo que atribuem aquela melhoria a um efeito de concentração por redução do tamanho do fruto.

#### 4.5. Determinação da carga óptima

##### 4.5.1. Em função de um objectivo de calibre

A determinação da carga óptima em função de um objectivo de calibre é realizada através das equações das curvas obtidas pelo ajustamento do peso médio e da produtividade em função da carga, que se representam nas Figuras 16 e 17, para o ‘Andross’ e a ‘August Orebrad’, respectivamente. Sendo o ‘Andross’ um fruto mais temporão, poderá estabelecer-se um objectivo de calibre de 60 mm, equivalente a cerca de 124 g para aquela cultivar e um objectivo de calibre de 65 mm, cerca de 154 g, para a ‘August Orebrad’. As Tabelas 6 e 7 apresentam os resultados estimados com as equações das curvas (não especificadas) para a

carga óptima e respectiva produtividade, para o 'Andross' e a 'August Orebrad', respectivamente. As equações das curvas não se especificam neste trabalho porque são “estudos de caso”, ou seja, apenas são válidas para as condições particulares em que decorreu o presente trabalho (A. Ramos, com. pessoal).

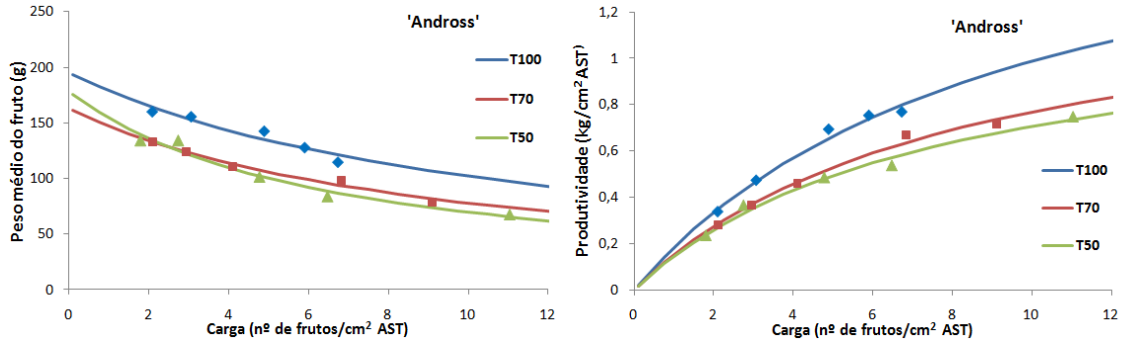


Figura 16: Ajustamento não linear do peso médio do fruto (esquerda) e do índice de produtividade (direita) em função da carga, nas três modalidades de rega ('Andross'). AST - área seccional do tronco.

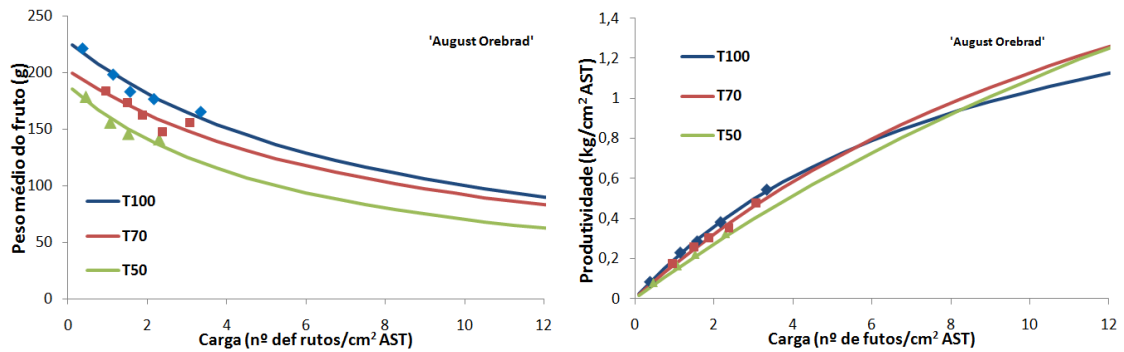


Figura 17: Ajustamento não linear do peso médio do fruto (esquerda) e do índice de produtividade (direita) em função da carga, nas três modalidades de rega ('August Orebrad'). AST - área seccional do tronco.

Tabela 6: Estimativa da carga óptima, produção e produtividade do 'Andross' para um objectivo de frutos com calibre 60 mm ( $\approx 124$  g)

Tratamento	Carga (frutos/cm <sup>2</sup> AST)	Índice de Produtividade (kg/cm <sup>2</sup> AST)	Produção (t/ha)
T <sub>100</sub> (100% ET <sub>c</sub> )	6,25	0,76	37,7
T <sub>70</sub> (70% ET <sub>c</sub> )	2,90	0,37	17,4
T <sub>50</sub> (50% ET <sub>c</sub> )	2,75	0,33	16,1

AST - área seccional do tronco.

Tabela 7: Estimativa da carga óptima, produção e produtividade da 'August Orebrad' para um objectivo de frutos com calibre 65 mm ( $\approx 154$  g)

Tratamento	Carga (frutos/cm <sup>2</sup> AST)	Índice de Produtividade (kg/cm <sup>2</sup> AST)	Produção (t/ha)
T <sub>100</sub> (100% ET <sub>c</sub> )	3,75	0,58	28,6
T <sub>70</sub> (70% ET <sub>c</sub> )	2,60	0,41	18,9
T <sub>50</sub> (50% ET <sub>c</sub> )	1,30	0,18	9,4

AST - área seccional do tronco.

A apresentação dos resultados em forma de curvas do peso médio do fruto e da produtividade em função da carga (Figuras 16 e 17) permite verificar e confirmar os efeitos negativos da carga (curvas descendentes) e da rega deficitária (diferença entre curvas) atrás referidos e discutidos, em particular o efeito da falta de água no crescimento do fruto, que apenas se podia depreender nos resultados anteriores. Também é possível verificar que os efeitos da falta de água são aditivos em relação aos efeitos da carga (não há interação), já que as diferenças entre curvas são sensivelmente constantes em função da carga (curvas paralelas).

Por outro lado, os valores estimados para a carga óptima (Tabelas 6 e 7) mostram que as cargas e as produções no ‘Andross’ (Tabela 3) foram mais baixas no tratamento  $T_{100}$  e mais altas nos tratamentos RD, relativamente à carga óptima estimada para o objectivo de 60 mm. Na ‘August Orebrad’, as cargas e as produções (Tabela 4) foram sempre mais baixas que as estimadas para um objectivo de 65 mm, confirmando a falta de carga das árvores que já atrás foi assinalada. Em ambas as cultivares, é possível verificar que a melhoria do calibre do fruto com estratégias RD, especialmente com restrições mais intensas, obrigaria a uma monda muito severa, com elevada quebra de produtividade e, conseqüentemente, de rendimento.

#### 4.5.2. Em função do rendimento económico

A determinação da carga óptima em função do rendimento económico passa pela construção de um modelo económico baseado nos pressupostos atrás enunciados (em Material e Métodos) e na representação dos resultados económicos em função da carga. As Figuras 18 e 19 apresentam as curvas resultantes desse modelo para o ‘Andross’ e para a ‘August Orebrad’, respectivamente, nos quais entram (recorde-se):

- As equações das curvas de ajustamento do peso médio e da produtividade em função da carga (Figuras 16 e 17);
- As equações das curvas de ajustamento da frequência acumulada por classes de calibre em função do peso médio (Figura 10);
- A valorização das classes de calibre e das cultivares de acordo com a informação do produtor;
- A valorização dos encargos não variáveis com a carga de acordo com a informação do produtor;
- A diferenciação dos encargos com a rega, nos diferentes tratamentos, de acordo com estimativa do produtor;
- A valorização dos encargos com a colheita (variáveis com a carga) em função de um custo por fruto colhido que representa um valor do custo unitário (por kg) de colheita de acordo com a indicação do produtor.

De referir ainda que, os valores dos encargos e das receitas efectuados com base nas estimativas fornecidas pelo produtor não conduzem a um estudo económico muito rigoroso, do ponto de vista do montante do rendimento obtido. No entanto, no contexto deste trabalho, o modelo económico apresentado é uma metodologia que permite determinar a carga e a produção correspondentes ao rendimento máximo, e efectuar a respectiva comparação entre as diferentes modalidades de rega, já que tal depende essencialmente da performance do pomar, ou seja, da relação entre a carga e o peso médio do fruto (A. Ramos, com. pessoal).

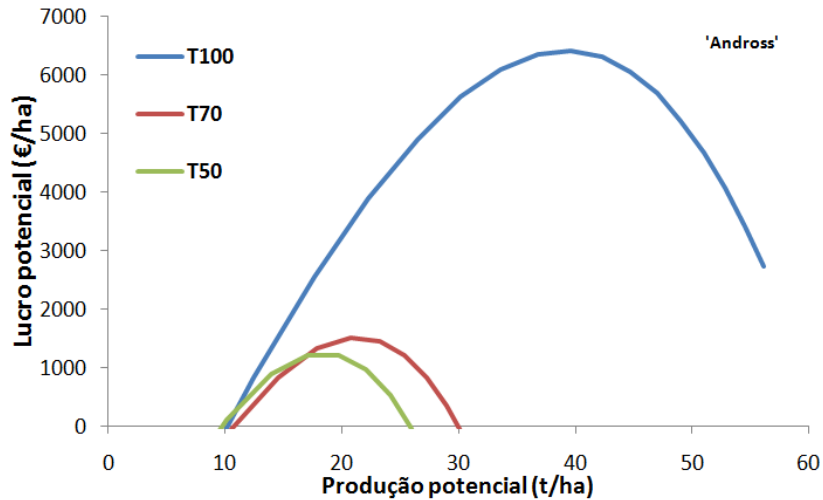


Figura 18: Curvas de rendimento para determinar a carga óptima do pomar nas três modalidades de rega no 'Andross'.

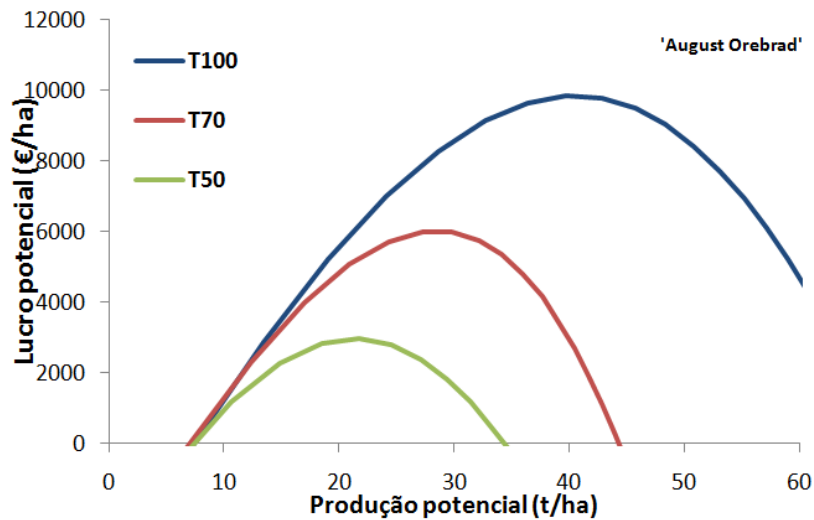


Figura 19: Curvas de rendimento para determinar a carga óptima do pomar nas três modalidades de rega na 'August Orebrad'.

As Tabelas 8 e 9 mostram os resultados estimados da carga, da produtividade e do peso médio, obtidos com as equações das curvas para o ponto máximo (pico) de rendimento económico, para o 'Andross' e a 'August Orebrad', respectivamente.

**Tabela 8:** Estimativa da carga óptima, produtividade, produção e tamanho do fruto em função de um objectivo de máximo rendimento económico nas três modalidades de rega no 'Andross'

Tratamento	Carga (frutos/cm <sup>2</sup> )	Produtividade	Produção	Peso médio do	Calibre médio
	AST)	(kg/cm <sup>2</sup> AST)	(t/ha)	fruto (g)	do fruto (mm)
T <sub>100</sub> (100% ET <sub>c</sub> )	6,75	0,80	39,6	121,0	59,5
T <sub>70</sub> (70% ET <sub>c</sub> )	3,75	0,44	20,7	116,0	58,7
T <sub>50</sub> (50% ET <sub>c</sub> )	3,00	0,35	17,1	121,6	59,6

AST- área seccional do tronco.

**Tabela 9:** Estimativa da carga óptima, produtividade, produção e tamanho do fruto em função de um objectivo de máximo rendimento económico nas três modalidades de rega na 'August Orebrad'

Tratamento	Carga (frutos/cm <sup>2</sup> )	Produtividade	Produção	Peso médio do	Calibre médio
	AST)	(kg/cm <sup>2</sup> AST)	(t/ha)	fruto (g)	do fruto (mm)
T <sub>100</sub> (100% ET <sub>c</sub> )	6,25	0,81	40,8	127,0	61,0
T <sub>70</sub> (70% ET <sub>c</sub> )	4,75	0,67	28,2	128,9	61,3
T <sub>50</sub> (50% ET <sub>c</sub> )	3,75	0,48	21,7	115,6	59,0

AST- área seccional do tronco.

A representação do modelo económico em função da carga mostra em todos os tratamentos que o rendimento económico é baixo com cargas baixas (devido às baixas produções), vai aumentando com a carga até atingir um valor máximo, a partir do qual decresce devido à desvalorização do fruto pelo baixo calibre. É esta variação que permite a determinação da carga óptima relativamente ao máximo rendimento económico, como se pretende neste capítulo. Além disso, a simples observação das curvas permite elucidar sobre o efeito negativo que a depleção do fornecimento de água provoca no rendimento económico, devido essencialmente ao seu efeito sobre o crescimento dos frutos, do qual depende a respectiva valorização.

Pelos resultados das Tabelas 8 e 9, pode verificar-se que os valores da carga e da produção obtidos (Tabela 4) foram sempre inferiores aos estimados para a carga óptima na nectarina, confirmando a baixa carga (e produção) das árvores e, certamente, um rendimento económico abaixo do máximo estimado para a parcela de pomar desta cultivar. No 'Andross', verificou-se que os resultados (Tabela 3) do tratamento T<sub>100</sub> ficaram aquém dos estimados para a carga óptima para o máximo rendimento, enquanto nos tratamentos de rega deficitária foram superiores. Desta forma, será de supor que o rendimento máximo estimado para a parcela de pomar da cultivar não foi obtido, por falta de carga (e produção) no tratamento T<sub>100</sub> e por excesso de carga e, conseqüentemente, baixo calibre nos tratamentos RD.

De salientar ainda que as cargas óptimas para o máximo rendimento económico se poderiam ter obtido com calibres médios relativamente baixos, próximos de 60 mm (entre 115 e 130 g), independentemente da cultivar, da carga e dos tratamentos de rega, o que faz supor que cada pomar, em função das suas condições particulares, tem um comportamento

específico e que não se pode generalizar. Segundo A. Ramos (com. pessoal) este comportamento ou performance do pomar traduzir-se-á essencialmente pela inclinação das curvas do peso médio em função da carga, uma vez que verificou, em pêra 'Rocha', que os pomares com curvas mais inclinadas conduziram a máximos de rendimento económico com cargas mais baixas e, conseqüentemente, calibres mais elevados, uma vez que compensam melhor a perda de carga com o crescimento do fruto.

## 5. Conclusões e Considerações finais

De acordo com os objectivos definidos para o presente estudo, e do seguimento das metodologias julgadas mais adequadas, foi possível apurar algumas conclusões que se registam seguidamente. É importante ter em conta que este estudo, de alcance sobretudo académico, se baseia em resultados apurados em apenas um ano de ensaios. É por isso prudente que para concluir de forma mais categórica, estes ensaios devem ter continuidade e devem ser alargados a outros sítios com características edafo-climáticas diferentes. Regista-se também que devido às condições meteorológicas anormais verificadas nos meses de Abril e Maio do ano em decorreram os ensaios, ou seja ocorrência de chuva durante aqueles meses com a manutenção de teores de humidade elevados no solo, impediram que se verificasse os efeitos benéficos da rega deficitária durante a fase de endurecimento do caroço observados por outros autores, traduzidos por economia de água sem prejuízo da produção e provável incremento nos parâmetros qualitativos.

Após a conclusão do presente trabalho, é possível verificar que o regime hídrico tem influência marcada no crescimento do fruto, na produção, na qualidade e no rendimento económico da cultura do pessegueiro em zonas caracterizadas por elevada aridez, apesar dos resultados, mais uma vez, se reportarem apenas a um ano de ensaio e um mesmo local.

Uma estratégia de RD do pessegueiro não deve impor restrições na fase III, de crescimento rápido do fruto, sob pena de fortes quebras no crescimento do fruto, na produção e no rendimento económico do agricultor, sugerindo-se a continuação da experimentação no sentido de uma estratégia de DRC, ou seja, com limitação de água apenas na fase II, de crescimento lento e endurecimento do endocarpo. O efeito negativo da limitação de água na fase III é crítico no crescimento do fruto, mesmo em situações de RD menos intensa, especialmente com mondas pouco severas ou ineficientes.

A melhoria da qualidade traduzida pela maior concentração de açúcares é apenas “aparente”, pois consegue-se à custa de uma forte redução no calibre e, conseqüentemente, da produção e do rendimento do produtor. A melhoria do calibre através da regulação da carga, para compensar a falta de água, só se consegue com mondas muito intensas, reduzindo drasticamente as produções e, conseqüentemente, o rendimento do agricultor.

## Referências bibliográficas

- Abreu, H.J.M., Rodrigo, J. 1983. III Curso Internacional de riego localizado. INIA, Canárias.
- Abrisqueta, J.M., Mounzer, O., Álvarez, S., Conejero, W., Orellana, Y.G., Tapia, L.M., Vera, J., Abrisqueta, I., Sánchez, M.C. 2008. Root dynamics of peach trees submitted to partial rootzone drying and continuous deficit irrigation. *Agriculture Water Management*, 95: 959-967.
- Alibés, O., González, J., Carbó, J. 2009. Respuesta del melocotón de calanda al riego deficitario. Disponível em: [http://digital.csic.es/bitstream/10261/27186/1/FaciJM\\_CongNalRiegos\\_2010.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/27186/1/FaciJM_CongNalRiegos_2010.pdf). Acedido a 27-01-2011.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. 1998. *Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome, Italy.
- Besset, J., Génard, M., Girard, T., Serra, V., Bussi, C. 2001. Effect of water stress applied during the final stage of rapid growth on peach trees (cv. Big-Top). *Agricultural Water Management*, 91: 289-303.
- Bravdo, B., Naor, A. 1996. Effect of water regime on productivity and quality of fruit and wine. *Acta Horticulturae*, 427, 15-26.
- Cabello, F.P. 1990. *Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF)*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Chalmers, D.J., Mitchell, P.D., van Heek, L. 1981. Control of peach tree growth and productivity by regulated water supply, tree density and summer pruning. *Journal of the American Society for Horticulture Science*, 106: 307-312.
- Costa, J.M., Ortuno, M.F., Chaves, M.M., 2007. Deficit irrigation as a strategy to save water: physiology and potential application to horticulture. *Journal of Integrative Plant Biology*, 49: 1421-1434.
- Domingo, R., Ruiz-Sánchez, M.C., Sánchez-Blanco, N.J., Torrecillas, A. 1996. Water relations, growth and yield of Fino lemon trees under regulated deficit irrigation. *Irrigation Science*, 16: 115-123.
- Dorenboos, J., Kassam, A.H. 1979. *Yield response to water*. FAO Irrigation and Drenage Paper 33, Rome, Italy.
- Dyson, T. 1999. World food trends and prospects to 2025. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 96: 5929-5936.
- Ebel, R.C., Proebsting, E.L., Evans, R.G. 1995. Deficit irrigation to control vegetative growth in apple and monitoring fruit growth to schedule irrigation. *HortScience*, 30: 1229- 1232.
- Fan, T., Stewart, B.A., Payne, W.A., Wang, Y., Song, S., Luo, J., Robinson, C.A. 2005. Supplemental irrigation and water: yield relationships for plasticulture crops in the loess plateau of China. *Agronomy Journal*, 97: 177-188.
- Fereres, E., Evans, R.G. 2006. Irrigation of fruit trees and vines: an introduction. *Irrigation Science*, 24: 55-57.
- Fereres, E., Goldhamer, D.A., Parsons, L.R. 2003. Irrigation water management of horticulture crops. Historical review compiled for the American Society of Horticulture Science's 100<sup>th</sup> Anniversary. *HortScience*, 38: 1036-1042.
- Fereres, E., Soriano, M.A. 2007. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, 58: 147-159.
- Girona, J., Mata, M., Goldhamer, D.H., Johnson, R.S., DeJong, T.J. 1993. Patterns of soil and tree water status and leaf functioning during regulated deficit irrigation scheduling in peach. *Journal of the American Society of*

- Horticulture Science*, 118: 580-586.
- Goldhamer, D.A., Salinas, M. 2000. Evaluation of deficit irrigation on mature orange trees grown under high evaporative demand. *In: Proceedings of the International Society of Citriculture, IX Congress*, pp. 227-231.
- Goldhamer, D.A., Viveros, M. 2000. Effects of preharvest irrigation cutoff durations and postharvest water deprivation on almond tree performance. *Irrigation Science*, 24: 101-114.
- GPP. 2006. *Anuário Vegetal 2006*. Gabinete de Planeamento e Políticas. CASTEL - Publicações e Edições, SA, Lisboa
- IA. 2001. *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água*. Instituto da Água. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Lisboa.
- Jury, W.A., Vaux, Jr. H. 2005. The role of science in solving the world's emerging water problems. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 102: 15715-15720.
- Kijne, J.W., Barker, R., Molden, D.J. 2003. *Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement*. Wallingford, UK: CABI, IWMI.
- Leonard, J. 1977. *The first farmers*. Time Life International, Neederland.
- Lopez, G., Behboudian, M.H., Vallverdu, X., Mata, M., Girona, J., Marsal, J. 2010. Mitigation of severe water stress by fruit thinning in 'O'Henry' peach: Implications for fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 125: 294-300.
- Martin, D.L., Gilley, J.R. 1993. *Chapter 2-Irrigation water requirements*. Part 623 National Engineering Handbook.
- McCarthy, M.G., Loveys, B.R., Dry, P.R., Stoll, M. 2002. Regulated deficit irrigation and partial rootzone drying as irrigation management techniques for grapevines. *In: FAO Water Reports Paper 22. Deficit irrigation practices*, Rome, Italy, pp. 79-87.
- Mitchell, P.D., Chalmers, D.J. 1982. The effect of reduced water supply on peach tree growth and yields. *Journal of the American Society of Horticulture Science*, 107: 853-856.
- Monteith, J.L. 1990. Conservative behavior in the response of crops to water and light. *In: Rabbinge, R., Goudriaan, J., van Keulen, H., Penning de Vries, F.W.T., van Laar, H.H., eds., Theoretical production ecology: reflections and prospects*. Pudoc, Wageningen, pp. 3-16.
- Monteith, J.L., Unsworth, M.H. 1990. *Principles of environmental physics* (2<sup>nd</sup> ed.). Edward Arnold, London.
- Moriana, A., Orgaz, F., Pastor, M., Fereres, E. 2003. Yield responses of mature olive orchards to water deficits. *Journal of the American Society for Horticulture Science*, 123: 425-431.
- Penman, H.L. 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceedings of the Royal Society of London, Series A*, 193: 120-148.
- Postel, S.L., Daily, G.C., Ehrlich, P.R. 1996. Human appropriation of renewable freshwater. *Science*, 271: 785-788.
- Ramos, A., Marques, L., Lopes, R., Ribeiro, E., Martins, J.M.S. 2008. The "yield potential" - a new methodology to relate orchard productivity and fruit quality. *Acta Horticulturae* (ISHS), 800: 225-230.
- Ramos, A., Marques, L., Lopes, R., Ribeiro, E., Martins, J.M.S. 2010. A "metodologia do potencial produtivo" na gestão integrada do pomar. I - Carga óptima. *Actas Portuguesas de Horticultura*, 16, 7-15.
- Raposo, J.R. 1996. *A rega - dos primitivos regadios às modernas técnicas de rega*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

- Rawls, W.J., Ahuja, L.R., Brakensiek, D.L. 1992. Estimating soil hydraulic properties from soils data. *In: van Genuchten, M.T., Leij, F.J., Lund, L.J., eds., Proceedings of the International Workshop on Indirect Methods for Estimating the Hydraulic Properties of Unsaturated Soils*, University of California, Riverside, pp. 329-341.
- Richards F.J. 1969. The quantitative analysis of growth. *In: Steward, F.C., ed., Plant Physiology, a Treatise*, vol. 5A: pp. 3-76.
- Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E. 2006. On the conservative behavior of biomass water productivity. *Irrigation Science* (in press).
- Tanner, C.B., Sinclair, T.R. 1983. Efficient water use in crop production: research or re-search? *In: Taylor, H.M., Jordan, W.R., Sinclair, T.R., eds., Limitations to efficient water use in crop production*, American Society of Agronomy, pp. 1-25.
- Varenes, A. 2003. *Produtividade dos solos e ambiente*. Escolar Editora, Lisboa.
- Veihmeyer, F.J. 1972. The availability of soil moisture to plants: results of empirical experiments with fruit trees. *Soil science*, 144: 268-294.
- Winpenny, J.T. 2002. Managing water scarcity for water security. *In: E-mail conference: Water: Source of Food Security*, FAO Land and Water Development Division.
- UCAR. 2005-2008. Curso Básico de Ciência Hidrológica. Estudo do Ciclo Hidrológico. Secção Quatro: Água da Superfície. University Corporation for Atmospheric Research. Disponível em: [http://www.meted.ucar.edu/hydro/basic/HydrologicCycle\\_bp/print\\_version/04-surface\\_water.htm](http://www.meted.ucar.edu/hydro/basic/HydrologicCycle_bp/print_version/04-surface_water.htm). Acedido a 27-01-2011.
- Zwart, S.J., Bastiaanssen, W.G.M. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. *Agricultural Water Management*, 69: 115-133.

**ANEXO I**

Resultados da análise de solos



LABORATÓRIO DE SOLOS E FERTILIDADE  
BOLETIM ANALÍTICO DE AMOSTRAS DE SOLOS

Entidade requerente: Análise Realizadas no Âmbito do Trabalho de Mestrado da Aluna Carla Inês  
Nº Contribuinte:  
Nome do Proprietário: Quinta da Fadagosa  
Morada: Soalheira  
Cod. Postal:

Data de Entrada: 03/05/2011  
Data de Colheita: ---

PARÂMETROS	Nº da amostra Parcela		31542 VAR. AD		31543 VAR. AD	
			Junto ao caminho		Meio da linha	
Humidade	105° C	%	0,97		0,75	
Terra Fina		%				
Areia Grossa		%	45,09		47,05	
Areia fina		%	22,85		23,84	
Limo		%	13,90		13,09	
Argila		%	18,16		16,02	
Classe de Textura			Franco Arenosa		Franco Arenosa	
Textura Manual <sup>*1</sup>						
pH (H <sub>2</sub> O)			6,4	P.Ac.	6,3	P.Ac.
pH (KCl)						
Matéria Orgânica		%	0,8	B	0,6	B
Fósforo "assimilável"	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg.kg <sup>-1</sup>	>200	M.A	97	M
Potássio "assimilável"	K <sub>2</sub> O	mg.kg <sup>-1</sup>	>200	M.A	80	M
Condutividade eléctrica		µS.cm <sup>-1</sup>				
Azoto Total (na M.S.)	N-Total	g.kg <sup>-1</sup>				
Azoto Amoniacal	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	g.kg <sup>-1</sup>				
Nitratos	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	g.kg <sup>-1</sup>				
Cloretos	Cl <sup>-</sup>	%				
Ferro Total	Fe	%				
Zinco Total	Zn	mg.kg <sup>-1</sup>				
Cobre Total	Cu	mg.kg <sup>-1</sup>				
Crómio Total	Cr	mg.kg <sup>-1</sup>				
Níquel Total	Ni	mg.kg <sup>-1</sup>				
Chumbo Total	Pb	mg.kg <sup>-1</sup>				
Manganês Total	Mn	mg.kg <sup>-1</sup>				
Cádmio Total	Cd	mg.kg <sup>-1</sup>				
Acidez Total <sup>*2,*3</sup>		ton/ha				
Necessidade em Calcário		ton/ha				
Bases de troca						
Cálcio	Ca <sup>2+</sup>	cmol <sub>(+)</sub> .kg <sup>-1</sup>				
Magnésio	Mg <sup>2+</sup>	cmol <sub>(+)</sub> .kg				
Potássio	K <sup>+</sup>	cmol <sub>(+)</sub> .kg				
Sódio	Na <sup>+</sup>	cmol <sub>(+)</sub> .kg				
Relação Ca <sup>2+</sup> /Mg <sup>2+</sup>						
Boro	B	mg.kg <sup>-1</sup>				

Notas:

M.Ac = Muito Ácido; Ac = Ácido; P.Ac = Pouco Ácido; N = Neutro; P.Al = Pouco Alcalino; Al = Alcalino; M.Al = Muito Alcalino. M.B = Muito Baixo; B = Baixo; M = Médio; A = Alto; M. A = Muito Alto.

<sup>\*1</sup> Grosseira – Arenosa, Areno-Franco, Franco-Arenosa

Média – Franca, Franco-Limosa, Franco-Argilo-Arenosa, Limosa

Fina – Franco-Argilosa, Franca Argilo Limosa, Argilo-Arenosa, Argilo-Limosa, ou Argilosa

<sup>\*2</sup> – Não é necessário avaliar a necessidade em cal, quando o pH é ≥ a 6,6

<sup>\*3</sup> – Não deve incorporar no solo valores superiores a 5 ton/ha de calcário numa só aplicação

<sup>\*4</sup> – Por apresentar teores de M.O superiores a 5%, não é determinada a textura, nem classificado o teor em M.O

n.q. – não quantificável

Castelo Branco, 18 de Maio de 2011

Responsável do Laboratório

(Prof. Doutora Maria do Carmo Horta)

(A representatividade das amostras, não é da responsabilidade do LSF da ESACB, porque a amostragem não é da sua competência.)



Instituto Politécnico de Castelo Branco  
Escola Superior Agrária

LABORATÓRIO DE SOLOS E FERTILIDADE  
BOLETIM ANALÍTICO DE AMOSTRAS DE SOLOS

PARÂMETROS	Nº da amostra Parcela		31544 VAR. AO Zona mais baixa		31545 VAR. AO Zona mais elevada	
	Humidade	105° C	%	0,77		0,74
Terra Fina		%				
Areia Grossa		%	48,96		43,88	
Areia fina		%	24,97		26,68	
Limo		%	11,61		14,87	
Argila		%	14,45		14,57	
Classe de Textura			Franco Arenosa		Franco Arenosa	
Textura Manual <sup>*1</sup>						
pH (H <sub>2</sub> O)			6,0	P.Ac.	6,4	P.Ac.
pH (KCl)						
Matéria Orgânica		%	2,1	M	0,8	B
Fósforo "assimilável"	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg.kg <sup>-1</sup>	>200	M.A	194	A
Potássio "assimilável"	K <sub>2</sub> O	mg.kg <sup>-1</sup>	130	A	120	A
Condutividade eléctrica		µS.cm <sup>-1</sup>				
Azoto Total (na M.S.)	N-Total	g.kg <sup>-1</sup>				
Azoto Amoniacal	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	g.kg <sup>-1</sup>				
Nitratos	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	g.kg <sup>-1</sup>				
Cloretos	Cl <sup>-</sup>	%				
Ferro Total	Fe	%				
Zinco Total	Zn	mg.kg <sup>-1</sup>				
Cobre Total	Cu	mg.kg <sup>-1</sup>				
Crómio Total	Cr	mg.kg <sup>-1</sup>				
Níquel Total	Ni	mg.kg <sup>-1</sup>				
Chumbo Total	Pb	mg.kg <sup>-1</sup>				
Manganês Total	Mn	mg.kg <sup>-1</sup>				
Cádmio Total	Cd	mg.kg <sup>-1</sup>				
Acidez Total <sup>*2,*3</sup>		ton/ha				
Necessidade em Calcário						
Bases de troca						
Cálcio	Ca <sup>2+</sup>	cmol <sub>(+)</sub> .kg <sup>-1</sup>				
Magnésio	Mg <sup>2+</sup>	cmol <sub>(+)</sub> .kg				
Potássio	K <sup>+</sup>	cmol <sub>(+)</sub> .kg				
Sódio	Na <sup>+</sup>	cmol <sub>(+)</sub> .kg				
Relação Ca <sup>2+</sup> /Mg <sup>2+</sup>						
Boro	B	mg.kg <sup>-1</sup>				

## Notas:

M.Ac = Muito Ácido; Ac = Ácido; P.Ac = Pouco Ácido; N = Neutro; P.Al = Pouco Alcalino; Al = Alcalino; M.Al = Muito Alcalino. M.B = Muito Baixo; B = Baixo; M = Médio; A = Alto; M. A = Muito Alto.

<sup>\*1</sup> Grosseira – Arenosa, Arenó-Franco, Franco-Arenosa

Média – Franca, Franco-Limosa, Franco-Argilo-Arenosa, Limosa

Fina – Franco-Argilosa, Franca Argilo Limosa, Argilo-Arenosa, Argilo-Limosa, ou Argilosa

<sup>\*2</sup> – Não é necessário avaliar a necessidade em cal, quando o pH é ≥ a 6,6

<sup>\*3</sup> – Não deve incorporar no solo valores superiores a 5 ton/ha de calcário numa só aplicação

<sup>\*4</sup> – Por apresentar teores de M.O superiores a 5%, não é determinada a textura, nem classificado o teor em M.O

n.q. – não quantificável

Castelo Branco, 18 de Maio de 2011

Responsável do Laboratório

(Prof. Doutora Maria do Carmo Horta)

(A representatividade das amostras, não é da responsabilidade do LSF da ESACB, porque a amostragem não é da sua competência.)

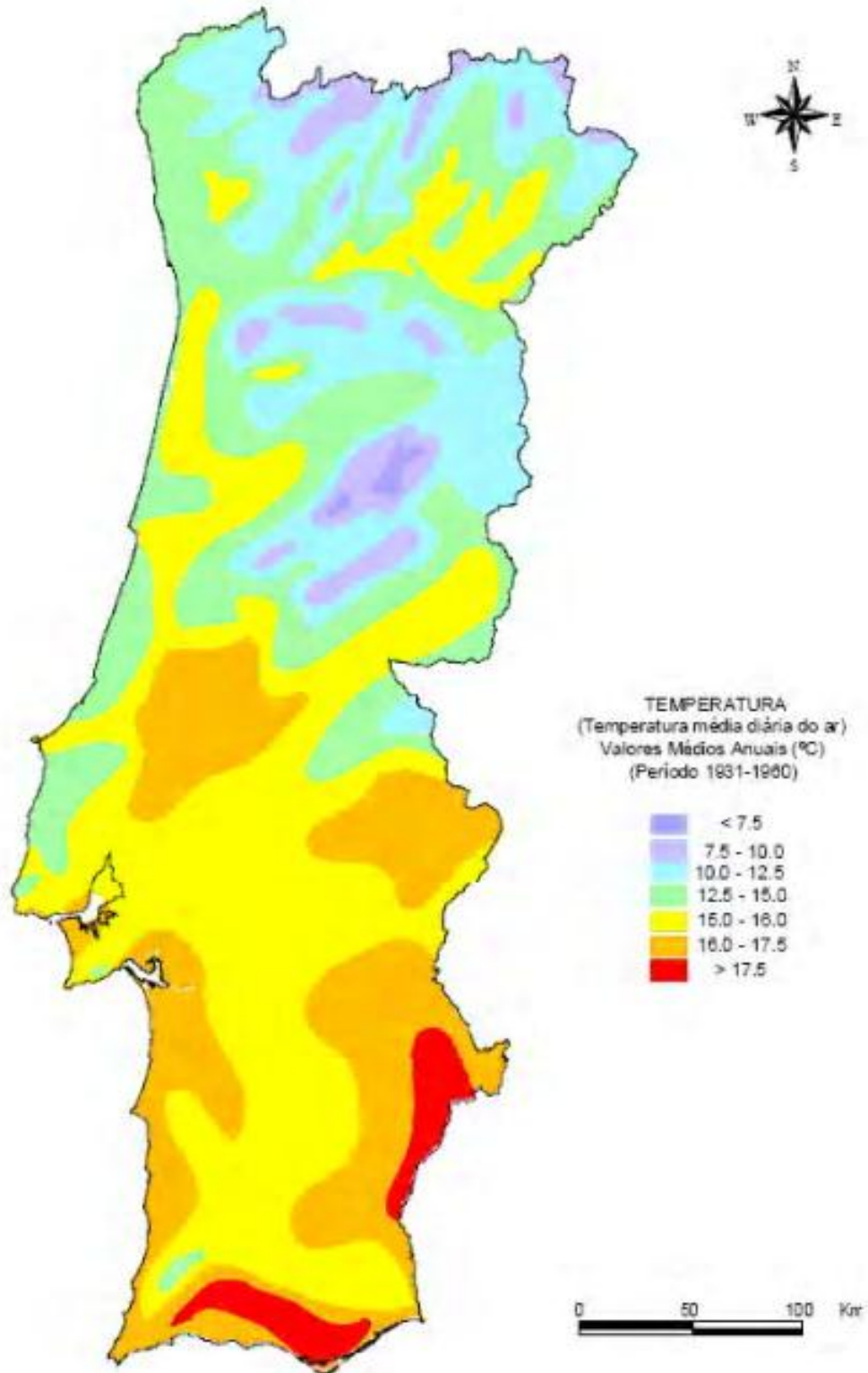
PARÂMETROS	UNIDADES	MÉTODO ANALÍTICO
Análise Granulométrica (Areia Grossa, Areia Fina, Limo e Argila)	%	Método da Pipeta de Robinson
Humidade	%	Norma ISO 11465:1993 – Método Gravimétrico
Terra Fina	%	Norma ISO 11465:1993 – Método Gravimétrico
Textura Manual		---
pH (H <sub>2</sub> O e KCl)		Norma ISO 10390:2005 – Potenciometria (em suspensão 1:2,5)
Matéria Orgânica	%	Método de Walkley e Black (Modificado)
Fósforo "assimilável"	mg.kg <sup>-1</sup>	Método de Egner et al (1960)
Potássio "assimilável"	mg.kg <sup>-1</sup>	Método de Egner et al (1960)
Condutividade eléctrica	µS.cm <sup>-1</sup>	Método Interno (Conduvímetero, em suspensão 1:5)
Azoto Total	g.kg <sup>-1</sup>	Método de Kjeldahl (Modificado)
Azoto Amoniacal	g.kg <sup>-1</sup>	Método de Kjeldahl (Modificado)
Nitratos	g.kg <sup>-1</sup>	Método de Kjeldahl (Modificado)
Cloretos	%	Método de Mohr
Metais Pesados: Zinco, Cobre, Crómio, Cádmio, Níquel e Chumbo	mg.kg <sup>-1</sup>	Norma ISO 11466:2005 (Extracção por Água Régia) e Doseamento por Espectrofotometria de Absorção Atómica
Acidez Total (Necessidade em Calcário)	ton/ha	Método de extracção com Cloreto de Potássio e doseamento por colorimetria
Bases de troca: Cálcio, Magnésio, Potássio e Sódio	cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup>	Método do Acetato de Amónio tamponizado a pH = 7,0 (Extracção) e doseamento por Espectrofotometria de Absorção Atómica
Boro	mg.kg <sup>-1</sup>	Método de extracção por água fervente e doseamento por colorimetria

Tabela com a relação Ca/Mg mais favorável à nutrição das plantas em Mg e seu efeito sobre algumas propriedades físicas do solo

Classificação	Relação Ca/Mg	Apreciação
Muito Baixa	< 1,5	Muito desfavorável para as propriedades físicas do solo
Baixa	1,6-2,5	Desfavorável para as propriedades físicas do solo
Média	2,6-4,0	Adequada
Alta	4,1-8,0	Desfavorável para a nutrição da planta em Mg
Muito Alta	> 8,0	Muito desfavorável para a nutrição da planta em Mg

**ANEXO II**

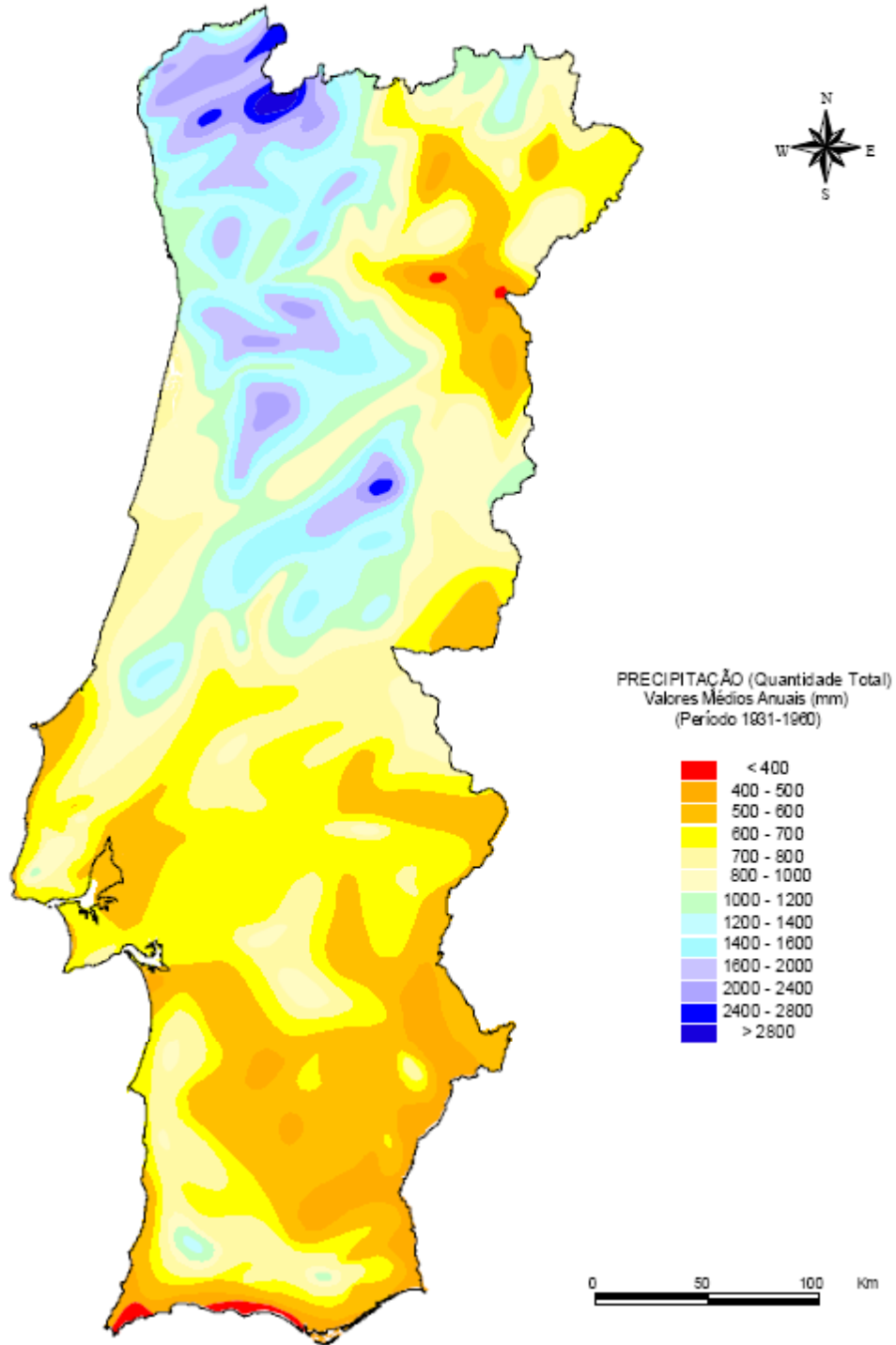
Mapa da Temperatura média diária do ar



Adaptado do Atlas Digital do Ambiente

**ANEXO III**

Mapa da precipitação (Quantidade total)



Adaptado do Atlas do Ambiente

**ANEXO IV**

Cálculo das necessidades hídricas diárias da cultura

Rega deficitária (RD) em pessegueiro na Cova da Beira

Data	Temp. máx. (°C)	Temp. mín. (°C)	HR máx. (%)	HR mín. (%)	Velc. Vento (m/s)	ET <sub>0</sub> (mm)	ET <sub>c</sub> (mm)	NHc (mm) 'Andross'	NHc (mm) 'August Orebrad'
15-Jun	28,3	12,1	82	27	0,6	6,15	6,765	4,7355	4,7355
16-Jun	27,7	11,6	92	23	1,3	5,35	5,885	4,1195	4,1195
17-Jun	27,5	8,4	86	25	0,8	5,81	6,391	4,4737	4,4737
18-Jun	33,4	12,4	77	21	0,7	5,64	6,204	4,3428	4,3428
19-Jun	33,6	17,7	74	24	0,9	6,41	7,051	4,9357	4,9357
20-Jun	34,1	14,7	80	13	0,8	6,29	6,919	4,8433	4,8433
21-Jun	28,8	14,6	75	27	1,4	6,48	7,128	4,9896	4,9896
22-Jun	29,3	10,6	84	19	1,5	5,89	6,479	4,5353	4,5353
23-Jun	33,8	19,4	43	17	1,5	6,47	7,117	4,9819	4,9819
24-Jun	37	19,6	46	17	0,6	6,97	7,667	5,3669	5,3669
25-Jun	36,5	19,5	66	22	0,5	6,30	6,93	4,851	4,851
26-Jun	34,3	19,1	78	22	0,9	6,15	6,765	4,7355	4,7355
27-Jun	34,3	19,1	78	22	0,9	6,30	6,93	4,851	4,851
28-Jun	32,7	15,3	93	22	0,7	6,08	6,688	4,6816	4,6816
29-Jun	31	17	65	19	2,6	7,45	8,195	5,7365	5,7365
30-Jun	33,3	15,8	50	17	2,4	8,16	8,976	6,2832	6,2832
01-Jul	32,7	19,1	46	14	1,1	6,20	6,82	4,774	4,774
02-Jul	33,1	16,9	62	17	1,1	6,45	7,095	4,9665	4,9665
03-Jul	27,3	10,4	92	30	1,0	5,50	6,05	4,235	4,235
04-Jul	32	12,2	89	24	0,5	5,92	6,512	4,5584	4,5584
05-Jul	33,2	14,2	76	21	1,1	6,62	7,282	5,0974	5,0974
06-Jul	28,2	13,4	87	22	1,0	5,50	6,05	4,235	4,235
07-Jul	23,7	9,4	86	29	1,0	4,84	5,324	3,7268	3,7268
08-Jul	27,6	9	86	31	1,1	5,70	6,27	4,389	4,389
09-Jul	23,8	13,6	89	50	0,2	4,02	4,422	3,0954	3,0954
10-Jul	30,7	12,6	89	24	0,7	5,78	6,358	4,4506	4,4506
11-Jul	31,3	13,2	83	24	0,6	5,74	6,314	4,4198	4,4198
12-Jul	26,9	13,7	87	33	1,9	5,62	6,182	4,3274	4,3274
13-Jul	27,6	13,8	62	22	2,6	7,68	8,448	5,9136	5,9136
14-Jul	29,8	17,4	58	27	1,6	6,04	6,644	4,6508	4,6508
15-Jul	33,5	19,1	62	19	1,1	6,22	6,842	4,7894	4,7894
16-Jul	32	16,9	68	22	1,5	6,48	7,128	4,9896	4,9896
17-Jul	26,9	16,6	73	27	2,2	5,74	6,314	4,4198	4,4198
18-Jul	28,1	11,8	68	25	2,0	6,29	6,919	4,8433	4,8433
19-Jul	28	17,1	75	17	2,3	6,21	6,831	4,7817	4,7817
20-Jul	32,4	17,6	49	20	2,2	7,35	8,085	5,6595	5,6595
21-Jul	31,1	17,5	70	21	1,9	6,55	7,205	5,0435	5,0435
22-Jul	31,6	17,3	56	20	2,3	7,19	7,909	5,5363	5,5363
23-Jul	32,7	18,7	62	19	1,6	6,56	7,216	5,0512	5,0512
24-Jul	32,3	19,9	48	19	2,3	7,23	7,953	5,5671	5,5671

25-Jul	33,5	21,6	53	21	1,9	6,82	7,502	5,2514	5,2514
26-Jul	34,9	20,6	60	22	1,7	6,95	7,645	5,3515	5,3515
27-Jul	34	21,9	45	17	3,0	8,32	9,152	6,4064	6,4064
28-Jul	27	22,6	32	21	2,5	6,01	6,611	4,6277	4,6277
29-Jul	34,8	18,5	60	20	1,1	6,32	6,952	4,8664	4,8664
30-Jul	35,3	13,7	65	14	0,6	5,97	6,567	4,5969	4,5969
31-Jul	34,3	17,3	64	23	0,7	5,77	6,347	4,4429	4,4429
01-Ago	30,6	15,6	88	26	0,9	5,38	5,918	4,1426	4,1426
02-Ago	27	15,5	94	43	0,7	4,42	4,862	3,4034	3,4034
03-Ago	31,6	12,8	94	17	0,4	5,16	5,676	3,9732	3,9732
04-Ago	33,8	16,1	79	18	1,0	6,04	6,644	4,6508	4,6508
05-Ago	30,4	18,9	76	24	1,5	5,56	6,116	4,2812	4,2812
06-Ago	22,4	18,9	77	51	0,5	2,72	2,992	2,0944	2,0944
07-Ago	29,8	12,9	93	16	0,9	5,28	5,808	4,0656	4,0656
08-Ago	31,6	15,6	71	13	2,2	6,93	7,623	5,3361	5,3361
09-Ago	35,4	20,1	32	12	2,3	7,90	8,69	6,083	6,083
10-Ago	37	21,8	32	15	1,6	7,07	7,777		5,4439
11-Ago	36,9	22	45	20	0,5	5,21	5,731		4,0117
12-Ago	28,8	22,1	68	24	1,0	4,31	4,741		3,3187
13-Ago	34,6	16,8	88	19	0,6	5,42	5,962		4,1734
14-Ago	34	16,3	78	18	0,9	5,67	6,237		4,3659
15-Ago	35,3	16,8	80	23	0,7	5,62	6,182		4,3274
16-Ago	34,2	16,1	94	14	0,8	5,52	6,072		4,2504
17-Ago	33,3	13	95	17	0,7	5,40	5,94		4,158
18-Ago	33,2	12,6	79	17	0,5	5,07	5,577		3,9039
19-Ago	37,8	15,7	70	16	0,6	5,71	6,281		4,3967
20-Ago	36,5	24,1	54	19	1,0	5,48	6,028		4,2196
21-Ago	26,6	16,6	93	37	0,7	3,86	4,246		2,9722
22-Ago	27,6	16	94	36	0,3	3,80	4,18		2,926
23-Ago	28	15,6	89	38	0,8	4,22	4,642		3,2494
TOTAL								265,5576	321,2748

$K_{cb} = 1,10$ ,  $K_t = 0,70$ ,  $Ccl = 0,90$  e  $E_a = 0,90$ .