

A sustentabilidade da produção hortícola: a água para rega¹

Mário Reis

Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, FCT - Edif. 8, 8005-139 Faro,
MED - Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento,
mreis@ualg.pt

Resumo

A água-doce é um recurso natural essencial para a prosperidade da vida na Terra, e em particular para garantir a segurança na produção dos alimentos através da agricultura, que a utiliza em grande quantidade. A água disponível para a rega é menos de 1% da existente na Terra e circula permanentemente através do designado Ciclo da Água, o qual está sujeito às alterações do clima. No continente português, ocorreu ao longo do último século uma redução da precipitação média anual, com elevadas variações anuais. Por outro lado, tem aumentado a área agrícola regada, e apesar da enorme melhoria dos métodos de rega e da sua eficiência, aumentou muito o uso de água na agricultura, com origem em aquíferos subterrâneos e de superfície. A solução para o conflito entre a redução da água disponível e o aumento do seu consumo exige tomar medidas a diferentes níveis, nomeadamente pelas explorações agrícolas e pela administração central. A escassez de água ocorre por três causas: seca, contaminação e desperdício. O controlo do desperdício deve efectuar-se em qualquer nível de intervenção. A redução das outras causas requer medidas como o controlo das fontes de poluição da água, a adaptação e alteração das tecnologias de cultivo e das culturas; a retenção da água pluvial em pequenas e grandes albufeiras; a monitorização dos aquíferos subterrâneos; o tratamento de águas residuais; o transvase e a dessalinização de água do mar ou de outras origens. Dispor de mais água é essencial, mas é também indispensável melhorar os estilos de vida, informando e consciencializando as pessoas com vista ao uso sustentável da água.

Palavras-chave: horticultura protegida, cultivo sem solo.

Abstract

Fresh water is a vital natural resource for the prosperity of life and to ensure the security of food production through agriculture, that uses it in large quantities. The water available for irrigation is less than 1% of that on Earth and is permanently circulated through the Water Cycle, which is subject to variations caused by climate changes. On the Portuguese mainland, there has been a reduction in average rainfall over the last century, with high annual variations. On the other hand, the area irrigated has increased, and despite the enormous improvement in irrigation methods and their efficiency, the use of water in agriculture has increased significantly, both from underground and surface aquifers. The solution to the conflict between the regional reduction of available water and the increase in consumption requires measures at different levels, on farms and by

¹ Reis, M. 2022. A sustentabilidade da produção de pequenos frutos: a água para a rega. VI Colóquio Nacional da Produção de Pequenos Frutos, organizado pelo INIAV, APH, COTHN, em coorganização com o Município de Odemira, 22 e 23 de Maio de 2021. Actas Portuguesas de Horticultura 35: 189-198. <https://aphorticultura.pt/wp-content/uploads/atas/Actas%20Portuguesas%20de%20Horticultura%20N35.pdf>

the central administration. The lack of water occurs for three reasons: drought, contamination, and waste. Controlling waste is a measure applicable at any decision level, but the other causes require measures that include the adaptation or change of cultivation technologies and crops; retention of rainwater in small and large reservoirs; monitoring of underground aquifers; wastewater treatment; transfer and desalination of water from the sea or from other sources. Having more water is essential, but it is also essential to improve lifestyles, informing and making people aware of the sustainable use of water.

Keywords: protected crops, soilless culture.

Introdução

A prosperidade do Homem na Terra esteve desde sempre associada à disponibilidade de água-doce (doravante referida por água). Esta dependência tem-se acentuado devido à crescente utilização deste recurso natural renovável, em particular para o aumento da produção agrícola, estimando-se que a maior parte da água extraída, pelo menos 70%, seja usada na rega (FAO, 2012). A água disponível para a rega representa menos de 1% da total existente na Terra, beneficia cerca de 20% dos solos agrícolas, os quais fornecem cerca de 40% da produção agrícola mundial (Rosegrant et al., 2009). Parte importante da água de rega provém de aquíferos subterrâneos, cuja utilização sustentável depende da respectiva capacidade de recarga. Estima-se que a nível mundial 21 a 37% dos aquíferos subterrâneos estejam a ser sobre-explorados e que 15 a 35 % da água usada na rega provenha de fontes não sustentáveis (Rosegrant et al., 2009; Garcia-Caparrós et al., 2017). Uma insuficiente recarga dos aquíferos subterrâneos face à extracção realizada conduz ao seu esgotamento, mas antes disso pode começar a ocorrer intrusão salina, antecipando a impossibilidade da sua utilização na rega sem um tratamento prévio. Num dado momento, o Ciclo da Água mantém em circulação aproximadamente a mesma quantidade de água, num contínuo processo de evaporação - condensação – precipitação, accionado pela energia solar (Gleick, 1996). Toda a água disponível para a rega provém da precipitação, de forma mais ou menos directa, dado que a precipitação ocorre em distintos momentos e em diferentes zonas geográficas. Num dado local, a água para rega retirada de aquíferos subterrâneos ou superficiais, pode estar a ser transferida de regiões relativamente distantes, mas em qualquer caso deve assegurar-se a sua utilização sustentável.

O crescente uso da água, em resultado da melhoria do nível de vida e do aumento da população humana, acentua a sua escassez, embora esta situação se observe também em regiões como resultado de processos para os quais as populações locais pouco ou nada contribuíram.

A escassez local de água resulta normalmente de duas situações: a menor disponibilidade em consequência da redução da precipitação, e o aumento do consumo por uma população crescente e mais exigente. Para resolver o problema da falta de água devem aplicar-se medidas que regulem e/ou aumentem a disponibilidade de água para a rega em todo o território, tendo presente o delicado equilíbrio entre a economia, o ambiente e a justiça social, o que, como destacam Covas e Covas (2010), gera conflitos entre si a curto prazo, devendo por isso este compromisso ser “estendido no tempo” para que os compromissos políticos alcançados sejam possíveis e verosímeis.

Situação atual

Desde os anos 30 do século XX, tem-se registado uma redução da precipitação média anual no território continental português (IPMA, 2020), que foi superior a 20 mm por década no período entre 1960 e 2015 (EEA, 2020) (Figura 1). Em sentido contrário, o aumento do regadio tem-se acelerado, tanto ao ar livre como em cultivo protegido, a par com um significativo aumento da eficiência de uso da água na rega. Este aumento de eficiência é particularmente evidente na horticultura protegida (HP), nomeadamente nos sistemas de cultivo sem solo (CSS) em sistema fechado (Kooten et al. 2008). A HP exige uma elevada e estável disponibilidade de água, mas permite obter a mais elevada produtividade e rentabilidade do seu uso na produção agrícola (Tolon e Astra, 2010; Gallardo et al., 2013). Porém, as melhorias na eficiência de uso da água na rega são conseguidas à custa do aumento do nível tecnológico e do consumo de energia, o que pode originar problemas económicos, sociais e ambientais, que devem ser devidamente avaliados na perspectiva de um desenvolvimento sustentável, conforme preconizado em 1987 no designado Relatório Brundtland.

Soluções para a escassez de água

As soluções para ultrapassar a redução da disponibilidade local de água têm de considerar as suas principais causas: a seca, o desperdício e a contaminação. A nível das explorações agrícolas, é exequível a aplicação de medidas como a adaptação ou a alteração das tecnologias de cultivo e das culturas; a retenção da água pluvial em lagoas e pequenas a médias albufeiras ou a dessalinização da drenagem das culturas sem solo ou de águas salobras. Outras medidas, como a retenção da água em grandes albufeiras; a monitorização dos aquíferos subterrâneos; o transvase e a dessalinização de água do mar exigirão a intervenção da administração central. O controlo do desperdício deve ser um objectivo comum, a aplicar em qualquer nível de intervenção.

A possibilidade de intervir sobre a falta de água causada pelas alterações do clima é reduzida ou nula, dada a complexidade dos processos que as determinam. Como destaca Miranda (2021a, b), “a temperatura do ar e a temperatura da água não há ninguém que consiga controlar”; “as mudanças (do clima) vão prosseguir” e “não sabemos a que clima vamos chegar”. Comparando o período de 1971-2000 com a previsão da precipitação para 2071-2100, espera-se uma redução de 10 a 20% na maior parte do território continental e de 20 a 30% no extremo sul, acentuada no período de Verão para 30 a 40% (Figura 2 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Entretanto, terão de se aplicar medidas para contrariar o efeito da seca, aumentando a capacidade de retenção de água, apesar de a redução da precipitação e a sua crescente variabilidade anual e intra-anual aumentar a incerteza sobre a eficácia e viabilidade económica destas obras. Apesar da redução prevista na precipitação média no país, nas regiões litorais, em particular do Centro e Norte, a quantidade e a regularidade da precipitação poderão ainda justificar, por exemplo, o investimento no aproveitamento da água que cai nas coberturas das estufas (Reis et al., 2019), de óptima qualidade para misturar com a drenagem em sistemas fechados e semi-fechados de CSS (Louro e Reis, 2020) (Figura 3). Existem exemplos de recolha da precipitação pela cobertura das estufas, para suplemento ou como fonte única da água de rega em CSS em sistema fechado (Fig. 4, à esq.). No estudo preliminar referido (Reis et al., 2019), o custo de armazenamento de água, numa charca impermeabilizada não coberta, estimou-se entre 0,12 e 0,16 € m⁻³, admitindo uma capacidade de armazenamento para 2 e para 3 anos respectivamente, para CSS em sistema fechado.

Reduzir o desperdício de água exige melhorar e monitorizar o transporte da água (Leichmam, 2019) e aumentar a eficiência do seu uso. A melhoria do transporte da água,

eliminando as elevadas perdas registadas nas condutas de distribuição, tanto em meio urbano como na rega agrícola, é uma tarefa exigente e pouco recompensadora em termos políticos. No início do actual milénio, o desperdício de água no sector agrícola era estimado em 40% e apontava-se como meta para 2020 a sua redução para 35% (PNUEA, 2012), o que constitui ainda assim uma perda demasiado grande, que urge melhorar significativamente.

Em sentido oposto, os desenvolvimentos tecnológicos recentes permitiram aumentar a eficiência de uso da água na rega, pelo recurso a novos métodos de fornecimento da água às plantas e a tecnologias de controlo da sua distribuição, de maior precisão e de crescente importância como ferramentas de apoio à decisão sobre a rega. O caso do tomate, cultivado em distintas condições tecnológicas, é um bom exemplo da capacidade de aumento da eficiência de uso da água. De uma utilização que pode atingir $200 \text{ L} \pm 100 \text{ L}$ de água por kg de tomate fresco obtido no solo ao ar livre, reduziu-se para cerca de 60 L com rega gota-a-gota; para 30 a 40 L cultivando no solo em estufa não aquecida; para 22 L em CSS em estufa aquecida; 15 L em CSS em sistema fechado de cultivo, até se atingir 2,1 L por kg em estufa fechada (Gallardo et al., 2013; Campen e Baeza, 2021), valor muito próximo do limite teórico da necessidade de água para a produção de tomate, calculado em $1,25 \text{ L kg}^{-1}$ (Kooten et al., 2008). Obviamente, este aumento da eficiência do uso da água é conseguido à custa de enorme investimento em equipamentos e consumo de energia.

Apesar dos progressos recentes, é ainda necessário prosseguir a vulgarização das medidas para redução do desperdício, desde a mera quantificação da água usada na rega até ao controlo da sua dotação e frequência. Mais de 2/3 dos agricultores não quantificam a água que aplicam, mas devido aos benefícios obtidos, é crescente o interesse pelos instrumentos de controlo da rega (Correia e Dias, 2020) com base em dados climáticos, sondas de humidade na rizosfera ou sensores nas próprias plantas, para o que a tecnologia disponibiliza equipamentos cada vez mais baratos, fiáveis e eficazes.

O tratamento de águas contaminadas com vista à sua reutilização na rega poderá constituir um importante recurso, com tanto de interesse como de dificuldade. O tratamento de águas, como as residuais urbanas, potencialmente carregadas com uma infindável variedade de contaminantes químicos e microbiológicos, colocam um problema de resolução técnica e economicamente exigente, considerando a necessidade de obter água com uma qualidade mínima aceitável para a rega sanitariamente segura das plantas que irão constituir os nossos alimentos. Em situação diferente, as águas resultantes de outras utilizações, como a solução drenada do cultivo sem solo, nomeadamente o realizado em substrato, podem ser facilmente reutilizadas na rega de plantas no solo, agrícolas ou outras. Nos sistemas abertos de CSS, a drenagem difere relativamente pouco da solução fornecida às plantas (Fig. 5). Esta drenagem é reciclável sem entraves legais na rega da mesma ou de outras culturas em sistemas sem solo, mas encontra fortes constrangimentos legais na reutilização através da rega de culturas no solo, pois foi equiparada à água de esgoto pelo Decreto-Lei n.º 119/2019 de 21 de agosto, que atribui ainda aos produtores em CSS que emitem drenagem a qualificação de “produtores” de água para reutilização (ApR). Criou-se assim um entrave burocrático sem interesse aparente, pois exigem-se pareceres de três entidades diferentes para a reutilização da drenagem dos CSS, numa situação sem paralelo com o cultivo no solo, onde se poderão aplicar os mesmos (ou mais...) agroquímicos. Na realidade, o “tratamento” da drenagem dos CSS pode consistir na sua simples mistura com água, para ajuste da sua condutividade eléctrica e, se necessário, a correcção de algum ou de poucos nutrientes.

A classificação da drenagem dos CSS como *subproduto*, em vez de *resíduo*, poderia desburocratizar a sua reutilização, tanto mais que a solução drenada dos CSS, nomeadamente dos sistemas abertos, cumpre todos os requisitos para ser considerada um *subproduto*, de acordo com o regulado a nível comunitário pela Diretiva Quadro Resíduos (DQR) no seu Artº 5. Esta legislação define os quatro requisitos, a verificar cumulativamente, para uma substância ou objeto, poder ser considerado um subproduto, o que é regulado a nível nacional no Art.º 44º - A do Regime Geral de Gestão de Resíduos (Diploma RGGR) que transpõe para a ordem jurídica interna a DQR, pelo que não se justifica a sua actual classificação, que restringe injustificadamente sua (re)utilização.

O uso na rega de águas com um teor de nitratos superior a 50 mg L⁻¹, o VMR indicado no Anexo XVI do Dec. Lei nº 236/98, pode na realidade ser interessante para a rega em geral, e em particular para os CSS, dado as soluções nutritivas tecnicamente recomendadas empregam teores de nitratos acima do VMR (Savvas et al., 2013; Wikipedia, 2021). O uso controlado de águas “contaminadas” por nitratos é uma forma de reduzir a sua presença nos aquíferos, ao permitir a conversão desses nitratos em biomassa vegetal. O uso destas águas poderá contribuir para alcançar as desejadas *sustentabilidade e circularidade* da agricultura, ao contribuir para reduzir o uso agrícola de água de outras origens e o consumo de fertilizantes, com significativos benefícios económicos e ambientais.

Ainda no âmbito das medidas aplicáveis nas explorações agrícolas, deve referir-se a selecção de espécies, cultivares e variedades; a redução de perdas de água por evapotranspiração através da instalação de quebra-ventos, coberturas de solo e outros meios; ou o aumento da resistência das plantas à escassez de água recorrendo, por exemplo, ao uso de bioestimulantes.

Os aquíferos subterrâneos, com as suas distintas capacidades de recarga, constituem um importante manancial de água para a rega. Contudo, em algumas regiões do país, sobretudo a Sul, os níveis de água em alguns aquíferos poderão ter baixado cerca de 6 a 7 m nos últimos 20 a 30 anos. Investigadores manifestaram recentemente a sua preocupação com este tema, propondo a mobilização da comunidade científica para o estudo da dinâmica de recarga, monitorização da captação de águas subterrâneas e a análise dos seus efeitos no desenvolvimento sustentável do território. Estes investigadores, propuseram ainda um trabalho interdisciplinar para a identificação de respostas de governança e de gestão, transectoriais, para melhorar a sustentabilidade do uso dos recursos hídricos (Chambel et al., 2021).

Uma vez limitados na capacidade de alterar o clima, de reter a água pluvial, de explorar as águas subterrâneas e de tratar mais águas para reutilização, resta-nos a possibilidade de a transferir das zonas onde chove mais (transvase), ou efectuar o *by-pass* ao seu ciclo natural (dessalinização da água do mar). Países com fortes limitações em água, como Espanha e Israel, recorrem a estas duas opções, dispendo já o segundo de mais água do que necessita actualmente (Leichman, 2019).

Os rios realizam a transferência natural da água de umas regiões para outras, e devolvem o remanescente ao mar. De forma semelhante, um transvase será uma transferência artificial da água, naturalmente justificável do ponto de vista económico e social pela carência de água numa dada região face ao desenvolvimento aí pretendido. Numa perspectiva socio-económica, um transvase pode ser considerado como uma medida de solidariedade e equilíbrio inter-regional, tendo sido já reclamada a necessidade da distribuição homogénea e equitativa da água no território, à semelhança do que ocorre, por exemplo, com a energia eléctrica (Luengo, 2021). Um exemplo desta situação, é a da Horticultura na costa sudeste de Espanha, onde a possibilidade de redistribuição da água

disponível no território, permitiu conjugar as condições climáticas locais favoráveis com a disponibilidade de água trazida de outras regiões. Só na Região de Murcia, a água de transvase permite a rega de 92 000 dos 140 000 ha regados (65% da área regada total). Ao Levante espanhol chegam anualmente 300 hm³, destinando-se 205 hm³ à rega de culturas que geram 3 000 milhões de euro de PIB e mantêm 100 000 empregos directos e 300 000 indirectos, contribuindo com 70% das hortaliças e 20% dos frutos exportados pelo país (Luengo, 2021). Obviamente, estes desvios do fluxo natural da água têm importantes repercussões ambientais, sociais e económicas, que têm de ser rigorosamente avaliadas quanto à sua sustentabilidade, caso contrário criam-se graves problemas, como os conhecidos relativamente ao exemplo referido. Contudo, à escala geográfica em que a variação da precipitação ocorre, frequentemente supra-nacional, colocam-se na prática limitações aos transvases, de ordem ecológica, económica e de soberania nacional, que constituem entraves a esta opção de aumento da disponibilidade local de água.

A criação de um ciclo de água paralelo ao seu ciclo natural pode ser uma alternativa para assegurar a quantidade de água necessária à população, a partir da dessalinização de água do mar, a qual constitui 97,5 % da água na Terra (Gleick, 1996). A dessalinização pode-se aplicar não apenas à água do mar, mas também a água de outras origens: águas salobras e residuais, e efectuar-se segundo três processos principais: osmose inversa (OI), evaporação, ou por electrodiálise com variantes técnicas. O custo da água dessalinizada por evaporação é proibitivo para a agricultura (Zarzo et al., 2013; Fernandez, 2017), mas diminui quando é obtida por OI. Por exemplo, para Espanha, é referido o preço de 0,3 a 0,7 € m⁻³ para a água dessalinizada obtida de água do mar (Fernández, 2017), ou de 0,36 a 0,56 € m⁻³ para a obtida de água residual urbana, custo este que foi apoiado pelo governo reduzindo-se para o utilizador para 0,30 a 0,40 € m⁻³ (Melgarejo e López, 2016). Em Israel, o preço é \$0,55 m⁻³ ou superior (Leichman, 2019). A dessalinização da água do mar coloca problemas técnicos para utilização na rega, e problemas ambientais na flora e fauna marinhas devido à descarga da água residual (salmoura), existindo já soluções de mitigação e outras em estudo. Em instalações de dessalinização mais avançadas, é possível não utilizar produtos químicos, o que permite devolver ao mar uma solução mais salina que a água do mar, mas não contaminada (Leichman, 2019). A nível mundial, cerca de 16 000 centrais de dessalinização produzem diariamente 95 milhões de m³ de água (Público, 2019), da qual 2 a 3 % é usada na agricultura, mas atingindo este valor 22% em Espanha e 31% em Israel, (Zarzo et al., 2013; Leichman, 2019). Portugal, rodeado de água salgada em quase metade do seu perímetro e com um território continental relativamente estreito, pode considerar-se um país potencialmente favorecido na perspectiva da utilização deste recurso.

Conclusão

A água é um recurso natural vital para a produção agrícola, mas a sua disponibilidade tem vindo a reduzir-se no território continental português, prevendo-se que esta tendência continue nas próximas décadas. A horticultura protegida é muito exigente em água, mas permite obter a maior produtividade e rentabilidade no seu uso. Para assegurar o desenvolvimento sustentável do território devem-se estudar e aplicar medidas que garantam a disponibilidade de água para a rega em todo o território e o seu uso eficiente, baseada em legislação cientificamente fundamentada. Embora seja essencial dispor de mais água - para o que se devem estudar e ponderar todas as opções possíveis sem preconceitos ou argumentos errados - é também indispensável melhorar os estilos de vida, aumentando a formação e a consciencialização para um uso sustentável da água em todas as actividades humanas.

Referências

- Campen, J. & Baeza, E.J.R. 2021. Es la horticultura de invernadero de alta tecnología realmente rentable? (comunicação oral). Seminário IberoBrasileiro de Agricultura Irrigada, 11 de Maio, INOVAGRI. Brasil.
- Chambel, A., Carvalho, M., Serralheiro, R., Correia, T.P., Ferrão J. & Araújo, M.B. 2021. A perigosa descida do nível das águas subterrâneas. *Jornal Expresso, Opinião*. Disponível em <https://expresso.pt/opiniao/2021-03-03-A-perigosa-descida-do-nivel-das-aguas-subterraneas>
- Correia, C. & Dias, F. 2020. O Uso da Água Em Portugal: Olhar, Compreender e Atuar com os protagonista chave. C-Lab - The Consumer Intelligence Lab. Programa Gulbenkian Desenvolvimento Sustentável da Fundação Calouste Gulbenkian. Disponível em <https://gulbenkian.pt/publication/o-uso-da-agua-em-portugal/>
- Covas, A. & Covas, M.M. 2009. Ruralidades IV: Retratos portugueses de agricultura multifuncional, *Série Economia e Gestão, Faro, Edições da Universidade do Algarve*.
- Elimelech, M. & Philip, W.A. 2011. The Future of Seawater Desalination: Energy, Technology, and the Environment. *Science* 333 (6043), 712 -707
- EEA, 2020. Mean precipitation. www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/european-precipitation-2/assessment#tab-used-in-publications.
- FAO. 2012. <http://www.fao.org/3/a-i7959e.pdf>
- Fernández, A.O. 2017. Recursos no convencionales: La desalación. XVIII Cursos de Verano: El agua em Almeria: Análises, problemas y soluciones. Univ. de Almeria.
- Garcia-Caparrós, P., Contreras, J.I., Baeza, R. & Segura, M.L. 2017. Integral management of irrigation water in intensive horticultural systems of Almería. *Sustainability* 9, 2271.
- Gallardo, M., Thompson, R. & Fernández, M.D. 2013. Water requirements and irrigation management in Mediterranean greenhouses. p. 109-136. FAO PPP 217.
- Gleick, P.H. 1996: Water resources. In *Encyclopedia of Climate and Weather*. p.817-823. (S.H. Schneider ed.), Oxford University Press, New York, vol. 2.
- Hoagland solution, 2021. Disponível em https://en.wikipedia.org/wiki/Hoagland_solution
- Wikipedia. 2021. Hoagland solution. Disponível em https://en.wikipedia.org/wiki/Hoagland_solution
- IPMA, 2020. Resumo Climático – Ano de 2019. <http://portaldoclima.pt/pt/>
- Kooten, O. van, Huevelink, E. & Stanghellini, C. 2008. New developments in greenhouse technology can mitigate water shortage problema of the 21st century. Proc. XXVII IHC-S11 Sustain. through Integr. And Org. Hort. (ed. In chief R.K. Prange & S.D. Bishop). *Acta Hort.* 767: 45-52.
- Leichman, A.K. 2019. How Israel swims against tide of worldwide water crisis. <https://www.israel21c.org/how-israel-swims-against-tide-of-worldwide-water-crisis/>
- Louro, M. & Reis, M. 2020. Manual de cultivo sem solo. Aspectos teóricos e práticos dos cultivos hidropónicos e em substrato. Quântica Editora. Conteúdos Especializados Lda. (ed.). 455 pp.
- Luengo, A. 2021. Entrevista a EFE:Agro em 6 de Junho. <https://www.efeagro.com/noticia/luengo-murcia-en-el-problema-del-agua-queremos-que-impere-el-sentido-comun/>
- Melgarejo, J. & López, M.I. 2016. Depuración y reutilización de aguas en España. *Agua y Territorio* 8:22–35.
- Miranda, M. 2021a. Presidente do IPMA defende que é preciso repensar a estratégia de adaptação às alterações climáticas. *Jornal I*. Disponível em

- https://ionline.sapo.pt/artigo/742801/miguel-miranda-nao-estamos-preparados-para-evacuar-uma-cidade-se-calhar-vamos-ter-de-estar?seccao=Portugal_i
- Miranda, M. 2021b. Já estamos a mexer com o clima ao mesmo nível que mexe a astronomia. *Jornal Público*. Disponível em <https://www.publico.pt/2021/09/04/ciencia/entrevista/miguel-miranda-ja-mexer-clima-nivel-mexe-astronomia-1975892>
- Nayar, K.G., & Lienhard V, J.H. 2020. Brackish water desalination for greenhouse agriculture: Comparing the costs of RO, CCRO, EDR, and monovalent-selective EDR. *Desalination*, 475, 114188.
- Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água (2012-2020). Disponível em https://apambiente.pt/_zdata/CONSULTA_PUBLICA/2012/PNUEA/Implementacao-PNUEA_2012-2020_JUNHO.pdf
- Projecto AGRO nº 197. Disponível em <http://www.pluridoc.com/Site/FrontOffice/default.aspx?module=Files/FileDescription&ID=5654&state=FD>
- Publico, 2019. Alerta para salmoura tóxica produzida pelas centrais de dessalinização. Disponível em <https://www.publico.pt/2019/01/15/ciencia/noticia/alerta-salmoura-toxica-produzida-centrais-dessalinizacao-1857929>
- Reis, M., Antunes, C. & Costa Freitas, M. 2019. Greenhouse rain harvest: economical evaluation for greenhouse industry in Portugal. *Proceedings of the GreenSys 2019, Internat. Symp. on Advanced Technol. and Manag. for Innovative Greenhouses*: 51. 16 a 20 de Junho. Angers.
- Relatório Brundtland. 1987. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Volker Hauff (ed.) Oxford University Press.
- Rosegrant, M.W., Ringler, C. & Zhu, T. 2009. Water for agriculture: Maintaining food security under growing scarcity. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 34(1).
- Savvas, D., Gianquinto, G., Tüzel, Y. & Gruda, N. 2013. Soilless Culture. p. 303-354. In: W. Baudoin, R. Nono-Womdim, N. Lutaladio, A. Hodder, N. Castilla, C. Leonardi, S. de Pascale & M. Qaryouti (eds). *Good Agricultural Practices for greenhouse vegetable crops – Principles for Mediterranean climate areas* (Cap. 12). *FAO Plant Production and Protection Paper*, 217.
- Tolón, A. & Lastra, X. 2010. La agricultura intensiva del poniente almeriense. Diagnóstico e instrumentos de gestión ambiental. *Revista Electrónica de Medio Ambiente* 8:18–40.
- Zarzo, D., Campos, E., & Terrero, P. 2013. Spanish experience in desalination for agriculture. *Desalination and Water Treatment*, 51(1-3):53–66.

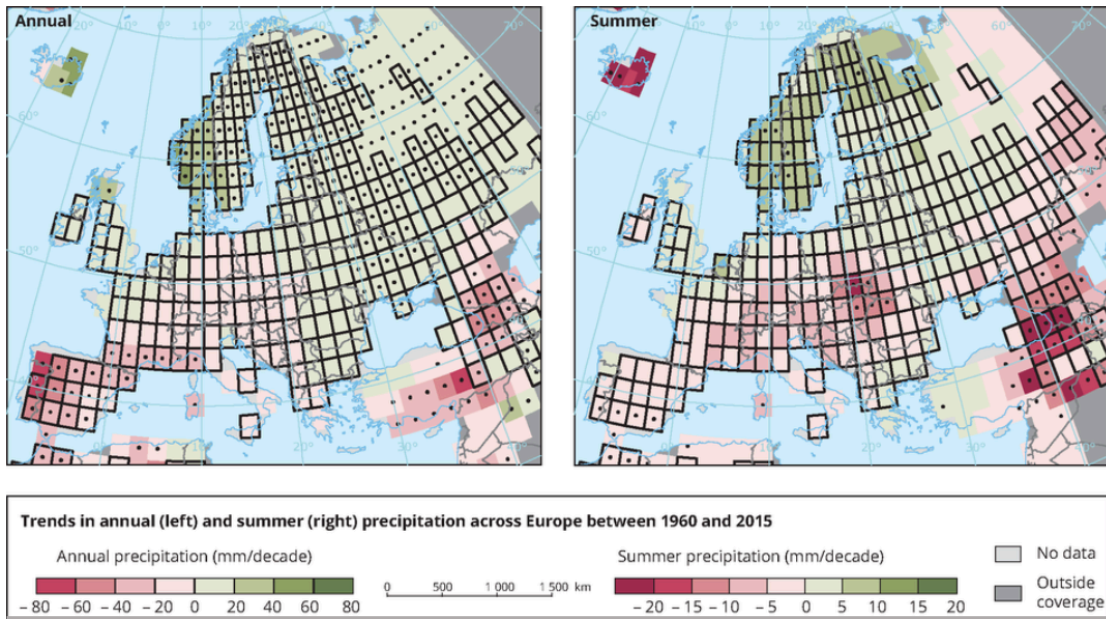


Figura 1 - Variação da precipitação (mm/década) na Europa (à esq., anual; à dir., no Verão), entre 1960 e 2015. Os retângulos delimitados da rede são mais representativos, porque incluem pelo menos 3 estações meteorológicas. Os pontos no centro dos retângulos indicam variação significativa da precipitação, ao nível de 5% (EEA, 2020).

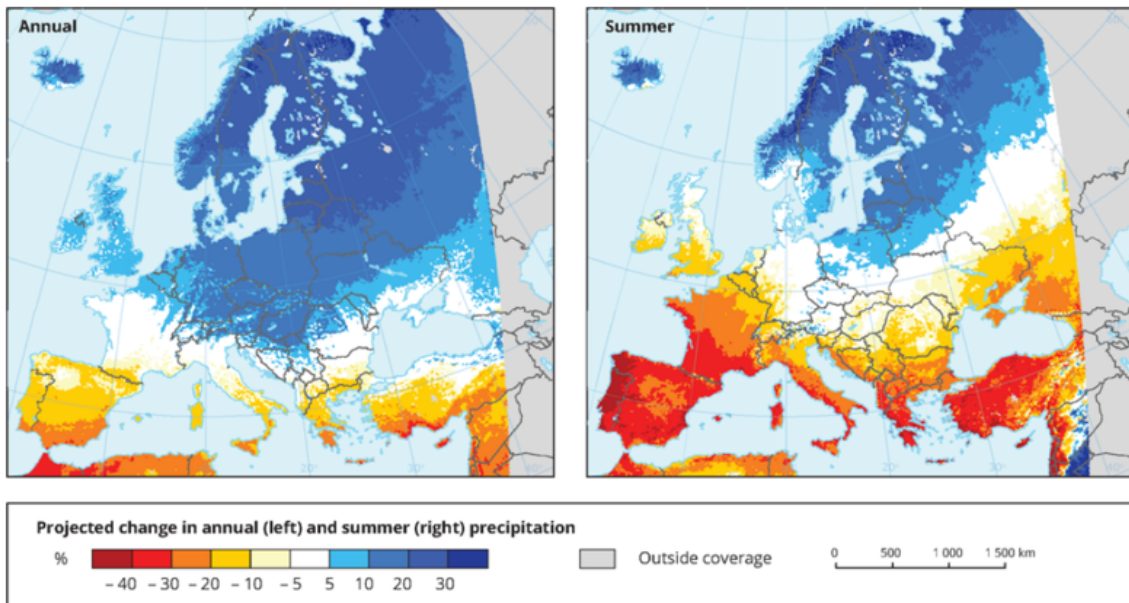


Figura 2 - Alteração prevista na precipitação na Europa (%), anual (à esq.) e de Verão (à dir.), comparando o período de 1971-2000 com o de 2071-2100 (EEA, 2020).



Figura 3 – Recolha de drenagem e águas pluviais para a rega de culturas hortícolas em estufa e de pequenos frutos ao ar livre, na região do Oeste (à esq.) e na Guarda (à dir.) (fotos de M. Reis).

	CE	pH	NO ₃	NH ₄	P	K	Ca	Mg	SO ₄	Cl	Na	Cu	Mn	Fe	Zn	B
	(dS.m ⁻¹)		(mg.L ⁻¹)													
Pimento																
Rega	1,9	4,8	852	1	4,3	33	215	64	110	121	68	0,37	0,57	1,29	0,18	0,10
Drenagem	2,9	6,8	618	2	6,9	20	376	96	675	159	103	0,13	0,19	1,42	0,15	2,88
Tomate																
Rega	1,9	5,4	711	30	28	190	239	39	406	143	68	0,14	0,48	1,99	0,37	0,41
Drenagem	2,2	6,5	594	27	9	85	235	57	360	236	135	0,22	0,39	3,72	0,52	0,39
Rega	2,5	5,5	1002	17	25	199	287	44	352	137	82	0,13	0,59	3,96	0,37	0,54
Drenagem	3,3	6,7	1197	15	24	207	402	43	486	231	154	0,21	0,38	3,98	0,26	0,65

Figura 5 - Exemplo de caracterização química da solução nutritiva aplicada e da respectiva drenagem, obtida num sistema semi-fechado de cultivo sem solo (valores da média de duas determinações pontuais efectuadas durante os ciclos culturais de pimento e de tomate. Fonte: Projecto AGRO n° 197, disponível em <http://www.pluridoc.com/Site/FrontOffice/default.aspx?module=Files/FileDescription&ID=5654&state=FD>)