



NECESSIDADES DE REGA NA CULTURA DO ABACATE NO ALGARVE: EFICIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE

A cultura do abacate expandiu-se significativamente no Algarve nos últimos anos, tendo gerado debate público devido ao consumo de água de rega associado. Visando ultrapassar a atual carência de dados sistemáticos sobre consumos reais e eficiência dos sistemas de rega, no projeto SustainGrowth foi desenvolvido um sistema de certificação suportado por dados quantitativos e qualitativos, incluindo o uso da água. Neste artigo apresenta-se um caso de estudo de seis explorações no Algarve e uma metodologia para a estimativa das necessidades de rega, suportada por dados de deteção remota.

Margarida Luis¹, Bruno Magalhães², Cristina Ascenso², Livia Pian³, Maria do Carmo Martins⁴, Diogo Gaspar⁵, José Silvestre¹

¹ Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



² ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade



³ SFCoLAB – Associação SFCOLAB – Laboratório Colaborativo para a Inovação Digital na Agricultura



⁴ COTHN – Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional



⁵ JBI Group



Enquadramento e objetivo

No âmbito do projeto SustainGrowth (PRR-C05-i03-I-000193-LA9.5), e em resposta à Resolução do Conselho de Ministros 97/2021, foi desenvolvido um referencial de certificação abrangendo as vertentes ambiental, social, económica e de governança, suportado por dados qualitativos e quantitativos, aplicado a várias culturas e regiões, como é o caso da cultura do abacate no Algarve.

Esta cultura em Portugal e, em particular no Algarve, cresceu rapidamente nos últimos anos. A nível nacional e de acordo com o INE¹, entre 2019 e 2023, a área aumentou de 2073 ha para 4058 ha. Este aumento despertou preocupação na opinião pública quanto ao consumo de água desta cultura, face à reduzida disponibilidade de recursos hídricos e aumento da demanda evaporativa que se tem vindo a acentuar face aos impactos das alterações climáticas. Por exemplo, para Faro e quando se comparam as normais climatológicas de 1971–2000 com 1991–2020, a temperatura média anual do ar aumentou 0,9 °C e a precipitação anual reduziu mais de 10%. Por outro lado, verifica-se também uma preferên-

cia entre os consumidores por produtos cultivados com práticas amigas do ambiente, pelo que é necessário disponibilizar informação sobre o uso da água e implementar sistemas de certificação que traduzam a sustentabilidade do uso deste recurso. Visando responder a estas questões, neste artigo pretendemos divulgar os indicadores relacionados com o uso da água do sistema de certificação SustainGrowth e a plataforma SustainGrowth, as dotações de rega das explorações de abacates que validaram os seus dados na plataforma e a comparação das dotações aplicadas com as dotações estimadas usando a metodologia do FAO 56, com os coeficientes culturais calculados por deteção remota.

O referencial SustainGrowth e seus indicadores estão disponíveis para avaliação por explorações e agricultores no seguinte endereço <https://plataforma.sustaingrowth.pt/>. Esta plataforma (Figura 1) é intuitiva, permitindo responder aos indicadores e receber o relatório de avaliação e pontuação obtida, servindo como um indicador do estado de sustentabilidade da produção. O desenvolvimento deste referencial teve por base uma análise de *benchmarking*

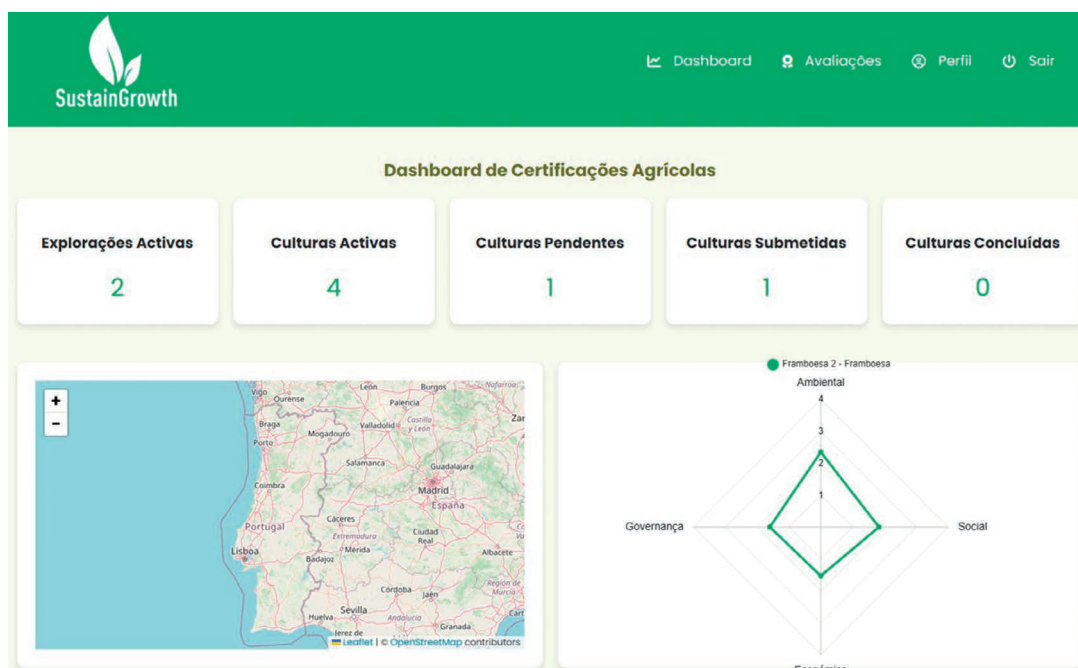


Figura 1 – Plataforma SustainGrowth – Dashboard do referencial de sustentabilidade.

¹ https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=646341886&DESTAQUESmodo=2

que englobou 23 sistemas de certificação, *standards* e referenciais de produção agrícola sustentável. A análise foi efetuada tendo em consideração a sua aplicabilidade ao nível da sustentabilidade da atividade agrícola intensiva, com priorização de referenciais já utilizados pelos produtores nacionais, para assim facilitar o reconhecimento internacional, a recolha de informação e a resposta aos indicadores. Os indicadores estão organizados por grupos e subgrupos, sendo que no grupo da Água existem 16 indicadores divididos por 6 subgrupos: i) Gestão da água; ii) Sistema de rega; iii) Utilização eficiente de água; iv) Métricas do uso da água; e v) Impactos de utilização da água.

Entre os indicadores mais importantes salientam-se os relacionados com as métricas do uso da água, nomeadamente a dotação por hectare. Estas métricas pretendem colmatar a falta de informação precisa sobre a utilização de água na cultura do abacate no Algarve, contribuindo para a definição de boas práticas de condução e programação da rega, compatíveis com uma produção rentável e com o uso eficiente de recursos.

Estimativa das necessidades de rega do abacate

Para a estimativa das necessidades de rega a abordagem mais recomendada é a do FAO 56 *paper* (Allen *et al.*, 1998). Esta pressupõe 3 passos principais:

1. Cálculo da Evapotranspiração de referência (ET_0), em que se recomenda a equação de Penman-Monteith (sendo necessários dados de radiação solar, temperatura e humidade do ar e velocidade do vento); no entanto, fórmulas mais simples podem ser usadas (ex. Hargreaves – Samani).
2. Cálculo da Evapotranspiração da cultura (ET_c – evapotranspiração de uma cultura específica sob condições ótimas de crescimento, sem limitação de água ou nutrientes e com práticas agronómicas e fitossanitárias adequadas) em que:
 $ET_c = ET_0 * K_c$ (coeficiente cultural simples) ou
 $ET_c = ET_0 * (K_{cb} + K_e)$ (coeficiente cultural dual, K_{cb} é o coeficiente basal da cultura que reflete a transpiração da planta e K_e é o coeficiente de evaporação do solo).

3. Cálculo das necessidades de rega (NR) em que é necessário considerar também a precipitação efetiva e a eficiência de rega:

$NR = (ET_c - P_e) / E_f$, onde P_e é a Precipitação efetiva e E_f a eficiência de rega (por ex. 0,90 para sistemas de rega gota a gota com boa manutenção).

O ponto crítico desta abordagem é a estimativa dos coeficientes culturais. Os coeficientes culturais (K_c) tabelados da FAO-56 são valores médios obtidos em condições experimentais específicas, o que limita a sua aplicabilidade direta a diferentes regiões, variedades e sistemas de condução. A sua determinação por métodos diretos (ex. métodos micrometeorológicos, balanço hídrico do solo) para uma determinada cultura e num único local é difícil de fazer e pode ser muito dispendiosa (Hornbuckle *et al.*, 2024). Na prática, os K_c variam significativamente com o clima local, fenologia, gestão do copado e compasso de plantação (que podem condicionar o índice de área foliar), a cobertura do solo, etc., podendo originar erros substanciais na estimativa da evapotranspiração cultural quando usados sem calibração local. Isto pode ser comprovado pela variabilidade de K_c encontrados na bibliografia, que, para o abacate, podem variar entre 0,5 e 1,15, refletindo a sensibilidade do parâmetro às condições microclimáticas e estruturais da cultura.

Neste contexto, e havendo necessidade de ajustar os K_c às condições de cada exploração, a estimativa dos K_c a partir de índices de vegetação, como, por exemplo, o NDVI, constitui uma alternativa promissora, pois permite ajustar dinamicamente o coeficiente à evolução real da cobertura do solo e do vigor da cultura, aumentando a precisão espacial e temporal das necessidades hídricas e reduzindo a dependência de valores empíricos fixos. Esta abordagem está facilitada com a existência de fontes de imagens de satélite gratuitas com boa resolução espacial e temporal, como, por ex., o Sentinel-2 (ESA) e plataformas digitais como o Google Earth Engine, que permitem processar essas imagens sem necessidade de *software* especializado. É assim possível quantificar a variabilidade dos K_c (e K_{cb}) tanto no tempo como no espaço.

Várias instituições/serviços recorrem a índices de vegetação e seus derivados ($f(\text{FAPAR}, f_c, K_d)$) para estimar os K_c ou K_{cb} que são usados para calcular as dotações de rega (exemplos: Irrisat – *Italian irrigation advisory service based on satellite data*; IrriSAT v2 – *Weather based irrigation scheduling*, Austrália; SIMS – *Satellite irrigation management Support* – NASA) e, observando a bibliografia, encontram-se várias relações empíricas para culturas anuais (Calera *et al.*, 2005; Kamble *et al.*, 2013) e perenes (Campos *et al.*, 2010; Calera *et al.*, 2017).

Neste trabalho, os K_c foram estimados segundo a metodologia usada pelo IrriSAT v2, de acordo com Hornbuckle *et al.* (2024) (Equação 1).

$$K_c = 1.38 * \text{NDVI} - 0.0.097 \quad (\text{Equação 1})$$

Importa salientar o carácter empírico e exploratório deste tipo de equações, devendo, para estudos mais detalhados, as mesmas ser validadas contra medições independentes da evapotranspiração cultural, por exemplo medição da evapotranspiração pelo método das flutuações instantâneas, ou comparadas com outras estimativas com base mais física. Uma das vantagens desta técnica é, contudo, a sua simplicidade e facilidade de estimar os coeficientes culturais.

A fim de exemplificar os cálculos de K_c e ET_c e a estimativa de necessidade de rega, diferentes setores de rega de seis explorações de abacate (num total de 98 ha), localizadas no Algarve, foram ana-

lisados (Figura 2). Dentre os setores analisados, verificaram-se, em algumas explorações, uma forte variabilidade nos K_c . Os valores máximos tenderam a ocorrer no inverno, refletindo a vegetação espontânea ao nível da superfície do solo (Figura 2). Por outro lado, esta variabilidade em termos de K_c implica diferenças importantes na ET_c , que, nesta exploração, podem atingir cerca de 50 mm (julho 23) entre os setores com mais (Setor 5) e menos vigor (Setor 1) (Fig. 2b).

Este procedimento para o cálculo das dotações, baseado em índices de vegetação obtidos a partir de imagens de satélite, revela a variação espacial do K_c dentro da mesma propriedade, permite ajustar as regas a cada setor de rega, economizando água e contribuindo para a aplicação de uma rega de precisão. Contudo, em pomares densos ou com copados muito fechados, o NDVI pode saturar, podendo ser necessário uma calibração local ou a utilização de metodologias mais elaboradas e de base mais física.

Para calcular as NR foram usados dados de estações meteorológicas de estações na vizinhança das explorações analisadas, calculadas a ET_c mensal, a P_e e considerada uma E_f de 90%. Assim, para os 98 ha em análise foi possível obter uma NR de 602 mm em 2023 e 362 mm em 2024. As diferenças entre as NR nos dois anos devem-se a uma maior procura atmosférica em 2023 (11% superior) e sobretudo a uma maior precipitação efetiva em 2024 (cerca de 112 mm superior à de 2023).

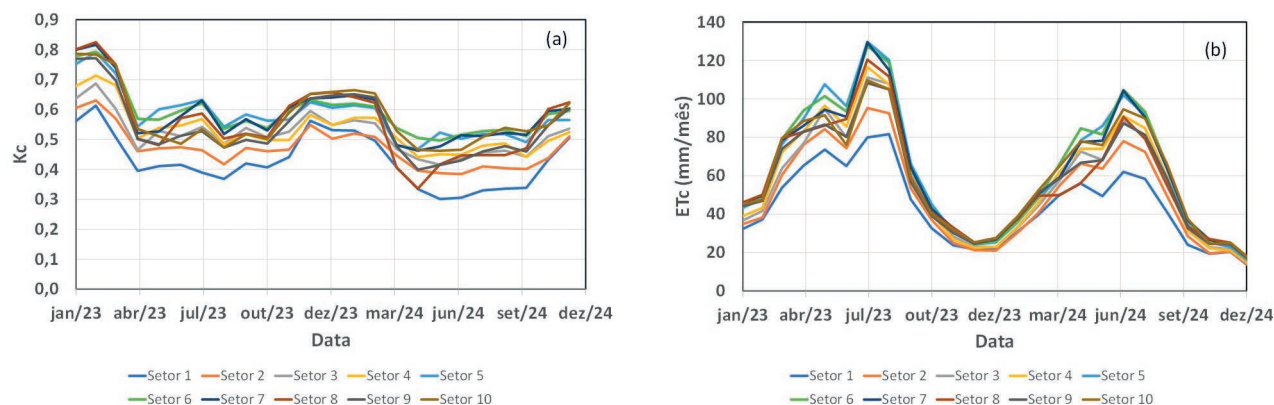


Figura 2 – Evolução dos coeficientes culturais (K_c) (a) e evapotranspiração da cultura (ET_c) (b) nos diferentes setores de rega de uma exploração de abacates durante os anos de 2023 e 2024.

Dotações de rega aplicadas pelos agricultores

Na Figura 3 apresenta-se a evolução das dotações de rega mensais para os 98 ha (59 setores de rega). Pode-se verificar uma maior variabilidade durante os meses de primavera e verão, com as dotações máximas a ocorrer nos meses de verão, como seria de esperar. Em 2023 a dotação média anual foi de 582 mm, ligeiramente inferior às necessidades de rega calculadas, enquanto em 2024 a dotação média foi de 451 mm, superior às necessidades de rega calculadas.

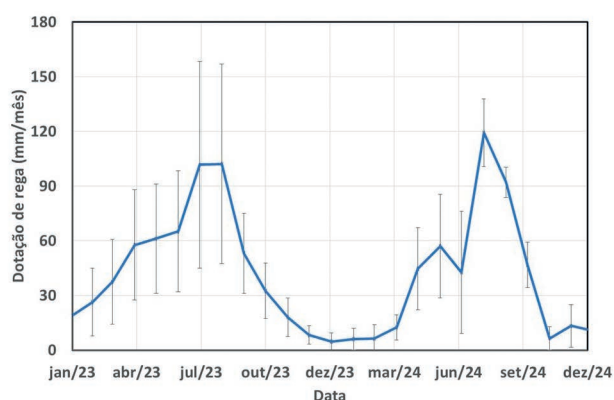


Figura 3 – Evolução da dotação de rega média mensal aplicada nos setores da área em estudo durante 2023 e 2024 (as barras verticais representam o desvio padrão).

Em resumo, verifica-se que a dotação de rega média nestas explorações em ambos os anos foi inferior aos valores indicados pela DGADR para esta cultura no Algarve² (Cenário ano médio: 634 mm), o que mostra preocupação dos produtores com o desafio de equilibrar a rentabilidade com a sustentabilidade hídrica, dada a escassez de água desta região. Este indicador de sustentabilidade da água, associado aos demais indicadores do referencial SustainGrowth pode refletir o aspeto geral da sustentabilidade da produção, podendo ser ferramenta útil de comunicação entre produtores, *stakeholders* e a comunidade geral.

A metodologia proposta, suportada por índices de vegetação calculados a partir de deteção remota,

permite, de uma forma intuitiva e empírica, estabelecer as necessidades de rega tendo em conta a variação espacial e temporal dos K_c dentro da mesma exploração, indicando com maior precisão a quantidade de água a ser reposta via rega e permitindo a técnicos e gestores ajustar os parâmetros de rega (dotação e temporização) aumentando a eficiência hídrica da produção de abacates no Algarve.

Bibliografia

- 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*. Food and Agriculture Organization, Land and Water, Rome, Italy.
- Calera, A.; Campos, I.; Osann, A.; D'Urso, G.; Menenti, M. (2017). Remote sensing for crop water management: From ET modelling to services for the end users. *Sensors*, **17**(5):1104. DOI: 10.3390/s17051104.
- Calera, A.; Jochum, A.; García, A.; Rodríguez A.; Fuster P. (2005). Irrigation management from space: Towards user-friendly products. *Irrigation and Drainage Systems*, **19**(3):337–353. DOI: 10.1007/s10795-005-5197-x.
- Campos, I.; Neale, C.M.U.; Calera, A.; Balbontin, C.; González-Piqueras, J. (2010). Assessing satellite-based basal crop coefficients for irrigated grapes (*Vitis vinifera* L.). *Agric. Water Manag.*, **98**:45–54. DOI: 10.1016/j.agwat.2010.07.011.
- Hornbuckle, J.; Vleeshouwer, J.; Ballester, C.; Montgomery, J.; Hoogers, R.; Bridgart, R.; Filev Maia, R.; Tondato De Faria, B. (2024). *IrriSAT Technical Reference v2*, Deakin University, Hanwood, NSW, Australia. P. 17.
- Kamble, B.; Kilic, A.; Hubbard, K. (2013). Estimating crop coefficients using remote sensing-based vegetation index. *Remote Sens.*, **5**:1588–1602. DOI: 10.3390/rs5041588.

² https://www.dgadr.gov.pt/images/docs/Uso_eficiente_agua/7zonas_rev21FEV2024-7.pdf