

# MODELAÇÃO DAS NECESSIDADES HÍDRICAS DE OLIVAIS REGADOS UTILIZANDO VARIÁVEIS E PARÂMETROS BIOFÍSICOS E DETECÇÃO REMOTA

Teresa Afonso do Paço<sup>1</sup>, Francisco Lúcio Santos<sup>2</sup> e Jucilene Siqueira<sup>3</sup>

## Resumo

Estudos desenvolvidos na região de Moura, Alentejo, em olival permitiram quantificar a transpiração (T) das plantas para diversas modalidades de rega e utilizar esta informação para o desenvolvimento de uma equação de estimativa de T, através da relação entre T, e índices de vegetação (IVs) calculados a partir de informação obtida por detecção remota. Pretende-se alargar o âmbito deste trabalho de modelação e combinar outras técnicas de medição, tendo em vista a quantificação das necessidades hídricas de olivais regados, tanto à escala da parcela como regional. Para o efeito irá recorrer-se a outros modelos de simulação (SimDualKc, *Revised* RS-PM, METRIC) e à integração da informação numa plataforma SIG.

## Modeling of olive water use combining biophysical information and remote sensing

### Abstract

Studies undertaken in the region of Moura, Alentejo, in olive allowed quantifying transpiration (T) of plants under several irrigation regimes (full irrigation, sustained deficit irrigation, regulated deficit irrigation and dry-farming) and use this information to develop an equation to estimate T, by the relationship between T and vegetation indices (IVs). The IVs were calculated from information obtained by remote sensing via the spectroradiometer MODIS on board of the Earth Observation System (EOS) Terra platform. This approach showed a potential 11% error for mean T, during the irrigation season. It is intended to broaden the scope of this work to combine modeling and other measurement techniques in order to quantify the water requirements of irrigated olive trees at both the plot and regional levels. This will be carried out through the use of other simulation models (SimDualKc, *Revised* RS-PM, METRIC) and T and soil evaporation measurement and modeling techniques. All the information will be integrated in a GIS optimal irrigation scheduling management platform.

---

<sup>1</sup> CEER, Centro de Engenharia dos Biosistemas, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, tapaco@isa.utl.pt

<sup>2</sup> ICAM, Instituto de Ciências Agrárias e Mediterrânicas, Universidade de Évora, fls@uevora.pt

<sup>3</sup> Departamento de Ciências e Tecnologia, Universidade Aberta, jucilenesiqueira@live.com.pt

## Introdução

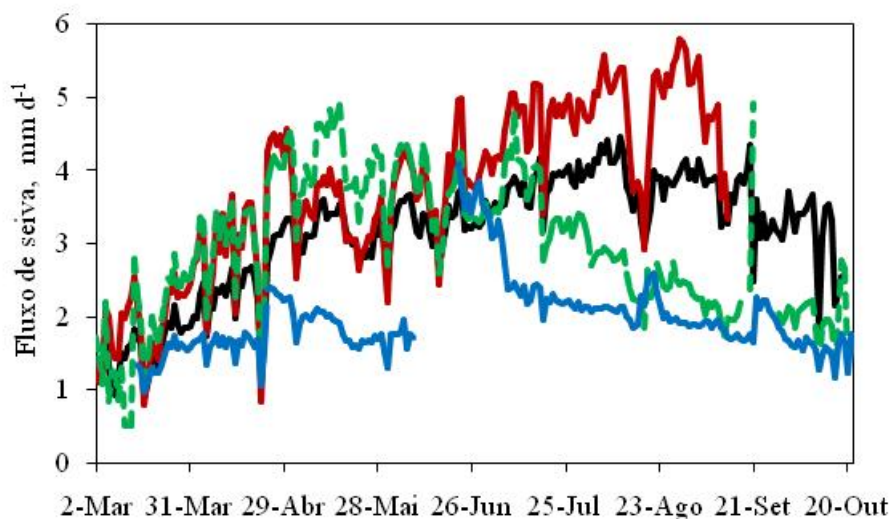
A rega utiliza uma parte importante dos recursos hídricos da região do Alentejo, nomeadamente para a cultura da oliveira. Uma gestão equilibrada dos recursos hídricos destinados à rega do olival implica o conhecimento das necessidades hídricas da cultura, ou seja, da quantidade de água libertada para a atmosfera por evapotranspiração (ET). A quantificação da ET pode ser feita mediante a medição das suas componentes, a transpiração (T) das plantas e a evaporação do solo ( $E_s$ ). Frequentemente recorre-se a métodos de medição de fluxo de seiva para obter T, por exemplo ao método desenvolvido por A. Granier [1], [2], [3], que utiliza a dissipação de calor (DC) ou a um método que utiliza impulsos de calor (IC) (descrito, p. ex., em [4] e [5], recorrendo a uma técnica de compensação). Utilizando o método IC para quantificar T, foram desenvolvidos, em 2006 e 2007, na região de Moura, estudos para a quantificação do uso da água em olival regado da cultivar Cordovil (recentemente convertido do sequeiro) e para o estabelecimento de coeficientes culturais ( $K_c$ ) e coeficientes de stress ( $K_s$ ) [6], [7]. Num primeiro estudo [6] foi analisada a adequação do método IC e quantificadas as taxas de transpiração em duas parcelas com modalidades de rega diferentes (*Full* - dotação suficiente para satisfazer as necessidades máximas da cultura e *RDI* - rega deficitária com aplicação de água apenas em três fases críticas do ciclo vegetativo das plantas). Num segundo estudo, submeteram-se subparcelas do olival a três modalidades de rega diferentes (*Full*, *SDI* – rega deficitária com 60% da dotação da modalidade *Full* e *RDI*), mantendo-se ainda uma subparcela em sequeiro [7].

A informação obtida sobre a transpiração do pomar foi utilizada para o desenvolvimento de uma equação de estimativa de T, através da relação entre T, obtida por medição do fluxo de seiva no olival, e índices de vegetação (IVs) calculados a partir de informação obtida por detecção remota pelo espectroradiómetro MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*, a bordo do satélite Terra da NASA, com uma rotina de aquisição de dados) [8]. Posteriormente foi desenvolvida uma matriz de correlação que relaciona T (como variável dependente de IVs) e dados micrometeorológicos e desenvolvido um algoritmo para a obtenção de  $K_c$  (algoritmo MODIS-Ta). A abordagem utilizada permite a extrapolação para a escala regional de informação sobre T e  $K_c$  em olivais similares. Esta utilização combinada de IVs (MODIS) e de dados obtidos no terreno permite assim a obtenção de estimativas de T e  $K_c$  de forma atempada, barata e não intrusiva. Para desenvolver e complementar estas abordagens, irá iniciar-se a breve prazo um estudo que terá como objectivo alargar o âmbito da modelação e combinar outras técnicas de medição, tendo em vista a quantificação das necessidades hídricas de olivais regados, tanto à escala da parcela como regional (Projecto H2Olive3S, PTDC/AGR-PRO/111717/2009).

## Resultados e perspectivas futuras

Os resultados experimentais obtidos na região de Moura indicaram uma particular capacidade das plantas para extrair água do solo em condições adversas (baixo teor de água do solo) [6], [7], fazendo uso de um extenso sistema radicular. Os totais diários de fluxo de seiva reflectiram as características estruturais de cada grupo de plantas e as modalidades de rega (Fig. 1). Para as modalidades de rega *Full* e *SDI*, as plantas abrandaram os seus processos fisiológicos aumentando a eficiência do uso da água, independentemente das quantidades aplicadas [7]. Para a modalidade *RDI*, registou-se um marcado declínio de T no Verão, embora as regas aplicadas tenham permitido manter taxas bastante mais elevadas do que na parcela mantida em sequeiro. A modalidade *SDI* mostrou ser a mais apropriada para a condução da rega, embora a

modalidade *RDI* tenha contribuído para manter níveis de transpiração e produção elevados. A obtenção de IVs e a sua combinação com medições no terreno mostrou um erro potencial de cerca de 11% de *T* média, durante a época de rega.



**Figura 1.** Fluxo de seiva ( $\text{mm d}^{-1}$ ) em olival para diferentes modalidades de rega (satisfação das necessidades máximas da cultura, satisfação de 60% das necessidades máximas, rega durante três períodos críticos do ciclo vegetativo) e em sequeiro ( ).

Pretende-se alargar o âmbito do trabalho desenvolvido recorrendo a outras vias de modelação e técnicas de medição, como o método de *Granier* (DC) e a termografia de infravermelhos. Assim, será desenvolvido na região de Évora, a partir deste ano, trabalho experimental que engloba as seguintes áreas: i) quantificação de *T* utilizando a medição de fluxo de seiva com os métodos IC e DC; ii) medição de  $E_s$  com microlisímetros e modelação recorrendo à temperatura da superfície do solo obtida por termometria de infravermelhos; iii) modelação de *T*,  $E_s$  e ET utilizando o modelo SimDualKc [9], [10]; iv) estimativa de *T* e ET à escala da parcela por integração matemática de IVs, recorrendo ao algoritmo MODIS-Ta; v) calibração e validação de um modelo mais sofisticado de simulação da ET (*Revised RS-PM*, [11]); vi) comparação com o modelo METRIC [12], que obtém ET a partir de bandas espectrais térmicas e do balanço de energia da superfície; vii) construção de uma plataforma SIG para integração dos resultados obtidos e produção de informação para a comunidade sobre a gestão da rega em olival e a sua optimização (Fig. 2). Paralelamente, serão analisadas as relações entre a água e a produção/qualidade do azeite.

Relativamente ao método de fluxo de seiva DC, será iniciada uma linha de trabalho que tem por objectivo melhorar a capacidade analítica do método através da inclusão de técnicas de manipulação de informação incerta ou difusa, facilitando a preparação e tratamento de séries temporais alargadas. A calibração e o controlo da medição de diferenças de temperatura obtidas com o método de *Granier* beneficiariam de um sistema matematicamente fundamentado pela lógica difusa, actuando como um agente de decisão [13] e alicerçado em objectivos e regras difusas impostas, de modo a tornar mais célere e exacto o tratamento de dados [14], [15].

**Figura 2.** Esquema conceptual simplificado do Projecto H2Olive3S - Integração de parâmetros biofísicos da planta e da superfície do solo com detecção remota (por satélite e in situ) para modelar as necessidades hídricas de olivais regados e otimizar a programação da rega às escalas da parcela e regional (PTDC/AGR-PRO/111717/2009):

Os resultados das medições no terreno permitirão calibrar e validar os quatro modelos em análise (SimDualKc, MODIS-Ta, Revised RS-PM, METRIC) e otimizar a programação da rega às escalas da parcela e regional. A plataforma SIG servirá para articular os diferentes modelos e uma base de dados experimentais, comportando toda a informação, classificada e mapeada, tendo em vista a disponibilização para os processos de análise e decisão.

## **Bibliografia**

- [1] Granier A, 1985. *Annales Des Sciences Forestieres* 42(2): 193-200.
- [2] Granier A, 1987. *Annales Des Sciences Forestieres*, 44(1): 1-14.
- [3] Ferreira MI, 1996. *Anais do Instituto Superior de Agronomia*, 45: 343-385.
- [4] Green SR, Clothier BE, 1988. *Journal of Experimental Botany*, 39(198): 115-123.
- [5] Green S, Clothier B, Jardine B, 2003. *Agronomy Journal*, 95(6): 1371-1379.
- [6] Ramos AF, Santos FL, 2009. *Biosystems Engineering*, 102(3): 321-333.
- [7] Santos FL, Valverde PC, Ramos AF, Reis JL, Castanheira NL, 2007. *Biosystems Engineering* 98(1): 102-114.
- [8] Santos FL, Ramos AF, 2009. In : *International Conference on Ecohydrology and Climate Change*, Tomar, Portugal.
- [9] Rosa R, Paredes P, Rodrigues GC, Alves I, Pereira LS, 2010: In *Gestão do Risco em Secas*. Colibri e CEER, pp 279-300.
- [10] Paço TA, Ferreira MI, Rosa RD, Paredes P, Rodrigues GC, Conceição N, Pacheco CA, Pereira LS, 2011. *Irrigation Science (in press)*.
- [11] Mu Q, Heinsch FA, Zhao M, Running SW, 2007. *Remote Sensing of Environment*, 111: 519-536.
- [12] Allen RG, Tasumi M, Trezza R, 2007. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering-ASCE*. 133(4):380-394.
- [13] Kavdir U, Guyer D, 2003. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27: 375-382.
- [14] Klir G, Yuan B, *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic – Theory and Applications*. 1995, New York: Prentice Hall PTR.
- [15] Torre ML, Grande JA, Aroba J, Andujar JM, 2005. *Journal of Environmental Monitoring*, 7(11): 1085-1092.