



## ESTUDO DE ALGUNS IMPACTOS DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS SOBRE O REGADIO NO ALENTEJO

S.Shahidian<sup>1</sup>, R.Serralheiro<sup>1</sup>, P. Valverde<sup>1</sup>, JL. Teixeira<sup>2</sup>, J. Serrano<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ICAAM e Universidade de Évora, Departamento de Eng. Rural, [shakib@uevora.pt](mailto:shakib@uevora.pt)

<sup>2</sup> Instituto Superior de Agronomia, Tapada de Ajuda, [jlteixeira@isa.utl.pt](mailto:jlteixeira@isa.utl.pt)

### Resumo

A actividade humana, associada a uma utilização desmedida de combustíveis fósseis, tem produzido efeitos negativos sobre a fauna, a flora e o ciclo hidrológico. Para avaliar os efeitos sobre o ciclo hidrológico na região do Alentejo, foram estudados os registos meteorológicos disponíveis na base de dados do INAG de todas as estações da região. O estudo baseou-se em médias mensais e anuais de precipitação, temperatura, radiação, vento e evapotranspiração calculada pelos métodos de Penman-Monteith ou Hargreaves. A variabilidade dos dados foi atenuada utilizando médias móveis com diferentes durações. Os resultados mostram um aumento gradual das temperaturas médias da região, que em algumas zonas atinge um ritmo de 0,4°C por década. Por outro lado, também se verificam alterações sazonais sobre os restantes parâmetros climáticos, com importância para a evapotranspiração e consumos hídricos das culturas.

Human activity, associated with an unprecedented use of fossil fuels has had a negative effect on the plants, animals and the hydrological cycle. In order to assess the effect of these changes on the hydrological cycle in the Alentejo region, meteorological records available at INAG were studied. The study was based on the monthly and annual averages of rainfall, temperature, radiation, wind speed, and evapotranspiration calculated by the Penman-Monteith and Hargreaves methods. The variability of the data was attenuated using moving averages with different lengths. The results demonstrate a gradual increase of the average temperatures of the region, where some areas show a decadal increase of 0,4°C. On the other hand, there are also seasonal changes in the remaining climate parameters, that are important for evapotranspiration and crop water consumption.

**Palavras Chave:** Evapotranspiração, alterações climáticas, Alentejo, regadio

### 1 INTRODUÇÃO

As alterações climáticas identificadas a nível global têm suscitado preocupações pelo impacto significativo que podem ter na disponibilidade dos recursos hídricos e na sustentabilidade e produtividade da atividade agrícola. Segundo o Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC, 2007), entre 1906 e 2005, o planeta aqueceu, em média, 0,74°C, sendo este aquecimento mais significativo no Hemisfério Norte. Para o mesmo período, o aquecimento na Europa foi de 1°C (IPCC, 2007). Desde a revolução industrial e até 2004, a concentração de CO<sub>2</sub> presente na atmosfera aumentou 35% devido às actividades humanas (Santos et al., 2006). A sua emissão anual aumentou cerca de 70% entre 1970 e 2004 (IPCC, 2007). Este facto tem contribuído para o aumento da temperatura média

global da Terra – o aquecimento global. O aumento da temperatura global tem causado outras alterações no clima, como a mudança dos padrões de precipitação, resultando em períodos de seca e de cheias mais pronunciados.

Muitos trabalhos publicados têm utilizado modelos para simular o impacto dos diferentes cenários sobre a utilização da água pela agricultura (Guereña, 2001, Döll e Siebert, 2001). O modelo GIM (Doll, 2002) prevê que a radiação líquida,  $IR_{net}$  irá aumentar 3-5% até 2020 e 5-8% até 2070. Em termos de regiões mundiais, o maior aumento é esperado no Sudeste asiático, onde haverá um aumento de 15% nas necessidades de água para a rega até 2070. Pelo contrário, no médio oriente haverá uma diminuição da  $IR_{net}$ .

Marsal e Utset (2007) simularam diversos cenários para Lleida (Espanha) e prevêem o aumento da temperatura em 4°C até ao fim do século. Eles utilizaram o modelo geral de circulação CGCM2 com os dados de 1956 a 1998. Os mesmos autores também observaram que o aumento da ETo era maior quando calculado através da equação de Penman-Monteith do que através da equação de Hargreaves-Samani.

À escala regional é importante, por isso, analisar as tendências das variáveis climáticas que mais influenciam o consumo de água pelas culturas e o seu impacto na agricultura de regadio. O objectivo deste trabalho é estudar a alteração climática no nordeste Alentejano durante as últimas décadas e tentar quantificar o seu impacto nas necessidades hídricas de uma cultura de referência. Assim, reuniram-se as séries climáticas das últimas quatro décadas para analisar o impacto das alterações climáticas nas necessidades hídricas das culturas de regadio na região do nordeste Alentejano. Para uma quantificação melhor dos resultados, foi utilizada a cultura do milho como referência.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A área analisada situa-se no nordeste Alentejano e compreende as sub-bacias do Caia, Degebe, Álamos, Alcarrache e Ardila, pertencentes à bacia hidrográfica do Guadiana e que integram alguns dos principais regadios do Alentejo: Caia, Lucefecit, Vigia, e uma parte do regadio do sistema global de rega do Alqueva (Perímetro do Monte-Novo).

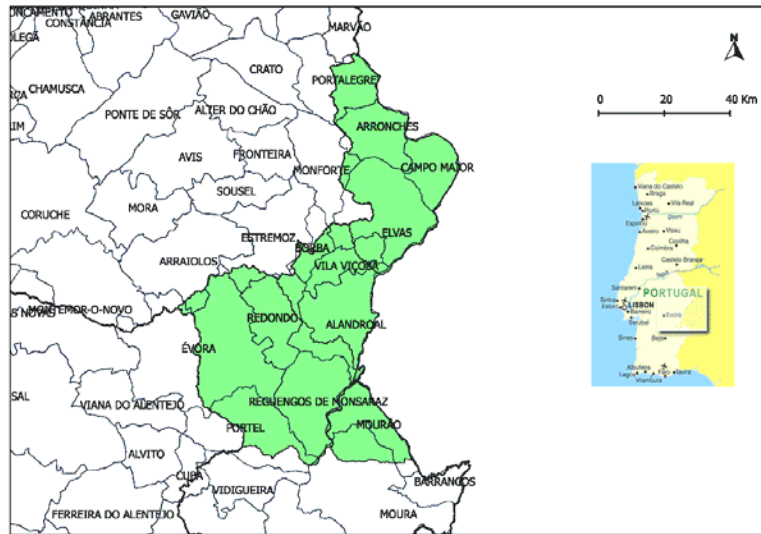


Figura 1. Localização da área analisada

As séries de dados climáticos utilizadas compreendem o período entre 1965 e 2009, tendo sido reunidas através da rede SNIRH (INAG, I.P.): postos udométricos e estações climatológicas, e complementados com dados das estações climatológicas do Instituto de Meteorologia (IM) para completar mutuamente as séries com dados em falta em cada uma das bases de informação. A precipitação média ponderada foi definida pelo método de Thiessen com base nas áreas de influência dos postos udométricos presentes na zona de análise. Para determinar o impacto da variação da temperatura média do ar nas necessidades hídricas das culturas, utilizou-se a evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ). Os parâmetros meteorológicos existentes nas séries de dados climáticos existentes não permitiram a utilização do método de Penman-Monteith pelo que a  $ET_0$  (mm/dia) foi determinada pelo método de Hargreaves (Hargreaves e Samani, 1985) que apenas exige como dados de entrada a temperatura do ar,  $T$  (média, máxima e mínima) em ( $^{\circ}\text{C}$ ) e a radiação extraterrestre ( $R_a$ ) em unidades de evaporação de água (mm/dia). A equação de Hargreaves-Samani é normalmente expressa da seguinte forma:

$$ET_0 = 0,0023 R_a (T_{med} + 17.78) (T_{max} - T_{min})^{0.5} \quad Eq 1$$

Santos e Maia (2005) compararam os valores obtidos por este método com os de Penman e chegaram a conclusão que para a região de Alentejo, este método sobre-estima o valor de  $ET_0$  em cerca de 10%. Mais tarde, Shahidian et.al (2007) calibraram a equação de Hargreaves Samani para as condições do Alentejo.

A evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) permite caracterizar a perda de água pelas culturas em função do clima e permite determinar o consumo de uma cultura específica através dos seus coeficientes culturais ( $K_c$ ). A  $ET_0$  e a precipitação são as principais variáveis que permitem estabelecer o balanço hídrico de água no solo e a determinação das dotações de rega necessárias para satisfazer as necessidades hídricas das culturas.

Para verificar o impacto resultante das tendências climáticas identificadas nas necessidades úteis de rega das culturas exploradas nos regadios do Alentejo, utilizou-se o modelo ISAREG (Teixeira e Pereira, 1992) para simular as necessidades úteis de rega do milho visando o máximo rendimento da cultura através do balanço hídrico do solo. O modelo ISAREG baseia-se no balanço hídrico do solo efectuado segundo a metodologia apresentada por Doorenbos e Pruitt (1977) e Allen et al. (1998). As necessidades de água para a rega são estimadas através do balanço hídrico do solo cultivado. Para tanto, considera-se que parte das necessidades de água são satisfeitas pela precipitação, pela reserva de água do solo e pela ascensão capilar e que as saídas de água correspondem à ETc (transpiração pelas plantas e evaporação a partir do solo), à percolação para além da zona radicular e ao eventual escoamento à superfície do solo. Estas necessidades são posteriormente corrigidas pela eficiência da rega para obtenção das necessidades brutas ou totais da cultura na prática de rega.

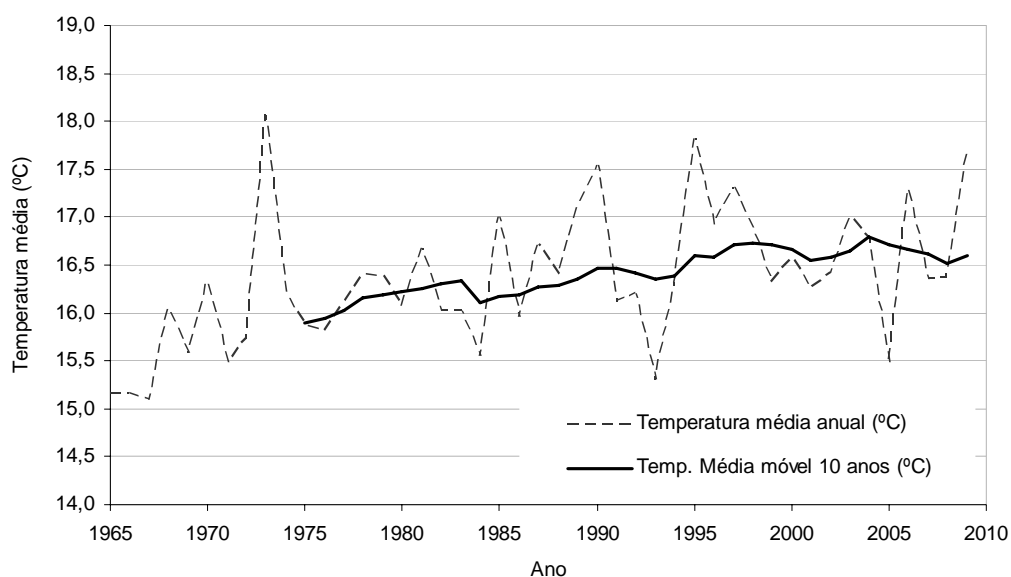
O milho, sendo uma das culturas mais representativas nos regadios Alentejanos e simultaneamente uma das mais exigentes em consumo de água, foi aqui utilizado como cultura de referência para identificar o impacto potencial das alterações climáticas nas necessidades úteis de rega das culturas típicas de regadio. No entanto, é importante referir que cada cultura responde de forma diferente ao clima, de acordo com a duração e distribuição temporal das fases vegetativas que caracterizam o seu ciclo cultural.

Com o objetivo de reduzir as oscilações dos dados climáticos à escala anual e evidenciar a tendência verificada nas últimas décadas, utilizaram-se médias móveis de dez anos. Dada uma série  $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ , define-se média móvel de ordem  $k$  como a sequência das médias aritméticas obtidas por:

$$\frac{y_1 + y_2 + \dots + y_k}{k}, \frac{y_2 + y_3 + \dots + y_{k+1}}{k}, \frac{y_3 + y_4 + \dots + y_{k+2}}{k}, \dots \quad Eq 2$$

### 3 RESULTADOS

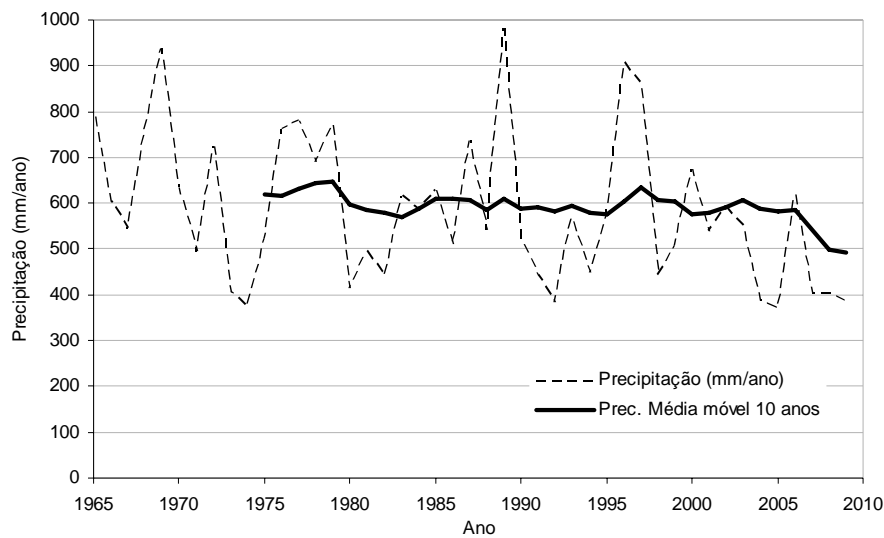
Os dados anuais da temperatura média do ar e as médias móveis de 10 anos relativas às temperaturas médias anuais entre 1965 e 2009 estão representadas na figura 2.



**Figura 2.** Evolução da temperatura média do ar ao longo do período do estudo (1965-2009)

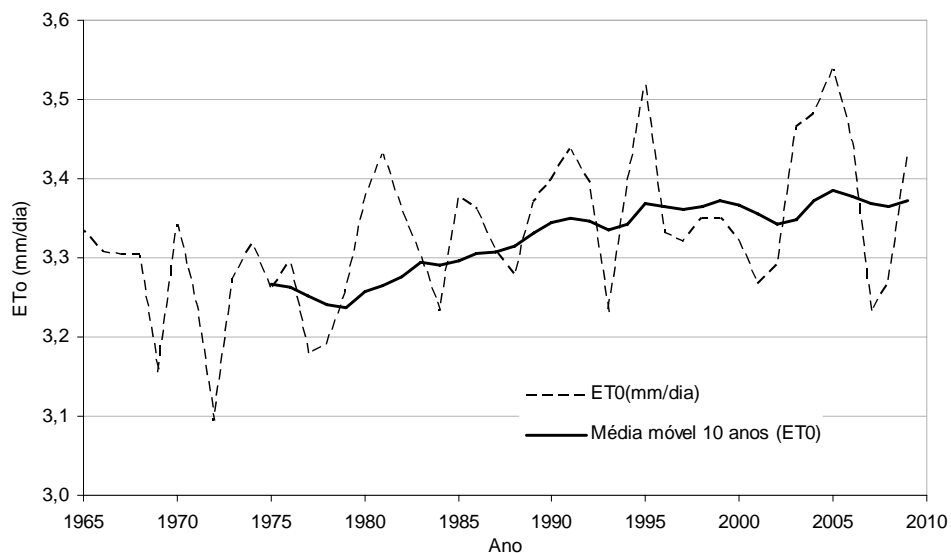
Verifica-se que a temperatura média do ar da área analisada apresenta uma tendência crescente ao longo do período considerado. As médias móveis permitem verificar que apesar da tendência crescente existe um ciclo secundário de oscilação com intervalos de tempo irregulares. Uma das variações mais acentuadas entre décadas no período analisado situa-se entre a década 1985-1995 e a de 1995-2005 em que a temperatura média do ar registou um aumento de 0,4°C.

A precipitação anual registada na zona de análise está descrita na figura 3. Apesar de ser muito irregular, é possível observar uma tendência decrescente ao longo das últimas décadas. As médias móveis de 10 anos indicam que a queda mais acentuada da precipitação anual ocorreu na última década.



**Figura 3-** Evolução da precipitação anual entre ao longo do período do estudo (1965-2009)

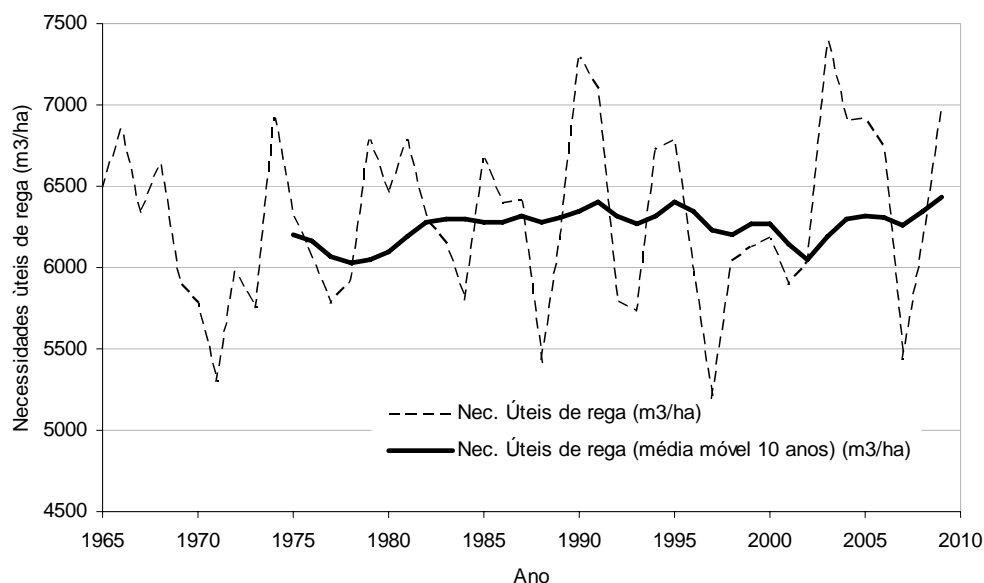
A figura 4 representa a evolução da evapotranspiração diária média de referência (ET<sub>0</sub>) na zona de análise entre 1965 e 2010. A evapotranspiração foi calculada com base nas temperaturas mínimas e máximas, utilizando a equação de Hargreaves-Samani. Verifica-se que existe uma tendência crescente ao longo das últimas décadas, com a ET<sub>0</sub> média a aumentar de 3,25 mm/dia no período 1969-1979 para 3,35 no período 1998-2008.



**Figura 4.** Evolução da evapotranspiração de referencia ao longo do período do estudo

Os cálculos das simulações das necessidades de rega efectuadas através do modelo ISAREG para a cultura do milho (figura 5) permitem verificar que as necessidades úteis de rega anuais

do milho no período 1965-2009 foram muito variáveis, traduzindo o efeito da irregularidade da precipitação no balanço hídrico. No entanto, as necessidades úteis de rega obtidas apresentaram no período completo descrito uma tendência de crescimento médio de cerca de  $4.64 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{ano}$  o que se traduz num aumento total de  $208 \text{ m}^3/\text{ha}$  no período de 45 anos considerado.



*Figura 5. Evolução das necessidades de rega do milho ao longo do período do estudo*

## 4 CONCLUSÕES

Verifica-se que, apesar da existência de ciclos de oscilação, as médias móveis indicam claramente um aumento de temperatura média de  $0,4 \text{ }^\circ\text{C}$  numa década.

As alterações climáticas verificadas no Alentejo nas últimas décadas apontam para uma tendência de crescimento gradual do consumo de água pelas culturas, induzida pelo aumento da temperatura média do ar, verificando-se simultaneamente uma redução da água disponível como consequência da tendência de diminuição da precipitação.

O aumento dos custos dos fatores de produção (energia e água) e a crescente pressão que está a ser exercida sobre os recursos hídricos, como consequência das mudanças climáticas, reforçam a necessidade da implementação nas explorações agrícolas de uma condução de rega baseada na avaliação em tempo real do clima, estado hídrico do solo e estado fisiológico da cultura, de modo a otimizar a rega em cada momento do ciclo cultural, promovendo a melhoria da produtividade da água na agricultura e a conservação dos recursos hídricos.

## 5 BIBLIOGRAFIA

Allen, R., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M., (1998) *Crop Evapotranspiration, Guidelines for Computing Crop Water Requirements*, FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome – Italy.

Doorenbos J, e Pruitt, W.O. (1975) *Guidelines for predicting crop water requirements*, Irrigation and Drainage Paper 24, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 179p.

Döll, P., Siebert, S. (2001) *Global modelling of irrigation water requirements*. Water Resour. Res .

Doll, P., (2002) *Impact of climate change and variability on irrigation requirements: A global perspective*. Clim. Change, 54: 269-293.

Guereña A, Ruiz-Ramos M, Díaz-Ambrona CH, Conde JR, Mínguez MI (2001) *Assessment of Climate Change and Agriculture in Spain Using Climate Models*. Agron. J. 93:237–249.

Hargreaves, G.H., Samani, Z.A., (1982) *Estimating potential evapotranspiration*. *J. Irrig. and Drain Engr.*, ASCE, 108(IR3): 223-230.

Hargreaves, G.H., Samani, Z.A., (1985) *Reference crop evapotranspiration from temperature*. Transaction of ASAE 1(2):96-99.

IPCC (1996) *Climate Change 1995, Impacts, Adaptation and Mitigation of Climate Change: Scientific Technical Analysis*. Contribution of Working Group II to the Second Assessment of the IPCC. Eds. RT Watson, MC Zinyowera and RH Moss, Cambridge University Press, Reino Unido

Santos, F.D., Forbes, K. and Moita, R. (2002) *Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures* – SIAM Project, Gradiva, Lisboa, Portugal, 454 pp

Santos, M., Maia, J., (2005) *Calibração da ETo estimada pelo método de Hargreaves e tina evapométrica Classe A*, Congresso Nacional de rega e drenagem, Beja

Shahidian, S., Serralheiro, R.P. Teixeira, J.L., Santos, F.L., Oliveira, M.R.G., Costa, J.L., Toureiro, C. . Haie, N. (2007) *Desenvolvimento dum sistema de rega automático, autónomo e adaptativo – Estudo comparativo de cinco métodos para o cálculo da ETo*; Actas do Iº Congresso Ibérico e IV Congresso Espanhol de AgroEngenharia, Vol. I.

Teixeira, J.L., Pereira, L.S., (1992) *ISAREG, an irrigation scheduling model*, ICID Bulletin 41(2): 29-48.





**IV CONGRESSO NACIONAL DE REGA E DRENAGEM**  
**Coimbra, 20 e 21 de Setembro de 2012**

---