

# CLIMATOLOGIA NO APOIO À RECUPERAÇÃO DE UM RIO TEMPORÁRIO DA BACIA DO GUADIANA

## CLIMATOLOGY IN THE SUPPORT TO THE RECUPERATION OF A TEMPORARY RIVER IN THE GUADIANA BASIN

M. Potes<sup>(1)</sup>, R. Salgado<sup>(1,2)</sup>, V. Pires<sup>(3)</sup>, S. Cunha<sup>(3)</sup>, A. Pedro<sup>(4)</sup>, M. Morais<sup>(4,5)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro de Geofísica de Évora, Universidade de Évora, Portugal, mpotes@uevora.pt

<sup>(2)</sup> Departamento de Física, Universidade de Évora, Portugal, rsal@uevora.pt

<sup>(3)</sup> Instituto de Meteorologia, IP, Portugal, vanda.cabrinha@meteo.pt, sofia.cunha@meteo.pt

<sup>(4)</sup> Laboratório da Água, Universidade de Évora, Portugal, anapedro@uevora.pt

<sup>(5)</sup> Instituto de Ciências Agrárias Mediterrânicas, Universidade de Évora, Portugal, mmorais@uevora.pt

### SUMMARY

*In order to generate rehabilitation strategies for temporary Mediterranean river corridors, multidisciplinary studies are needed, including the characterization of past and actual climatic states. In this context, we made a high resolution climatic characterization and a trend analysis of a specific pilot basin, the Pardieira basin in Guadiana basin.*

### Introdução

Todos os afluentes do rio Guadiana em território português são rios temporários de características sazonais que apresentam caudal superficial apenas durante os meses com precipitação. Este tipo de sistemas ocorre naturalmente em regiões de clima Mediterrânico e de clima semi-árido, estando também presentes noutras regiões da Europa, normalmente associadas à geologia de características calcárias extremamente permeável. Para preservar e reabilitar estes sistemas é necessário uma abordagem multidisciplinar que permita conhecer o seu funcionamento assim como a evolução das suas características ao longo do tempo. Com este objectivo está em curso o projecto “Estratégias de Conservação e Reabilitação de rios Temporários: caso estudo da bacia do rio Pardieira, sul de Portugal bacia do Guadiana)” que envolve investigadores de diferentes áreas científicas, nomeadamente da biologia, da hidrogeologia, da meteorologia, da sociologia e da história da paisagem. As metodologias aplicadas têm por objectivo estudar as interações entre as diferentes componentes (i.e. climáticas, hidrológicas, biológicas) ao longo do tempo, de uma bacia temporária piloto, a bacia do rio Pardieira. Inclui-se neste âmbito a caracterização do clima, objectivo do presente trabalho.

### Clima no período 1961-1990

Para o estudo deste período de 30 anos (período necessário para se descrever um determinado clima) foram realizados mapas de alta resolução (1x1km)

resultantes de uma rede de estações do Instituto de Meteorologia (IM). Foi utilizada interpolação através de métodos de Kriging (Krige, 1951) com regressão de resíduos tendo em conta a altitude e a distância ao litoral (sempre que as variáveis geográficas tivessem bons coeficientes de correlação entre o parâmetro seleccionado). Os valores foram posteriormente extraídos das grelhas, tendo em conta a região em estudo. A Figura 1 ilustra a orografia da área de estudo. Está localizada a ribeira da Pardieira, a estação meteorológica da Pardieira (CGE – Centro de Geofísica de Évora) e os postos udométricos do INAG.

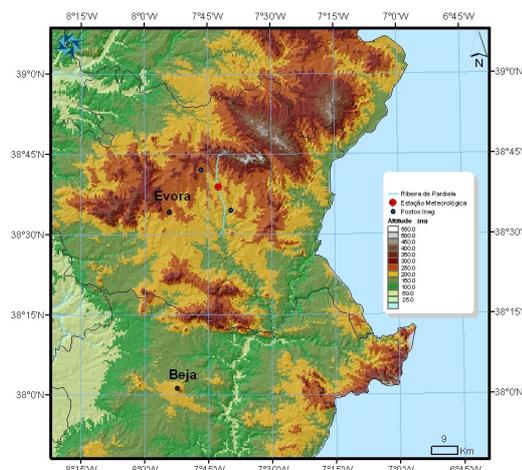


Fig. 1 – Área de estudo da climatologia 1961-1990. Localização das cidades de Évora e Beja, da ribeira da Pardieira, da estação

meteorológica da Pardieira (CGE) e dos postos udométricos do INAG.

Os valores da temperatura média mensal variam regularmente durante o ano, atingindo valores máximo no Verão e mínimos no Inverno. A Figura 2 ilustra os valores médios da temperatura máxima do ar no Verão (Junho, Julho e Agosto), para o período 1961-1990, na região em estudo. Os valores variam entre 27°C a Oeste de Évora e 32°C junto ao Rio Guadiana.

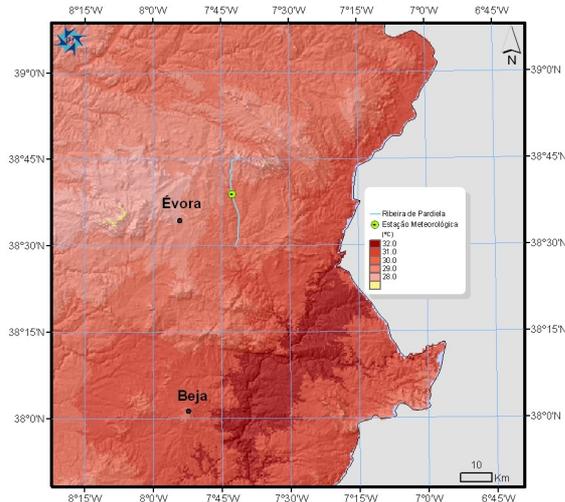


Fig. 2 – Valores médios da temperatura máxima do ar no Verão (Junho, Julho, Agosto). Período de 1961-1990.

A média anual da precipitação em Portugal Continental é cerca de 900 mm, com grande variação espacial. A região em estudo é uma das zonas do País que apresenta em média os valores mais baixos de precipitação anual, em particular no interior Sul. A Figura 3 ilustra a média anual da precipitação acumulada, para o período de 1961-1990, na região em estudo. Os valores máximos situam-se nas regiões com maior relevo, valores na ordem dos 800 mm e os mínimos junto ao rio Guadiana com valores perto dos 400 mm.

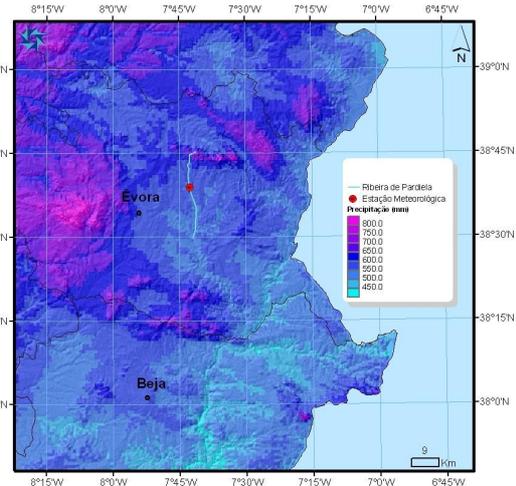


Fig. 3 – Média anual da precipitação acumulada. Período de 1961-1990.

A evapotranspiração potencial (ETP) é um elemento meteorológico normal, padrão, representando a precipitação necessária para atender à necessidade de água da cobertura vegetal. A ETP é a quantidade máxima de água que pode evaporar de uma superfície com disponibilidade de água para a realização do processo para vaporizá-la, é calculada através do método de Penman (1948), recomendado por organizações internacionais como a FAO (Food and Agriculture Organization).

A Figura 4 ilustra a média anual da evapotranspiração potencial, para o período de 1961-1990, na região em estudo. A evapotranspiração potencial é máxima em todo o interior Alentejano, incluindo Évora e Beja, com valores de 1150 mm, diminuindo em direção a Oeste.

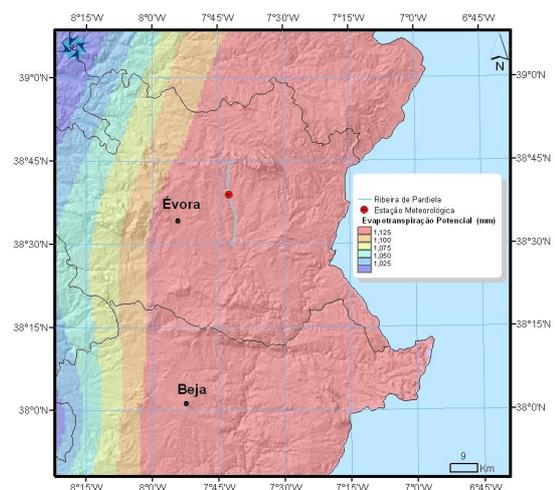


Fig. 4 – Média anual da evapotranspiração potencial. Período de 1961-1990.

### Tendências Climáticas nos últimos 50/70 anos

As tendências climáticas observadas em Portugal Continental têm de ser avaliadas no contexto das alterações climáticas globais. A existência de uma tendência de aquecimento global foi um facto estabelecido na última década do século XX onde foram observados um número significativo de anos mais quentes. O aquecimento do sistema climático é inequívoco, evidenciado a partir do aumento das temperaturas globais do ar e do oceano, fusão do gelo e neve e subida do nível médio do mar.

Os parâmetros analisados provêm de três estações que se situam junto à bacia da ribeira de Pardiela (Fig. 1). As estações do INAG disponibilizam apenas dados de precipitação (postos udométricos) enquanto que a estação do IM disponibiliza os restantes dados meteorológicos. Para verificar a existência de tendências significativas foi utilizado o teste estatístico de Mann-Kendall, proposto inicialmente por Sneyers (1975).

A variabilidade da média anual da temperatura média do ar em Évora, no período 1941-2006, é mostrada na Figura 5, assim como a representação das séries progressiva e regressiva do teste estatístico de Mann-Kendall. É visível na série que desde 1986 houve apenas um ano em que a temperatura foi inferior à média 61-90 (a tracejado). Através das séries progressiva e regressiva verifica-se que a temperatura começou a subir em 1977. O ponto de intersecção entre as duas séries, que indica o início da tendência, ocorreu em 2002, contudo a série progressiva só excede o valor de 1,96 (limite de significância a 5%) em 2003, indicando que a tendência é significativa estatisticamente desde 2003.

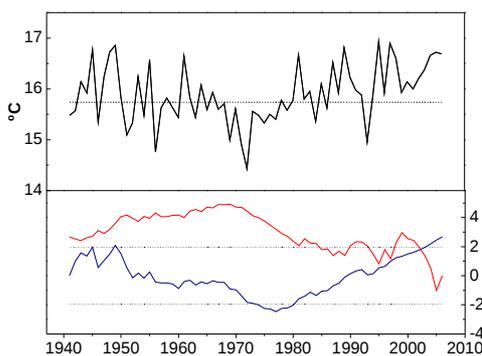


Fig. 5 – Variabilidade da média anual da temperatura média do ar em Évora (preto), a tracejado o valor médio no período 61-90. Em baixo representação das séries progressiva (azul) e regressiva (vermelho) do teste de Mann-Kendall..

A média anual da precipitação em Portugal Continental é cerca de 900 mm, com grande variação espacial (SIAM II). A região em estudo é uma das zonas do País que apresenta em média os

valores mais baixos de precipitação anual. A Figura 6 exemplifica a variabilidade anual da precipitação acumulada para o posto udométrico de Azaruja, no período 1932-2007, assim como a representação das séries progressiva e regressiva do teste estatístico de Mann-Kendall. É visível que a partir da década de 70 há predominância de anos com precipitação acumulada inferior à média 61-90 (a tracejado).

Através das séries progressiva e regressiva verifica-se que a precipitação começou a diminuir em 1973. O ponto de intersecção entre as duas séries ocorreu em 1978 indicando o início da tendência. A série progressiva passa o limite de significância em 1994 mas no ano seguinte retrocede, voltando depois a passar o limite outra vez em 2005. Este comportamento leva a concluir que a tendência não é significativa.

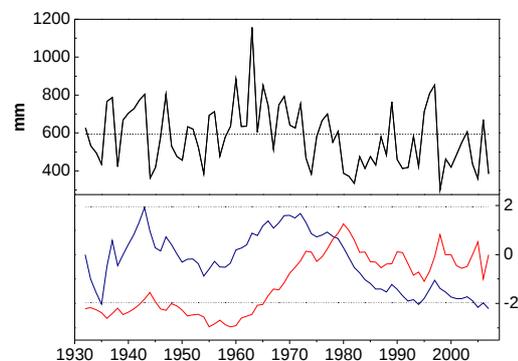


Fig. 6 – Variabilidade anual da precipitação acumulada em Azaruja, a tracejado o valor médio no período 61-90. Em baixo representação das séries progressiva (azul) e regressiva (vermelho) do teste de Mann-Kendall..

A Figura 7 exemplifica a variabilidade sazonal da precipitação acumulada em Azaruja, no período 1932-2007. É visível que para os meses de Inverno (DJF) e Primavera (MAM) existe uma aparente diminuição de precipitação, sendo que nas restantes estações do ano não existe tendência aparente. Das duas estações acima referidas apenas para a Primavera existe tendência significativa de diminuição de precipitação, como se mostra na Figura 8 através da análise das séries progressiva e regressiva. Segundo a série progressiva a precipitação começou a diminuir em 1972, a intersecção das séries ocorreu em 1979 indicando o início da tendência, tornando-se significativa em 1986 quando a série progressiva ultrapassa o limite de significância.

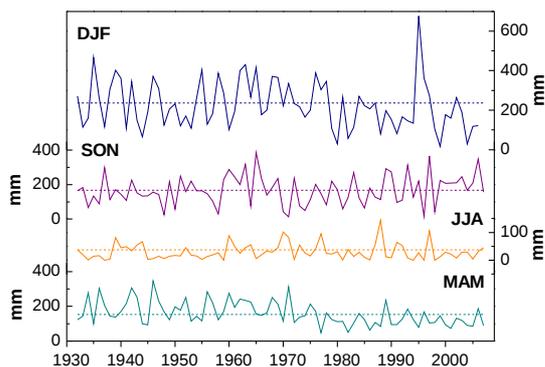


Fig. 7 – Variabilidade sazonal da precipitação acumulada em Azaruja. A tracejado os valores médios no período 61-90.

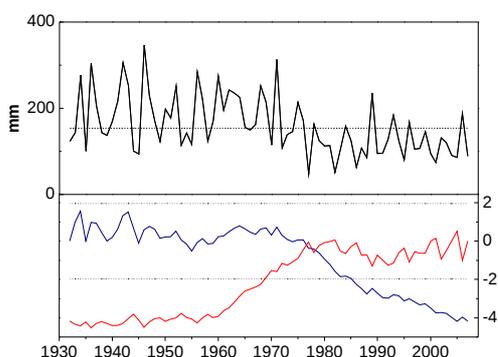


Fig. 8 – Variabilidade da precipitação acumulada para os meses de Primavera (MAM), em Azaruja. A tracejado os valores médios no período 61-90. Em baixo representação das séries progressiva (azul) e regressiva (vermelho) do teste de Mann-Kendall.

### Situações de Seca

As situações de seca constituem uma ocorrência natural associada essencialmente à falta de precipitação, que se verifica todos os anos em diversas regiões do mundo. A seca é o desastre natural de origem meteorológica e climatológica mais complexo e que afecta mais pessoas e durante mais tempo que qualquer outro (Pires, 2003). Para caracterizar a evolução histórica das situações de seca em Évora, utilizou-se o índice meteorológico PDSI – Palmer Drought Severity Index (Palmer, 1965). Este índice meteorológico PDSI detecta períodos de seca e classifica-os em termos da sua intensidade. O acompanhamento mensal deste índice (ou em escalas temporais mais curtas) dá uma boa indicação da evolução inicial da seca, assim como, a avaliação da sua intensidade e duração. Na Tabela I são apresentadas as doze situações de seca mais longas (das vinte cinco detectadas no período 1901-2006) para a série de Évora. É indicado a duração de situações de seca (número de meses) e correspondentes anos de início e fim, intensidade e número de meses consecutivos nas classificações mais graves: severa e extrema.

Alguns episódios de seca destacam-se, não só pela sua duração, mas também pelo número de meses consecutivos em situação de seca severa e extrema.

Em termos de duração é de realçar:

- 1979 – 1982 - 33 Meses
- 1943 – 1946 - 29 Meses
- 1953 – 1954 - 23 Meses

Em termos de intensidade (n.º de meses consecutivos em seca severa ou extrema) é de realçar:

- 9 Meses – Janeiro a Setembro 2005
- 8 Meses – 1943-1946
- 7 Meses – 1991-1992

Tabela I

| Nº Meses | Anos de Seca | Intensidade     | Nº Meses consecutivos em Seca severa ou extrema |
|----------|--------------|-----------------|---|
| 33       | 1979 - 1982  | Fraca a extrema | 3   |
| 29       | 1943 - 1946  | Fraca a extrema | 8   |
| 23       | 1953 - 1954  | Fraca a severa  | 1   |
| 20       | 1994 - 1995  | Fraca a extrema | 6   |
| 19       | 1904 -1905   | Fraca a severa  | 2   |
| 18       | 1991 - 1992  | Fraca a extrema | 7   |
| 17       | 1964 - 1965  | Fraca a extrema | 4   |
| 17       | 2003 - 2004  | Fraca a severa  | 2   |
| 16       | 1917 -1918   | Fraca a extrema | 3   |
| 16       | 1924 - 1925  | Fraca a severa  | 1   |
| 16       | 2004 - 2006  | Fraca a extrema | 9   |
| 15       | 1957 - 1958  | Fraca a extrema | 2   |
| ...      | ...          | ...             | ...   |

### Conclusões

O estudo da climatologia 1961-1990 para a região em estudo confirma que esta é um exemplo de clima Mediterrânico, prevalecente no Sul de Portugal Continental, assim como em outras regiões do Sul da Europa. São regiões de clima temperado com Verão seco, quente e longo (clima Csa, na classificação de Köppen, ver Peixoto, 1987) e com grande vulnerabilidade à ocorrência de secas e desertificação. No interior Alentejano os valores médios da temperatura máxima do ar no Verão atingem os 32°C e a média anual da precipitação acumulada é em alguns locais de apenas de 400 mm. A média anual de evapotranspiração potencial (ETP) é da ordem de 1150 mm o que indica que existe um deficit hídrico no solo. Este deficit é muito acentuado especialmente devido aos meses de Verão

onde a precipitação é muito reduzida e a ETP muito elevada. Foram analisados os últimos 50/70 anos e verificou-se um aumento significativo da temperatura média do ar desde 2003; diminuição significativa da precipitação nos meses de Primavera (MAM) desde 1986, embora esta tendência seja bastante significativa não se reflecte na precipitação anual acumulada, onde não se detecta tendência significativa. Foram também analisadas as situações de seca, através do índice PDSI, e verificou-se um aumento da frequência e intensidade das situações de seca desde a década de 90.

### **Agradecimentos**

Agradecemos ao INAG a disponibilidade dos dados através do sítio <http://snirh.pt/>.

### **Referências**

Krige, D.G., 1951. A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. J. of the Chem., Metal. and Mining Soc. of South Africa, 52, 119–139.

Palmer, W.C. 1965. Meteorological drought. Research Paper, 45, U.S. Department of Commerce Weather Bureau, Washington, D.C., 58 pp.

Peixoto, J. P., 1987. O Sistema climático e as bases físicas do Clima, SEARN-MPAT, 187 pp.

Penman, H.L., 1948. Natural evaporation from open water, bear soil and grass. Proc. R. Soc. Lond., Ser. A, 193,120-145.

Pires, V., 2003. Frequência e intensidade de Fenómenos meteorológicos extremos associados a precipitação. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Ciências e Engenharia da Terra, Lisboa, 96 pp.

Santos, F.D., and P. Miranda, 2005. Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação (SIAM II). Projecto SIAM, Lisboa, 506 pp.

Sneyers, R.,1975. Sur L'Analyse Statistique Des Séries D'Observations. OMM, n° 415. 1-14.