

**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Sérgio António Neves Lousada

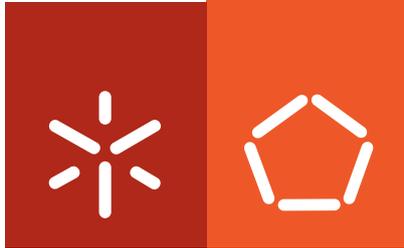
**Impactes das Áreas de Rega e da Barragem  
do Alqueva nas Temperaturas Regionais:  
Evidências no Sul da Península Ibérica**

**Impactes das Áreas de Rega e da Barragem do Alqueva nas  
Temperaturas Regionais: Evidências no Sul da Península Ibérica**

Sérgio António Neves Lousada

UMinho | 2010

Fevereiro de 2010



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Sérgio António Neves Lousada

**Impactes das Áreas de Rega e da Barragem  
do Alqueva nas Temperaturas Regionais:  
Evidências no Sul da Península Ibérica**

Tese de Doutoramento  
Ramo de Doutoramento - Hidráulica

Trabalho efectuado sob a orientação do  
**Professor Naim Haie**

Fevereiro de 2010

# DECLARAÇÃO

**Nome:** SÉRGIO ANTÓNIO NEVES LOUSADA

**Endereço Electrónico:** sergio\_a\_n\_l@hotmail.com      **Telemóvel:** 934 983 552

**N.º do Bilhete de Identidade:** 12014656

**Título da Tese de Doutoramento:**

Impactes das Áreas de Rega e da Barragem do Alqueva nas Temperaturas Regionais:  
Evidências no Sul da Península Ibérica

**Orientador:**

Professor Naim Haie, Professor Associado com Agregação

**Ano de conclusão:** 2010

**Designação do Ramo de Conhecimento do Doutoramento:**

Hidráulica

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE, APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO,  
MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, / /

Assinatura: \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS**

A presente tese de doutoramento teve a contribuição, apoio e estímulo de várias pessoas e instituições às quais desejo aqui registar o meu profundo apreço e reconhecimento.

Ao Professor Naim Haie, orientador científico do presente trabalho, agradeço o especial incentivo, apoio e espírito crítico.

Muito especialmente à minha namorada Paula Alexandra Sá Rodrigues e filha Matilde Rodrigues Lousada, pelo carinho, pelo apoio e pelo estímulo que me deram sempre desde o início.

Aos meus pais e irmã, pela tolerância e paciência, que muitas vezes me faltou em “momentos chave”.

## RESUMO

A presente tese de doutoramento tem como objectivo verificar se as temperaturas regionais de uma determinada área de estudo podem ser afectadas pela construção de uma barragem (Alqueva), bem como analisar a relação dessas temperaturas com as áreas de rega. Este estudo incide sobre a região Sul da Península Ibérica (Portugal e Espanha), nomeadamente Alqueva (Portel) e os concelhos de Beja e Évora, em Portugal e os concelhos de Almería, Badajoz, Córdoba, Granada, Huelva, Málaga, Murcia e Sevilha em Espanha. Os indicadores utilizados são: temperatura mínima, média e máxima diária ao longo do tempo e diferença entre o mesmo tipo de temperatura entre o município em análise e o de referência.

Para se proceder a uma análise comparativa dos diferentes concelhos analisados, decidiu-se dividir a análise das temperaturas até final do ano 2001, e de 2002 até 2007 (meses de Junho, Julho e Agosto meses onde a temperatura será supostamente superior), pois a barragem do Alqueva viu as suas comportas de fundo e de meio serem encerradas a 8 de Fevereiro do ano de 2002. Daí a opção por dividir os dados obtidos nas datas supra referidas. Então, até ao final do ano de 2001 foram analisados os concelhos supra referidos, tendo sido tomado como municípios de referência os concelhos de Beja e Murcia. Entre 2002 e 2007, optou-se por uma comparação de temperaturas dos diferentes anos relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto entre a referência neste caso Beja (ou qualquer uma das outras estações seguidamente mencionadas) e Alqueva e os municípios de Beja e Évora (referentes a Portugal) e Badajoz, Córdoba, Sevilha (referentes a Espanha).

Na análise efectuada aplicaram-se diferentes Métodos Determinísticos, Paramétricos t, Não Paramétricos e Estatística Descritiva, para permitir uma pesquisa e recolha de dados adequados bem como um tratamento e organização dos mesmos.

Os resultados demonstram que o aumento da área de rega provoca um aumento na maior parte dos indicadores analisados, nomeadamente aqueles que se referem às temperaturas dos meses quentes do ano. Por sua vez, o aparecimento da barragem do Alqueva revela uma diminuição na maior parte dos referidos indicadores. Contudo este resultado não pode ser considerado definitivo, pois será preciso verificar se a barragem do Alqueva influencia as temperaturas regionais pontualmente ou irá contribuir para a ampliação do aquecimento global.

## ABSTRACT

This doctoral thesis aims to establish whether the regional temperatures in a region under study, may be affected by the construction of a dam (Alqueva) and analyze its relationship with the areas of irrigation. This study focuses on the South of the Iberian Peninsula (Portugal and Spain), particularly in Portugal, Alqueva (Portel) and the municipalities of Beja and Évora, and Spain in the municipalities of Almería, Badajoz, Cordova, Granada, Huelva, Malaga, Murcia and Seville. The indicators used are: minimum temperature, average and maximum daily over time and the difference between the same type of temperature between the municipality in question and the reference.

For a comparative analysis of different counties analyzed, it was decided to divide the analysis of temperatures by the end of 2001, and from 2002 to 2007 (June, July and August months where the temperature is supposedly better) because Alqueva saw the dam's floodgates of their background and environment are closed on 8 February of 2002. Hence the option of splitting the data obtained on the dates mentioned above. So by the end of 2001, we analyzed the above mentioned counties, was used as local reference for the municipalities of Beja and Murcia. Between 2002 and 2007, it was decided by a comparison of temperatures of different years for the months of June, July and August between the reference case Beja (or any of the other stations mentioned below) and Alqueva and the municipalities of Beja and Évora (referring to Portugal), and, Badajoz, Cordoba and Seville (referring to Spain).

In the analysis we applied different Deterministic Methods, Parametric t, No Parametric and Descriptive Statistics to allow a search and retrieval of data and appropriate treatment and organize them.

The results show that increasing the area of irrigation causes an increase in most indicators analyzed, including those that refer to temperatures warmer months. In turn the appearance of the Alqueva dam shows a decrease in most of these indicators. However, this result can not be considered definitive, for checking to see if the Alqueva dam influence regional temperatures on time or will contribute to the expansion of global warming.

## ÍNDICE

<b>DECLARAÇÃO</b>	<b>II</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b>	<b>III</b>
<b>RESUMO</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>XI</b>
<b>Capítulo I</b>	
1. Introdução	2
1.1. Aquecimento Global	2
1.2. Rega	7
1.3. Evapotranspiração	8
1.4. Barragens	9
1.5. Objectivos do Trabalho	10
<b>Capítulo II</b>	
2. Caracterização da Área em Estudo: Península Ibérica	13
2.1. Península Ibérica	13
2.1.1. Municípios Considerados	15
2.2. Alqueva	19
<b>Capítulo III</b>	
3. Metodologia	25
3.1. Estações e Dados	26
3.2. Indicadores seleccionados	29
3.3. Métodos Determinísticos, Paramétricos t, Não Paramétricos e Estatística Descritiva	31
3.3.1. Métodos Determinísticos, Tendência Linear	32
3.3.2. Métodos Determinísticos, Média Móvel	33
3.3.3. Métodos Paramétricos t e Não Paramétricos de Aderência	36
3.3.3.1. Métodos Paramétricos t - Teste de hipóteses e Intervalos de Confiança	36
3.3.3.2. Métodos Não Paramétricos de Aderência - Teste de normalidade	37
3.3.4. Estatística Descritiva	39
3.3.4.1. Medidas de tendência central	39
3.3.4.2. Medidas de dispersão	41
<b>Capítulo IV</b>	
4. Aplicações	44
4.1. Rega	44
4.1.1. Análise da área de rega ao longo do tempo	44
4.1.2. Relacionamento da área de rega e temperatura ao longo do tempo	47
4.1.2.1. Relacionamento da área de rega e da temperatura máxima anual ao longo do tempo	47

4.1.2.2. Relacionamento da área de rega e da temperatura máxima anual nos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do tempo	49
4.1.2.3. Relacionamento da área de rega e da temperatura mínima anual ao longo do tempo	51
4.1.2.4. Relacionamento da área de rega e da temperatura mínima anual nos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do tempo	53
4.1.2.5. Relacionamento da área de rega e da temperatura média anual ao longo do tempo	55
4.1.2.6. Relacionamento da área de rega e da temperatura média anual nos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do tempo	57
4.1.3. Relacionamento da Temperatura com o tempo antes da construção da barragem do Alqueva	59
4.1.3.1. Análise do indicador temperatura máxima anual - Tmax	61
4.1.3.2. Análise do indicador temperatura máxima anual referente aos meses de Junho, Julho e Agosto - TmaxJJA	62
4.1.3.3. Análise do indicador temperatura mínima anual - Tmin	64
4.1.3.4. Análise do indicador temperatura mínima anual referente aos meses de Junho, Julho e Agosto - TminJJA	66
4.1.3.5. Análise do indicador temperatura média anual - Tmed	68
4.1.3.6. Análise do indicador temperatura média anual referente aos meses de Junho, Julho e Agosto - TmedJJA	69
4.1.3.7. Análise da diferença de temperaturas entre o município analisado e o município tomado como referência - dT	71
4.1.3.7.1. Análise do indicador diferença de temperatura máxima anual referente aos meses de Junho, Julho e Agosto - dTmaxJJA	74
4.1.3.7.2. Análise do indicador diferença de temperatura mínima anual referente aos meses de Junho, Julho e Agosto - dTminJJA	77
4.1.3.7.3. Análise do indicador diferença de temperatura média anual referente aos meses de Junho, Julho e Agosto - dTmedJJA	80
4.2. Alqueva	82
4.2.1. Séries temporais da temperatura	83
4.2.1.1. Análise do indicador temperatura máxima anual - Tmax	84
4.2.1.2. Análise do indicador temperatura máxima referente aos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do ano - TmaxJJA	86
4.2.1.3. Análise do indicador temperatura mínima mensal ao longo do ano - Tmin	88
4.2.1.4. Análise do indicador temperatura mínima referente aos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do ano - TminJJA	90
4.2.1.5. Análise do indicador temperatura média mensal ao longo do ano - Tmed	92
4.2.1.6. Análise do indicador temperatura média referente aos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do ano - TmedJJA	94
4.2.1.7. Análise da diferença de temperaturas entre o município analisado e o município tomado como referência - dT	96

4.2.1.7.1. Análise do indicador diferença de temperatura máxima referente aos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do ano - dTmaxJJA	97
4.2.1.7.2. Análise do indicador diferença de temperatura mínima referente aos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do ano - dTminJJA	100
4.2.1.7.3. Análise do indicador diferença de temperatura referente aos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do ano - dTmedJJA	103
4.3. Aplicação dos Métodos Determinísticos Média Móvel	105
4.3.1. Análise do indicador diferença de temperatura média anual referente aos meses de Junho, Julho e Agosto – dTmedJJA_MM	106
4.3.2. Análise do indicador diferença de temperatura referente aos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do ano – dTmedJJA_MM	109
<b>Capítulo V</b>	
5. Conclusões Gerais	114

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Imagem ilustrativa da evolução da temperatura média anual até ao final do século - previsão.	3
Figura 2.1 – Imagem do Mapa da Europa com a indicação da Área de estudo (Sul da Península Ibérica), na qual são identificados os municípios considerados (marcadores a amarelo).	14
Figura 2.2 – Imagem panorâmica da barragem do Alqueva.	19
Figura 2.3 – Imagem panorâmica da albufeira do Alqueva.	19
Figura 2.4 – Imagem representativa da área de influência do Alqueva.	21
Figura 2.5 – Perspectiva da bacia hidrográfica do Alqueva.	22
Figura 2.6 – Esquema de aproveitamento da albufeira do Alqueva.	23
Figura 3.1 – Imagem do esquema de desenvolvimento desta tese (etapas).	25
Figura 3.2 – Imagem da evolução das áreas de rega nos municípios do Sul de Espanha e de Portugal.	27
Figura 3.3 – Imagem da definição do período da média móvel, através de escalões de período igual a 3.	34
Figura 3.4 – Curva das frequências de uma distribuição simétrica.	40
Figura 3.5 – Curva das frequências de uma distribuição assimétrica positiva.	41
Figura 3.6 – Curva das frequências de uma distribuição assimétrica negativa.	41
Figura 3.7 – Distribuição de duas variáveis com a mesma média mas com desvios padrões diferentes; a variável A tem maior dispersão do que a B.	42
Figura 4.1 – Imagem da evolução das áreas de rega na região da Andaluzia (Sul de Espanha).	46
Figura 4.2 – Imagem da evolução das áreas de rega e da temperatura máxima no município de Beja.	48
Figura 4.3 – Imagem da evolução das áreas de rega e da temperatura máxima (JJA) no município de Beja.	50
Figura 4.4 – Imagem da evolução das áreas de rega e da temperatura mínima no município de Beja.	52
Figura 4.5 – Imagem da evolução das áreas de rega e da temperatura mínima (JJA) no município de Beja.	54
Figura 4.6 – Imagem da evolução das áreas de rega e da temperatura média no município de Beja.	56

Figura 4.7 – Imagem da evolução das áreas de rega e da temperatura média (JJA) no município de Beja.	58
Figura 4.8 – Imagem da evolução da temperatura máxima no município de Mércia.	61
Figura 4.9 – Imagem da evolução da temperatura máxima (JJA) no município de Mércia.	63
Figura 4.10 – Imagem da evolução da temperatura mínima no município de Mércia.	65
Figura 4.11 – Imagem da evolução da temperatura mínima (JJA) no município de Mércia.	67
Figura 4.12 – Imagem da evolução da temperatura média no município de Mércia.	68
Figura 4.13 – Imagem da evolução da temperatura média (JJA) no município de Mércia.	70
Figura 4.14 – Imagem da evolução da diferença de temperaturas máximas (JJA) para o município analisado (MA - Mércia) e o município de referência (MR - Beja).	75
Figura 4.15 – Imagem da evolução da diferença de temperaturas mínimas (JJA) para o município analisado (MA - Mércia) e o município de referência (MR - Beja).	78
Figura 4.16 – Imagem da evolução da diferença de temperaturas médias (JJA) para o município analisado (MA - Mércia) e o município de referência (MR - Beja).	81
Figura 4.17 – Imagem da evolução da temperatura máxima no município de Évora.	85
Figura 4.18 – Imagem da evolução da temperatura máxima (JJA) no município de Évora.	87
Figura 4.19 – Imagem da evolução da temperatura mínima no município de Évora.	89
Figura 4.20 – Imagem da evolução da temperatura mínima (JJA) no município de Évora.	91
Figura 4.21 – Imagem da evolução da temperatura média no município de Évora.	93
Figura 4.22 – Imagem da evolução da temperatura média (JJA) no município de Évora.	95
Figura 4.23 – Imagem da evolução da diferença de temperaturas máximas (JJA) para o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).	98
Figura 4.24 – Imagem da evolução da diferença de temperaturas mínimas (JJA) para o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).	101
Figura 4.25 – Imagem da evolução da diferença de temperaturas médias (JJA) para o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).	104
Figura 4.26 – Imagem da evolução da diferença de temperaturas médias (JJA) e do mesmo indicador com a aplicação do método determinístico Média Móvel (considerando diferentes valores de $K$ ) para o município analisado (MA - Mércia) e o município de referência (MR - Beja).	108
Figura 4.27 – Imagem da evolução da diferença de temperaturas médias (JJA) e do mesmo indicador com a aplicação do método determinístico Média Móvel (considerando diferentes valores de $K$ ) para o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).	110

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Classificação das barragens.	10
Tabela 2.1 – Apresentação das maiores barragens do mundo.	20
Tabela 3.1 – Evolução das áreas de rega nos municípios do Sul de Espanha e de Portugal.	27
Tabela 3.2 – Organização dos dados analisados no presente estudo.	28
Tabela 3.3 – Coloração/Descrição atribuída a cada um dos municípios analisados em função das suas temperaturas.	31
Tabela 4.1 – Evolução das áreas de rega na região da Andaluzia (Sul de Espanha).	44
Tabela 4.2 – Evolução das áreas de rega na região da Andaluzia (Sul de Espanha) e respectivas taxas de crescimento.	45
Tabela 4.3 – Evolução das temperaturas máximas no município de Beja.	47
Tabela 4.4 – Estatística descritiva para a temperatura máxima.	49
Tabela 4.5 – Evolução das temperaturas máximas (JJA) no município de Beja.	49
Tabela 4.6 – Estatística descritiva para a temperatura máxima (JJA).	51
Tabela 4.7 – Evolução das temperaturas mínimas no município de Beja.	51
Tabela 4.8 – Estatística descritiva para a temperatura mínima.	53
Tabela 4.9 – Evolução das temperaturas mínimas (JJA) no município de Beja.	53
Tabela 4.10 – Estatística descritiva para a temperatura mínima (JJA).	55
Tabela 4.11 – Evolução das temperaturas médias no município de Beja.	55
Tabela 4.12 – Estatística descritiva para a temperatura média.	57
Tabela 4.13 – Evolução das temperaturas médias (JJA) no município de Beja.	57
Tabela 4.14 – Estatística descritiva para a temperatura média (JJA).	59
Tabela 4.15 – Coloração/Descrição atribuída a cada um dos municípios analisados em função das suas temperaturas, sendo o município de referência (MR - Beja).	60
Tabela 4.16 – Coloração/Descrição atribuída a cada um dos municípios analisados em função das suas temperaturas, sendo o município de referência (MR - Múrcia).	60
Tabela 4.17 – Evolução das temperaturas máximas no município de Múrcia.	61

Tabela 4.18 – Estatística descritiva para a temperatura máxima.	62
Tabela 4.19 – Evolução das temperaturas máximas (JJA) no município de Múrcia.	63
Tabela 4.20 – Estatística descritiva para a temperatura máxima (JJA).	64
Tabela 4.21 – Evolução das temperaturas mínimas no município de Múrcia.	64
Tabela 4.22 – Estatística descritiva para a temperatura mínima.	65
Tabela 4.23 – Evolução das temperaturas mínimas (JJA) no município de Múrcia.	66
Tabela 4.24 – Estatística descritiva para a temperatura mínima (JJA).	67
Tabela 4.25 – Evolução das temperaturas médias no município de Múrcia.	68
Tabela 4.26 – Estatística descritiva para a temperatura média.	69
Tabela 4.27 – Evolução das temperaturas médias (JJA) no município de Múrcia.	70
Tabela 4.28 – Estatística descritiva para a temperatura média (JJA).	71
Tabela 4.29 – Variação do indicador “dT” em função da variação do valor das temperaturas do município analisado e do município de referência.	72
Tabela 4.30 – Teste de hipóteses - Intervalos de Confiança – Nível de Significância, entre os municípios analisados (MA - Almería, Badajoz, Beja, Córdoba, Évora, Granada, Huelva, Málaga, Múrcia e Sevilha) e o município de referência (MR - Beja).	73
Tabela 4.31 – Teste de hipóteses - Intervalos de Confiança – Nível de Significância, entre os municípios analisados (MA - Beja, Granada, Málaga, Múrcia e Sevilha) e o município de referência (MR - Múrcia).	73
Tabela 4.32 – Evolução da diferença de temperaturas máximas (JJA) entre o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).	75
Tabela 4.33 – Resumo descritivo da aplicação do teste de hipóteses, coloração/descrição do indicador e seu nível de significância, sendo o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).	77
Tabela 4.34 – Evolução da diferença de temperaturas mínimas (JJA) entre o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).	78
Tabela 4.35 – Resumo descritivo da aplicação do teste de hipóteses, coloração/descrição do indicador e seu nível de significância, sendo o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).	80
Tabela 4.36 – Evolução da diferença de temperaturas médias (JJA) entre o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).	80

Tabela 4.37 – Resumo descritivo da aplicação do teste de hipóteses, coloração/descrição do indicador e seu nível de significância, sendo o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).	82
Tabela 4.38 – Coloração/Descrição atribuída à análise de Alqueva e dos municípios analisados em função das suas temperaturas, sendo o município de referência (MR - Beja).	83
Tabela 4.39 – Evolução das temperaturas máximas no município de Évora.	84
Tabela 4.40 – Estatística descritiva para a temperatura máxima.	85
Tabela 4.41 – Evolução das temperaturas máximas (JJA) no município de Évora.	86
Tabela 4.42 – Estatística descritiva para a temperatura máxima (JJA).	87
Tabela 4.43 – Evolução das temperaturas mínimas no município de Évora.	89
Tabela 4.44 – Estatística descritiva para a temperatura mínima.	90
Tabela 4.45 – Evolução das temperaturas mínimas (JJA) no município de Évora.	91
Tabela 4.46 – Estatística descritiva para a temperatura mínima (JJA).	92
Tabela 4.47 – Evolução das temperaturas médias no município de Évora.	93
Tabela 4.48 – Estatística descritiva para a temperatura média.	94
Tabela 4.49 – Evolução das temperaturas médias (JJA) no município de Évora.	95
Tabela 4.50 – Estatística descritiva para a temperatura média (JJA).	96
Tabela 4.51 – Teste de hipóteses - Intervalos de Confiança – Nível de Significância, onde será considerado para análise Alqueva e os municípios analisados (MA - Badajoz, Beja, Córdoba, Évora e Sevilha) e o município de referência (MR - Beja).	97
Tabela 4.52 – Evolução da diferença de temperaturas máximas (JJA) entre o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).	98
Tabela 4.53 – Resumo descritivo da aplicação do teste de hipóteses, coloração/descrição do indicador e seu nível de significância, sendo o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).	100
Tabela 4.54 – Evolução da diferença de temperaturas mínimas (JJA) entre o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).	101
Tabela 4.55 – Resumo descritivo da aplicação do teste de hipóteses, coloração/descrição do indicador e seu nível de significância, sendo o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).	103
Tabela 4.56 – Evolução da diferença de temperaturas médias (JJA) entre o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).	103

Tabela 4.57 – Resumo descritivo da aplicação do teste de hipóteses, coloração/descrição do indicador e seu nível de significância, sendo o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).	105
Tabela 4.58 – Evolução da diferença de temperaturas médias (JJA) e do mesmo indicador com a aplicação do método determinístico Média Móvel (considerando diferentes valores de $K$ ) entre o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).	107
Tabela 4.59 – Estatística descritiva para a diferença de temperaturas médias (JJA) e do mesmo indicador com a aplicação dos métodos determinísticos Média Móvel (considerando diferentes valores de $K$ ).	109
Tabela 4.60 – Evolução da diferença de temperaturas médias (JJA) e do mesmo indicador com a aplicação do método determinístico Média Móvel (considerando diferentes valores de $K$ ) entre o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).	110
Tabela 4.61 – Estatística descritiva para a diferença de temperaturas médias (JJA) e do mesmo indicador com a aplicação dos métodos determinísticos Média Móvel (considerando diferentes valores de $K$ ).	111



## 1. Introdução

De acordo com o Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC) estabelecido pelas Nações Unidas, as necessidades de investigação são explicadas, em função de variadas áreas científicas. No que esta relacionado com os sistemas de recursos hídricos, ele afirma: “A primeira é que, a nossa compreensão dos prováveis impactos futuros das alterações climáticas é prejudicada pela falta de conhecimento sobre a natureza das mudanças futuras, particularmente à escala regional...” (Parry *et al.*, 2007). Esta afirmação revela a importância de estudar as mudanças ao nível da Península Ibérica, nomeadamente o Sul da mesma caracterizada através de diferentes concelhos.

### 1.1. Aquecimento Global

“A expressão aquecimento global (Shah, 1998) refere-se ao aumento da temperatura média dos oceanos e do ar perto da superfície da Terra que se tem verificado nas décadas mais recentes, e à possibilidade da sua continuação durante o corrente século” (Pearce, 1989; Braasch, 2007). Resta saber se o aumento se deve a causas naturais ou antropogénicas (provocadas pelo homem), sendo este assunto alvo de discussões entre os cientistas, embora muitos meteorologistas e climatólogos considerem que realmente a acção humana está a incrementar a ocorrência do fenómeno.

“O Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas, estabelecido pelas Nações Unidas e pela Organização Meteorológica Mundial em 1988, no seu relatório mais recente diz que grande parte do aquecimento observado durante os últimos 50 anos se deve muito provavelmente a um aumento do efeito-estufa, causado pelo aumento nas concentrações de gases-estufa de origem antropogénica (incluindo, para além do aumento de gases-estufa, outras alterações, como, por exemplo, as devidas a um maior uso de águas subterrâneas e de solo para a agricultura industrial e a um maior consumo energético e poluição)” (IPCC, 2007).

Até ao ano de 1950, devido a fenómenos naturais tais como a variação solar, combinados com vulcões, ocorreu um leve efeito de aquecimento. Contudo, depois

dessa data verificou-se um ligeiro arrefecimento (Franklin, 1976). Tais conclusões foram determinadas pelas academias científicas dos países industrializados bem como por pelo menos 30 sociedades e comunidades científicas. A Associação Americana de Geologistas de Petróleo (AGU, 2009; AAPG, 2009), e alguns poucos cientistas individuais não concordam com alguns dos tópicos anteriormente transcritos.

Estima-se que entre 1990 e 2100, de acordo com os Modelos Climáticos referenciados pelo IPCC, as temperaturas globais de superfície aumentarão no espaço entre 1,1 e 6,4°C, de acordo com o exemplificado na Figura 1.1 (LIVRO VERDE, 2007).

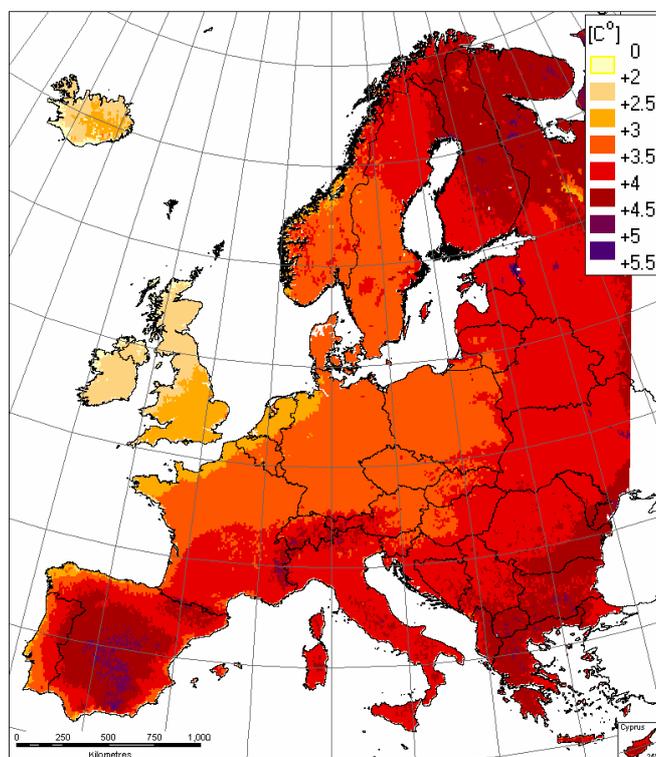


Figura 1.1 – Imagem ilustrativa da evolução da temperatura média anual até ao final do século - previsão.

Este intervalo de variação é devido ao uso de diferentes cenários de futura emissão de gases-estufa e resultado de modelos com diferenças na sensibilidade climática. Apesar da maioria dos estudos ter o seu foco no período de 1990 até ao ano 2100, o aquecimento e o acréscimo no nível do mar irão manter-se por mais de um milénio, mesmo que os níveis de gases-estufa se estabilizem – o que denota a grande capacidade calorífica dos oceanos.

Um aumento nas temperaturas globais pode originar modificações que abrangem o aumento do nível do mar e padrões de precipitação que originem inundações ou secas. Também pode originar variações nas frequências e intensidades de eventos de temperaturas extremas. Contudo, esta consideração é difícil de relacionar com o aquecimento global, bem como alterações na disponibilidade agrícola, recuo glacial, escoamento reduzido em rios durante o Verão, extinção de espécies e aumento de doenças (Beniston *et al.*, 2007; Lehner *et al.*, 2006).

“Incertezas científicas restantes incluem o exacto grau da alteração climática prevista para o futuro, e como essas alterações irão variar de região para região ao redor do globo. Existe uma discussão política e pública para se decidir que acção se deve tomar para reduzir ou reverter o aquecimento futuro ou para se adaptar às suas consequências previstas. A maioria dos governos nacionais assinou e ratificou o Protocolo de Quioto, que visa o combate à emissão de gases-estufa” (ME, 2007).

O nosso sistema climático adapta-se em resposta às variações provocadas por factores externos tais como a órbita em torno do sol, erupções vulcânicas e concentrações atmosféricas de gases de efeito-estufa (Berger *et al.*, 2005; Genthon *et al.*, 1987; Alley *et al.*, 2002; Robock e Clive, 2003).

As causas pormenorizadas do aquecimento recente continuam a ser uma área activa de pesquisa, mas o consenso científico dita que a principal influência é a actividade humana. Contrastando com essa hipótese, surge o aquecimento causado pela variação na radiação solar (Svensmark, 2007; Bard e Frank, 2006; Hoyt e Schatten, 1998).

Os gases de estufa na atmosfera consistem no sistema de absorção e emissão de radiação infravermelha pelos gases atmosféricos de um planeta, originando o aquecimento da sua superfície e atmosfera. Os gases-estufa criam um efeito-estufa natural, sem o qual a temperatura média da Terra seria cerca de 18°C mais baixa (Abreu e Pereira, 2009). Na Terra, o gás que mais contribui para o efeito de estufa é o vapor de água.

Os “feedback’s” são efeitos de agentes externos no clima; e são complexos devido aos vários processos cíclicos e autoalimentados. Um dos mais distintos desses processos está relacionado com a evaporação da água. O CO<sub>2</sub> injectado na atmosfera ocasiona o aquecimento da mesma e da superfície da Terra. O aquecimento leva a mais evaporação de água, e, como o vapor de água é um gás de estufa, isso leva a mais aquecimento, o que por sua vez causa mais evaporação de água, e assim por diante, até

ser atingida uma nova estabilidade dinâmica, com aumento da humidade e da aglomeração de vapor de água, levando a um aumento no efeito de estufa muito maior do que aquele, devido apenas ao aumento da concentração de CO<sub>2</sub>. Esse efeito só pode ser revertido muito lentamente, visto que o CO<sub>2</sub> tem um tempo médio de vida na atmosfera muito longo. Um outro feedback ainda sujeito a pesquisa e debate é o ocasionado pelas nuvens. Vistas de baixo, as nuvens emitem radiação infravermelha de volta à superfície, aquecendo a mesma. Vistas de cima, elas reflectem a luz do sol e emitem radiação infravermelha para o espaço, arrefecendo o planeta. O aumento da concentração global de vapor de água pode causar um aumento de nuvens na atmosfera. Portanto, o papel efectivo das nuvens ainda não está bem definido. No entanto, os seus efeitos são menos relevantes que os do vapor de água.

O aumento da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera eleva a temperatura da Terra e leva ao derretimento do gelo próximo aos pólos. Com a fundição do gelo, terra ou mar aberto ocupam o seu lugar. Ambos são, em média, substratos com menor capacidade de reflexão que o gelo e, portanto, absorvem mais radiação solar. Isso causa ainda mais aquecimento, originando mais derretimento de gelo, sendo o anteriormente descrito um ciclo contínuo.

O planeta já sofreu, ao longo da sua existência de 4,5 mil milhões de anos, processos de arrefecimentos e aquecimentos extremos. Está comprovado que houve alternância de climas quentes e frios (Terra estufa e Terra frigorífica, na linguagem dos paleoclimatologistas), sendo este um fenómeno frequente na história do planeta. Presentemente, o planeta está na situação de Terra frigorífica (IPY, 2008).

Nos últimos 18.000 anos houve épocas de aquecimento e arrefecimento, que resultaram em alterações, às vezes bruscas, de temperaturas de vários graus célsius em períodos variáveis – esses com duração de décadas ou menos. A prova destes factos é proporcionada pela análise de testemunhos de sondagens, de centenas de metros, obtidos no Ártico e na Antártida, através da análise da constituição isotópica do oxigénio descoberto nas bolhas de ar presas no gelo (Contim e Silva, 2007).

No decorrer dos últimos 500 milhões de anos, a Terra passou por quatro episódios extremamente quentes, sem gelo e com níveis elevados dos oceanos, e quatro episódios extremamente frios, como o que vivemos presentemente, com camadas de gelo, glaciares e níveis de água relativamente baixos nos oceanos. Considera-se que esta variação de mais longo termo se deve às variações no influxo de radiação recebida devidas à viagem do nosso sistema solar através da galáxia, correspondendo os

episódios mais frios a encontros com os braços espirais mais brilhantes, onde a radiação é mais intensa. Os acontecimentos frios, mais frequentes (a cada 34 milhões de anos, mais ou menos), ocorrem provavelmente quando o sistema solar passa através do plano médio da galáxia. Os factos extremamente frios de há 700 e 2300 milhões de anos, em que até no equador havia gelo, correspondem a períodos em que havia uma taxa de nascimentos de estrelas na nossa galáxia anormalmente alta, implicando um grande número de explosões de estrelas e uma radiação cósmica muito activa. (GFORUM, 2009).

O aquecimento global é uma grande fonte de preocupação devido aos seus efeitos potenciais sobre a saúde humana, economia e meio ambiente. O aumento da temperatura global permite a alteração dos ecossistemas, o que pode forçar determinadas espécies a mudar, desaparecerem ou desenvolverem-se em determinados habitats. Este aquecimento pode aumentar a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera, o que pode incrementar a produtividade do ecossistema.

O aquecimento da superfície do globo irá produzir a evaporação dos oceanos; logo, teremos mais vapor de água na atmosfera, o que irá amplificar o efeito de estufa e o aquecimento da superfície. Mas mais humidade (vapor de água) no ar irá originar maior quantidade de nuvens na atmosfera; logo, um efeito de arrefecimento. Portanto, as nuvens desempenham um equilíbrio energético, pois controlam a entrada e saída de energia do sistema. Ao reflectir a luz solar, arrefecem a Terra; com a absorção da radiação infravermelha radiada pela superfície, permitem o seu aquecimento.

Com o aquecimento da superfície do globo, verificamos o aumento do nível médio das águas do mar em cerca de 0.01 a 0.025 metros por década, o que pode submergir algumas áreas terrestres (IPBEJA, 2009). A subida do nível médio das águas do mar é devida à expansão térmica da água dos oceanos e ao derretimento de calotes polares e camadas de gelo sobre as montanhas.

Alguns cientistas (e.CIÊNCIA, 2009) afirmam que, caso a camada de gelo polar e os glaciares derretam significativamente, irá haver um aumento do nível médio das águas do mar em muitos metros.

De forma a minimizar o efeito do aumento da temperatura global, foi estabelecido um acordo mundial, designado por Protocolo de Quioto (UNFCCC, 2009) que visa combater este problema.

Como grandes pontos de reflexão sobre o aquecimento global e de forma a minimizar os problemas para o nosso planeta, teremos de privilegiar as seguintes situações (Peixoto e Melo, 2007):

- o processo de descongelação do Ártico e da Gronelândia;
- os furacões apresentam maiores intensidades e são mais frequentes, pertencendo a categorias superiores;
- o nível médio das águas nos oceanos continua a sua ascensão;
- os desertos continuam a ganhar terreno; logo, as suas áreas aumentam;
- o aumento da evaporação aumenta a concentração na atmosfera do CO<sub>2</sub> (gás de estufa, criando um ciclo vicioso), e também pode aumentar a pluviosidade, aumentando a erosão dos solos e originando inundações;
- a taxa de mortalidade aumenta devido às alterações climáticas.

## 1.2. Rega

“A rega é uma técnica empregada na agricultura que tem por objectivo o fornecimento controlado de água para as plantas em porção suficiente e no momento certo, certificando a produtividade e a sobrevivência da plantação. Complementa a precipitação natural e, em certos casos, enriquece o solo com a deposição de componentes fertilizantes” (Magalhães, 2005).

O método de rega é a forma pela qual a água pode ser aplicada às culturas. Os principais métodos são os seguintes:

Escorrimento - a partir de regos ou canais, onde a água desliza, o seu excesso é recolhido por uma vala colectora;

Submersão - utilizado em terrenos planos;

Infiltração – utilização de sulcos ou regos abertos entre as filas de plantas;

Aspersão - a água cai no terreno de forma semelhante à chuva.

Cada método tem um ou mais sistemas relacionados, pelo que a escolha do mais apropriado depende de factores como a topografia, o tipo de solo, a cultura e o clima. Os sistemas de rega mais referenciados são o gotejamento ou gota-a-gota, a aspersão convencional, a microaspersão, o pivô central, o canhão hidráulico, os sulcos ou regos, a subirrigação, etc...

Os diferentes sistemas de rega foram fundamentais para o desenvolvimento da civilização e o aumento da produção agrícola, que permitiu a viabilidade da alimentação da população mundial.

Contudo, a rega deve ser utilizada com critério e consciência ecológica, pois um sistema sucedido pode causar sérios desastres ambientais, tais como a secagem de determinadas bacias hidrográficas ou a salinização, o que limita a produção agrícola e causa prejuízos.

### 1.3. Evapotranspiração

A Evapotranspiração é a combinação de dois processos separados pelo qual a água é perdida, por um lado, a partir da superfície do solo por evaporação e, por outro lado, a partir da cultura pela transpiração, e designada pela sigla “ET” (Pereira *et al.*, 1996).

A evaporação é o processo pelo qual a água líquida é convertida em vapor de água, sendo removida (evapora) de diferentes superfícies, tais como lagos, rios, pavimentos, solos e vegetação molhada (Monteith, 1996).

Por sua vez, a transpiração consiste na passagem da água líquida contida nos tecidos vegetais e sua remoção através de vapor para a atmosfera (Pidwirny, 2006).

Em suma, a evaporação e a transpiração ocorrem simultaneamente não sendo fácil a estimação e distinção entre os dois processos.

A taxa de evapotranspiração é normalmente expressa em milímetros (mm) por unidade de tempo. Essa taxa representa a quantidade de água perdida de um solo cultivado em unidades de profundidade de água. A unidade de tempo pode ser hora, dia, mês, década ou até mesmo um ciclo inteiro da cultura.

Pode-se medir a evapotranspiração através de lisímetros ou estimá-la através de equações.

O solo armazena a água que chega através das chuvas. Esta água tem duas maneiras de retornar à atmosfera: uma é a evaporação directa do solo, a outra é através das plantas. As plantas absorvem água e nutrientes através da raiz. Parte desta água é utilizada nos seus processos metabólicos, como a Fotossíntese, enquanto outra parte somente percorre o xilema e evapora-se pela superfície das folhas. Nessas superfícies existem estruturas microscópicas chamadas estômatos, que formam uma fenda chamada

ostíolo. Nessa fenda, ocorrem as trocas gasosas. É justamente por essa fenda que a água se perde em forma de vapor.

O processo da evapotranspiração é como a nossa transpiração, e pode ser comparada com a roupa molhada que seca no estendal. Sabemos que, se no dia houver ventos, a roupa seca mais rápido; isso ocorre também nas plantas. Se houver mais vento, as plantas perdem mais água. Mas as plantas também transpiram para regular a sua temperatura, num processo que se assemelha ao suor dos animais.

A soma total da água que se evapora depois de passar pelas plantas com a água proveniente da sua transpiração é chamada evapotranspiração (Allen *et al.*, 1998).

## 1.4. Barragens

Uma barragem (Magalhães, 2005a), segundo a engenharia, é uma estrutura que cria uma albufeira ou simplesmente eleva o nível natural da superfície livre da água. Logo, permite a retenção de grandes quantidades de água, que posteriormente será utilizada em zonas residenciais, agrícolas, industriais, produção de energia eléctrica (energia hidráulica), ou regularização de um caudal.

As barragens foram um elemento essencial para o desenvolvimento da Humanidade, pois contribuíram para o armazenamento de água em períodos de seca, essencial para o homem bem como para a agricultura.

“A construção de uma barragem tem sempre de passar por quatro fases fundamentais: o projecto, a construção, a exploração e a observação”(Ramos *et al.*, 2009). Na fase de projecto é definido o tipo de barragem a construir, em função de estudos no local de possível construção e estudos relativos à rentabilidade da barragem. Temos dois tipos de barragem em função do material-base em que são construídas.

Barragem de betão:

Este tipo de barragem é executado em vales apertados, pois a resistência do betão é afectada se a barragem tiver um comprimento considerável. Temos duas categorias deste tipo de barragem em função da forma como são construídas: a barragem de gravidade e a barragem em arco.

Barragem de aterro:

Este tipo de barragem é executada através de um aterro, que serve de barreira em terra e/ou rocha de forma a reter a água. Temos três categorias deste tipo de barragem em função do material em que são construídas, nomeadamente terra, enrocamento e terra-enrocamento.

Além das barragens anteriormente descritas, existem barragens projectadas para explorar as variações das marés nas entradas das baías. Estas captam a energia através dos movimentos oscilantes das ondas do mar.

As barragens também são classificadas de acordo com a sua dimensão (nomeadamente a altura do seu paramento vertical) e a sua capacidade de armazenamento. Na Tabela 1.1 (Martins, 2009) podemos observar os seus intervalos de classificação.

Tabela 1.1 – Classificação das barragens.

<b>Classificação das barragens</b>	<b>Capacidade da albufeira (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Altura (m)</b>
<b>Pequenas</b>	Até $1,2 \times 10^6$	Até 12
<b>Médias</b>	$1,2 \times 10^6$ a $60 \times 10^6$	12 a 30
<b>Grandes</b>	Mais de $60 \times 10^6$	Mais de 30

## 1.5. Objectivos do Trabalho

O presente estudo terá como grande objectivo a análise de uma área com as seguintes características:

- que seja sensível à análise das temperaturas regionais;
- que tenha áreas de rega especialmente diferenciadas;
- que tenha albufeiras (barragem do Alqueva) com dimensão suficiente para influenciar as temperaturas;
- onde a informação acerca do tema em causa seja inexistente.

Procedendo posteriormente à recolha dos dados e aplicando de forma adequada os métodos estatísticos para análise dos mesmos, será objectivo uma análise coerente de forma a retirar possíveis conclusões regionais.

Basicamente este estudo incide na análise da variação das temperaturas regionais de uma determinada área de estudo devido à construção de uma barragem (Alqueva), bem como a sua relação com as áreas de rega.

A região escolhida para executar este estudo foi o Sul da Península Ibérica (Portugal e Espanha), nomeadamente, em Portugal, Alqueva (Portel) e os concelhos de Beja e Évora; e, em Espanha, os concelhos de Almería, Badajoz, Córdoba, Granada, Huelva, Málaga, Murcia e Sevilha.



## 2. Caracterização da Área em Estudo: Península Ibérica

### 2.1. Península Ibérica

Aspectos Geográficos:

A Península Ibérica (WIKIPÉDIA, 2007; INFOPÉDIA, 2009) fica situada no Sudoeste da Europa e compreende três países: Portugal, Espanha e Andorra, além de um enclave (território britânico ultramarino), Gibraltar (ver Figura 2.1).

“Formando quase um trapézio, a Península liga-se ao continente europeu pelo istmo constituído pela cordilheira dos Pirinéus, sendo rodeada a Norte, Oeste e parte do Sul pelo oceano Atlântico, e a restante costa sul e leste pelo mar Mediterrâneo. O seu ponto mais ocidental é o Cabo da Roca e o mais oriental o Cabo de Creus.

Com uma altitude média bastante elevada, apresenta predomínio de planaltos rodeados por cadeias de montanhas, e que são atravessados pelos principais rios. Os mais importantes são o rio Tejo, o rio Douro, o rio Guadiana e o rio Guadalquivir, que desaguam no oceano Atlântico; e o rio Ebro, que, por sua vez, desagua no mar Mediterrâneo.

As elevações mais importantes são a Cordilheira Cantábrica, no Norte; o Sistema Penibético (serra Nevada) e o Sistema Bético (serra Morena), no Sul; e ainda a Cordilheira Central (serra de Guadarrama), de que a serra da Estrela é o prolongamento ocidental. Densamente povoada no litoral, a Península Ibérica tem fraca densidade populacional nas regiões interiores. Excepção a esta regra é a região de Madrid, densamente povoada. Apresenta vários tipos de clima em consequência não só da sua grande extensão em latitude, como também da forte continentalidade e altitude. No norte o clima é temperado marítimo, a oeste e sul o clima apresenta características mediterrânicas, no interior o clima é continental e nas zonas de maior altitude é frio” (SABER, 2009).

Na Figura 2.1 (GUIA GEOGRÁFICO, 2009; GOOGLE EARTH, 2009) seguidamente apresentada, identifica-se no Mapa da Europa a Península Ibérica, a Área de estudo, bem como os municípios considerados (marcadores a amarelo) na análise deste estudo.



Figura 2.1 – Imagem do Mapa da Europa com a indicação da Área de estudo (Sul da Península Ibérica), na qual são identificados os municípios considerados (marcadores a amarelo).

### **2.1.1. Municípios Considerados**

Como foi referido anteriormente, a região escolhida foi o Sul da Península Ibérica (Portugal e Espanha), nomeadamente, em Portugal, os concelhos de Beja, Évora e Portel, e, em Espanha, os concelhos de Almería, Badajoz, Córdoba, Granada, Huelva, Málaga, Murcia e Sevilha. De seguida será feita uma descrição de cada um dos concelhos considerados neste estudo. Esta descrição irá abranger as características socio-económicas, climáticas e outras.

#### Município de Almería:

Almería (Magalhães, 2005b) é uma província de Espanha que se situa na parte Este da Andaluzia, envolvida pelas províncias de Granada, a Oeste, e de Murcia, a Norte. A Sul e a Este, faz fronteira com o Mar de Alborán, nome pelo qual é conhecido, nesta zona, o Mar Mediterrâneo.

Caracteriza-se por ser uma das regiões com clima mais árido da Europa; contudo, nas suas montanhas verifica-se precipitação em forma de neve. Logo, Almería possui paisagens desérticas, com terras pouco férteis. Para além disso, estamos perante uma área com um importante crescimento, sendo conhecida pela produção de laranjas e uvas, cuja maior parte é exportada através do seu porto. Daí que Almería seja considerada uma província portuária.

#### Município de Badajoz:

Badajoz (Magalhães, 2005c; Teyssier, 1976; Álvares e Ribeira, 2008) é uma província espanhola localizada no sudoeste da Península Ibérica, nas margens do rio Guadiana, junto da cidade portuguesa de Elvas. É a capital da província homónima. É também a maior e mais populosa área urbana da Estremadura.

O seu clima é mediterrânico continental com influência atlântica: os Invernos são suaves e os Verões são quentes. A precipitação é irregular, sendo os meses de Novembro e Dezembro os mais chuvosos.

Por ser uma província com bastante proximidade de Portugal, a sua economia é fomentada pelo comércio.

#### Município de Beja:

Beja (Magalhães, 2005d; Oliveira, 1997) é uma cidade portuguesa, capital do Distrito de Beja, na região do Baixo Alentejo. É a sede de um dos maiores municípios de Portugal.

O seu clima é ameno e pouco rigoroso no Inverno e muito quente no Verão.

A sua economia baseia-se nos serviços, comércio e agricultura. Por sua vez, a cultura mais importante no passado era o trigo; actualmente, é o olival e a vinha. A industrialização da cidade é bastante reduzida.

#### Município de Córdoba:

Córdoba (Magalhães, 2005e) é um município da província homónima, que possui um núcleo antigo de origem árabe que foi declarado Património da Humanidade pela UNESCO.

A sua actividade económica baseia-se no comércio, nomeadamente no de produtos agrícolas, como a azeitona e os citrinos; mas também são comercializados produtos industriais, como a cerveja, a maquinaria e os têxteis.

#### Município de Évora:

Évora (Dongiovanni, 2007; IGEO, 2009; Magalhães, 2005f) é uma cidade portuguesa, capital do Distrito de Évora, na região do Alentejo.

O seu núcleo mais antigo é cercado pelas muralhas romanas e contém alguns dos mais importantes monumentos da cidade como é o seu Templo Romano de Diana.

Devido ao seu riquíssimo património histórico-monumental, que se manteve preservado, aliado a uma forte identidade cultural, a cidade foi classificada como Património da Humanidade no ano de 1986, pela UNESCO.

A sua actividade económica baseia-se na agricultura, onde se verifica uma transição das culturas de sequeiro para as culturas de regadio; desenvolve também a vitivinicultura e outras actividades, nomeadamente as agro-ambientais. Também podemos referir a criação de gado, bem como a actividade silvícola, sendo a cortiça a sua principal fonte de riqueza. A nível industrial, sendo este sector bastante reduzido

comparado com outros locais de Portugal, deve salientar-se o fabrico de máquinas e a comercialização de vestuário.

#### Município de Granada:

Granada (Magalhães, 2005g) é um município espanhol, capital da província homónima.

Um dos principais monumentos deste município é a famosa Alhambra, fortaleza e palácio Andaluz, declarada Património da Humanidade pela UNESCO, bem como o Generalife e o bairro de Albaicín. Este tipo de monumentos fazem de Granada uma das principais cidades turísticas e culturais de Espanha.

A sua universidade, fundada por Carlos V no ano de 1531, é uma das mais conceituadas de Espanha, o que confere à cidade um estatuto académico.

#### Município de Huelva:

Huelva (Costasur, 2007; Magalhães, 2005h) é um município espanhol, capital da província homónima.

Destaca-se em Huelva a sua actividade turística, pelo facto de possuir 150 quilómetros de praias, localizados entre o Rio Guadiana e o Rio Guadalquivir.

A sua economia é impulsionada pelo turismo; mas temos de destacar a sua actividade agrícola (nomeadamente a cultura do morango), a pesca e a indústria (esta última pelo facto de possuir um dos principais pólos industriais de Espanha). Este último factor tem contribuído de forma perspicaz para o crescimento do seu porto comercial.

#### Município de Málaga:

Málaga (Magalhães, 2005i) é um município espanhol, capital da província homónima, no sul da Espanha, sendo a sexta maior cidade do país vizinho.

O seu clima (AEMET, 2009) é considerado mediterrânico subtropical, revelando-se bastante suave no Inverno e bastante quente no Verão.

A economia da província de Málaga tem como principal fonte de rendimento o turismo, devido à sua proximidade com a costa do sol, podendo destacar-se a agricultura, a construção e a notável força em novas tecnologias industriais.

#### Município de Múrcia:

Múrcia (Magalhães, 2005j; BIZTRAVELS, 2007) é um município espanhol, capital da província homónima, no sudeste de Espanha.

A região é a maior produtora de frutas, flores e verduras da Europa; a sua agricultura é tradicionalmente de regadio.

O seu clima é mediterrânico, do tipo semiárido, com uns Invernos suaves e uns Verões calorosos; a precipitação é escassa durante o ano.

#### Município de Portel:

Portel (Magalhães, 2005k) é uma vila portuguesa localizada entre Évora e Beja, no coração do Alentejo, pertencendo ao distrito de Évora.

A sua economia baseia-se na indústria típica de carros alentejanos e a nível agro-pecuário, na produção de azeite e cortiça.

#### Município de Sevilha:

Sevilha (Magalhães, 2005l) é um município espanhol situado a sudoeste da Península Ibérica, capital da Andaluzia. É a quarta maior cidade do país vizinho.

O clima de Sevilha é mediterrânico com influências continentais. É uma das cidades mais quentes da Europa: os Invernos são suaves e os Verões são muito quentes.

Em termos económicos, é um importante centro de novas tecnologias industriais. Trata-se de uma poderosa cidade industrial que possui fábricas de aviões, tanques de combate, várias siderurgias, cimento, vidro, saneamento, têxteis e o maior número de fábricas de bebidas de reconhecimento global.

## 2.2. Alqueva

“A Barragem de Alqueva é a maior barragem portuguesa, situada no rio Guadiana, a jusante da confluência do rio Degebe e a montante da confluência do rio Ardila, no Alentejo interior, perto da aldeia de Alqueva” (Portel, 2008; INFOPÉDIA, 2008; Magalhães, 2005m).

É uma barragem em betão de abóbada com dupla curvatura, tendo uma altura acima do leito do rio de 96 m (ver Figura 2.2 e 2.3: Energias, 2008; Monscicus, 2008). O coroamento tem a cota 154 m e um desenvolvimento de 458 m. O Nível Máximo de Cheia (NMC) atinge a cota de 153 m e o Nível de Pleno Armazenamento (NPA) a cota de 152 m. Para esta última cota, a capacidade total da albufeira é de  $4,15 \times 10^9 \text{ m}^3$ .

A barragem de Alqueva define uma bacia hidrográfica de cerca de 55 000 km<sup>2</sup>, sendo a área inundada correspondente ao NPA de 250 km<sup>2</sup> e o seu perímetro de 1160 km, estendendo-se ao longo dos municípios de Portel, Mourão, Moura, Reguengos de Monsaraz e Alandroal, criando o maior lago artificial da Europa.

A barragem possui uma central hidroelétrica equipada com 2 grupos reversíveis, com a potência máxima no eixo da turbina de 120 MW por grupo. Os caudais máximos são de 200 m<sup>3</sup>/s, em turbinamento, e de 170 m<sup>3</sup>/s, em bombagem, por cada grupo.

Para a cota do NMC, correspondente ao nível na albufeira de 153 m, o total de caudal que pode ser descarregado é de 9 960 m<sup>3</sup>/s, que corresponde ao caudal máximo efluente de cheia com o período de retorno de 1 000 anos (Santos *et al.*, 2004).



Figura 2.2 – Imagem panorâmica da barragem do Alqueva.



Figura 2.3 – Imagem panorâmica da albufeira do Alqueva.

Ao longo da história, o homem construiu uma infinidade de barragens, a maioria delas destinada ao aproveitamento hidroeléctrico.

Na Tabela 2.1 (Costa e Lança, 2001; Water Encyclopedia, 2009) são apresentadas as maiores barragens do mundo, em termos de volume de acumulação.

Tabela 2.1 – Apresentação das maiores barragens do mundo.

<b>Designação da Barragem</b>	<b>Localização (País)</b>	<b>Volume Máximo Acumulado (m<sup>3</sup>)</b>
Owen Falls	Uganda	204,8 x 10 <sup>9</sup>
Bratsk	URSS	169,3 x 10 <sup>9</sup>
Kariba	Zimbabwe	160,4 x 10 <sup>9</sup>
Sadd-el-ali	Egipto	157,0 x 10 <sup>9</sup>
Akosombo	Guiana	148,0 x 10 <sup>9</sup>
Hoover	USA	35,2 x 10 <sup>9</sup>

Por exemplo, a capacidade ou volume máximo acumulado da barragem de Owen Falls é aproximadamente 49,35 vezes superior à barragem de Alqueva.

O projecto de Alqueva veio provocar profundas alterações na paisagem e pretende criar na região novas oportunidades e potencialidades, tendo como grandes objectivos:

- Constituir uma reserva estratégica de água;
- Garantir o abastecimento de água ao público;
- Produzir energia eléctrica;
- Promover o desenvolvimento agrícola;
- Promover o desenvolvimento do turismo de recreio e lazer.

Plano de rega do Alentejo:

O plano de rega do Alentejo (Rosa, 2002), composto por um conjunto de albufeiras e uma rede de distribuição, permitirá irrigar mais de 110 mil hectares de solos agrícolas, numa região carecida de água e em prolongado processo de desertificação biofísica e humana. Na Figura 2.4 (Resistir, 2008) podemos observar a área de influência da barragem do Alqueva.



Figura 2.4 – Imagem representativa da área de influência do Alqueva.

A água é um bem natural precioso por escassa e pela qualidade frequentemente inadequada para o abastecimento humano. Será necessária a construção de barragens para regularizar os cursos de água e otimizar a disponibilidade da mesma. Na Figura 2.5 (Vistasn paisagem, 2004) a seguir apresentada é retratada a bacia hidrográfica do Alqueva.



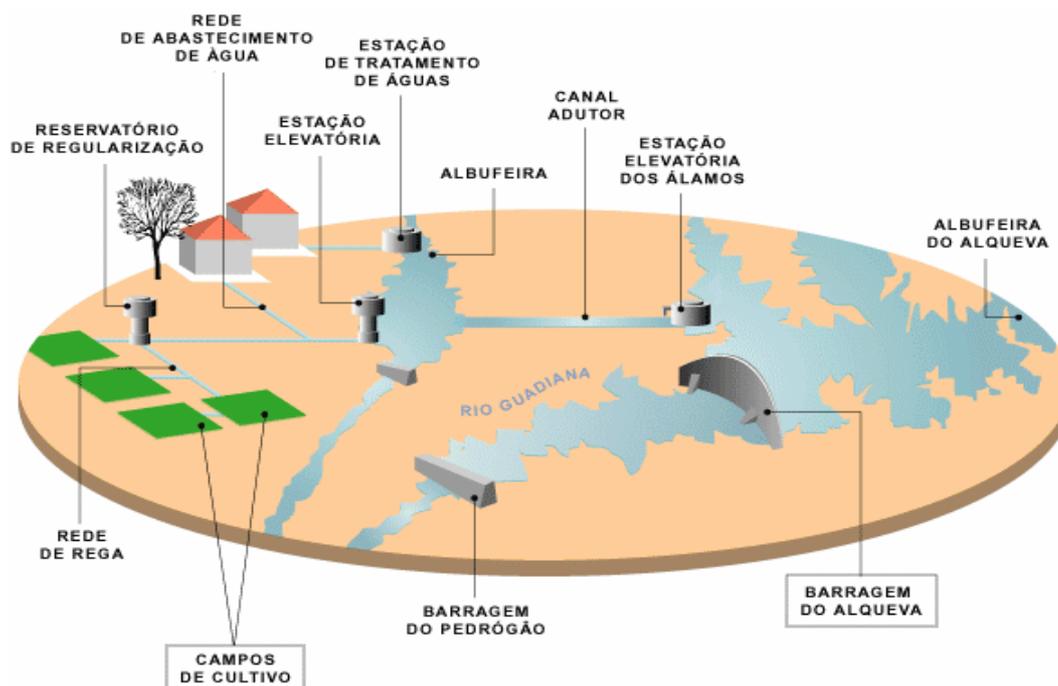


Figura 2.6 – Esquema de aproveitamento da albufeira do Alqueva.

“O planeamento, o acompanhamento e a gestão dos grandes empreendimentos hidráulicos de fins múltiplos são tarefas complexas que requerem capacidade científica e técnica, a vigilância cívica e o empenhamento político” (Rosa, 2002).

Portanto, Alqueva é um passo que implica um contínuo estudo com vista ao desenvolvimento coerente. O plano de rega do Alentejo, apesar de ainda não estar completamente executado, irá trazer um maior dinamismo a uma região que estava estagnada no tempo.

## Capítulo III

### 3. Metodologia

Neste Capítulo será apresentada toda a metodologia necessária à execução deste estudo. Contudo, de forma resumida, na Figura 3.1 apresentam-se as diferentes etapas que compõem o desenvolvimento desta tese.

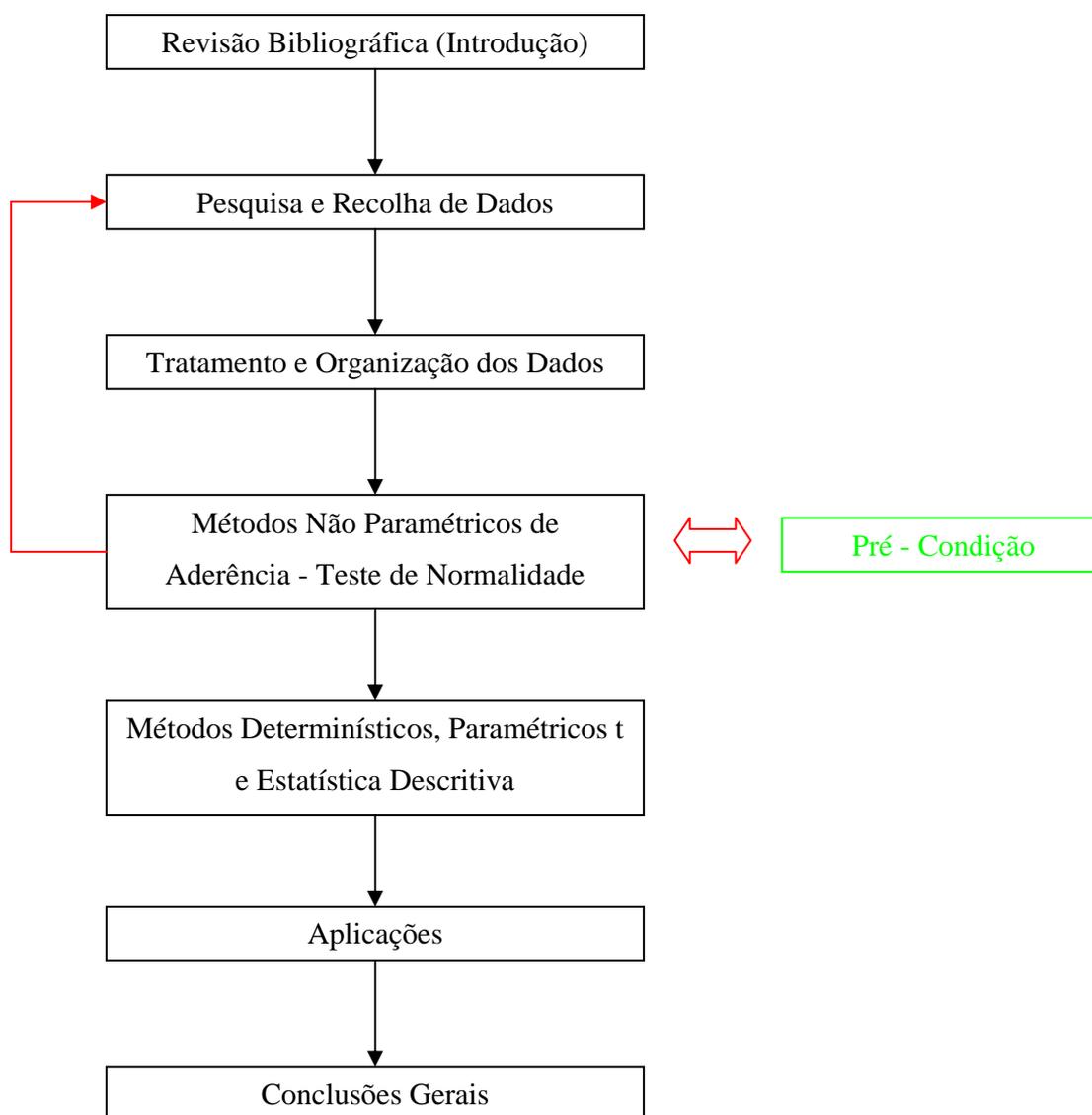


Figura 3.1 – Imagem do esquema de desenvolvimento desta tese (etapas).

### 3.1. Estações e Dados

De acordo com o descrito no Capítulo II, este estudo incide na região Sul da Península Ibérica (Portugal e Espanha), nomeadamente, em Portugal, Alqueva (Portel) e os concelhos de Beja e Évora; e, em Espanha, os concelhos de Almería, Badajoz, Córdoba, Granada, Huelva, Málaga, Murcia e Sevilha. Logo, as estações seleccionadas para a elaboração deste estudo serão as dos concelhos supracitados.

Em relação aos dados de cada estação, eles referem-se às temperaturas mínima, média e máxima diária ao longo do tempo, sendo obtidos através do site da “NOAA Satélite e Serviço de Informação” (NESDIS, 2008). De salientar a morosidade na recolha de dados pelo facto das entidades nacionais e do país vizinho, vocacionadas e preparadas para tal, estarem mais interessadas em comercializar este tipo de informação do que permitir e colaborar com a execução deste estudo.

Para se proceder a uma análise comparativa dos diferentes concelhos analisados, decidiu-se dividir a análise das temperaturas até final do ano 2001, e de 2002 até 2007 (mês de Junho, Julho e Agosto, meses onde a temperatura será supostamente superior), pois a barragem do Alqueva viu as suas comportas de fundo e de meio serem encerradas a 8 de Fevereiro do ano de 2002. Daí a opção por dividir os dados obtidos nas datas supra referidas.

Então, até ao final do ano de 2001, decidiu-se fazer uma análise dos concelhos de Almería, Badajoz, Beja, Córdoba, Évora, Granada, Huelva, Málaga, Murcia e Sevilha, tendo sido tomado como municípios de referência os concelhos de Beja e Murcia. A opção da escolha destes dois municípios como referência deve-se ao facto de o primeiro possuir a maior intensidade de rega no ano de 1990 dos municípios de Portugal considerados (maior percentagem de área de rega e maior área de rega em função da área da superfície do concelho) e de o segundo ser exactamente o equivalente do primeiro, mas em relação aos municípios de Espanha considerados. Para se poder chegar a tal suposição, decidiu-se obter as áreas da superfície de cada município a ser analisado, bem como as suas áreas de rega ao longo do tempo (MMAMRM, 2008; Picón, 1998; Caldas, 2006; COTR, 2007; CCDR, 2008; EUROSTAT, 2006). Depois de obtidos os valores das áreas, procedeu-se à elaboração da Tabela 3.1 e da Figura 3.2.

Tabela 3.1 – Evolução das áreas de rega nos municípios do Sul de Espanha e de Portugal.

Ano	Área de rega (ha)									
	Beja	Évora	Almería	Badajoz	Córdoba	Granada	Huelva	Málaga	Múrcia	Sevilha
1910			26.160		4.360	111.180	2.180	26.160		4.360
1990	1.828	1.219	52.476	140.492	81.500	100.325	32.600	48.502	171.150	211.900
2000	4.200	3.700	64.848	135.600		119.438	31.217	51.949	170.200	228.274
2006	7.339	6.919	60.333	131.273	88.945	94.384	31.316	49.628	171.286	234.827
Áreas dos Concelhos em análise (ha)	114.650	130.630	877.400	2.176.600	1.376.900	1.363.500	1.014.800	730.600	1.131.300	1.404.230
Áreas de Rega dos Concelhos em análise em 1990 (%)	1,59	0,93	5,98	6,45	5,92	7,36	3,21	6,64	15,13	15,09

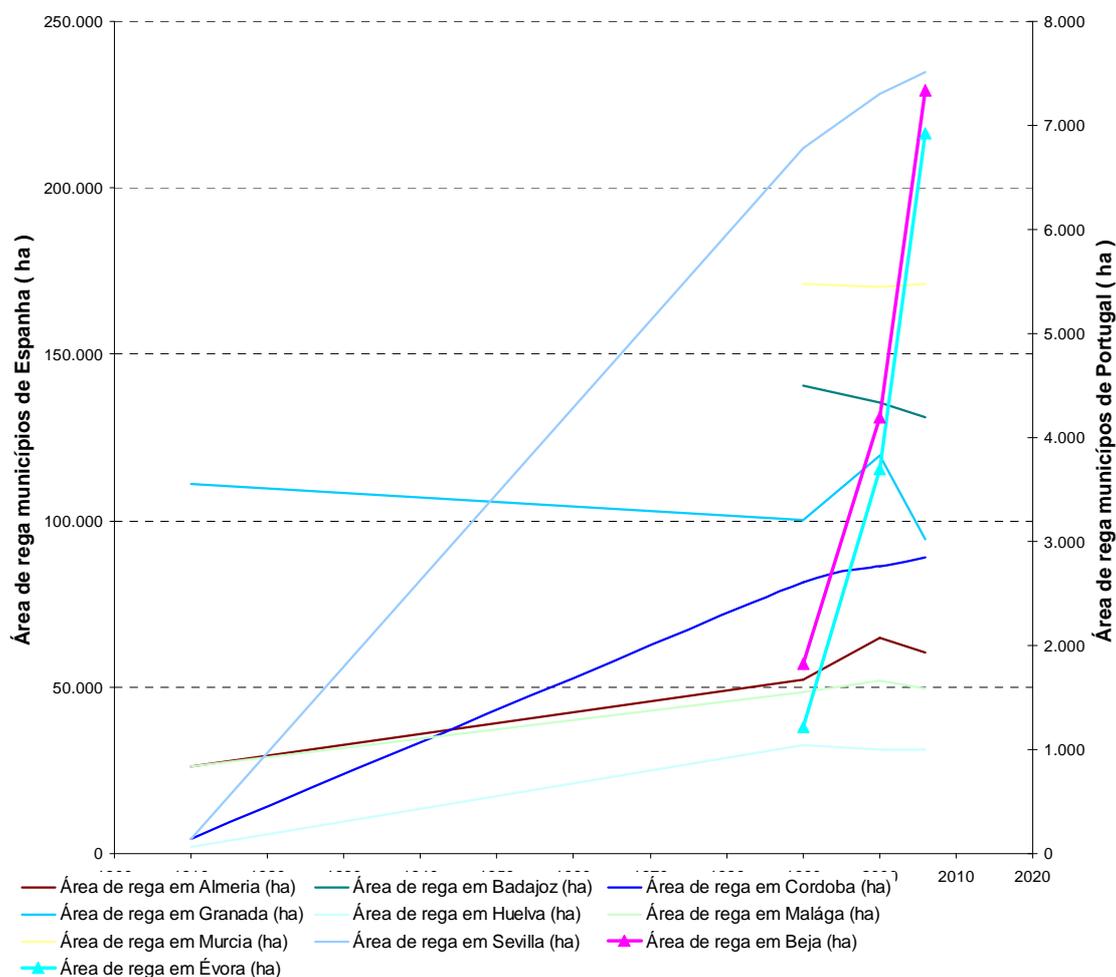


Figura 3.2 – Imagem da evolução das áreas de rega nos municípios do Sul de Espanha e de Portugal.

Como se pode constatar através da Tabela 3.1 e da Figura 3.2, verifica-se um crescimento da área de rega ao longo do tempo. Além disso, os municípios de Portugal revelam as menores percentagens de área de rega. De acordo já com o explicado no parágrafo anterior, temos como municípios de referência (MR) Beja e Múrcia; e municípios analisados (MA) os restantes. É de referir que, apesar da consideração anterior, o município de Múrcia tem a particularidade de ser o município mais distante da barragem do Alqueva. Logo, até 2001 serão tratados dados relativos à temperatura mínima, média e máxima anual, bem como as temperaturas do mês de Junho, Julho e Agosto, meses onde a temperatura será supostamente superior, com carácter anual.

De 2002 até 2007, optou-se por uma comparação de temperaturas dos diferentes anos relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto entre a referência (neste caso Beja ou qualquer uma das outras estações seguidamente mencionadas) e Alqueva (Portel) e os municípios de Beja e Évora, referentes a Portugal, e Badajoz, Córdoba e Sevilha, referentes a Espanha.

Decorre do anteriormente descrito a divisão do Capítulo seguinte em dois Subcapítulos com relevância significativa: Rega e Alqueva. Mais se pode afirmar que esta descrição de metodologia pode ser resumida na Tabela 3.2, seguidamente apresentada, onde temos MA (Município analisado) e MR (Município referência).

Tabela 3.2 – Organização dos dados analisados no presente estudo.

MA/MR	Badajoz	Beja	Córdoba	Évora	Múrcia	Portel	Sevilha
<b>Almería</b>		rega					
<b>Badajoz</b>		rega/alqueva	alqueva	alqueva		alqueva	alqueva
<b>Beja</b>	alqueva		alqueva	alqueva	rega	alqueva	alqueva
<b>Córdoba</b>	alqueva	rega/alqueva		alqueva		alqueva	alqueva
<b>Évora</b>	alqueva	rega/alqueva	alqueva			alqueva	alqueva
<b>Granada</b>		rega			rega		
<b>Huelva</b>		rega					
<b>Málaga</b>		rega			rega		
<b>Múrcia</b>		rega					
<b>Portel</b>	alqueva	alqueva	alqueva	alqueva			alqueva
<b>Sevilha</b>	alqueva	rega/alqueva	alqueva	alqueva	rega	alqueva	

Basicamente, a Tabela 3.2 retrata a análise efectuada das temperaturas até final do ano 2001 e de 2002 até 2007, bem como os municípios considerados (analisado/referência) nas respectivas análises.

### 3.2. Indicadores seleccionados

Na elaboração do estudo posteriormente apresentado optou-se por um conjunto de indicadores que se descreveram de seguida:

Tmax – temperatura máxima anual calculada em função do registo de temperaturas máximas diárias de cada município analisado; ou, para o período entre 2002 a 2007, temperatura máxima mensal ao longo do ano, calculada em função do registo das temperaturas máximas diárias de cada município analisado.

TmaxJJA – temperatura máxima anual referente aos meses supostamente mais quentes do ano (Junho, Julho e Agosto – logo com maior evaporação) e nos quais a utilização de água para rega é mais intensa (maior evapotranspiração), calculada em função do registo de temperaturas máximas diárias dos meses em causa para cada município analisado; ou, para o período entre 2002 a 2007, temperatura máxima mensal dos meses de Junho, Julho e Agosto, calculada em função das temperaturas máximas diárias dos meses em causa para cada município analisado.

Tmed – temperatura média anual calculada em função do registo de temperaturas médias diárias de cada município analisado; ou, para o período entre 2002 a 2007, temperatura média mensal ao longo do ano, calculada em função do registo das temperaturas médias diárias de cada município analisado.

TmedJJA – temperatura média anual referente aos meses supostamente mais quentes do ano (Junho, Julho e Agosto – logo com maior evaporação) e nos quais a utilização de água para rega é mais intensa (maior evapotranspiração), calculada em função do registo de temperaturas médias diárias dos meses em causa para cada município analisado; ou, para o período entre 2002 a 2007, temperatura média mensal dos meses de Junho, Julho e Agosto, calculada em função das temperaturas médias diárias dos meses em causa para cada município analisado.

Tmin – temperatura mínima anual calculada em função do registo de temperaturas mínimas diárias de cada município analisado; ou, para o período entre

2002 a 2007, temperatura mínima mensal ao longo do ano, calculada em função do registo das temperaturas mínimas diárias de cada município analisado.

TminJJA – temperatura mínima anual referente aos meses supostamente mais quentes do ano (Junho, Julho e Agosto – logo com maior evaporação) e nos quais a utilização de água para rega é mais intensa (maior evapotranspiração), calculada em função do registo de temperaturas mínimas diárias dos meses em causa para cada município analisado; ou, para o período entre 2002 a 2007, temperatura mínima mensal dos meses de Junho, Julho e Agosto, calculada em função das temperaturas mínimas diárias dos meses em causa para cada município analisado.

dTmaxJJA – representa a diferença de temperaturas máximas anuais referente aos meses supostamente mais quentes do ano (Junho, Julho e Agosto) entre o município analisado e o município tomado como referência; ou, para o período entre 2002 a 2007, a diferença de temperatura máxima mensal dos meses de Junho, Julho e Agosto entre o município analisado e o município tomado como referência.

dTmedJJA – representa a diferença de temperaturas médias anuais referente aos meses supostamente mais quentes do ano (Junho, Julho e Agosto) entre o município analisado e o município tomado como referência; ou, para o período entre 2002 a 2007, a diferença de temperatura média mensal dos meses de Junho, Julho e Agosto entre o município analisado e o município tomado como referência.

dTminJJA – representa a diferença de temperaturas mínimas anuais referente aos meses supostamente mais quentes do ano (Junho, Julho e Agosto) entre o município analisado e o município tomado como referência; ou, para o período entre 2002 a 2007, a diferença de temperatura mínima mensal dos meses de Junho, Julho e Agosto entre o município analisado e o município tomado como referência.

Destacam-se neste conjunto de indicadores os três últimos anteriormente descritos, pois são, depois de representados graficamente, uma forma útil de interpretar uma tendência de descida ou subida de temperaturas ao longo do tempo.

Seguidamente apresenta-se na Tabela 3.3 um resumo da coloração/descrição atribuída a cada um dos municípios analisados em função das temperaturas e dos

métodos aplicados neste estudo, que permitem a atribuição de uma cor em função do resultado que o método nos fornece. Esta coloração é definida em função do valor que nos fornecem os métodos para o cálculo de algumas incógnitas. Na tabela é de salientar a referência ao software R (Venables e Smith, 2009), que será abordado no Subcapítulo 3.3.3.2..

Tabela 3.3 – Coloração/Descrição atribuída a cada um dos municípios analisados em função das suas temperaturas.

Coloração	Descrição
Vermelho	O dT analisado com o software R originou um intervalo de confiança que contém números reais não negativos, $\Re^+ = \{x \in \Re \mid x > 0\}$ .
Azul	O dT analisado com o software R originou um intervalo de confiança que contém números reais não positivos, $\Re^- = \{x \in \Re \mid x < 0\}$ .
Amarelo	O dT analisado com o software R originou um intervalo de confiança que contém o número zero.
Branco	Não possui análise, pois não pode haver comparação entre a mesma entidade (o município analisado não pode ser o de referência).
Laranja	As temperaturas anuais máximas, mínimas e médias, bem como as temperaturas máximas, mínimas e médias anuais dos meses de Junho, Julho e Agosto analisadas ao longo dos anos, revelaram uma tendência crescente significativa.
Azul Celeste	As temperaturas anuais máximas, mínimas e médias, bem como as temperaturas máximas, mínimas e médias anuais dos meses de Junho, Julho e Agosto analisadas ao longo dos anos, revelaram uma tendência decrescente significativa.

### 3.3. Métodos Determinísticos, Paramétricos t, Não Paramétricos e Estatística Descritiva

Os métodos determinísticos permitem a determinação de uma tendência que é feita ajustando uma função da variável tempo (t) ao cronograma da série cronológica. Este ajuste é feito, em geral, pelo método dos mínimos quadrados. De acordo com o tipo de função, assim podemos ter tendências lineares, parabólicas, exponenciais, etc. A função vai traduzir uma lei matemática que se admite ser seguida pela tendência. A

escolha do tipo de função a ajustar não é fácil; e este processo deve ser iniciado com a representação gráfica da série e inspecção cuidada do cronograma.

“Os métodos paramétricos t aplicam-se tanto a amostras independentes como a amostras emparelhadas. Servem para testar hipóteses sobre médias de uma variável de nível quantitativo numa dicotómica” (Pestana e Gageiro, 2008).

Quando a dimensão da amostra é inferior ou igual a 30, os métodos paramétricos t exigem a verificação da normalidade da amostra através dos métodos não paramétricos de aderência, nomeadamente o teste de Shapiro-Wilk.

“A estatística descritiva centra-se no estudo de características não uniformes das unidades observadas ou experimentadas, como por exemplo de pessoas, cidades, famílias, escolas” (Pestana e Gageiro, 2008). Logo, trata da recolha, organização e tratamento de dados com vista a descrever e interpretar a realidade actual ou factos passados relativos ao conjunto observado. O seu objectivo é informar, prevenir e esclarecer.

### 3.3.1. Métodos Determinísticos, Tendência Linear

O método determinístico Tendência Linear (Pestana e Gageiro, 2008) é representado por uma recta que se adapta da melhor maneira a um conjuntos simples de dados. A linha de tendência linear mostra normalmente que algo está a aumentar ou a diminuir numa percentagem constante.

A Tendência Linear é representada da seguinte forma:

$$X_t = \hat{\alpha} + \beta t, \quad X_t - \text{variável dependente, } t - \text{tempo, } n - \text{número de dados;}$$

Como

$$X_t = \alpha + \beta \left( t - \bar{t} \right) = \alpha + \beta t - \beta \bar{t} = \alpha - \beta \bar{t} + \beta t$$

tem-se

$$\hat{\alpha} = \alpha - \beta \bar{t}$$

– em que  $\bar{t}$  é a média aritmética dos tempos,  $t_1, t_2, \dots, t_n$ , e os valores de  $\alpha$  e  $\beta$  são calculados da seguinte maneira:

$$\alpha = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

e

$$\beta = \frac{\left(t_1 - \bar{t}\right)X_1 + \left(t_2 - \bar{t}\right)X_2 + \dots + \left(t_n - \bar{t}\right)X_n}{\left(t_1 - \bar{t}\right)^2 + \left(t_2 - \bar{t}\right)^2 + \dots + \left(t_n - \bar{t}\right)^2}.$$

O valor de  $\hat{\alpha}$  da equação  $X_t = \hat{\alpha} + \beta t$  chama-se ordenada na origem, isto é, quando  $t=0$ ,  $X_t = \hat{\alpha}$ , e  $\beta$  representa o declive da recta. Este declive dá a variação verificada em  $X_t$  quando  $t$  varia de um período de tempo (constante).

Além da tendência linear, descrita por um polinómio linear, existem outros tipos, tais como: tendências quadráticas (polinómio quadrático), tendências cúbicas (polinómio cúbico), exponenciais, etc.

No estudo efectuado posteriormente, aplicou-se este método, que é uma forma de tratar e analisar os dados recolhidos (Bonfilds e Lobell, 2007; Santer *et al.*, 2000; Collins, 2008; Downing *et al.*, 2003).

### 3.3.2. Métodos Determinísticos, Média Móvel

O método determinístico Média Móvel (Murteira *et al.*, 1993) suaviza as flutuações dos dados, de modo a mostrar com maior clareza um padrão ou uma tendência e consiste em calcular a média aritmética de observações contidas em escalões, tomando-a como estimativa do valor local da tendência. Assim, as etapas a seguir são:

1. Começa-se por dividir a série em escalões, com igual número de termos sobrepostos.

- ao número de observações em cada escalão chama-se período da média móvel, (ver Figura 3.3).

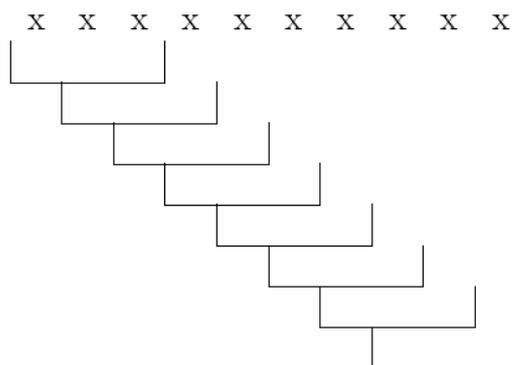


Figura 3.3 – Imagem da definição do período da média móvel, através de escalões de período igual a 3.

- Se tem  $K$  observações em cada escalão, existem  $K - 1$  observações em comum com os escalões seguintes (e anteriores).

2. Calculam-se as estimativas locais da tendência;

- Se  $K$  é ímpar ( $K = 2m + 1$ ),

as estimativas da tendência são (exemplo com  $K = 3, m = 1$ ):

$$\hat{t}_2 = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{3}$$

$$\hat{t}_3 = \frac{X_2 + X_3 + X_4}{3}$$

$$\hat{t}_4 = \frac{X_3 + X_4 + X_5}{3}$$

...

$$\hat{t}_{n-1} = \frac{X_{n-2} + X_{n-1} + X_n}{3}, \quad X_n - \text{variável representativa das } n \text{ observações}$$

consideradas na análise,  $\hat{t}_n$  - estimativa da tendência das observações,  $n$  - varia entre 1, 2, ...,  $n$  (número de pontos ao longo do tempo);

e a tendência não é estimada para os primeiros e últimos  $m$  pontos do tempo.

- Se  $k$  é par ( $K = 2m$ ),

i) as estimativas da tendência calculam-se em pontos médios de um intervalo (exemplo com  $K = 4, m = 2$ ):

$$\text{ponto médio de}[2,3]=\frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4}{4}$$

$$\text{ponto médio de}[3,4]=\frac{X_2 + X_3 + X_4 + X_5}{4}$$

$$\text{ponto médio de}[4,5]=\frac{X_3 + X_4 + X_5 + X_6}{4}$$

...

ii) para centrar estas médias, calcula-se uma 2ª média móvel de período 2

$$\left. \begin{array}{l} [2,3]=\frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4}{4} \\ [3,4]=\frac{X_2 + X_3 + X_4 + X_5}{4} \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\hat{t}_3 = \frac{\frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4}{4} + \frac{X_2 + X_3 + X_4 + X_5}{4}}{2}$$

Do mesmo modo

$$\hat{t}_4 = \frac{\frac{X_2 + X_3 + X_4 + X_5}{4} + \frac{X_3 + X_4 + X_5 + X_6}{4}}{2}$$

...

O método das médias móveis é um caso particular dos filtros lineares, esses que transformam uma série  $X$  noutra  $Y$ . Neste método são dados pesos iguais a todas as observações incluídas no cálculo da média. A escolha do número de termos ( $K$ ) depende da dimensão do ciclo ou padrão presente nos dados originais. Quanto mais pequeno for o  $K$ , maior é o peso dado aos períodos mais recentes. Quando existem alterações súbitas na série, é desejável considerar um valor pequeno para  $K$ .

No estudo seguidamente apresentado procedeu-se à aplicação do método supra citado (Wilson e Hathaway, 2006; Mansell, 1997; Berthouex e Brown, 2002; Steinberg, 1985; AEA, 2009), que é uma forma de tratar e analisar os dados recolhidos.

### 3.3.3. Métodos Paramétricos t e Não Paramétricos de Aderência

#### 3.3.3.1. Métodos Paramétricos t - Teste de hipóteses e Intervalos de Confiança

Existem muitas situações no dia-a-dia em que é necessário decidir acerca de alguns parâmetros da população em função de uma pequena amostra da mesma. O método estatístico utilizado para este fim denomina-se teste de hipóteses (Duncan, 1975; Pestana e Gageiro, 2008; Field, 2005). Define-se teste de hipóteses como um procedimento que conduz a uma decisão acerca das hipóteses (com base numa amostra). Inicia-se sempre com a formulação das hipóteses a serem estudadas:

- $H_0$  ou hipótese nula
- $H_1$  ou hipótese alternativa

A hipótese alternativa poderá ser bilateral ou unilateral à esquerda ou unilateral à direita. Existem vários tipos de testes de hipóteses. Neste estudo, ir-se-á utilizar o teste de hipóteses para a diferença de médias de duas populações normais e independentes com variância populacional não conhecida. Pretendem-se estudar as hipóteses:

$$H_0 : \mu_A - \mu_B = D_0 = 0$$

vs.

$$H_1 : \mu_A - \mu_B \neq D_0 \neq 0$$

A estatística de teste é dada por:

$$t = \frac{\bar{d} - D_0}{s_d \times \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}},$$

– onde  $\bar{d}$  e  $s_d$  representam o valor médio e o desvio padrão da diferença das amostras. O desvio padrão é calculado da seguinte forma:

$$s_d = \sqrt{\frac{(n_A - 1)s_A^2 + (n_B - 1)s_B^2}{(n_A - 1) + (n_B - 1)}},$$

– em que  $s_A^2$  e  $s_B^2$  são a variância amostral de A e B, e  $n_A$  e  $n_B$  a dimensão amostral de A e B respectivamente.

O Intervalo de Confiança (I.C.) é calculado pela seguinte fórmula:

$$\bar{d} - t_{\alpha/2, n_A+n_B-2} \times s_d \times \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}} < D_0 < \bar{d} + t_{\alpha/2, n_A+n_B-2} \times s_d \times \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}} .$$

Para a decisão de aceitação ou rejeição da hipótese nula utiliza-se o p\_valor.

O valor de p\_valor é determinante para a classificação atribuída neste estudo a nível de significância. De seguida são definidos os critérios de rejeição e os seus níveis de significância:

Se p\_valor > 0,05, não rejeitamos  $H_0$  ;

Se  $0,01 < p\_valor < 0,05$ , rejeitamos  $H_0$  com significância (\*\*);

Se p\_valor < 0,01, rejeitamos  $H_0$  com muita significância (\*\*\*) .

No estudo executado posteriormente aplicou-se o método anteriormente descrito (Stoy *et al.*, 2009; Sole *et al.*, 2008; Kaufmann *et al.*, 2009; Santer *et al.*, 2008), de forma a tratar os dados recolhidos.

### **3.3.3.2. Métodos Não Paramétricos de Aderência - Teste de normalidade**

Para a verificação do pressuposto de normalidade é utilizado o teste de Shapiro-Wilk (Shapiro e Wilk, 1965). Testam-se as hipóteses:

$H_0$  : X segue uma distribuição normal

vs.

$H_1$  : X não segue uma distribuição normal

A estatística de teste é dada por:

$$W = \frac{b^2}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

– em que

$$b = \sum_{i=1}^{N/2} \alpha_{N-i+1} * (x_{N-i+1} - x_i).$$

Para a decisão de aceitação ou rejeição da hipótese nula utiliza-se o p\_valor.

Se  $p\_valor \geq 0,01$ , não rejeitamos  $H_0$ , ou seja, a variável segue uma distribuição normal;

Se  $p\_valor < 0,01$ , rejeitamos  $H_0$ , ou seja, a variável não segue uma distribuição normal.

No presente estudo, para proceder à aplicação do teste de hipóteses e do teste de Shapiro-Wilk, utilizou-se o software R.

O software R é baseado na linguagem de programação R, sendo um ambiente de linguagem e de programação para cálculos estatísticos e gráficos.

Foi criado originalmente por Ross Ihaka e por Robert Gentleman (daqui o R) na universidade de Auckland, Nova Zelândia, e foi desenvolvido por um esforço colaborativo de várias pessoas em diferentes locais do mundo. O software R é também altamente expansível com o uso dos pacotes, que são bibliotecas para funções específicas ou áreas de estudo específicas. Um conjunto de pacotes é incluído com a instalação de R, com muito outros disponíveis na rede de distribuição do R (em inglês CRAN) (THINKFN, 2009).

### 3.3.4. Estatística Descritiva

“A Estatística Descritiva trata da recolha, organização e tratamento de dados com vista a descrever e interpretar a realidade actual ou factos passados relativos ao conjunto observado. O seu objectivo é informar, prevenir, esclarecer” (Reis, 2007).

Além das tabelas e dos gráficos, que têm como objectivo organizar e dar uma imagem visual dos dados, existem certas características de uma distribuição de valores (como o valor central e a sua dispersão), que podem ser resumidas por meio de certas quantidades. Exemplos destas quantidades, conhecidas por "estatísticas" descritivas, são: o ponto médio, a mediana, a moda, a média, a amplitude, o desvio padrão e a variância. Daí a classificação em medidas de tendência central e medidas de dispersão.

#### 3.3.4.1. Medidas de tendência central

As medidas de tendência central descritas neste estudo são a média aritmética e a mediana, apesar de existirem outras.

A média aritmética de um conjunto de  $n$  observações obtém-se somando todas as observações e dividindo depois pelo seu número.

Se  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  forem as  $n$  observações, então a média deste conjunto é:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}.$$

A mediana é uma medida menos usada, apesar de em alguns casos ser mais apropriada do que a média. Tipicamente, a mediana é definida como o valor, ou a observação, ou a medição, ou o caso, intermédio numa amostra arranjada por ordem de grandeza. Dito de outro modo, a mediana de um conjunto de números, ordenados por ordem de grandeza, é o valor para o qual metade dos elementos do conjunto são menores do que esse valor e outra metade são maiores do que esse valor. Podemos expressar este conceito da seguinte forma: num conjunto de valores ordenados por ordem crescente (ou decrescente, é irrelevante!), em que  $i = 1, 2, \dots, n$ , a mediana “M” (muitos autores utilizam a notação  $\tilde{x}$ ) corresponde a:

$$M = \tilde{X} \equiv \begin{cases} x'_{(n+1)/2} & \text{se } n \text{ ímpar} \\ \frac{1}{2}(x'_{n/2} + x'_{1+n/2}) & \text{se } n \text{ par} \end{cases}$$

– em que  $x'_{(n+1)/2}$  é a observação individual de ordem  $(n+1)/2$ .

No caso de  $n$  ser par, então  $\tilde{x}$  é dada pela média aritmética dos valores de ordem  $n/2$  e  $1+n/2$ .

Destas medidas centrais, a média e a mediana são as mais usadas. A mediana utiliza informação relativa à ordem, não usando os valores numéricos das observações. A média, por sua vez, usa esses valores numéricos, sendo por isso a mais usada.

As diferentes localizações da média, da mediana e da moda são mais facilmente visíveis usando a curva das frequências desse conjunto de dados: o polígono de frequências. A moda é o valor onde a curva é mais alta. A mediana é o valor que divide a área, compreendida entre o eixo e a curva, em duas partes iguais; metade fica à esquerda da mediana e a outra metade à direita. A média é o ponto central de uma distribuição simétrica.

Numa distribuição simétrica a moda coincide com a mediana e também com a média (ver Figura 3.4: Abreu, 2006).

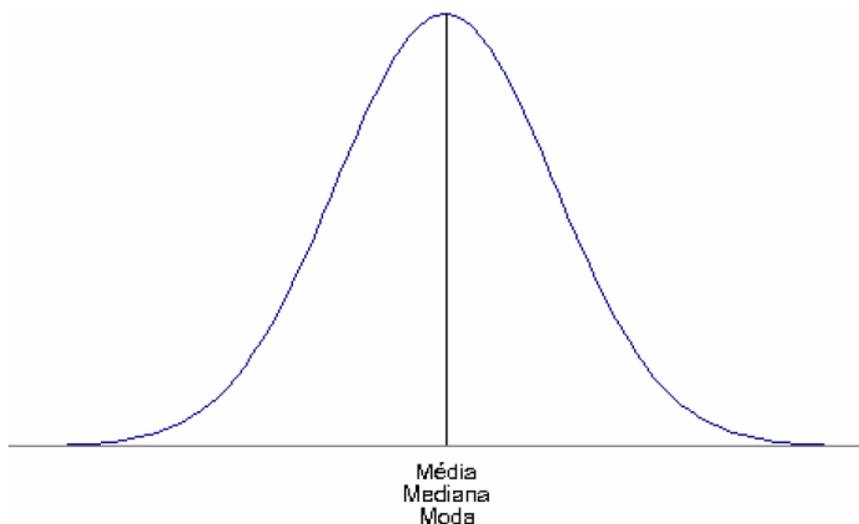


Figura 3.4 – Curva das frequências de uma distribuição simétrica.

No caso da Figura 3.5 (Abreu, 2006), temos uma distribuição não simétrica, sendo designada por assimétrica positiva; e no exemplo da Figura 3.6 (Abreu, 2006) temos a assimétrica negativa.

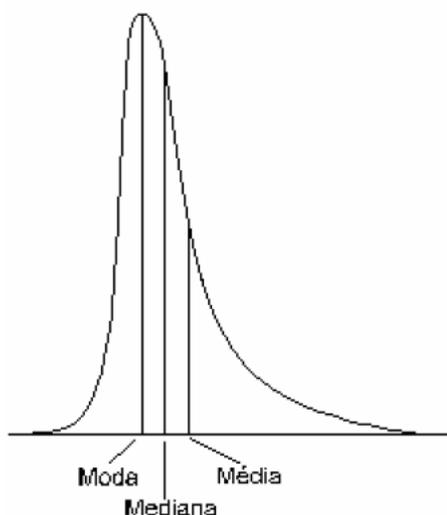


Figura 3.5 – Curva das frequências de uma distribuição assimétrica positiva.

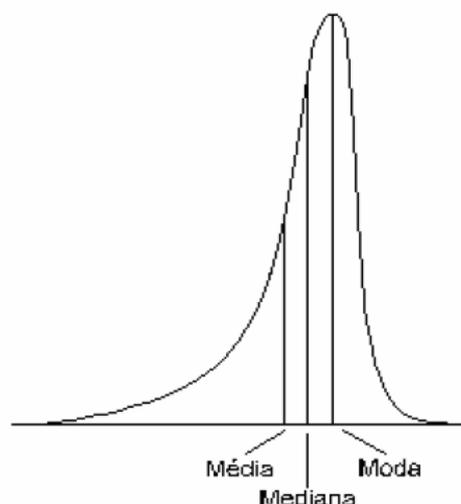


Figura 3.6 – Curva das frequências de uma distribuição assimétrica negativa.

### 3.3.4.2. Medidas de dispersão

As medidas de dispersão descritas neste estudo são o desvio padrão e a variância, apesar de existirem outras.

Sabendo que as medidas centrais são importantes mas não fornecem a informação completa sobre o conjunto das observações, falta representar a indicação sobre a dispersão desses valores.

Quando se usa a mediana para medir o centro de uma distribuição, é conveniente fornecer elementos sobre a variação ou dispersão da distribuição.

As medidas de dispersão mais usadas são: a variância e o desvio padrão. Devem ser usadas quando a medida de tendência central usada for a média, pois elas medem a dispersão em relação à média, como centro da distribuição.

A variância é a média aritmética dos quadrados dos desvios das observações em relação à média. Assim, se  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  forem as  $n$  observações e se  $\bar{X}$  for a sua média, a variância é calculada a partir de:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}.$$

Uma vez que a variância envolve a soma de quadrados, a unidade em que se exprime não é a mesma que a dos dados.

O desvio padrão é a raiz quadrada da variância. Utiliza-se o “s” para designar o desvio padrão, sendo então:

$$s = \sqrt{s^2}.$$

O desvio padrão é uma medida que só pode assumir valores não negativos; e quanto maior for, maior será a dispersão dos dados. Na Figura 3.7 (Estatística Descritiva, 2009) são apresentadas duas distribuições que têm a mesma média, mas cujo valor do desvio-padrão é superior na distribuição A à distribuição B (logo terá maior dispersão).

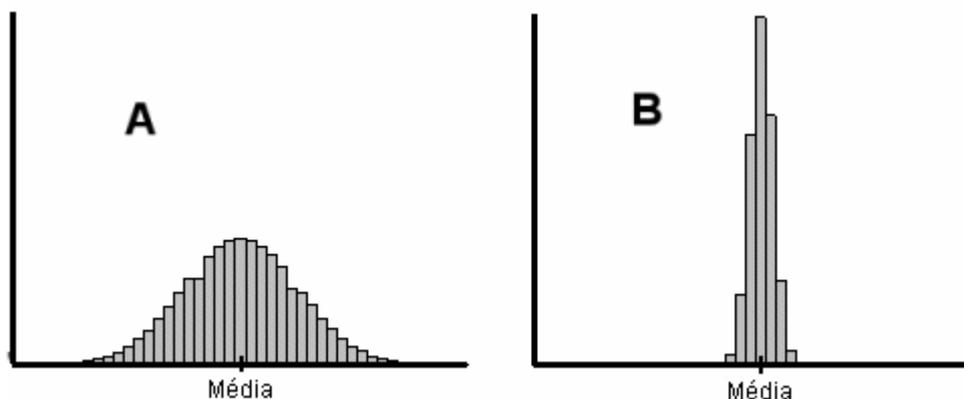


Figura 3.7 – Distribuição de duas variáveis com a mesma média mas com desvios padrões diferentes; a variável A tem maior dispersão do que a B.

Algumas propriedades do desvio padrão, que resultam imediatamente da definição, são:

- o desvio padrão é sempre não negativo e será tanto maior quanta mais variabilidade houver entre os dados;
- se  $s = 0$ , então não existe variabilidade, isto é, os dados são todos iguais.



## 4. Aplicações

### 4.1. Rega

#### 4.1.1. Análise da área de rega ao longo do tempo

Neste Capítulo, decidiu-se analisar o comportamento das áreas de rega ao longo do tempo (Figura 3.2 e Tabela 3.1) Além disso, decidiu-se também fazer uma análise relativa à região da Andaluzia (Sul de Espanha). Depois de obtidos os valores das áreas relativos à região em análise, procedeu-se à elaboração da Tabela 4.1 e Figura 4.1.

Tabela 4.1 – Evolução das áreas de rega na região da Andaluzia (Sul de Espanha).

Ano	Área de rega na Andaluzia (ha)
1900	192.062
1910	218.077
1920	223.820
1930	229.562
1940	262.031
1950	294.500
1960	365.800
1970	509.800
1980	667.000
1990	714.804
2000	815.921
2010	892.000

Com a elaboração da Tabela 4.1, na qual são fornecidos os valores da área de rega na região da Andaluzia ao longo do tempo, procedeu-se à uma análise que é apresentada na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Evolução das áreas de rega na região da Andaluzia (Sul de Espanha) e respectivas taxas de crescimento.

Área da região da Andaluzia (ha)	8.726.800
Área de rega na região da Andaluzia em 1900 (%)	2,20
Área de rega na região da Andaluzia em 1950 (%)	3,37
Área de rega na região da Andaluzia em 1980 (%)	7,64
Área de rega na região da Andaluzia em 2010 (%)	10,22
Taxa de crescimento da Área de rega na região da Andaluzia entre 1900 e 1950 (p.p.)	1,17
Taxa de crescimento da Área de rega na região da Andaluzia entre 1950 e 1980 (p.p.)	4,27
Taxa de crescimento da Área de rega na região da Andaluzia entre 1980 e 2010 (p.p.)	2,58

Tendo a região da Andaluzia uma área de 8.726.800 hectares, verificou-se de acordo com a Tabela 4.2, um aumento da percentagem da área de rega na referida região ao longo do tempo, sendo a referida percentagem de 2,20 em 1900 e 10,22 em 2010.

Depois de elaborada a Figura 4.1 (página seguinte), verificou-se que houve um aumento da área de rega ao longo do tempo, sendo este aumento subdividido em três intervalos de tempo. Tal é comprovado pelo facto da tendência linear ter um declive (ha/ano) positivo, o que revela uma tendência crescente. Além disso, verificou-se que para o intervalo de tempo de 1900 a 1950 o valor do declive da tendência linear é de 1856,56 ha/ano; para o intervalo de tempo de 1950 a 1980 é de 12615,00 ha/ano; e para o intervalo de tempo de 1980 a 2010 é de 7761,17 ha/ano. O que significou que o intervalo de tempo de 1950 a 1980 revelou um aumento significativo em relação aos restantes, pois possui um declive muito superior. Também se confirmou, de acordo com a Tabela 4.2, que tal intervalo de tempo possui uma taxa de crescimento muito superior, à dos outros analisados.

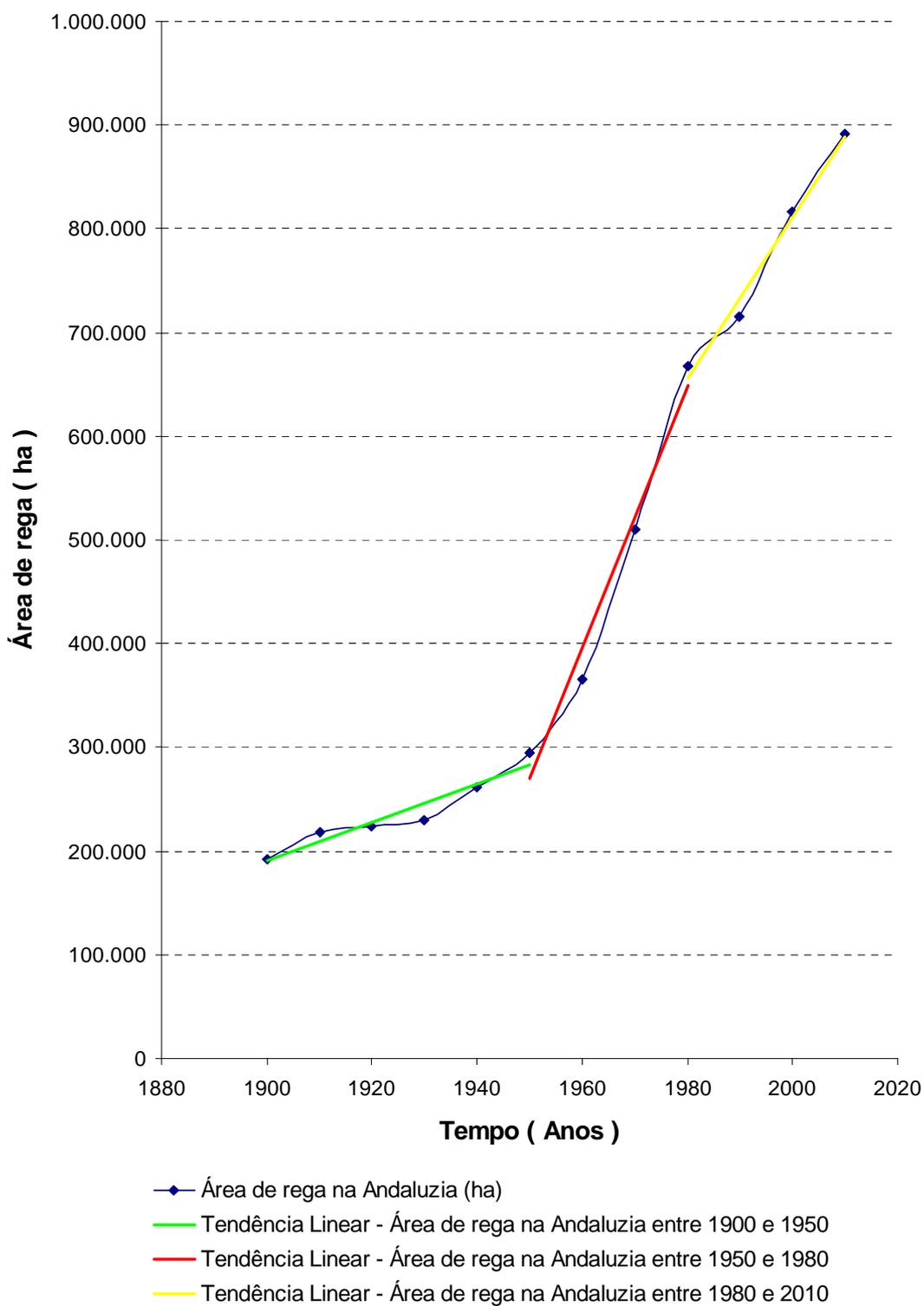


Figura 4.1 – Imagem da evolução das áreas de rega na região da Andaluzia (Sul de Espanha).

## 4.1.2. Relacionamento da área de rega e temperatura ao longo do tempo

Neste Subcapítulo, tem-se o objectivo de representar e analisar os indicadores de temperatura, relacionando-os com a rega. Para tal, procedeu-se ao cálculo das temperaturas máximas, mínimas e médias anuais, bem como o cálculo da temperatura máxima, mínima e média anual dos meses de Junho, Julho e Agosto, através de uma média das temperaturas máximas, mínimas e médias diárias dos referidos meses (desde 1973 a 2001). Estes cálculos foram executados através do software Microsoft Excel.

O objectivo principal deste Subcapítulo é verificar se a área de rega tem alguma influência na temperatura.

A título de exemplo, mostrar-se-á os resultados para o município de Beja.

### 4.1.2.1. Relacionamento da área de rega e da temperatura máxima anual ao longo do tempo

A área de rega no município de Beja foi aumentando ao longo do tempo. Em 1980 registavam-se 478 hectares de área de rega; em 1990, 1.828 hectares; e em 2000, 4.200 hectares. Pretende-se agora verificar se este aumento na área de rega do município de Beja tem alguma influência nas temperaturas. Na Tabela 4.3 estão representadas as temperaturas máximas anuais de 1973 até 2001; e na Figura 4.2 estão representadas as temperaturas graficamente.

Tabela 4.3 – Evolução das temperaturas máximas no município de Beja.

Ano	Tmax										
1973	22,40	1978	22,27	1983	22,38	1988	22,58	1993	21,85	1998	23,30
1974	22,41	1979	21,92	1984	21,60	1989	23,06	1994	23,16	1999	22,88
1975	20,80	1980	22,49	1985	22,77	1990	23,12	1995	24,13	2000	22,88
1976	22,29	1981	23,61	1986	22,38	1991	23,33	1996	23,19	2001	22,74
1977	21,97	1982	22,26	1987	22,88	1992	23,26	1997	24,01		

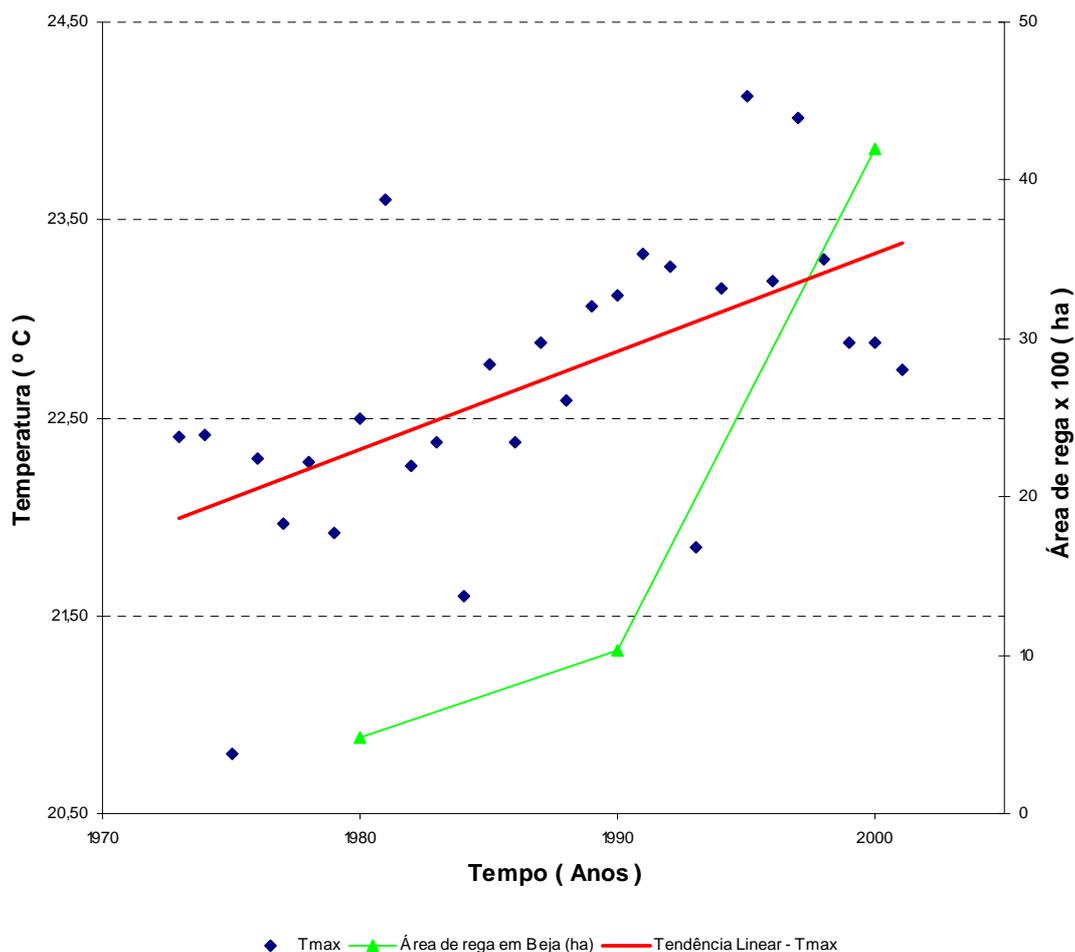


Figura 4.2 – Imagem da evolução das áreas de rega e da temperatura máxima no município de Beja.

Observou-se, pela análise da Figura 4.2, que as temperaturas vão oscilando em torno da média (22,69°C), sendo que a partir de 1994 inclusive, as temperaturas máximas anuais encontram-se acima da média. Além disso, no ano de 1975, registou-se o valor mínimo e no de 1995 o valor máximo.

Verificou-se graficamente que com o aumento da área de rega, existe um aumento gradual da temperatura máxima. Este aumento é traduzido pelo facto da tendência linear ter um declive ( $\beta = 0,050^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ ) positivo, o que revela uma tendência crescente.

Na Tabela 4.4 estão representadas as estatísticas descritivas para este conjunto de temperaturas.

Tabela 4.4 – Estatística descritiva para a temperatura máxima.

Média	22,69
Mediana	22,74
Desvio-padrão	0,71
Variância da amostra	0,51
Mínimo	20,80
Máximo	24,13
Contagem	29

De acordo com a Tabela 4.4, verificou-se que a mediana é superior à média em 0,05°C (0,22%), o que permite afirmar que este conjunto de temperaturas representa uma distribuição assimétrica negativa. Convém referir que o valor do desvio-padrão é de 0,71°C e a variância de 0,51°C<sup>2</sup>, o que sugere que a dispersão dos dados não é muito acentuada.

#### 4.1.2.2. Relacionamento da área de rega e da temperatura máxima anual nos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do tempo

Nesta secção, pretende-se verificar se este aumento na área de rega no município de Beja tem alguma influência nas temperaturas. Na Tabela 4.5 estão representadas as temperaturas máximas anuais relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto de 1973 até 2001; e na Figura 4.3 estão representadas as temperaturas graficamente.

Tabela 4.5 – Evolução das temperaturas máximas (JJA) no município de Beja.

Ano	TmaxJJA										
1973	31,43	1978	30,01	1983	29,88	1988	30,45	1993	31,83	1998	32,75
1974	32,51	1979	31,55	1984	30,70	1989	32,79	1994	32,38	1999	32,36
1975	28,68	1980	31,09	1985	31,70	1990	32,65	1995	32,42	2000	32,02
1976	32,23	1981	32,71	1986	32,07	1991	33,98	1996	32,10	2001	31,93
1977	28,59	1982	30,65	1987	31,76	1992	31,19	1997	28,20		

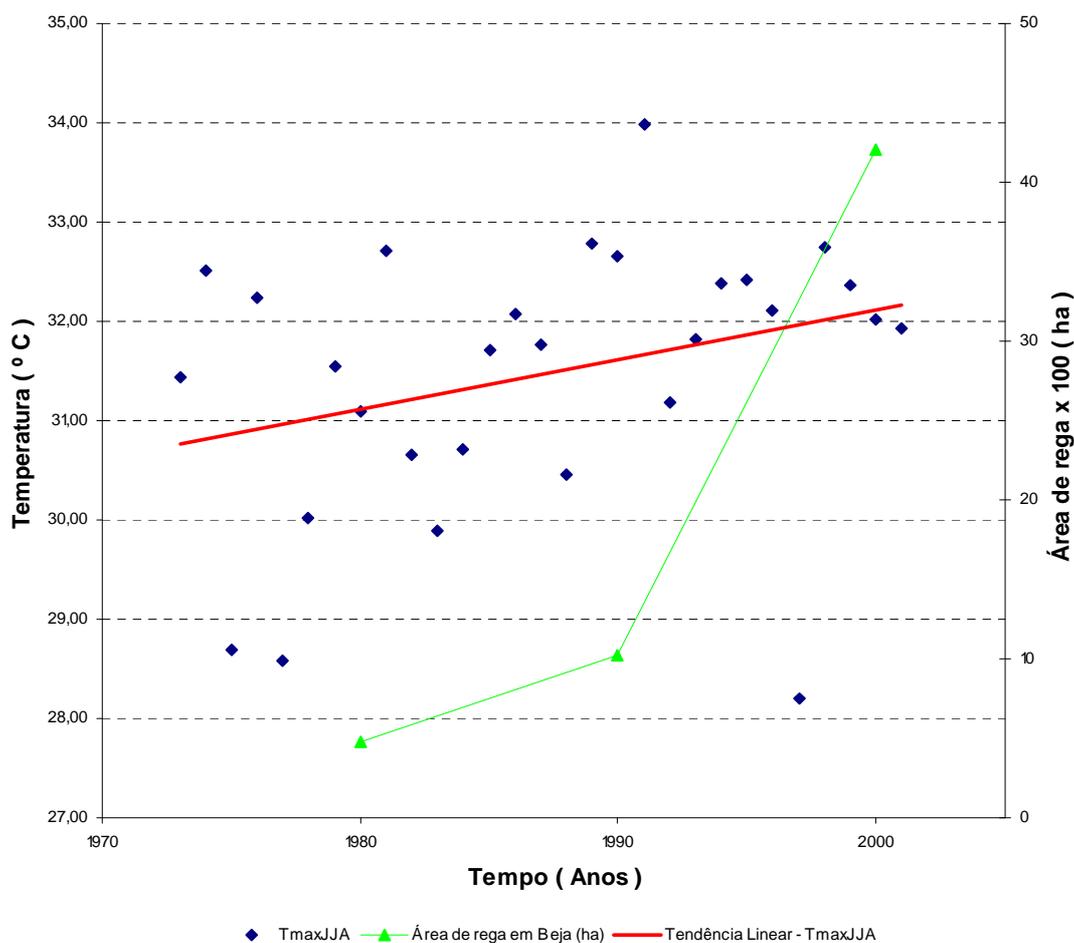


Figura 4.3 – Imagem da evolução das áreas de rega e da temperatura máxima (JJA) no município de Beja.

Observando a Figura 4.3, as temperaturas vão oscilando em torno da média (31,47°C). Contudo, a maior parte das temperaturas máximas anuais relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto encontra-se acima dos 30°C, exceptuando os anos de 1975, 1977, 1983 e 1997. No ano de 1991 verificou-se o valor máximo e no de 1997 o valor mínimo.

Por observação da Figura 4.3, verificou-se que com o aumento da área de rega existe um aumento gradual da temperatura máxima anual relativa aos meses de Junho, Julho e Agosto, o que implica que o declive ( $\beta = 0,050^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear seja positivo.

Na Tabela 4.6 estão representadas as estatísticas descritivas para este conjunto de temperaturas.

Tabela 4.6 – Estatística descritiva para a temperatura máxima (JJA).

Média	31,47
Mediana	31,83
Desvio-padrão	1,37
Variância da amostra	1,87
Mínimo	28,20
Máximo	33,98
Contagem	29

Por observação da Tabela 4.6, verificou-se que a mediana é superior à média em  $0,36^{\circ}\text{C}$  (1,14%) o que permite afirmar que este conjunto de temperaturas representa uma distribuição assimétrica negativa. Neste caso, o valor do desvio-padrão é de  $1,37^{\circ}\text{C}$  e a variância de  $1,87^{\circ}\text{C}^2$  o que sugere que a dispersão dos dados é mais acentuada relativamente aos analisados (temperatura máxima) na secção anterior.

#### 4.1.2.3. Relacionamento da área de rega e da temperatura mínima anual ao longo do tempo

Na secção seguidamente apresentada e de acordo com o pressuposto já anteriormente definido apresenta-se a Tabela 4.7, onde estão representadas as temperaturas mínimas anuais de 1973 até 2001, e a Figura 4.4, onde estão representadas as temperaturas graficamente.

Tabela 4.7 – Evolução das temperaturas mínimas no município de Beja.

Ano	Tmin										
1973	8,87	1978	10,88	1983	11,08	1988	10,62	1993	10,19	1998	11,13
1974	10,16	1979	10,65	1984	10,27	1989	11,50	1994	10,72	1999	10,48
1975	9,17	1980	10,57	1985	10,75	1990	11,25	1995	11,92	2000	10,80
1976	10,70	1981	11,14	1986	10,07	1991	10,73	1996	11,24	2001	11,07
1977	10,66	1982	10,68	1987	11,41	1992	10,46	1997	13,39		

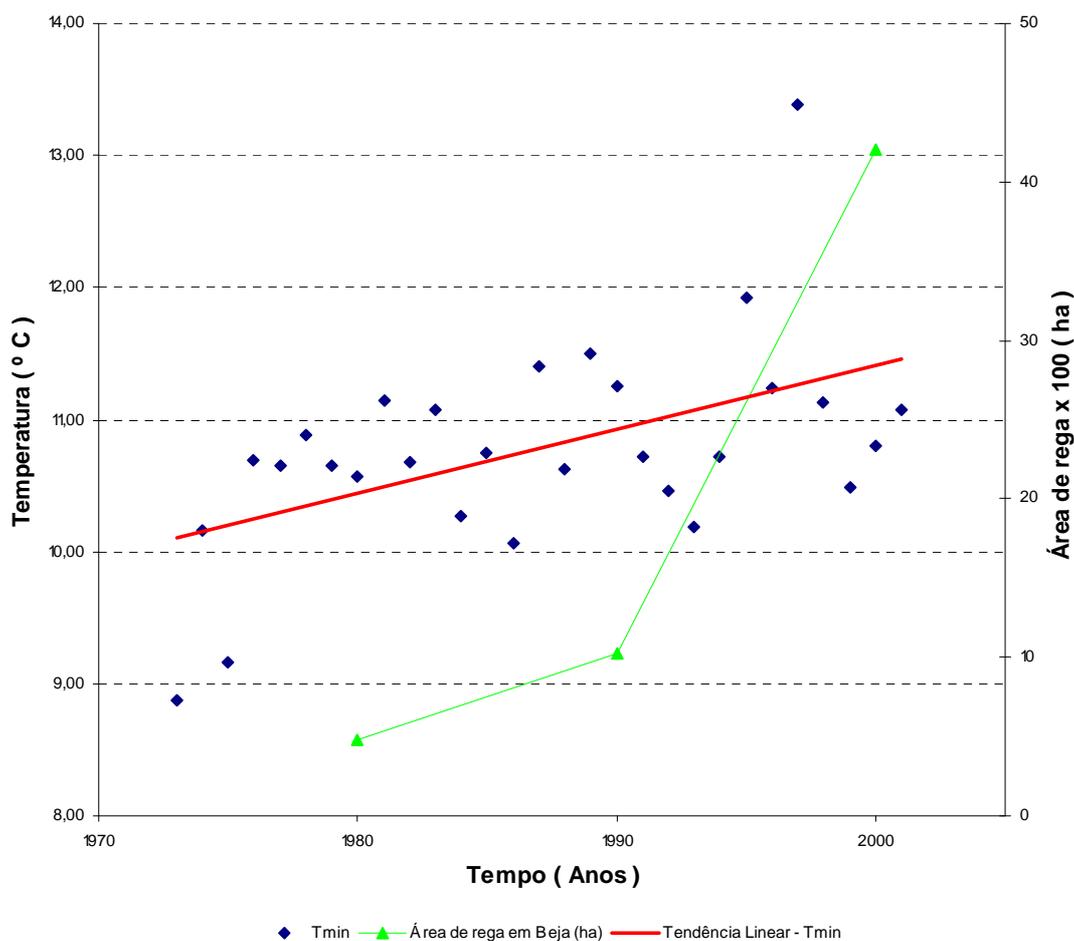


Figura 4.4 – Imagem da evolução das áreas de rega e da temperatura mínima no município de Beja.

De acordo com a Figura 4.4, as temperaturas vão oscilando em torno da média (10,78°C), sendo que a globalidade das temperaturas mínimas é superior a 10°C, com a excepção dos anos de 1973 e 1975. O seu valor máximo foi registado no ano de 1997 e o valor mínimo no ano de 1973.

Verificou-se, através da Figura 4.4, que com o aumento da área de rega existe um aumento gradual da temperatura mínima. Esta tendência crescente revela-se pelo facto do valor do declive ( $\beta = 0,048^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear ser positivo.

Na Tabela 4.8 estão representadas as estatísticas descritivas para este conjunto de temperaturas.

Tabela 4.8 – Estatística descritiva para a temperatura mínima.

Média	10,78
Mediana	10,72
Desvio-padrão	0,80
Variância da amostra	0,64
Mínimo	8,87
Máximo	13,39
Contagem	29

Verificou-se, através da Tabela 4.8, que a média é superior à mediana em 0,06°C (0,56%), o que permite afirmar que este conjunto de temperaturas representa uma distribuição assimétrica positiva. No presente caso, o valor do desvio-padrão é de 0,80°C e a variância de 0,64°C<sup>2</sup>, o que sugere que a dispersão de dados não seja muito acentuada.

#### 4.1.2.4. Relacionamento da área de rega e da temperatura mínima anual nos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do tempo

O objectivo desta secção é verificar se o aumento da área de rega no município de Beja tem alguma influência nas temperaturas. Na Tabela 4.9 estão representadas as temperaturas mínimas anuais relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto de 1973 até 2001; e na Figura 4.5 estão representadas as temperaturas graficamente.

Tabela 4.9 – Evolução das temperaturas mínimas (JJA) no município de Beja.

Ano	TminJJA										
1973	14,72	1978	14,13	1983	15,00	1988	14,28	1993	15,24	1998	15,80
1974	15,54	1979	15,33	1984	14,56	1989	16,15	1994	14,71	1999	15,03
1975	12,63	1980	14,66	1985	14,50	1990	16,35	1995	15,97	2000	15,52
1976	15,65	1981	15,95	1986	14,38	1991	16,15	1996	15,56	2001	15,08
1977	13,11	1982	14,58	1987	15,88	1992	15,19	1997	15,45		

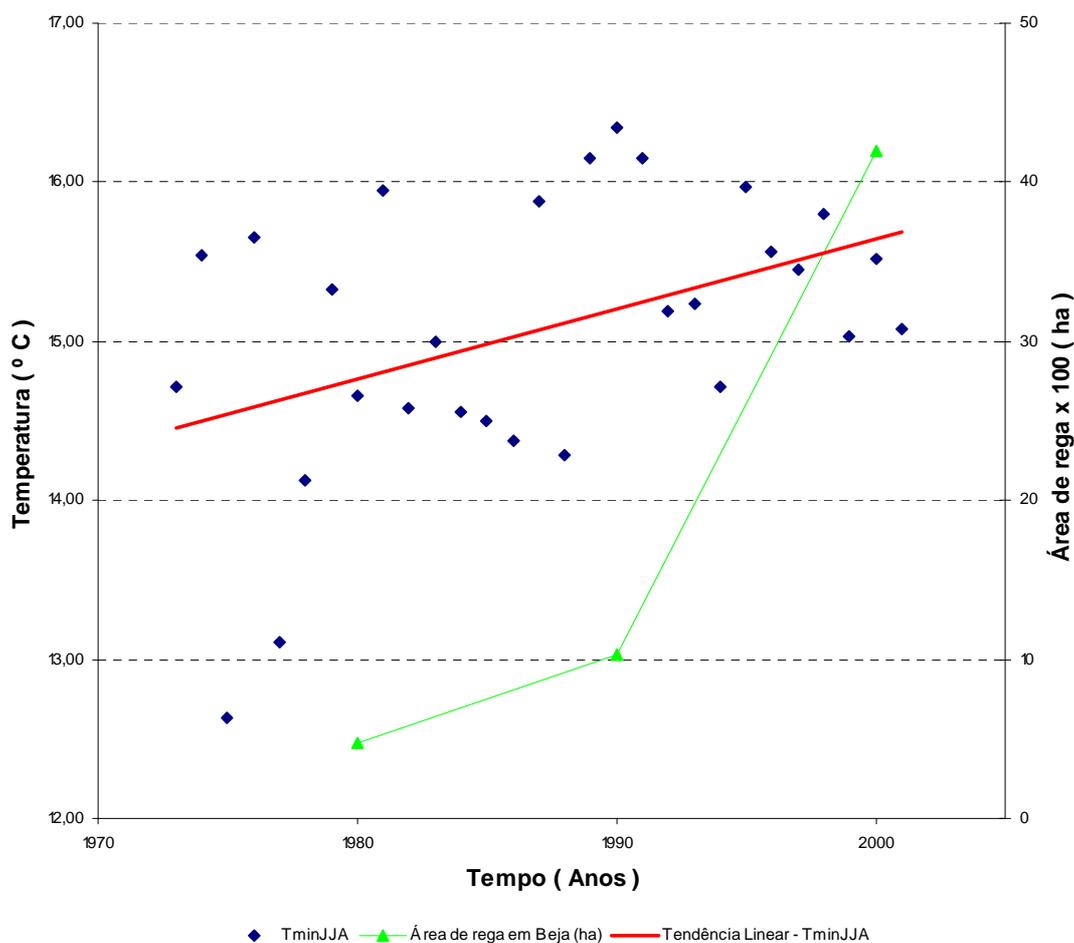


Figura 4.5 – Imagem da evolução das áreas de rega e da temperatura mínima (JJA) no município de Beja.

Por observação da Figura 4.5 verificou-se que as temperaturas vão oscilando em torno da média (15,07°C), sendo que a globalidade das temperaturas mínimas anuais relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto encontra-se acima dos 14°C, exceptuando os anos de 1975 e 1977. No ano de 1975 verificou-se o valor mínimo e no de 1990 o valor máximo.

Verifica-se, portanto, graficamente, que com o aumento da área de rega existe um aumento gradual da temperatura mínima anual relativa aos meses de Junho, Julho e Agosto, o que implica que o declive ( $\beta = 0,044^\circ\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear seja positivo.

Na Tabela 4.10 estão representadas as estatísticas descritivas para este conjunto de temperaturas.

Tabela 4.10 – Estatística descritiva para a temperatura mínima (JJA).

Média	15,07
Mediana	15,19
Desvio-padrão	0,87
Variância da amostra	0,75
Mínimo	12,63
Máximo	16,35
Contagem	29

Verificou-se, através da Tabela 4.10, que a mediana é superior à média em 0,12°C (0,80%), o que permite afirmar que este conjunto de temperaturas representa uma distribuição assimétrica negativa. No presente caso, o valor do desvio-padrão é de 0,87°C e a variância de 0,75°C<sup>2</sup>, o que sugere que a dispersão dos dados é mais acentuada relativamente aos analisados (temperatura mínima) na secção anterior.

#### 4.1.2.5. Relacionamento da área de rega e da temperatura média anual ao longo do tempo

Nesta secção, pretende-se verificar o pressuposto já definido nas secções anteriores. Na Tabela 4.11 estão representadas as temperaturas médias anuais de 1973 até 2001; e na Figura 4.6 estão representadas as temperaturas graficamente.

Tabela 4.11 – Evolução das temperaturas médias no município de Beja.

Ano	Tmed										
1973	15,58	1978	16,10	1983	16,01	1988	15,80	1993	15,26	1998	16,52
1974	15,65	1979	15,52	1984	15,25	1989	16,73	1994	16,65	1999	16,08
1975	14,24	1980	15,66	1985	16,09	1990	16,69	1995	17,32	2000	16,37
1976	15,75	1981	16,55	1986	15,49	1991	16,51	1996	16,65	2001	16,23
1977	15,59	1982	15,91	1987	16,40	1992	16,40	1997	18,63		

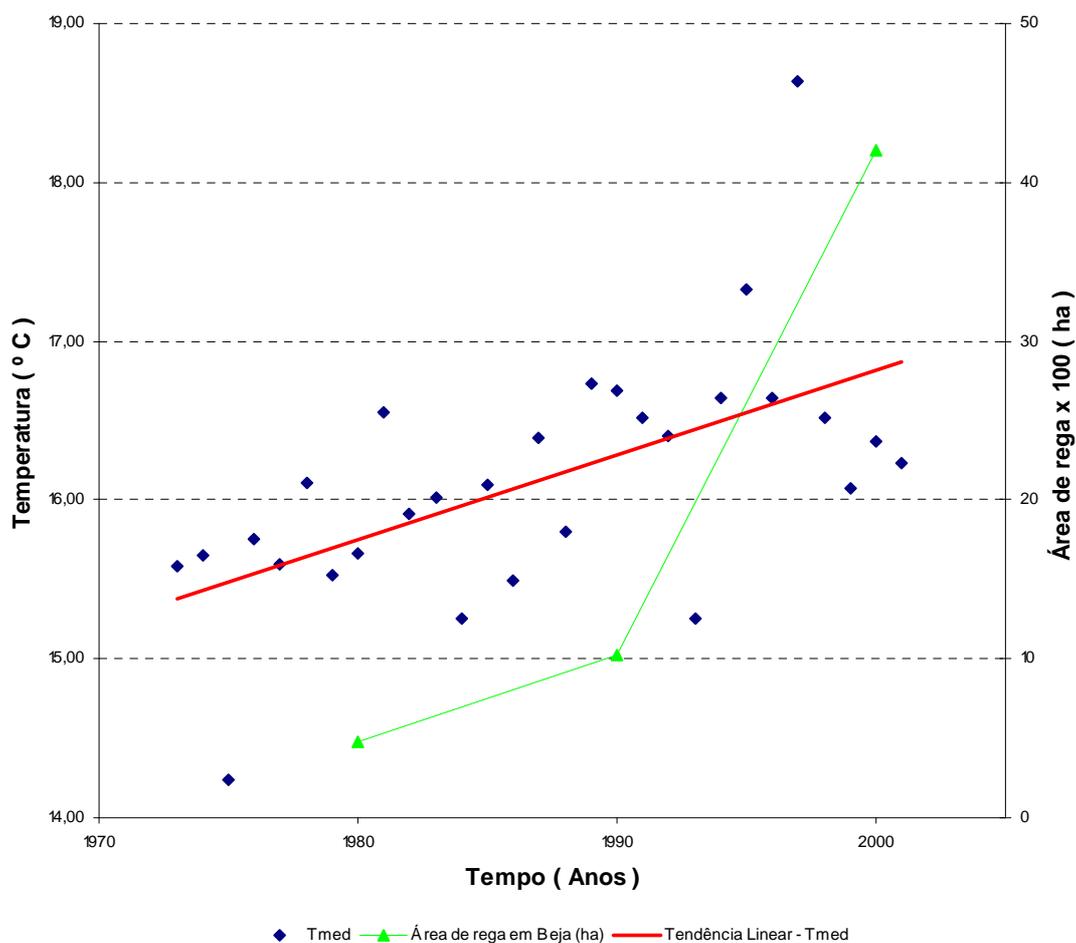


Figura 4.6 – Imagem da evolução das áreas de rega e da temperatura média no município de Beja.

De acordo com a Figura 4.6, verifica-se que as temperaturas vão oscilando em torno da média (16,13°C), sendo que a globalidade das temperaturas médias é superior a 15°C, com a exceção do ano de 1975. O seu valor máximo foi registado no ano de 1997 e o valor mínimo no ano de 1975.

Verificou-se, através da Figura 4.6, que com o aumento da área de rega existe um aumento gradual da temperatura média. Esta tendência crescente revela-se pelo facto de o valor do declive ( $\beta = 0,053^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear ser positivo.

Na Tabela 4.12 estão representadas as estatísticas descritivas para este conjunto de temperaturas.

Tabela 4.12 – Estatística descritiva para a temperatura média.

Média	16,13
Mediana	16,09
Desvio-padrão	0,77
Variância da amostra	0,60
Mínimo	14,24
Máximo	18,63
Contagem	29

Constatou-se, através da Tabela 4.12, que a média é superior à mediana em 0,04°C (0,25%), o que permite afirmar que este conjunto de temperaturas representa uma distribuição assimétrica positiva. No presente caso, o valor do desvio-padrão é de 0,77°C e a variância de 0,60°C<sup>2</sup>, o que sugere que a dispersão de dados não seja muito acentuada.

#### 4.1.2.6. Relacionamento da área de rega e da temperatura média anual nos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do tempo

De acordo com o pressuposto já anteriormente definido, é objectivo desta secção a sua verificação. Na Tabela 4.13 estão representadas as temperaturas médias anuais relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto de 1973 até 2001; e na Figura 4.7 estão representadas as temperaturas graficamente.

Tabela 4.13 – Evolução das temperaturas médias (JJA) no município de Beja.

Ano	TmedJJA										
1973	22,37	1978	21,94	1983	21,58	1988	21,61	1993	23,04	1998	23,59
1974	23,81	1979	22,56	1984	21,89	1989	24,40	1994	23,77	1999	22,94
1975	20,01	1980	22,08	1985	22,32	1990	24,32	1995	23,45	2000	23,41
1976	23,08	1981	23,40	1986	22,46	1991	25,00	1996	23,20	2001	22,76
1977	20,08	1982	21,93	1987	23,01	1992	23,04	1997	21,95		

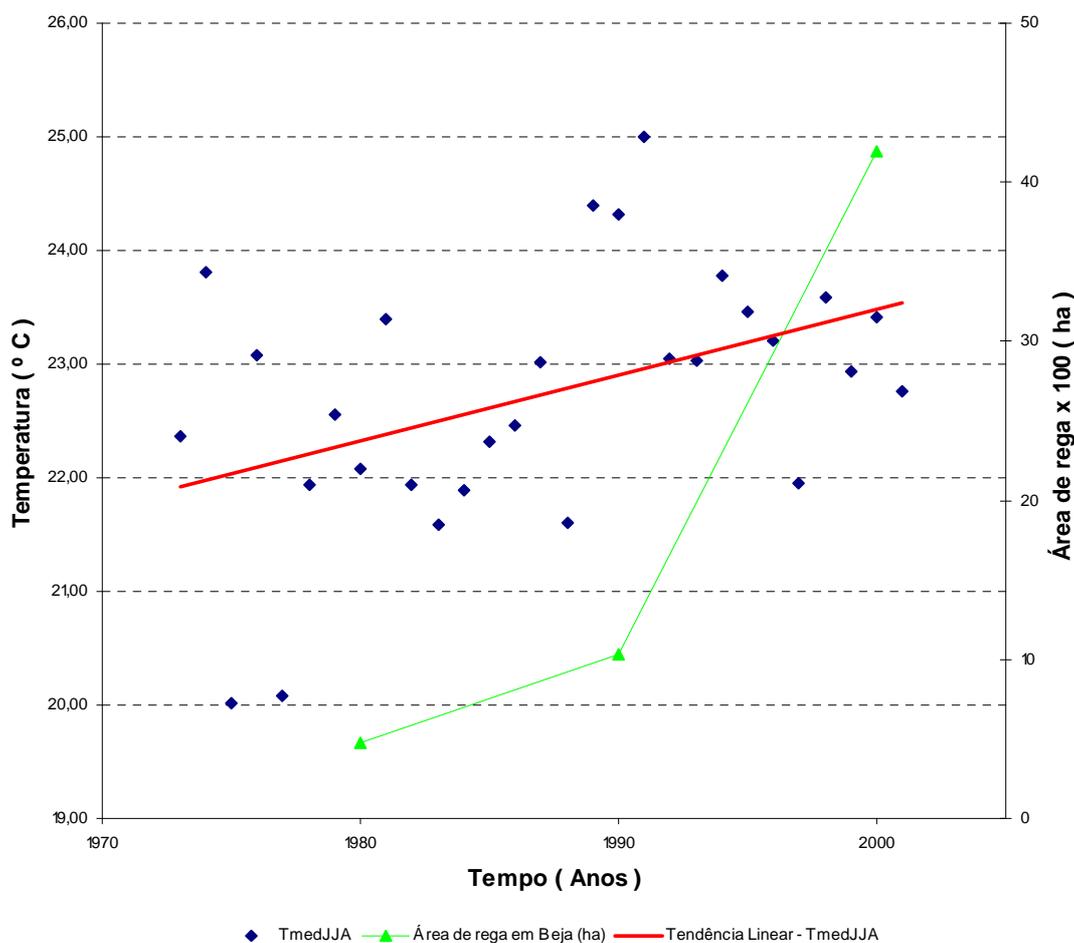


Figura 4.7 – Imagem da evolução das áreas de rega e da temperatura média (JJA) no município de Beja.

Através da observação da Figura 4.7 constatou-se que as temperaturas vão oscilando em torno da média (22.72°C), sendo que a globalidade das temperaturas médias anuais relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto encontra-se acima dos 21°C, exceptuando o ano de 1975. Em 1975 verificou-se o valor mínimo e em 1991 o valor máximo.

Verifica-se, portanto, graficamente, que com o aumento da área de rega existe um aumento gradual da temperatura média anual relativa aos meses de Junho, Julho e Agosto, o que implica que o declive ( $\beta = 0,058^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear seja positivo.

Na Tabela 4.14 estão representadas as estatísticas descritivas para este conjunto de temperaturas.

Tabela 4.14 – Estatística descritiva para a temperatura média (JJA).

Média	22,72
Mediana	22,94
Desvio-padrão	1,13
Variância da amostra	1,28
Mínimo	20,01
Máximo	25,00
Contagem	29

Verificou-se, através da Tabela 4.14, que a mediana é superior à média em 0,22°C (0,97%), o que permite afirmar que este conjunto de temperaturas representa uma distribuição assimétrica negativa. No presente caso, o valor do desvio-padrão é de 1,13°C e a variância de 1,28°C<sup>2</sup>, o que sugere que a dispersão dos dados é mais acentuada relativamente aos analisados (temperatura média) na secção anterior.

#### **4.1.3. Relacionamento da Temperatura com o tempo antes da construção da barragem do Alqueva**

De acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.1., decidiu-se fazer uma análise dos concelhos de Almería, Badajoz, Beja, Córdoba, Évora, Granada, Huelva, Málaga, Murcia e Sevilha, tendo sido tomado como municípios de referência os concelhos de Beja e Murcia. Então, temos como municípios de referência (MR), Beja e Murcia, e como municípios analisados (MA) os restantes. Logo até 2001, serão tratados dados relativos à temperatura mínima, média e máxima anual, bem como as temperaturas do mês de Junho, Julho e Agosto, meses onde a temperatura será supostamente superior, com carácter anual.

Depois de organizados os dados, procedeu-se à elaboração de uma tabela-resumo onde se procedeu, para cada município analisado, à atribuição de uma coloração em função de cada indicador considerado neste estudo, de acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.2., Tabela 3.3.

De seguida procedeu-se à apresentação, sob a forma de tabela, do resultado da análise dos diversos indicadores analisados neste estudo para os dois municípios de referência considerados.

Tabela 4.15 – Coloração/Descrição atribuída a cada um dos municípios analisados em função das suas temperaturas, sendo o município de referência (MR - Beja).

Município Analisado	Tmax	TmaxJJA	Tmed	TmedJJA	Tmin	TminJJA	dTmaxJJA	dTmedJJA	dTminJJA
Almería									
Córdoba									
Huelva							(ξ)	(ξ)	(ξ)
Sevilha									
Évora									
Badajoz									
Granada									
Málaga									
Múrcia									
Beja									

(ξ) este município não respeita os critérios estabelecidos pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Como não segue uma distribuição normal, não foi analisado ao nível dos indicadores apresentados.

A Tabela 4.15 retrata para cada município analisado a coloração/descrição atribuída a cada um dos indicadores analisados, bem como a mesma atribuição no caso da comparação com o município de referência, Beja, tudo isto de acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.2., Tabela 3.3.

Tabela 4.16 – Coloração/Descrição atribuída a cada um dos municípios analisados em função das suas temperaturas, sendo o município de referência (MR - Mércia).

Município Analisado	dTmaxJJA	dTmedJJA	dTminJJA
Sevilha			
Granada			
Málaga			
Beja			

A Tabela 4.16 segue o mesmo pressuposto da Tabela 4.15, mudando somente o município de referência, que passa a ser Mércia.

O objectivo principal deste Subcapítulo é, através da análise gráfica e de estatísticas descritivas, verificar o comportamento dos diferentes indicadores analisados neste estudo ao longo do tempo. Nesta análise executada e de forma a reduzir a apresentação de resultados, optou-se por apresentar resultados relativos ao município de Mércia.

### 4.1.3.1. Análise do indicador temperatura máxima anual - Tmax

Para se poder representar e analisar o indicador Tmax, optou-se por utilizar as temperaturas máximas diárias ao longo do tempo desde 1973 a 2001. Depois, efectuou-se o cálculo da temperatura máxima anual através de uma média das temperaturas máximas diárias, obtendo-se assim um valor de temperatura máxima referente ao ano em causa.

Nesta secção, pretende-se verificar o comportamento da temperatura máxima ao longo do tempo. Na Tabela 4.17 estão representadas as temperaturas máximas anuais de 1973 até 2001; e na Figura 4.8 estão representadas as temperaturas graficamente.

Tabela 4.17 – Evolução das temperaturas máximas no município de Múrcia.

Ano	Tmax										
1973	22,15	1978	24,11	1983	25,49	1988	23,55	1993	23,83	1998	25,34
1974	23,63	1979	24,45	1984	24,32	1989	24,58	1994	25,98	1999	24,89
1975	23,31	1980	24,11	1985	25,09	1990	24,85	1995	26,08	2000	24,69
1976	23,39	1981	24,91	1986	24,24	1991	24,26	1996	24,52	2001	25,54
1977	23,58	1982	24,64	1987	24,93	1992	24,32	1997	24,69		

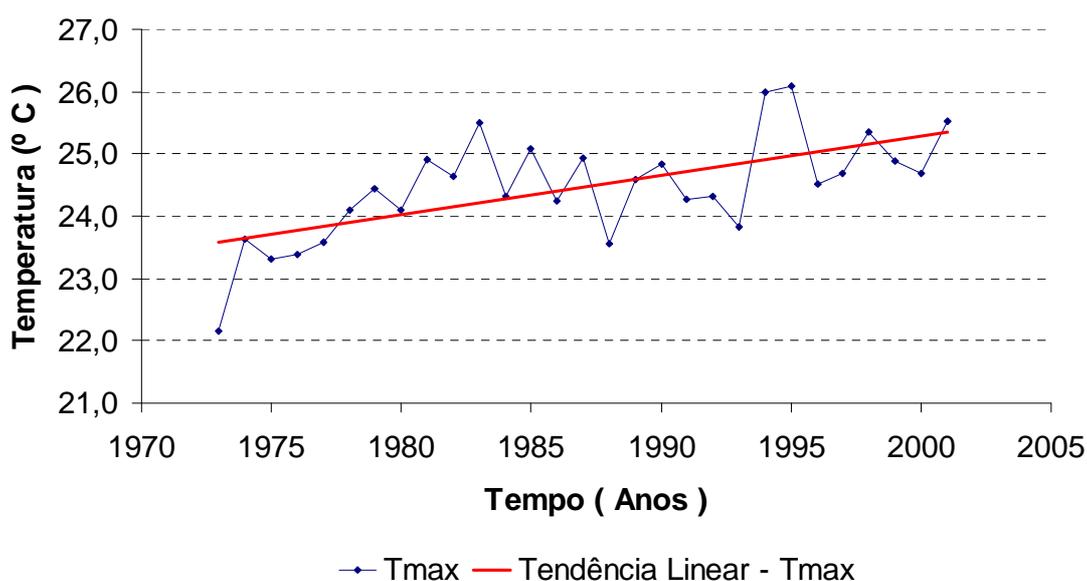


Figura 4.8 – Imagem da evolução da temperatura máxima no município de Múrcia.

Observou-se, pela análise da Figura 4.8, que as temperaturas vão oscilando em torno da média (24,46°C), sendo que a globalidade das temperaturas máximas encontra-se acima dos 24°C, exceptuando os anos de 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1988 e 1993. Além disso, no ano de 1973 registou-se o valor mínimo e no de 1995 o valor máximo.

Verificou-se, graficamente, que ao longo do tempo existe um aumento gradual da temperatura máxima. Este aumento é traduzido pelo facto da tendência linear ter um declive ( $\beta = 0,064^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ ) positivo, o que revela uma tendência crescente.

Na Tabela 4.18 estão representadas as estatísticas descritivas para este conjunto de temperaturas.

Tabela 4.18 – Estatística descritiva para a temperatura máxima.

Média	24,46
Mediana	24,52
Desvio-padrão	0,85
Variância da amostra	0,72
Mínimo	22,15
Máximo	26,08
Contagem	29

De acordo com a Tabela 4.18, verificou-se que a mediana é superior à média em 0,06°C (0,25%), o que permite afirmar que este conjunto de temperaturas representa uma distribuição assimétrica negativa. Convém referir que o valor do desvio-padrão é de 0,85°C e a variância de 0,72°C<sup>2</sup>, o que sugere que a dispersão dos dados não é muito acentuada.

#### **4.1.3.2. Análise do indicador temperatura máxima anual referente aos meses de Junho, Julho e Agosto - TmaxJJA**

De forma a representar e analisar o indicador TmaxJJA, optou-se por utilizar as temperaturas máximas diárias ao longo do tempo referentes aos meses de Junho, Julho e Agosto desde 1973 a 2001. Depois, efectuou-se o cálculo da temperatura máxima anual dos meses de Junho, Julho e Agosto, através de uma média das temperaturas máximas

diárias dos referidos meses, obtendo-se assim um valor de temperatura máxima referente ao ano em causa.

Nesta secção, pretende-se verificar o comportamento da temperatura máxima dos meses de Junho, Julho e Agosto de cada ano ao longo do tempo. Na Tabela 4.19 estão representadas as temperaturas máximas relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto anuais de 1973 até 2001; e na Figura 4.9 estão representadas as temperaturas graficamente.

Tabela 4.19 – Evolução das temperaturas máximas (JJA) no município de Múrcia.

Ano	TmaxJJA										
1973		1978	31,72	1983	32,91	1988	30,81	1993	31,83	1998	33,32
1974	31,46	1979	32,48	1984	31,90	1989	33,59	1994	34,01	1999	33,53
1975	31,89	1980	32,38	1985	33,31	1990	33,16	1995	32,26	2000	32,71
1976	32,09	1981	31,38	1986	31,71	1991	33,73	1996	32,64	2001	33,62
1977	29,73	1982	33,70	1987	32,28	1992	31,51	1997	32,52		

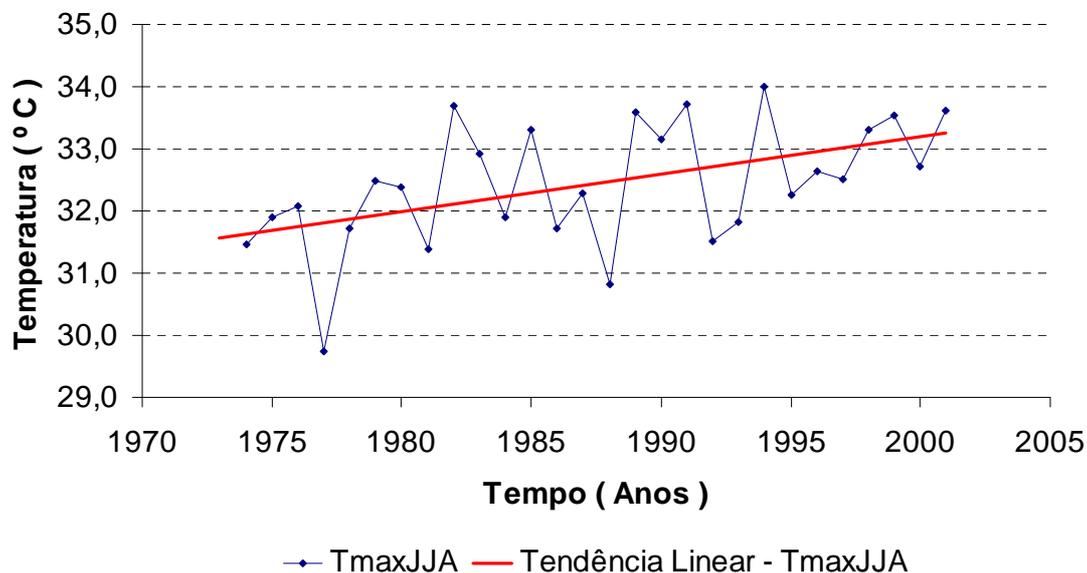


Figura 4.9 – Imagem da evolução da temperatura máxima (JJA) no município de Múrcia.

Observando a Figura 4.3, as temperaturas vão oscilando em torno da média (32,43°C); contudo, a maior parte das temperaturas máximas anuais relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto encontra-se acima dos 30°C, exceptuando o ano de 1977. No ano de 1994 verificou-se o valor máximo e no de 1977 o valor mínimo.

Por observação da Figura 4.3, verificou-se que ao longo do tempo existe um aumento gradual da temperatura máxima anual relativa aos meses de Junho, Julho e Agosto, o que implica que o declive ( $\beta = 0,060^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear seja positivo.

Na Tabela 4.20 estão representadas as estatísticas descritivas para este conjunto de temperaturas.

Tabela 4.20 – Estatística descritiva para a temperatura máxima (JJA).

Média	32,43
Mediana	32,43
Desvio-padrão	1,00
Variância da amostra	1,01
Mínimo	29,73
Máximo	34,01
Contagem	28

Por observação da Tabela 4.20 verificou-se que a mediana é igual à média, o que permite afirmar com muita probabilidade que este conjunto de temperaturas representa uma distribuição simétrica. Neste caso, o valor do desvio-padrão é de  $1,00^{\circ}\text{C}$  e a variância de  $1,01^{\circ}\text{C}^2$ , o que sugere que a dispersão dos dados é mais acentuada relativamente aos analisados (temperatura máxima) na secção anterior.

#### 4.1.3.3. Análise do indicador temperatura mínima anual - Tmin

Na secção seguidamente apresentada, e de acordo com o pressuposto já anteriormente definido, apresenta-se a Tabela 4.21, onde estão representadas as temperaturas mínimas anuais de 1973 até 2001; e Figura 4.10, onde estão representadas as temperaturas graficamente.

Tabela 4.21 – Evolução das temperaturas mínimas no município de Múrcia.

Ano	Tmin										
1973	11,11	1978	11,70	1983	11,40	1988	10,77	1993	11,11	1998	12,02
1974	11,44	1979	12,04	1984	11,40	1989	12,18	1994	13,29	1999	11,81
1975	10,92	1980	11,33	1985	12,09	1990	12,01	1995	12,77	2000	11,23
1976	11,00	1981	11,61	1986	11,37	1991	10,94	1996	12,22	2001	12,74
1977	11,96	1982	12,08	1987	11,89	1992	11,19	1997	12,15		

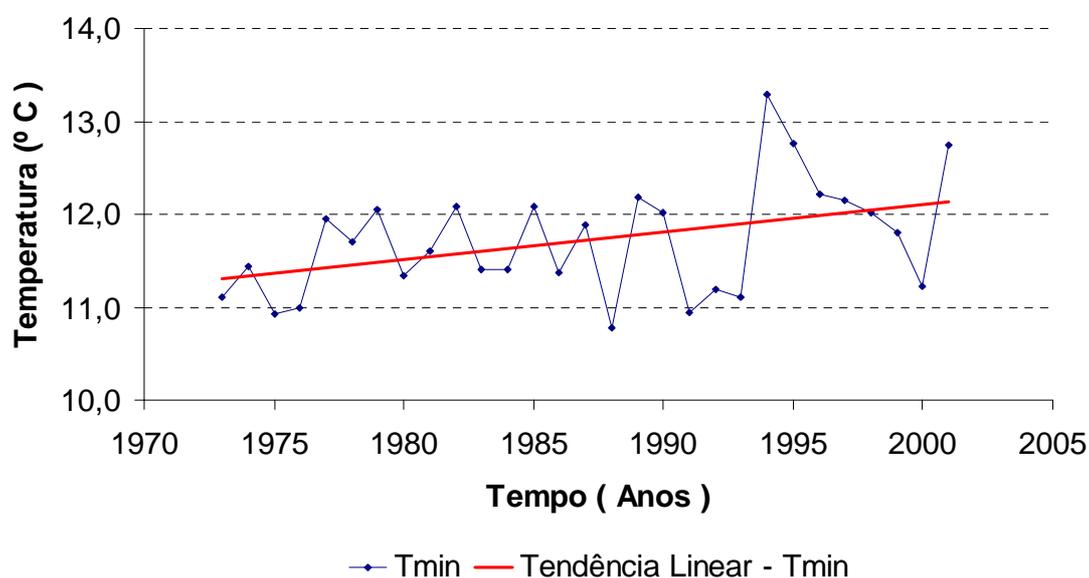


Figura 4.10 – Imagem da evolução da temperatura mínima no município de Múrcia.

De acordo com a Figura 4.10, as temperaturas vão oscilando em torno da média (11,72°C), sendo que a globalidade das temperaturas mínimas é superior a 11°C, com a exceção dos anos de 1975, 1988 e 1991. O seu valor máximo foi registado no ano de 1994 e o valor mínimo no ano de 1988.

Verificou-se, através da Figura 4.10, que ao longo do tempo existe um aumento gradual da temperatura mínima. Esta tendência crescente revela-se pelo facto do valor do declive ( $\beta = 0,030^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear ser positivo.

Na Tabela 4.22 estão representadas as estatísticas descritivas para este conjunto de temperaturas.

Tabela 4.22 – Estatística descritiva para a temperatura mínima.

Média	11,72
Mediana	11,70
Desvio-padrão	0,61
Variância da amostra	0,37
Mínimo	10,77
Máximo	13,29
Contagem	29

Verificou-se, através da Tabela 4.22, que a média é superior à mediana em 0,02°C (0,17%), o que permite afirmar que este conjunto de temperaturas representa uma distribuição assimétrica positiva. No presente caso, o valor do desvio-padrão é de 0,61°C e a variância de 0,37°C<sup>2</sup>, o que sugere que a dispersão de dados não seja muito acentuada.

#### 4.1.3.4. Análise do indicador temperatura mínima anual referente aos meses de Junho, Julho e Agosto - T<sub>min</sub>JJA

O objectivo desta secção é verificar o comportamento da temperatura mínima dos meses de Junho, Julho e Agosto de cada ano ao longo do tempo. Na Tabela 4.23 estão representadas as temperaturas mínimas relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto anuais de 1973 até 2001; e na Figura 4.11 estão representadas as temperaturas graficamente.

Tabela 4.23 – Evolução das temperaturas mínimas (JJA) no município de Múrcia.

Ano	T <sub>min</sub> JJA										
1973		1978	18,13	1983	18,33	1988	19,02	1993	18,62	1998	19,21
1974	17,95	1979	19,00	1984	17,67	1989	19,13	1994	20,23	1999	19,91
1975	18,33	1980	18,69	1985	19,08	1990	18,67	1995	19,47	2000	19,30
1976	18,60	1981	17,46	1986	18,50	1991	18,28	1996	19,12	2001	20,23
1977	17,21	1982	19,42	1987	18,59	1992	17,37	1997	18,42		

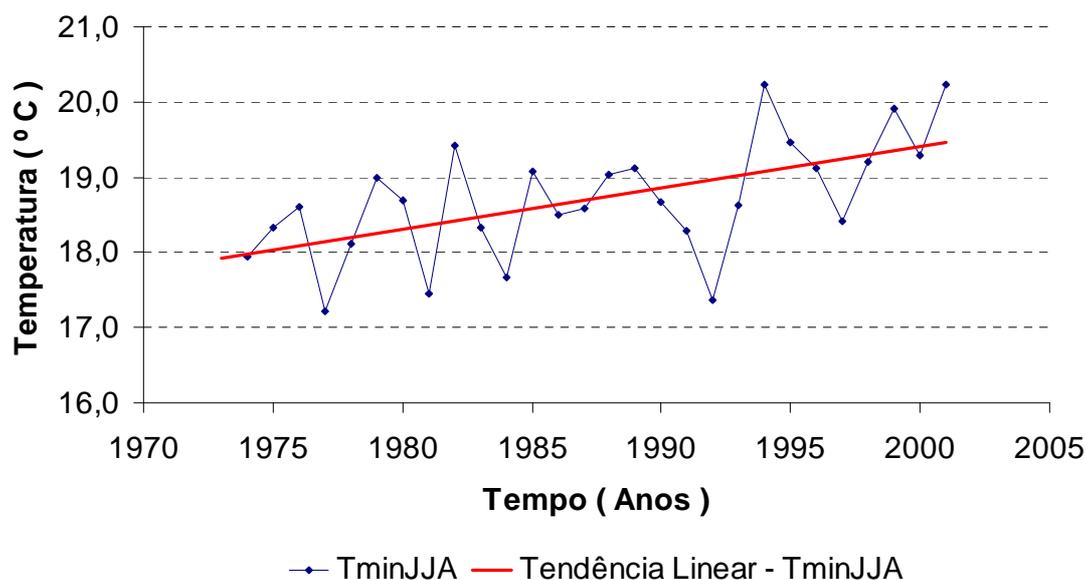


Figura 4.11 – Imagem da evolução da temperatura mínima (JJA) no município de Múrcia.

Por observação da Figura 4.11 verificou-se que as temperaturas vão oscilando em torno da média (18,71°C), sendo que a globalidade das temperaturas mínimas anuais relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto encontra-se abaixo dos 20°C, exceptuando os anos de 1994 e 2001. No ano de 1977 verificou-se o valor mínimo e nos anos de 1994 e 2001, o valor máximo.

Verifica-se, portanto, graficamente, que ao longo do tempo existe um aumento gradual da temperatura mínima anual relativa aos meses de Junho, Julho e Agosto, o que implica que o declive ( $\beta = 0,055^\circ\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear seja positivo.

Na Tabela 4.24 estão representadas as estatísticas descritivas para este conjunto de temperaturas.

Tabela 4.24 – Estatística descritiva para a temperatura mínima (JJA).

Média	18,71
Mediana	18,64
Desvio-padrão	0,79
Variância da amostra	0,62
Mínimo	17,21
Máximo	20,23
Contagem	28

Verificou-se, através da Tabela 4.24, que a média é superior à mediana em  $0,07^{\circ}\text{C}$  (0,38%), o que permite afirmar que este conjunto de temperaturas representa uma distribuição assimétrica positiva. No presente caso, o valor do desvio-padrão é de  $0,79^{\circ}\text{C}$  e a variância de  $0,62^{\circ}\text{C}^2$ , o que sugere que a dispersão dos dados é mais acentuada relativamente aos analisados (temperatura mínima) na secção anterior.

#### 4.1.3.5. Análise do indicador temperatura média anual - Tmed

Nesta secção pretende-se verificar o pressuposto já definido nas secções anteriores. Na Tabela 4.25 estão representadas as temperaturas médias anuais de 1973 até 2001; e na Figura 4.12 estão representadas as temperaturas graficamente.

Tabela 4.25 – Evolução das temperaturas médias no município de Múrcia.

Ano	Tmed										
1973	17,72	1978	19,40	1983	19,90	1988	18,51	1993	18,77	1998	19,86
1974	18,87	1979	19,57	1984	19,30	1989	19,90	1994	20,65	1999	19,82
1975	18,33	1980	18,95	1985	19,93	1990	19,92	1995	20,58	2000	19,15
1976	18,59	1981	19,64	1986	19,16	1991	19,18	1996	20,12	2001	20,43
1977	19,17	1982	19,72	1987	19,94	1992	19,29	1997	19,83		

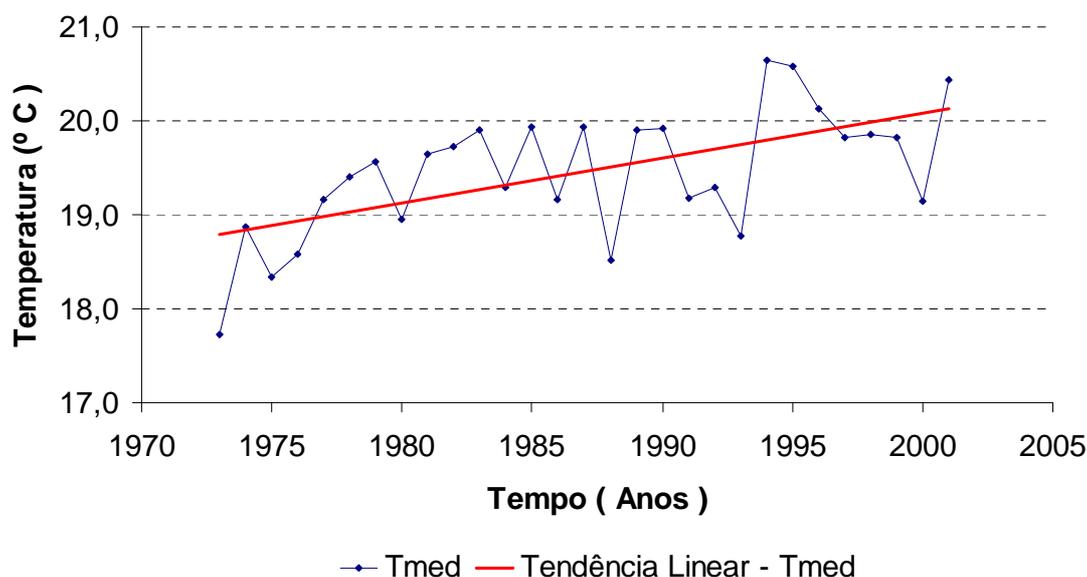


Figura 4.12 – Imagem da evolução da temperatura média no município de Múrcia.

De acordo com a Figura 4.12, verifica-se que as temperaturas vão oscilando em torno da média (19,46°C), sendo que a globalidade das temperaturas médias é superior a 18°C, com a excepção do ano de 1973. O seu valor máximo foi registado no ano de 1994 e o valor mínimo no ano de 1973.

Verificou-se, através da Figura 4.12, que ao longo do tempo existe um aumento gradual da temperatura média. Esta tendência crescente revela-se pelo facto de o valor do declive ( $\beta = 0,048^\circ\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear ser positivo.

Na Tabela 4.26 estão representadas as estatísticas descritivas para este conjunto de temperaturas.

Tabela 4.26 – Estatística descritiva para a temperatura média.

Média	19,46
Mediana	19,57
Desvio-padrão	0,68
Variância da amostra	0,47
Mínimo	17,72
Máximo	20,65
Contagem	29

Constatou-se, através da Tabela 4.26, que a mediana é superior à média em 0,11°C (0,57%), o que permite afirmar que este conjunto de temperaturas representa uma distribuição assimétrica negativa. No presente caso, o valor do desvio-padrão é de 0,68°C e a variância de 0,47°C<sup>2</sup>, o que sugere que a dispersão de dados não seja muito acentuada.

#### **4.1.3.6. Análise do indicador temperatura média anual referente aos meses de Junho, Julho e Agosto - TmedJJA**

De acordo com o pressuposto já anteriormente definido, é objectivo desta secção a sua verificação. Na Tabela 4.27 estão representadas as temperaturas médias relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto anuais de 1973 até 2001; e na Figura 4.13 estão representadas as temperaturas graficamente.

Tabela 4.27 – Evolução das temperaturas médias (JJA) no município de Múrcia.

Ano	TmedJJA										
1973		1978	26,84	1983	27,46	1988	25,95	1993	26,92	1998	27,65
1974	26,56	1979	27,43	1984	26,85	1989	28,51	1994	28,64	1999	28,58
1975	26,75	1980	26,89	1985	28,14	1990	28,07	1995	27,24	2000	27,39
1976	27,26	1981	26,33	1986	26,72	1991	28,07	1996	28,43	2001	28,62
1977	25,39	1982	28,53	1987	27,59	1992	26,63	1997	27,82		

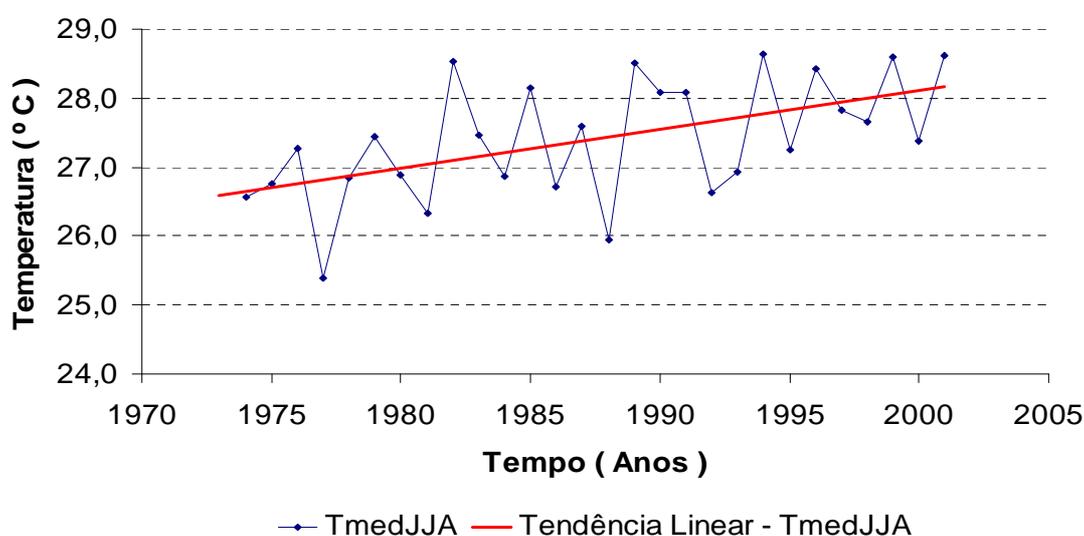


Figura 4.13 – Imagem da evolução da temperatura média (JJA) no município de Múrcia.

Através da observação da Figura 4.13, constatou-se que as temperaturas vão oscilando em torno da média (27,40°C), sendo que a globalidade das temperaturas médias anuais relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto encontra-se acima dos 26°C, exceptuando os anos de 1977 e 1988. Em 1977 verificou-se o valor mínimo e em 1994 o valor máximo.

Verifica-se, portanto, graficamente, que ao longo do tempo existe um aumento gradual da temperatura média anual relativa aos meses de Junho, Julho e Agosto, o que implica que o declive ( $\beta = 0,057^\circ\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear seja positivo.

Na Tabela 4.28 estão representadas as estatísticas descritivas para este conjunto de temperaturas.

Tabela 4.28 – Estatística descritiva para a temperatura média (JJA).

Média	27,40
Mediana	27,41
Desvio-padrão	0,87
Variância da amostra	0,75
Mínimo	25,39
Máximo	28,64
Contagem	28

Verificou-se, através da Tabela 4.28, que a mediana é superior à média em 0,01°C (0,04%), o que permite afirmar que este conjunto de temperaturas representa uma distribuição assimétrica negativa. No presente caso, o valor do desvio-padrão é de 0,87°C e a variância de 0,75°C<sup>2</sup>, o que sugere que a dispersão dos dados é mais acentuada relativamente aos analisados (temperatura média) na secção anterior.

#### **4.1.3.7. Análise da diferença de temperaturas entre o município analisado e o município tomado como referência - dT**

O indicador dT retrata a diferença entre as médias das temperaturas de dois municípios: o município analisado e o município de referência. Basicamente, serve para, de uma forma simples e eficaz, testar se as médias das temperaturas de dois municípios são ou não significativamente diferentes. Assim, para dois municípios, município analisado (MA) e município de referência (MR), teremos de efectuar a operação seguidamente indicada para obter o valor de dT.

$$dT = T_{(MA)} - T_{(MR)}$$

A operação anteriormente apresentada varia em função do valor das temperaturas do município analisado e do município de referência, de acordo com a ordem de grandeza, apresentada na Tabela 4.29.

Tabela 4.29 – Variação do indicador “dT” em função da variação do valor das temperaturas do município analisado e do município de referência.

$T_{(MA)}$	$T_{(MR)}$	Variação do indicador “dT”
valor constante	valor diminui	Aumenta
valor aumenta	valor constante ou diminui	Aumenta
valor diminui	valor diminui de forma acentuada	Aumenta
valor constante	valor aumenta	Diminui
valor aumenta	valor aumenta de forma acentuada	Diminui
valor diminui	valor constante ou aumenta	Diminui

Depois de calculado o valor de dT, procedeu-se à análise recorrendo ao método paramétrico t, denominado teste de hipóteses e intervalos de confiança, de acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.3.3.1..

Posteriormente, na análise do indicador dT será descrita para cada tipo de temperatura analisada a metodologia de cálculo utilizando o software R, respeitando o descritivo apresentado no Capítulo III, Subcapítulo 3.3.3.1. e 3.3.3.2.. Assim sendo, e de forma resumida, procedeu-se à análise dos municípios de Almería, Badajoz, Beja, Córdoba, Évora, Granada, Huelva, Málaga, Murcia e Sevilha, que serão os municípios analisados (MA), sendo o município de Beja tomado como município de referência (MR), obtendo-se os resultados apresentados na Tabela 4.30.

Tabela 4.30 – Teste de hipóteses - Intervalos de Confiança – Nível de Significância, entre os municípios analisados (MA - Almería, Badajoz, Beja, Córdoba, Évora, Granada, Huelva, Málaga, Murcia e Sevilha) e o município de referência (MR - Beja).

Município Analisado	dTminJJA	dTmedJJA	dTmaxJJA
Almería	5,397 ± 0,673 ***	2,163 ± 0,711 ***	-1,834 ± 0,820 ***
Badajoz	1,341 ± 0,643 ***	3,701 ± 0,838 ***	1,727 ± 0,906 ***
Beja	-	-	-
Córdoba	2,511 ± 0,662 ***	4,726 ± 0,901 ***	3,260 ± 0,922 ***
Évora	0,534 ± 0,659	-0,539 ± 0,775 **	-1,891 ± 1,110 ***
Granada	-0,543 ± 0,625 **	2,198 ± 0,802 ***	1,522 ± 0,956 ***
Huelva	(ξ)	(ξ)	(ξ)
Málaga	3,940 ± 0,569 ***	1,085 ± 0,860 ***	-2,156 ± 0,778 ***
Múrcia	3,627 ± 0,584 ***	4,665 ± 0,713 ***	0,963 ± 0,847 ***
Sevilha	3,167 ± 0,640 ***	3,605 ± 0,829 ***	3,173 ± 0,924 ***

(ξ) conforme explicação apresentada no Subcapítulo 4.1.3..

A Tabela 4.30 retrata para cada município analisado o valor médio de dT, mais ou menos o valor do intervalo de confiança obtido com o software R e a classificação atribuída a nível de significância; tudo isto de acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.3.3.1..

De seguida, procedeu-se à análise dos municípios de Beja, Granada, Málaga, Murcia e Sevilha, que serão os municípios analisados (MA), sendo o município de Murcia tomado como município de referência (MR). A análise foi executada nos mesmos moldes, obtendo-se os resultados apresentados na Tabela 4.31.

Tabela 4.31 – Teste de hipóteses - Intervalos de Confiança – Nível de Significância, entre os municípios analisados (MA - Beja, Granada, Málaga, Murcia e Sevilha) e o município de referência (MR - Murcia).

Município Analisado	dTminJJA	dTmedJJA	dTmaxJJA
Beja	-3,627 ± 0,584 ***	-4,665 ± 0,713 ***	-0,963 ± 0,847 ***
Granada	-4,171 ± 0,603 ***	-2,467 ± 0,723 ***	0,560 ± 0,846
Málaga	0,313 ± 0,544	-3,581 ± 0,789 ***	-2,156 ± 0,628 ***
Múrcia	-	-	-
Sevilha	-0,460 ± 0,619	-1,060 ± 0,753 ***	2,210 ± 0,808 ***

A Tabela 4.31 segue o mesmo pressuposto da Tabela 4.30, mudando somente o município de referência, que passa a ser Múrcia.

Na análise executada e de forma representativa, procedeu-se no Subcapítulo seguinte à apresentação de resultados relativos ao município de Múrcia. Este passará a município analisado (MA), sendo o município de Beja tomado como município de referência (MR).

#### **4.1.3.7.1. Análise do indicador diferença de temperatura máxima anual referente aos meses de Junho, Julho e Agosto - $dT_{maxJJA}$**

Para se poder representar e analisar o indicador  $dT_{maxJJA}$ , que retrata a diferença de temperaturas máximas anuais referente aos meses supostamente mais quentes do ano (Junho, Julho e Agosto) entre o município analisado e o município tomado como referência.

Então para determinar o valor de  $dT_{maxJJA}$ , tem de se calcular a diferença entre os valores do indicador  $T_{maxJJA}$  para o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).

A Tabela 4.32 mostra a evolução e a diferença das temperaturas máximas em Junho, Julho e Agosto de 1973 a 2001; e a Figura 4.14 a sua representação gráfica.

Tabela 4.32 – Evolução da diferença de temperaturas máximas (JJA) entre o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).

Ano	TmaxJJA	TmaxJJA BEJA	dTmaxJJA	Ano	TmaxJJA	TmaxJJA BEJA	dTmaxJJA
1973		31,43		1988	30,81	30,45	0,36
1974	31,46	32,51	-1,05	1989	33,59	32,79	0,80
1975	31,89	28,68	3,20	1990	33,16	32,65	0,51
1976	32,09	32,23	-0,14	1991	33,73	33,98	-0,25
1977	29,73	28,59	1,15	1992	31,51	31,19	0,32
1978	31,72	30,01	1,71	1993	31,83	31,83	0,00
1979	32,48	31,55	0,92	1994	34,01	32,38	1,63
1980	32,38	31,09	1,30	1995	32,26	32,42	-0,16
1981	31,38	32,71	-1,33	1996	32,64	32,10	0,54
1982	33,70	30,65	3,05	1997	32,52	28,20	4,32
1983	32,91	29,88	3,03	1998	33,32	32,75	0,56
1984	31,90	30,70	1,19	1999	33,53	32,36	1,17
1985	33,31	31,70	1,61	2000	32,71	32,02	0,69
1986	31,71	32,07	-0,36	2001	33,62	31,93	1,68
1987	32,28	31,76	0,52				

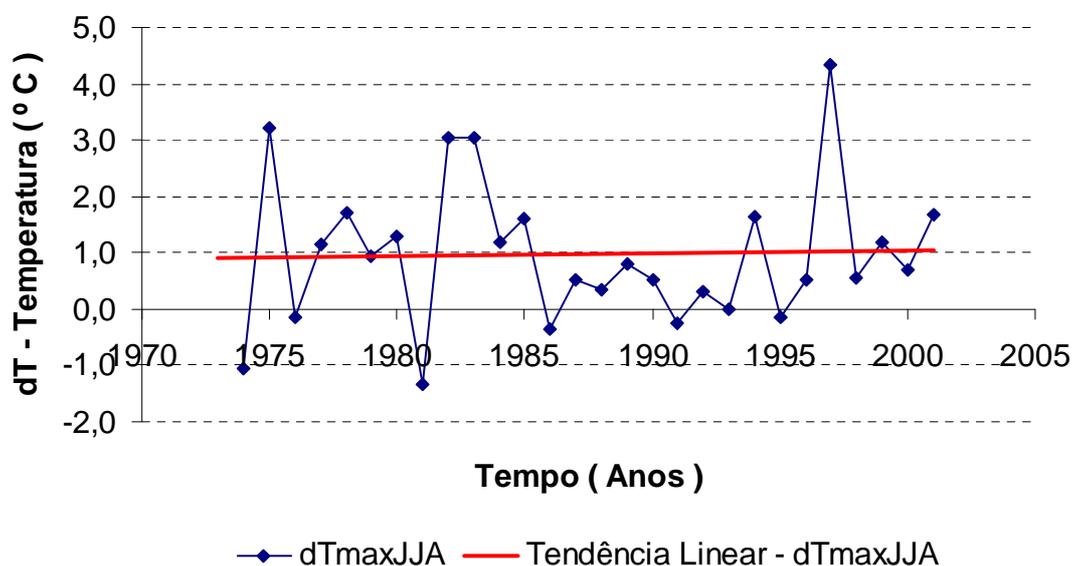


Figura 4.14 – Imagem da evolução da diferença de temperaturas máximas (JJA) entre o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).

Através da observação da Figura 4.14, constatou-se que a diferença das temperaturas máximas em Junho, Julho e Agosto atinge o seu máximo no ano de 1997 o que permite afirmar que a temperatura do município analisado é superior à do município de referência; o inverso sucede no ano de 1981.

Verifica-se, portanto, graficamente, que existe um aumento gradual do indicador dTmaxJJA ao longo do tempo, o que implica que o declive ( $\beta = 0,005^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear seja positivo.

De seguida, procedeu-se à aplicação do teste de hipóteses, que serve para testar se as médias das temperaturas máximas anuais referentes aos meses supostamente mais quentes do ano (Junho, Julho e Agosto) de duas populações são ou não significativamente diferentes. Estas populações são o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).

Contudo, para a aplicação deste teste de hipóteses, é necessário verificar se as duas populações seguem uma distribuição normal. Para tal, utilizou-se o teste de hipóteses de Shapiro-Wilk. Testam-se as hipóteses:

$H_0$  : TmaxJJA segue uma distribuição normal

vs.

$H_1$  : TmaxJJA não segue uma distribuição normal

Utilizou-se o software R para executar este teste com o comando “shapiro.test(tmaxjja\_beja)” e “shapiro.test(tmaxjja\_murcia)”, obteve-se um p\_valor superior a 0,01, tanto para o indicador do município de Beja como para o indicador do município de Múrcia. Isto significa a não rejeição da hipótese nula, ou seja, as amostras seguem uma distribuição normal e o teste de hipóteses pode ser aplicado.

Inicia-se a aplicação do teste de hipóteses, definindo as hipóteses a serem testadas:

$H_0$  :  $dT = D_0 = 0$

vs.

$H_1$  :  $dT \neq 0$

Com o apoio do software R, para o cálculo deste teste de hipóteses com o comando “t.test(tmaxjja\_murcia,tmaxjja\_beja,conf.level=0.99)”. Obteve-se um p\_valor inferior a 0,01. Isto significa a rejeição da hipótese nula, ou seja, existem diferenças significativas entre as temperaturas máximas em Junho, Julho e Agosto entre os municípios de Beja e Múrcia. A Tabela 4.33 apresenta um resumo dos resultados do teste de hipóteses utilizado. Daí uma atribuição de coloração/descrição de acordo com o

descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.2., Tabela 3.3, bem como a classificação atribuída a nível de significância, de acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.3.3.1..

Tabela 4.33 – Resumo descritivo da aplicação do teste de hipóteses, coloração/descrição do indicador e seu nível de significância, sendo o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).

<b>Graus de Liberdade</b>	51,373	
<b>Valor de <math>\alpha</math></b>	0,01	
<b><math>t_\alpha</math></b>	3,0487	
<b>Validação</b>	Rejeitamos $H_0$	
<b>p_valor</b>	0,003627	
<b>Classificação</b>	<b>Estatística</b>	
	<b>Nível de significância</b>	***

#### **4.1.3.7.2. Análise do indicador diferença de temperatura mínima anual referente aos meses de Junho, Julho e Agosto - dTminJJA**

Para se poder representar e analisar o indicador dTminJJA, tem de se calcular a diferença entre os valores do indicador TminJJA, para o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR – Beja).

A Tabela 4.34 mostra a evolução e a diferença das temperaturas mínimas em Junho, Julho e Agosto de 1973 a 2001; e a Figura 4.15 a sua representação gráfica.

Tabela 4.34 – Evolução da diferença de temperaturas mínimas (JJA) entre o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).

Ano	TminJJA	TminJJA BEJA	dTminJJA	Ano	TminJJA	TminJJA BEJA	dTminJJA
1973		14,72		1988	19,02	14,28	4,74
1974	17,95	15,54	2,40	1989	19,13	16,15	2,98
1975	18,33	12,63	5,70	1990	18,67	16,35	2,32
1976	18,60	15,65	2,96	1991	18,28	16,15	2,13
1977	17,21	13,11	4,10	1992	17,37	15,19	2,18
1978	18,13	14,13	3,99	1993	18,62	15,24	3,38
1979	19,00	15,33	3,67	1994	20,23	14,71	5,52
1980	18,69	14,66	4,02	1995	19,47	15,97	3,50
1981	17,46	15,95	1,51	1996	19,12	15,56	3,55
1982	19,42	14,58	4,84	1997	18,42	15,45	2,98
1983	18,33	15,00	3,33	1998	19,21	15,80	3,40
1984	17,67	14,56	3,11	1999	19,91	15,03	4,88
1985	19,08	14,50	4,58	2000	19,30	15,52	3,77
1986	18,50	14,38	4,13	2001	20,23	15,08	5,15
1987	18,59	15,88	2,70				

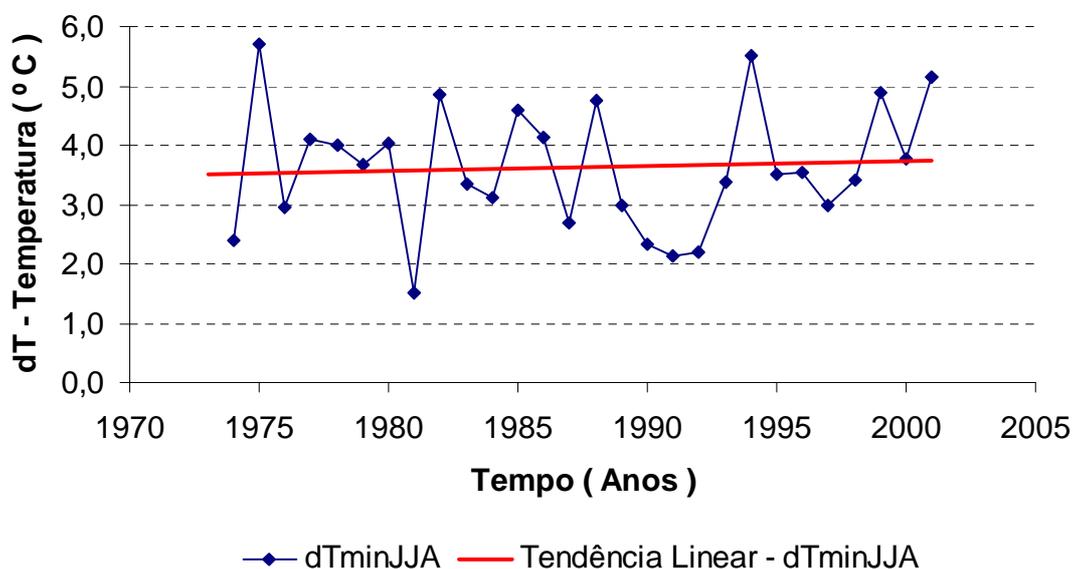


Figura 4.15 – Imagem da evolução da diferença de temperaturas mínimas (JJA) entre o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).

Observou-se, através da Figura 4.15, que a diferença das temperaturas mínimas em Junho, Julho e Agosto regista o valor máximo no ano de 1975 o que permite afirmar que a temperatura do município analisado é superior à do município de referência; o seu valor mínimo é registado no ano de 1981.

Por observação da Figura 4.15, verificou-se que ao longo do tempo existe um aumento gradual do indicador  $dT_{minJJA}$ , o que implica que o declive ( $\beta = 0,009^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear seja positivo.

De acordo com o já transcrito no Subcapítulo 4.1.3.7.1. e seguindo os mesmos passos, procedeu-se à aplicação do teste de hipóteses, mas antes disso utilizou-se o teste de hipóteses de Shapiro-Wilk (para verificar se as populações seguem uma distribuição normal). Testam-se as hipóteses:

$H_0$  :  $T_{minJJA}$  segue uma distribuição normal

vs.

$H_1$  :  $T_{minJJA}$  não segue uma distribuição normal

Utilizou-se o software R para executar este teste com o comando “shapiro.test(tminjja\_beja)” e “shapiro.test(tminjja\_murcia)”. Obteve-se um  $p\_valor$  superior a 0,01, tanto para o indicador do município de Beja como para o indicador do município de Múrcia. Logo, são duas populações com uma distribuição normal às quais se pode aplicar o teste de hipóteses.

Inicia-se a aplicação do teste de hipóteses, definindo as hipóteses a serem testadas:

$H_0$  :  $dT = D_0 = 0$

vs.

$H_1$  :  $dT \neq 0$

Com o apoio do software R, para o cálculo deste teste de hipóteses com o comando “t.test(tminjja\_murcia,tminjja\_beja,conf.level=0.99)”, obteve-se um  $p\_valor$  inferior a 0,01, o que acarreta a rejeição da hipótese nula. A Tabela 4.35 apresenta um resumo dos resultados do teste de hipóteses utilizado. Daí uma atribuição de coloração/descrição de acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.2., Tabela 3.3, bem como a classificação atribuída a nível de significância, de acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.3.3.1..

Tabela 4.35 – Resumo descritivo da aplicação do teste de hipóteses, coloração/descrição do indicador e seu nível de significância, sendo o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).

<b>Graus de Liberdade</b>		54,783
<b>Valor de <math>\alpha</math></b>		0,01
<b><math>t_\alpha</math></b>		16,6276
<b>Validação</b>		Rejeitamos $H_0$
<b>p_valor</b>		2,2e-16
<b>Classificação</b>	<b>Estatística</b>	
	<b>Nível de significância</b>	***

#### 4.1.3.7.3. Análise do indicador diferença de temperatura média anual referente aos meses de Junho, Julho e Agosto - dTmedJJA

De forma a representar e analisar o indicador dTmedJJA, tem de se calcular a diferença entre os valores do indicador TmedJJA para o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).

A Tabela 4.36 mostra a evolução e a diferença das temperaturas médias em Junho, Julho e Agosto de 1973 a 2001; e a Figura 4.16 a sua representação gráfica.

Tabela 4.36 – Evolução da diferença de temperaturas médias (JJA) entre o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).

Ano	TmedJJA	TmedJJA BEJA	dTmedJJA	Ano	TmedJJA	TmedJJA BEJA	dTmedJJA
1973		22,37		1988	25,95	21,61	4,35
1974	26,56	23,81	2,75	1989	28,51	24,40	4,11
1975	26,75	20,01	6,74	1990	28,07	24,32	3,76
1976	27,26	23,08	4,18	1991	28,07	25,00	3,08
1977	25,39	20,08	5,31	1992	26,63	23,04	3,59
1978	26,84	21,94	4,90	1993	26,92	23,04	3,88
1979	27,43	22,56	4,87	1994	28,64	23,77	4,86
1980	26,89	22,08	4,80	1995	27,24	23,45	3,78
1981	26,33	23,40	2,93	1996	28,43	23,20	5,23
1982	28,53	21,93	6,60	1997	27,82	21,95	5,87
1983	27,46	21,58	5,87	1998	27,65	23,59	4,06
1984	26,85	21,89	4,96	1999	28,58	22,94	5,64
1985	28,14	22,32	5,82	2000	27,39	23,41	3,98
1986	26,72	22,46	4,26	2001	28,62	22,76	5,86
1987	27,59	23,01	4,58				

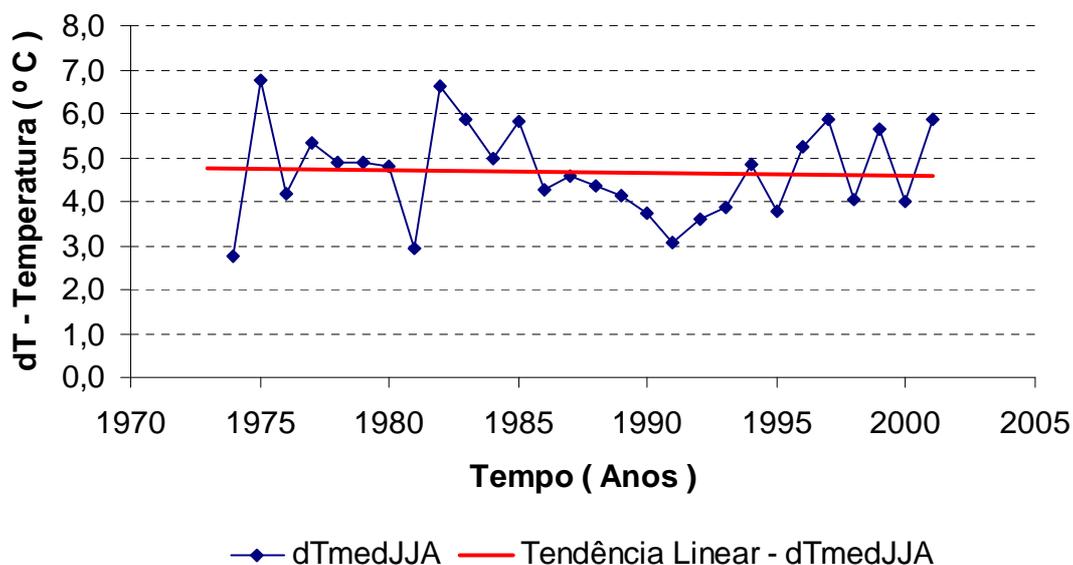


Figura 4.16 – Imagem da evolução da diferença de temperaturas médias (JJA) entre o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).

Através da observação da Figura 4.16, constatou-se que a diferença das temperaturas médias em Junho, Julho e Agosto atinge o seu máximo no ano de 1975 o que permite afirmar que a temperatura do município analisado é superior à do município de referência; o inverso sucede no ano de 1974.

Verifica-se, portanto, graficamente, que existe uma diminuição gradual do indicador dTmedJJA ao longo do tempo, o que implica que o declive ( $\beta = -0,005^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear seja negativo.

De acordo com o já transcrito no Subcapítulo 4.1.3.7.1. e seguindo os mesmos pressupostos, procedeu-se à aplicação do teste de hipóteses, mas antes disso utilizou-se o teste de hipóteses de Shapiro-Wilk (para verificar se as populações seguem uma distribuição normal). Testam-se as hipóteses:

$H_0$  : TmedJJA segue uma distribuição normal

vs.

$H_1$  : TmedJJA não segue uma distribuição normal

Utilizou-se o software R para executar este teste com o comando “shapiro.test(tmedjja\_beja)” e “shapiro.test(tmedjja\_murcia)”. Obteve-se um p\_valor

superior a 0,01, ou seja, as amostras seguem uma distribuição normal e o teste de hipóteses pode ser aplicado.

Inicia-se a aplicação do teste de hipóteses, definindo as hipóteses a serem testadas:

$$H_0 : dT = D_0 = 0$$

vs.

$$H_1 : dT \neq 0$$

Com o apoio do software R, para o cálculo deste teste de hipóteses com o comando “t.test(tmedjja\_murcia,tmedjja\_beja,conf.level=0.99)”, obteve-se um p\_valor inferior a 0,01, o que implica a rejeição da hipótese nula. A Tabela 4.37 apresenta um resumo dos resultados do teste de hipóteses utilizado. Daí uma atribuição de coloração/descrição de acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.2., Tabela 3.3, bem como a classificação atribuída a nível de significância, de acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.3.3.1..

Tabela 4.37 – Resumo descritivo da aplicação do teste de hipóteses, coloração/descrição do indicador e seu nível de significância, sendo o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).

<b>Graus de Liberdade</b>		52,330
<b>Valor de <math>\alpha</math></b>		0,01
<b><math>t_\alpha</math></b>		17,5360
<b>Validação</b>		Rejeitamos $H_0$
<b>p_valor</b>		2,2e-16
<b>Classificação</b>	<b>Estatística</b>	
	<b>Nível de significância</b>	***

## 4.2. Alqueva

Nesta secção ir-se-ão analisar as temperaturas de 2002 até 2007. Efectuou-se esta divisão pois em 2002 foram encerradas as comportas do fundo e do meio da barragem de Alqueva e será de esperar diferenças na evolução das temperaturas.

### 4.2.1. Séries temporais da temperatura

De acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.1., de 2002 até 2007, optou-se por uma comparação de temperaturas dos diferentes anos relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto entre a referência neste caso Beja (ou qualquer uma das outras estações seguidamente mencionadas) e Alqueva (Portel) e os municípios de Beja e Évora, referentes a Portugal, e Badajoz, Córdoba e Sevilha, referentes a Espanha.

Depois de organizados os dados, procedeu-se à elaboração de uma tabela-resumo onde se procedeu, para cada município analisado, à atribuição de uma coloração em função de cada indicador considerado neste estudo, de acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.2., Tabela 3.3.

Nesta análise executada e de forma a reduzir a apresentação de resultados que se segue no Subcapítulo seguinte, optou-se por apresentar resultados relativos ao município de Beja. Então, este será o município referência (MR), sendo considerado para análise Alqueva, bem como os municípios analisados de Beja e Évora, referentes a Portugal, e Badajoz, Córdoba e Sevilha, referentes a Espanha (MA).

Tabela 4.38 – Coloração/Descrição atribuída à análise de Alqueva e dos municípios analisados em função das suas temperaturas, sendo o município de referência (MR - Beja).

Município Analisado	Tmax	TmaxJJA	Tmed	TmedJJA	Tmin	TminJJA	dTmaxJJA	dTmedJJA	dTminJJA
Badajoz	Orange	Cyan	Orange	Cyan	Orange	Cyan	Red	Red	Red
Beja	Orange	Cyan	Orange	Cyan	Orange	Cyan	White	White	White
Sevilha	Orange	Cyan	Orange	Cyan	Orange	Cyan	Red	Red	Red
Évora	Orange	Cyan	Orange	Cyan	Orange	Cyan	Yellow	Yellow	Yellow
Alqueva	Orange	Cyan	Orange	Cyan	Orange	Cyan	Blue	Yellow	Red
Córdoba	Orange	Cyan	Orange	Cyan	Orange	Cyan	Red	Red	Red

A Tabela 4.38 retrata para cada município analisado a coloração/descrição atribuída a cada um dos indicadores analisados, bem como a mesma atribuição no caso da comparação com o município de referência, Beja; tudo isto de acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.2., Tabela 3.3.

O objectivo principal deste Subcapítulo é, através da análise gráfica e de estatísticas descritivas, verificar o comportamento dos diferentes indicadores analisados neste estudo, ao longo do tempo. Nesta análise executada e de forma a reduzir a

apresentação de resultados, optou-se por apresentar resultados relativos ao município de Évora.

#### 4.2.1.1. Análise do indicador temperatura máxima anual - Tmax

Para se poder representar e analisar o indicador Tmax, optou-se pelas temperaturas máximas diárias ao longo do tempo desde 2002 a 2007. Depois efectuou-se o cálculo da temperatura máxima mensal ao longo do ano, através de uma média das temperaturas máximas diárias, obtendo-se assim um valor de temperatura máxima respectiva mensal ao longo do ano em análise.

Nesta secção, pretende-se verificar o comportamento da temperatura máxima mensal ao longo do tempo. Na Tabela 4.39 estão representadas as temperaturas máximas mensais de 2002 até 2007; e na Figura 4.17 estão representadas as temperaturas graficamente.

Tabela 4.39 – Evolução das temperaturas máximas no município de Évora.

Mês - Ano	Tmax	Mês - Ano	Tmax	Mês - Ano	Tmax
J-02	15,03	D-03	13,89	N-05	15,70
F-02	16,93	J-04	14,85	D-05	13,68
M-02	18,70	F-04	15,44	J-06	12,21
A-02	20,54	M-04	17,21	F-06	14,13
M-02	23,35	A-04	20,87	M-06	17,39
J-02	30,05	M-04	23,82	A-06	21,16
J-02	33,34	J-04	34,45	M-06	28,17
A-02	32,11	J-04	34,62	J-06	30,91
S-02	26,35	A-04	32,58	J-06	34,27
O-02	22,73	S-04	31,09	A-06	35,30
N-02	17,32	O-04	23,67	S-06	31,96
D-02	15,16	N-04	18,12	O-06	24,39
J-03	13,85	D-04	14,27	N-06	19,81
F-03	14,13	J-05	14,64	D-06	14,64
M-03	18,53	F-05	14,59	J-07	13,73
A-03	19,43	M-05	19,19	F-07	14,92
M-03	27,04	A-05	22,25	M-07	18,06
J-03	31,36	M-05	26,51	A-07	19,79
J-03	32,56	J-05	32,43	M-07	23,94
A-03	35,15	J-05	33,70	J-07	27,19
S-03	30,34	A-05	34,82	J-07	32,57
O-03	21,43	S-05	30,14	A-07	33,00
N-03	16,88	O-05	23,83	S-07	29,56

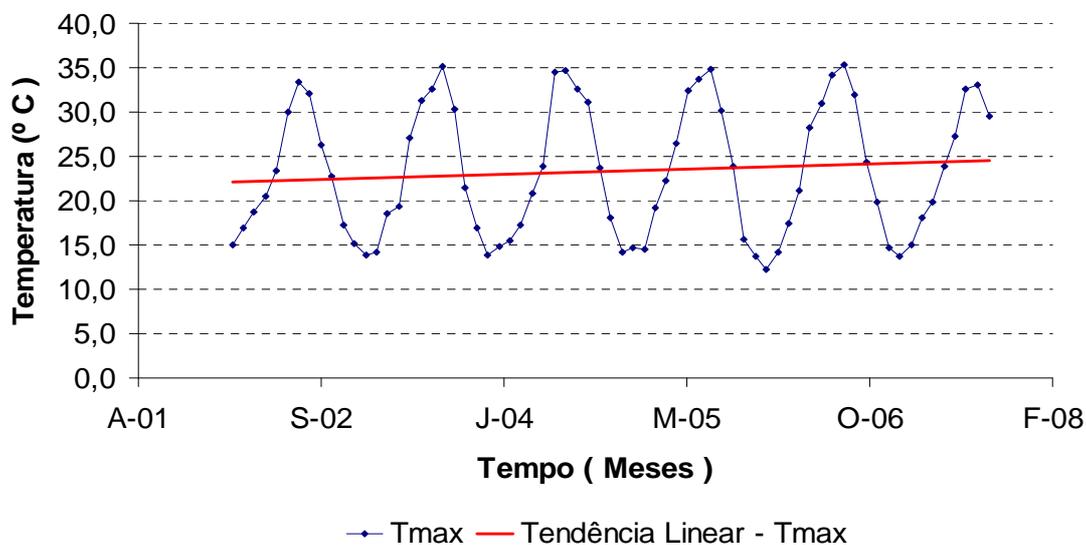


Figura 4.17 – Imagem da evolução da temperatura máxima no município de Évora.

Observou-se, pela análise da Figura 4.17, que as temperaturas vão oscilando em torno da média (23,27°C), sendo na maioria dos meses superiores à média, nomeadamente nos meses de Primavera e Verão, e inferiores na maioria dos meses de Outono e Inverno. Além disso, no mês de Janeiro do ano de 2006 registou-se o valor mínimo; e no mês Agosto do ano de 2006 o valor máximo.

Verificou-se graficamente que ao longo do tempo existe um aumento gradual da temperatura máxima. Este aumento é traduzido pelo facto da tendência linear ter um declive ( $\beta = 0,012^\circ\text{C}/\text{ano}$ ) positivo, o que revela uma tendência crescente.

Na Tabela 4.40 estão representadas as estatísticas descritivas para este conjunto de temperaturas.

Tabela 4.40 – Estatística descritiva para a temperatura máxima.

Média	23,27
Mediana	22,25
Desvio-padrão	7,43
Variância da amostra	55,14
Mínimo	12,21
Máximo	35,30
Contagem	69

De acordo com a Tabela 4.40, verificou-se que a média é superior à mediana em 1,02°C (4,58%), o que permite afirmar que este conjunto de temperaturas representa uma distribuição assimétrica positiva. Convém referir que o valor do desvio-padrão é de 7,43°C e a variância de 55,14°C<sup>2</sup> o que sugere que a dispersão dos dados é mais acentuada do que a dos dados analisados no Subcapítulo 4.1.3.1., pois deixou-se de considerar um único valor anual na análise efectuada e passou-se a analisar um conjunto de doze valores anuais (meses do ano), o que revela a maior dispersão dos dados analisados.

#### **4.2.1.2. Análise do indicador temperatura máxima referente aos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do ano - TmaxJJA**

De forma a representar e analisar o indicador TmaxJJA, optou-se por utilizar as temperaturas máximas diárias ao longo do tempo referentes aos meses de Junho, Julho e Agosto desde 2002 a 2007. Depois, efectuou-se o cálculo da temperatura máxima mensal dos meses de Junho, Julho e Agosto, através de uma média das temperaturas máximas diárias dos referidos meses, obtendo-se assim um valor de temperatura máxima mensal ao longo do ano em análise.

Nesta secção, pretende-se verificar o comportamento da temperatura máxima nos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do tempo. Na Tabela 4.41 estão representadas as temperaturas máximas relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto de 2002 até 2007; e na Figura 4.18 estão representadas as temperaturas graficamente.

Tabela 4.41 – Evolução das temperaturas máximas (JJA) no município de Évora.

Mês - Ano	TmaxJJA	Mês - Ano	TmaxJJA
J-02	30,05	J-05	32,43
J-02	33,34	J-05	33,70
A-02	32,11	A-05	34,82
J-03	31,36	J-06	30,91
J-03	32,56	J-06	34,27
A-03	35,15	A-06	35,30
J-04	34,45	J-07	27,19
J-04	34,62	J-07	32,57
A-04	32,58	A-07	33,00

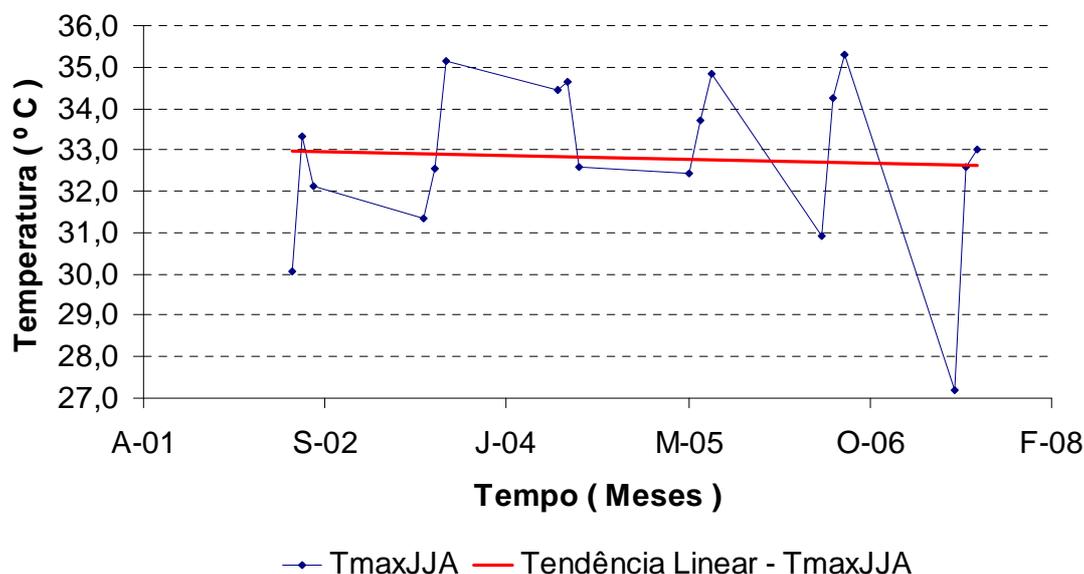


Figura 4.18 – Imagem da evolução da temperatura máxima (JJA) no município de Évora.

Observando a Figura 4.18, nota-se que as temperaturas vão oscilando em torno da média (32,80°C); contudo, a maior parte das temperaturas máximas relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto encontra-se acima dos 30°C, exceptuando o mês de Junho do ano de 2007. No mês de Agosto do ano de 2006 verificou-se o valor máximo e no mês de Junho do ano de 2007 o valor mínimo.

Por observação da Figura 4.18, verificou-se que ao longo do tempo existe uma diminuição gradual da temperatura máxima relativa aos meses de Junho, Julho e Agosto, o que implica que o declive ( $\beta = -0,0024^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear seja negativo.

Na Tabela 4.42 estão representadas as estatísticas descritivas para este conjunto de temperaturas.

Tabela 4.42 – Estatística descritiva para a temperatura máxima (JJA).

Média	32,80
Mediana	32,79
Desvio-padrão	2,04
Variância da amostra	4,16
Mínimo	27,19
Máximo	35,30
Contagem	18

Por observação da Tabela 4.42, verificou-se que a média é superior à mediana em  $0,01^{\circ}\text{C}$  (0,03%) o que permite afirmar que este conjunto de temperaturas representa uma distribuição assimétrica positiva. Neste caso o valor do desvio-padrão é de  $2,04^{\circ}\text{C}$  e a variância de  $4,16^{\circ}\text{C}^2$  o que sugere que a dispersão dos dados é menos acentuada relativamente aos analisados (temperatura máxima) na secção anterior. Mas é mais acentuada se a comparação for feita com o Subcapítulo 4.1.3.2., pois deixou-se de considerar um único valor anual na análise efectuada e passou-se a analisar um conjunto de três valores anuais (meses de Junho, Julho e Agosto), o que revela a maior dispersão dos dados analisados.

#### **4.2.1.3. Análise do indicador temperatura mínima mensal ao longo do ano - T<sub>min</sub>**

Na secção seguidamente apresentada e de acordo com o pressuposto já anteriormente definido apresenta-se a Tabela 4.43, onde estão representadas as temperaturas mínimas mensais de 2002 até 2007; e Figura 4.19 onde estão representadas as temperaturas graficamente.

Tabela 4.43 – Evolução das temperaturas mínimas no município de Évora.

Mês - Ano	Tmin	Mês - Ano	Tmin	Mês - Ano	Tmin
J-02	5,89	D-03	5,66	N-05	6,87
F-02	5,36	J-04	6,36	D-05	5,25
M-02	7,57	F-04	5,78	J-06	3,22
A-02	7,64	M-04	5,96	F-06	3,74
M-02	9,44	A-04	7,01	M-06	7,25
J-02	12,12	M-04	10,13	A-06	9,25
J-02	15,32	J-04	15,63	M-06	11,59
A-02	14,56	J-04	16,33	J-06	14,37
S-02	14,61	A-04	16,28	J-06	16,47
O-02	12,86	S-04	15,06	A-06	16,47
N-02	8,04	O-04	11,74	S-06	15,90
D-02	7,78	N-04	7,06	O-06	14,37
J-03	4,16	D-04	4,61	N-06	11,55
F-03	5,27	J-05	1,81	D-06	5,37
M-03	8,42	F-05	1,49	J-07	4,76
A-03	8,54	M-05	6,68	F-07	7,13
M-03	11,48	A-05	8,60	M-07	6,51
J-03	14,47	M-05	11,91	A-07	8,09
J-03	15,03	J-05	15,75	M-07	10,17
A-03	17,75	J-05	15,86	J-07	12,65
S-03	15,69	A-05	16,95	J-07	15,26
O-03	12,00	S-05	14,74	A-07	16,11
N-03	8,89	O-05	13,21	S-07	15,55

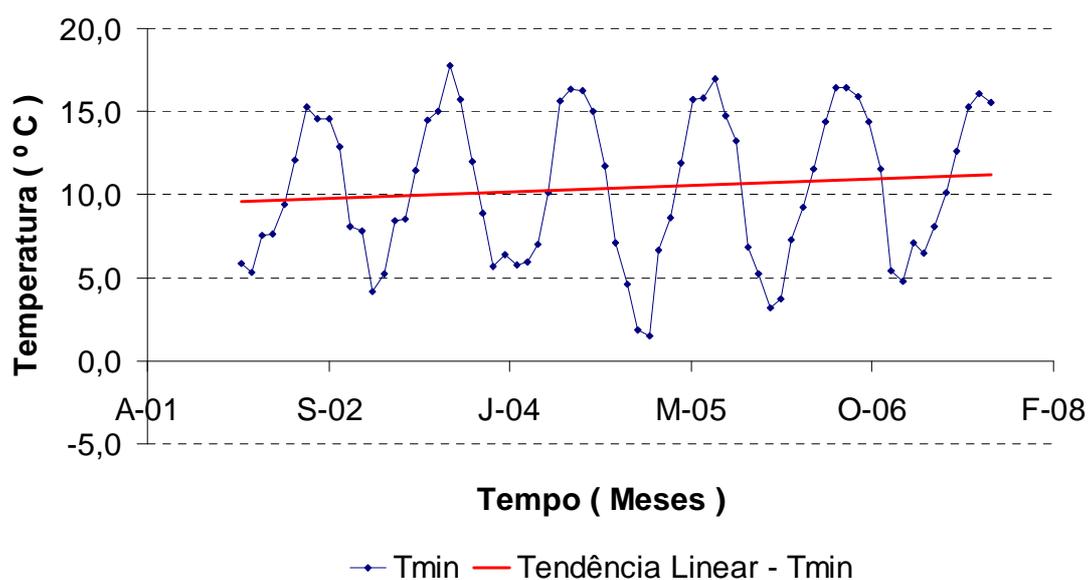


Figura 4.19 – Imagem da evolução da temperatura mínima no município de Évora.

De acordo com a Figura 4.19, as temperaturas vão oscilando em torno da média (10,37°C), sendo que na maioria dos meses é superior à média nomeadamente nos meses de Primavera e Verão, e inferior na maioria dos meses de Outono e Inverno. O seu valor máximo foi registado no mês de Agosto do ano de 2003 e o valor mínimo no mês de Fevereiro do ano de 2005.

Verificou-se, através da Figura 4.19, que ao longo do tempo existe um aumento gradual da temperatura mínima. Esta tendência crescente revela-se pelo facto de o valor do declive ( $\beta = 0,012^\circ\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear ser positivo.

Na Tabela 4.44 estão representadas as estatísticas descritivas para este conjunto de temperaturas.

Tabela 4.44 – Estatística descritiva para a temperatura mínima.

Média	10,37
Mediana	10,13
Desvio-padrão	4,47
Variância da amostra	19,99
Mínimo	1,49
Máximo	17,75
Contagem	69

Verificou-se, através da Tabela 4.44, que a média é superior à mediana em 0,24°C (2,37%) o que permite afirmar que este conjunto de temperaturas representa uma distribuição assimétrica positiva. No presente caso o valor do desvio-padrão é de 4,47°C e a variância de 19,99°C<sup>2</sup> o que sugere que a dispersão dos dados é mais acentuada do que a dos dados analisados no Subcapítulo 4.1.3.3..

#### **4.2.1.4. Análise do indicador temperatura mínima referente aos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do ano - T<sub>min</sub>JJA**

O objectivo desta secção é verificar o comportamento da temperatura mínima dos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do tempo. Na Tabela 4.45 estão

representadas as temperaturas mínimas relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto de 2002 até 2007; e na Figura 4.20 estão representadas as temperaturas graficamente.

Tabela 4.45 – Evolução das temperaturas mínimas (JJA) no município de Évora.

Mês - Ano	TminJJA	Mês - Ano	TminJJA
J-02	12,12	J-05	15,75
J-02	15,32	J-05	15,86
A-02	14,56	A-05	16,95
J-03	14,47	J-06	14,37
J-03	15,03	J-06	16,47
A-03	17,75	A-06	16,47
J-04	15,63	J-07	12,65
J-04	16,33	J-07	15,26
A-04	16,28	A-07	16,11

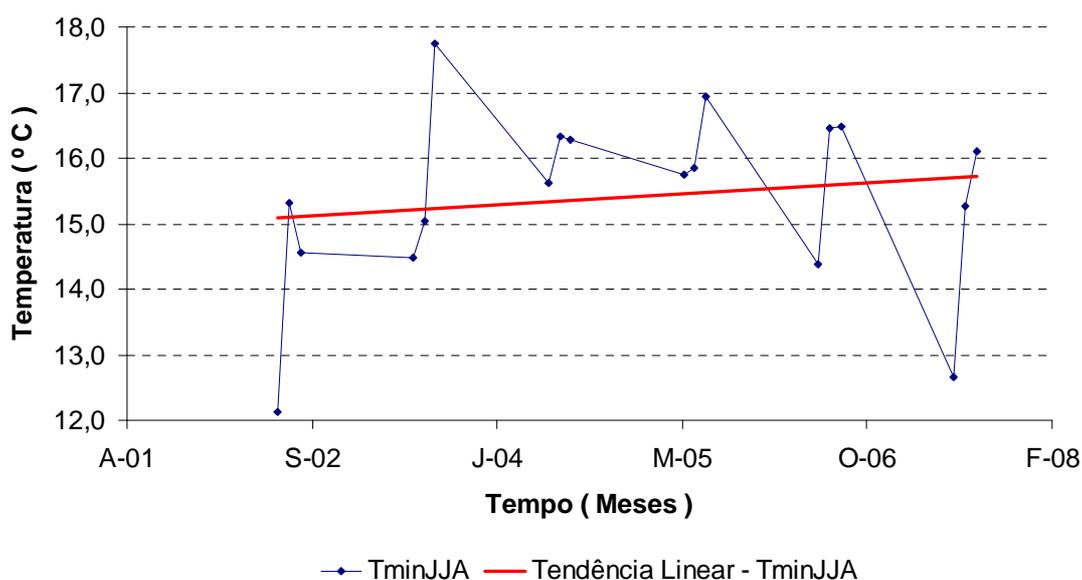


Figura 4.20 – Imagem da evolução da temperatura mínima (JJA) no município de Évora.

Por observação da Figura 4.20, verificou-se que as temperaturas vão oscilando em torno da média (15,41°C), sendo que a globalidade das temperaturas mínimas relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto encontra-se acima dos 14°C, exceptuando o mês de Junho do ano de 2002 e o mês de Junho do ano de 2007. No mês de Junho do ano de 2002 verificou-se o valor mínimo e no mês de Agosto do ano de 2003, o valor máximo.

Verifica-se, portanto, graficamente, que ao longo do tempo existe um aumento gradual da temperatura mínima relativa aos meses de Junho, Julho e Agosto, o que implica que o declive ( $\beta = 0,0036^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear seja positivo.

Na Tabela 4.46 estão representadas as estatísticas descritivas para este conjunto de temperaturas.

Tabela 4.46 – Estatística descritiva para a temperatura mínima (JJA).

Média	15,41
Mediana	15,69
Desvio-padrão	1,41
Variância da amostra	1,99
Mínimo	12,12
Máximo	17,75
Contagem	18

Verificou-se, através da Tabela 4.46, que a mediana é superior à média em  $0,28^{\circ}\text{C}$  (1,82%) o que permite afirmar que este conjunto de temperaturas representa uma distribuição assimétrica negativa. No presente caso o valor do desvio-padrão é de  $1,41^{\circ}\text{C}$  e a variância de  $1,99^{\circ}\text{C}^2$  o que sugere que a dispersão dos dados é menos acentuada relativamente aos analisados (temperatura mínima) na secção anterior. Mas é mais acentuada se a comparação for feita com o Subcapítulo 4.1.3.4..

#### **4.2.1.5. Análise do indicador temperatura média mensal ao longo do ano - Tmed**

Nesta secção, pretende-se verificar o pressuposto já definido nas secções anteriores. Na Tabela 4.47 estão representadas as temperaturas médias mensais de 2002 até 2007; e na Figura 4.21 estão representadas as temperaturas graficamente.

Tabela 4.47 – Evolução das temperaturas médias no município de Évora.

Mês - Ano	Tmed	Mês - Ano	Tmed	Mês - Ano	Tmed
J-02	9,91	D-03	9,26	N-05	10,61
F-02	10,60	J-04	10,08	D-05	8,93
M-02	12,70	F-04	9,70	J-06	7,03
A-02	13,76	M-04	11,03	F-06	8,48
M-02	15,92	A-04	13,70	M-06	11,83
J-02	20,75	M-04	16,65	A-06	14,96
J-02	23,64	J-04	24,75	M-06	19,68
A-02	22,78	J-04	25,07	J-06	22,16
S-02	19,70	A-04	23,72	J-06	24,98
O-02	17,06	S-04	22,31	A-06	25,31
N-02	12,10	O-04	16,90	S-06	23,13
D-02	11,00	N-04	11,75	O-06	18,51
J-03	8,32	D-04	8,66	N-06	15,07
F-03	9,13	J-05	7,17	D-06	9,15
M-03	12,85	F-05	7,60	J-07	8,55
A-03	13,52	M-05	12,39	F-07	10,73
M-03	19,21	A-05	15,09	M-07	11,93
J-03	22,53	M-05	18,53	A-07	13,45
J-03	23,58	J-05	23,77	M-07	16,49
A-03	25,87	J-05	24,29	J-07	19,52
S-03	22,66	A-05	25,48	J-07	23,50
O-03	15,92	S-05	21,96	A-07	24,17
N-03	12,46	O-05	17,97	S-07	21,73

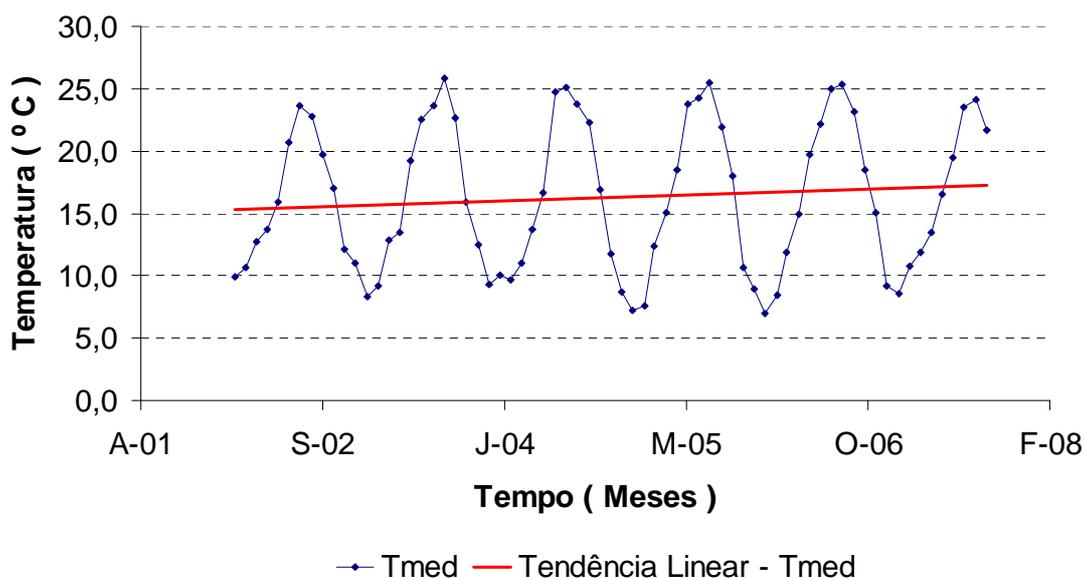


Figura 4.21 – Imagem da evolução da temperatura média no município de Évora.

De acordo com a Figura 4.21, verifica-se que as temperaturas vão oscilando em torno da média (16,29°C), sendo que na maioria dos meses é superior à média nomeadamente nos meses de Primavera e Verão, e inferior na maioria dos meses de Outono e Inverno. O seu valor máximo foi registado no mês de Agosto do ano de 2003 e o valor mínimo no mês de Janeiro do ano de 2006.

Verificou-se, através da Figura 4.21, que ao longo do tempo existe um aumento gradual da temperatura média. Esta tendência crescente revela-se pelo facto de o valor do declive ( $\beta = 0,012^\circ\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear ser positivo.

Na Tabela 4.48 estão representadas as estatísticas descritivas para este conjunto de temperaturas.

Tabela 4.48 – Estatística descritiva para a temperatura média.

Média	16,29
Mediana	15,92
Desvio-padrão	5,93
Variância da amostra	35,11
Mínimo	7,03
Máximo	25,87
Contagem	69

Constatou-se, através da Tabela 4.48, que a média é superior à mediana em 0,37°C (2,32%) o que permite afirmar que este conjunto de temperaturas representa uma distribuição assimétrica positiva. No presente caso, o valor do desvio-padrão é de 5,93°C e a variância de 35,11°C<sup>2</sup> o que sugere que a dispersão dos dados é mais acentuada do que a dos dados analisados no Subcapítulo 4.1.3.5..

#### **4.2.1.6. Análise do indicador temperatura média referente aos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do ano - TmedJJA**

De acordo com o pressuposto já anteriormente definido, é objectivo desta secção a sua verificação. Na Tabela 4.49 estão representadas as temperaturas médias relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto de 2002 até 2007; e na Figura 4.22 estão representadas as temperaturas graficamente.

Tabela 4.49 – Evolução das temperaturas médias (JJA) no município de Évora.

Mês - Ano	TmedJJA	Mês - Ano	TmedJJA
J-02	20,75	J-05	23,77
J-02	23,64	J-05	24,29
A-02	22,78	A-05	25,48
J-03	22,53	J-06	22,16
J-03	23,58	J-06	24,98
A-03	25,87	A-06	25,31
J-04	24,75	J-07	19,52
J-04	25,07	J-07	23,50
A-04	23,72	A-07	24,17

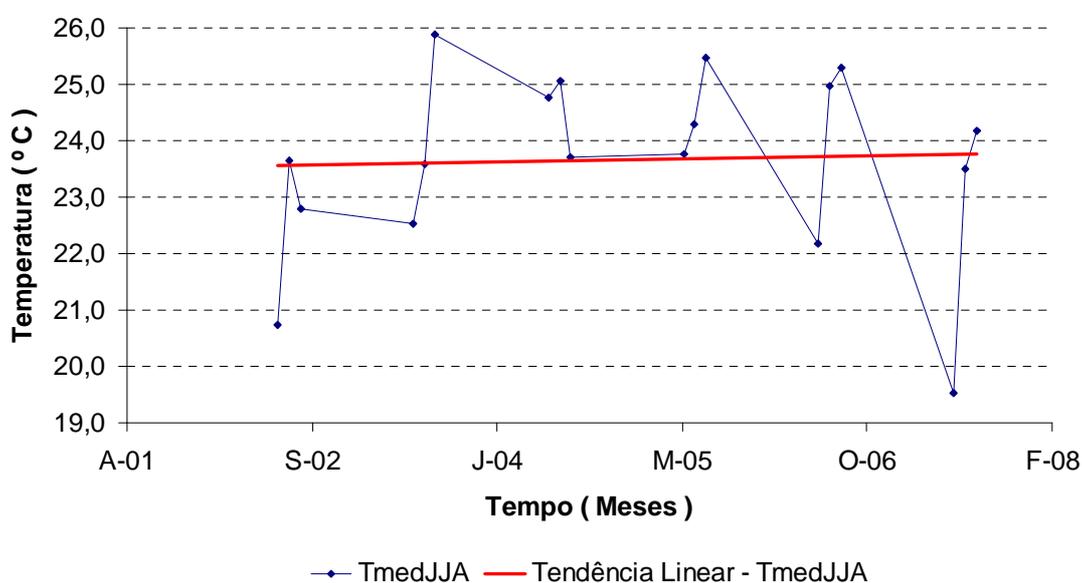


Figura 4.22 – Imagem da evolução da temperatura média (JJA) no município de Évora.

Através da observação da Figura 4.22 constatou-se que as temperaturas vão oscilando em torno da média (23,66°C), sendo que a globalidade das temperaturas médias relativas aos meses de Junho, Julho e Agosto encontra-se acima dos 22°C, exceptuando o mês de Junho do ano de 2002 e o mês de Junho do ano de 2007. No mês de Junho do ano de 2002 verificou-se o valor mínimo e no mês de Agosto do ano de 2003 o valor máximo.

Verifica-se, portanto, graficamente, que ao longo do tempo existe um aumento gradual da temperatura média relativa aos meses de Junho, Julho e Agosto, o que implica que o declive ( $\beta = 0,0012^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear seja positivo.

Na Tabela 4.50 estão representadas as estatísticas descritivas para este conjunto de temperaturas.

Tabela 4.50 – Estatística descritiva para a temperatura média (JJA).

Média	23,66
Mediana	23,74
Desvio-padrão	1,65
Variância da amostra	2,73
Mínimo	19,52
Máximo	25,87
Contagem	18

Verificou-se, através da Tabela 4.50, que a mediana é superior à média em 0,08°C (0,34%) o que permite afirmar que este conjunto de temperaturas representa uma distribuição assimétrica negativa. No presente caso o valor do desvio-padrão é de 1,65°C e a variância de 2,73°C<sup>2</sup> o que sugere que a dispersão dos dados é menos acentuada relativamente aos analisados (temperatura média) na secção anterior. Mas é mais acentuada se a comparação for feita com o Subcapítulo 4.1.3.6..

#### **4.2.1.7. Análise da diferença de temperaturas entre o município analisado e o município tomado como referência - dT**

O indicador dT funciona como se explicou anteriormente no Subcapítulo 4.1.3.7..

Neste Subcapítulo e de forma resumida, procedeu-se à análise dos resultados relativos ao município de Beja. Assim, este será o município referência (MR), sendo considerado para análise Alqueva, bem como os municípios analisados de Beja e Évora, referentes a Portugal, e Badajoz, Córdoba e Sevilha, referentes a Espanha (MA), obtendo-se os resultados apresentados na Tabela 4.51.

Tabela 4.51 – Teste de hipóteses - Intervalos de Confiança – Nível de Significância, onde será considerado para análise Alqueva e os municípios analisados (MA - Badajoz, Beja, Córdoba, Évora e Sevilha) e o município de referência (MR - Beja).

<b>Município Analisado</b>	<b>dTminJJA</b>	<b>dTmedJJA</b>	<b>dTmaxJJA</b>
Alqueva	3,679 ± 1,179 ***	0,761 ± 1,509	-2,936 ± 1,932 ***
Badajoz	1,321 ± 1,251 ***	2,877 ± 1,475 ***	1,847 ± 1,794 ***
Beja	-	-	-
Córdoba	3,131 ± 1,249 ***	5,253 ± 1,618 ***	3,146 ± 1,786 ***
Évora	-0,328 ± 1,294	0,067 ± 1,488	-0,009 ± 1,839
Sevilha	3,882 ± 1,205 ***	4,401 ± 1,384 ***	2,630 ± 1,727 ***

A Tabela 4.51 retrata para cada município analisado o valor médio de dT, mais ou menos o valor do intervalo de confiança obtido com o software R e a classificação atribuída a nível de significância, tudo isto de acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.3.3.1..

Na análise executada e de forma a reduzir a apresentação de resultados que se segue no Subcapítulo seguinte, optou-se por apresentar resultados relativos ao município de Évora. Assim, este será o município analisado (MA), sendo o município de Beja tomado como município de referência (MR).

#### **4.2.1.7.1. Análise do indicador diferença de temperatura máxima referente aos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do ano - dTmaxJJA**

Para se poder representar e analisar o indicador dTmaxJJA, que retrata a diferença de temperaturas máximas anuais referente aos meses supostamente mais quentes do ano (Junho, Julho e Agosto) entre o município analisado e o município tomado como referência.

Então para determinar o valor de dTmaxJJA, tem de se calcular o valor do indicador TmaxJJA, para o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja) e proceder então ao cálculo da diferença de valores.

A Tabela 4.52 mostra a evolução e a diferença das temperaturas máximas em Junho, Julho e Agosto de 2002 a 2007; e a Figura 4.23 a sua representação gráfica.

Tabela 4.52 – Evolução da diferença de temperaturas máximas (JJA) entre o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).

Mês - Ano	TmaxJJA	TmaxJJA BEJA	dTmaxJJA
J-02	30,05	29,62	0,42
J-02	33,34	33,42	-0,08
A-02	32,11	31,80	0,31
J-03	31,36	31,77	-0,41
J-03	32,56	32,88	-0,31
A-03	35,15	35,47	-0,32
J-04	34,45	34,38	0,06
J-04	34,62	34,17	0,46
A-04	32,58	32,22	0,36
J-05	32,43	32,64	-0,21
J-05	33,70	33,69	0,01
A-05	34,82	34,76	0,07
J-06	30,91	30,75	0,16
J-06	34,27	34,99	-0,72
A-06	35,30	34,89	0,42
J-07	27,19	27,81	-0,62
J-07	32,57	33,36	-0,78
A-07	33,00	31,97	1,03

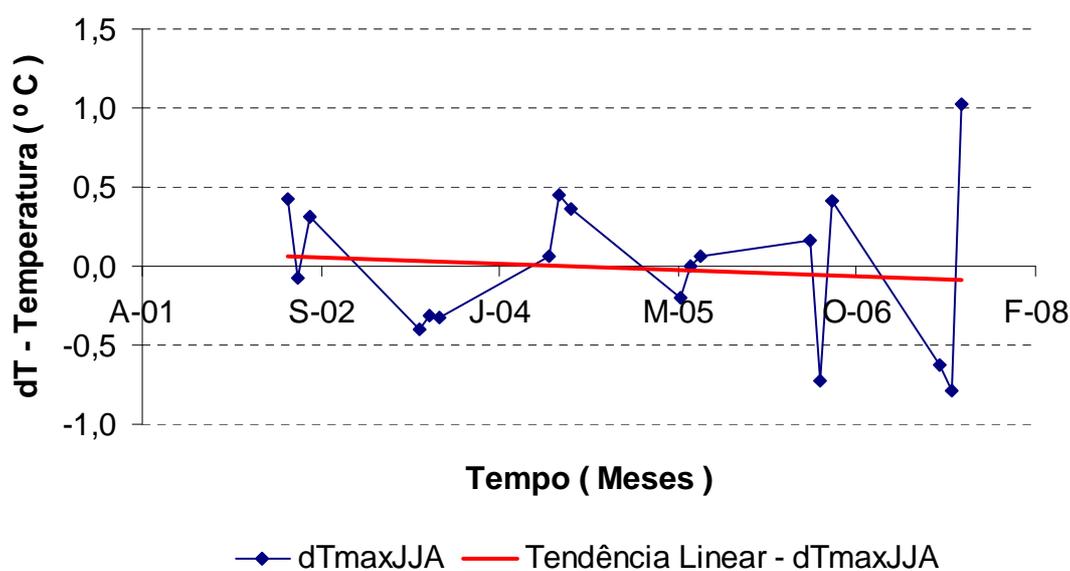


Figura 4.23 – Imagem da evolução da diferença de temperaturas máximas (JJA) entre o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).

Através da observação da Figura 4.23 constatou-se que a diferença das temperaturas máximas em Junho, Julho e Agosto atinge o seu máximo no mês de Agosto do ano de 2007 o que permite afirmar que a temperatura do município analisado é superior à do município de referência; o inverso sucede no mês de Julho do mesmo ano.

Verifica-se, portanto, graficamente, que ao longo do tempo existe uma diminuição gradual do indicador  $dT_{maxJJA}$ , o que implica que o declive ( $\beta = -0,00096^{\circ}C/ano$ ) da tendência linear seja negativo.

De seguida procedeu-se à aplicação do teste de hipóteses, que serve para testar se as médias das temperaturas máximas anuais referentes aos meses supostamente mais quentes do ano (Junho, Julho e Agosto) de duas populações são ou não significativamente diferentes. Estas populações são o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).

Contudo, para a aplicação deste teste de hipóteses, é necessário verificar se as duas populações seguem uma distribuição normal. Para tal, utilizou-se o teste de hipóteses de Shapiro-Wilk. Testam-se as hipóteses:

$H_0$  :  $T_{maxJJA}$  segue uma distribuição normal

vs.

$H_1$  :  $T_{maxJJA}$  não segue uma distribuição normal

Utilizou-se o software R para executar este teste com o comando “shapiro.test(tmaxjja\_beja)” e “shapiro.test(tmaxjja\_evora)”. Obteve-se um  $p\_valor$  superior a 0,01, tanto para o indicador do município de Beja como para o indicador do município de Évora. Isto significa a não rejeição da hipótese nula, ou seja, as amostras seguem uma distribuição normal e o teste de hipóteses pode ser aplicado.

Inicia-se a aplicação do teste de hipóteses, definindo as hipóteses a serem testadas:

$H_0$  :  $dT = D_0 = 0$

vs.

$H_1$  :  $dT \neq 0$

Com o apoio do software R, para o cálculo deste teste de hipóteses com o comando “t.test(tmaxjja\_evora,tmaxjja\_beja,conf.level=0.99)”, obteve-se um p\_valor superior a 0,01. Isto significa a não rejeição da hipótese nula, ou seja, não existem diferenças significativas entre as temperaturas máximas em Junho, Julho e Agosto entre os municípios de Beja e Évora. A Tabela 4.53 apresenta um resumo dos resultados do teste de hipóteses utilizado. Daí uma atribuição de coloração/descrição de acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.2., Tabela 3.3, bem como a classificação atribuída a nível de significância, de acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.3.3.1..

Tabela 4.53 – Resumo descritivo da aplicação do teste de hipóteses, coloração/descrição do indicador e seu nível de significância, sendo o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).

<b>Graus de Liberdade</b>		33,991
<b>Valor de <math>\alpha</math></b>		0,01
<b><math>t_{\alpha}</math></b>		-0,0148
<b>Validação</b>		Não Rejeitamos $H_0$
<b>p_valor</b>		0,9882
<b>Classificação</b>	<b>Estatística</b>	
	<b>Nível de significância</b>	

#### 4.2.1.7.2. Análise do indicador diferença de temperatura mínima referente aos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do ano - dTminJJA

Para se poder representar e analisar o indicador dTminJJA, tem de se calcular a diferença entre os valores do indicador TminJJA, para o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).

A Tabela 4.54 mostra a evolução e a diferença das temperaturas mínimas em Junho, Julho e Agosto de 2002 a 2007; e a Figura 4.24 a sua representação gráfica.

Tabela 4.54 – Evolução da diferença de temperaturas mínimas (JJA) entre o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).

Mês - Ano	TminJJA	TminJJA BEJA	dTminJJA
J-02	12,12	12,74	-0,62
J-02	15,32	15,25	0,08
A-02	14,56	15,18	-0,62
J-03	14,47	14,90	-0,43
J-03	15,03	15,10	-0,07
A-03	17,75	18,88	-1,12
J-04	15,63	16,16	-0,53
J-04	16,33	16,44	-0,11
A-04	16,28	16,53	-0,25
J-05	15,75	15,95	-0,20
J-05	15,86	16,03	-0,16
A-05	16,95	17,39	-0,45
J-06	14,37	14,71	-0,34
J-06	16,47	16,76	-0,29
A-06	16,47	17,11	-0,64
J-07	12,65	13,29	-0,65
J-07	15,26	15,15	0,11
A-07	16,11	15,72	0,39

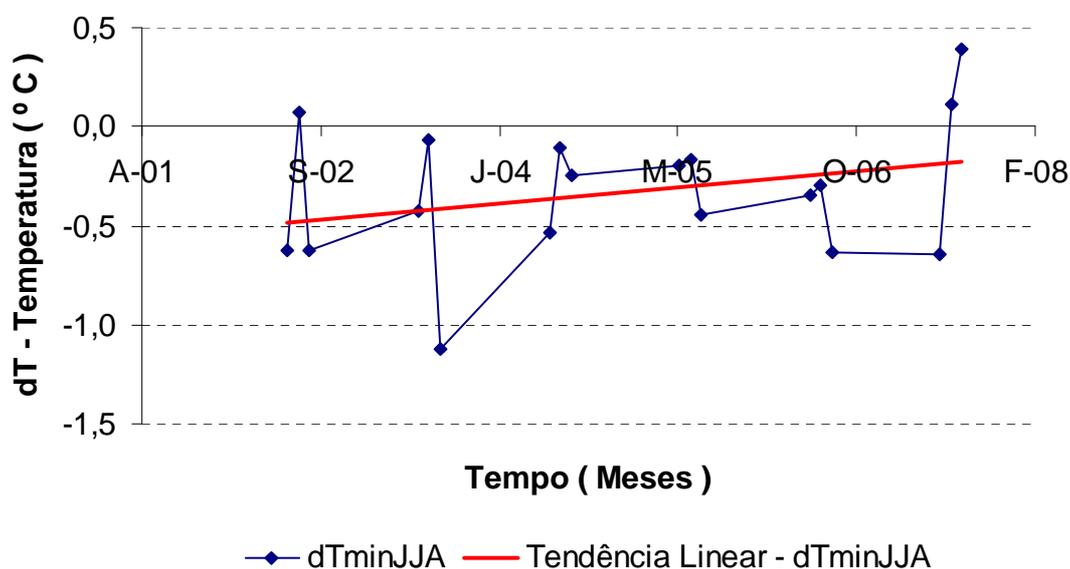


Figura 4.24 – Imagem da evolução da diferença de temperaturas mínimas (JJA) entre o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).

Observou-se, através da Figura 4.24, que a diferença das temperaturas mínimas em Junho, Julho e Agosto regista o valor máximo no mês de Agosto do ano de 2007 o

que permite afirmar que a temperatura do município analisado é superior à do município de referência; o seu valor mínimo é registado no mês de Agosto do ano de 2003.

Por observação da Figura 4.24, verificou-se que ao longo do tempo existe um aumento gradual do indicador dTminJJA, o que implica que o declive ( $\beta = 0,0024^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear seja positivo.

De acordo com o já transcrito no Subcapítulo 4.2.1.7.1. e seguindo os mesmos passos, procedeu-se à aplicação do teste de hipóteses, mas antes disso utilizou-se o teste de hipóteses de Shapiro-Wilk (para verificar se as populações seguem uma distribuição normal). Testam-se as hipóteses:

$H_0$  : TminJJA segue uma distribuição normal

vs.

$H_1$  : TminJJA não segue uma distribuição normal

Utilizou-se o software R para executar este teste com o comando “shapiro.test(tminjja\_beja)” e “shapiro.test(tminjja\_evora)”. Obteve-se um p\_valor superior a 0,01, tanto para o indicador do município de Beja como para o indicador do município de Évora. Logo, são duas populações com uma distribuição normal às quais se pode aplicar o teste de hipóteses.

Inicia-se a aplicação do teste de hipóteses, definindo as hipóteses a serem testadas:

$H_0 : dT = D_0 = 0$

vs.

$H_1 : dT \neq 0$

Com o apoio do software R, para o cálculo deste teste de hipóteses com o comando “t.test(tminjja\_evora,tminjja\_beja,conf.level=0.99)”, obteve-se um p\_valor superior a 0,01, o que acarreta a não rejeição da hipótese nula. A Tabela 4.55 apresenta um resumo dos resultados do teste de hipóteses utilizado. Daí uma atribuição de coloração/descrição de acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.2., Tabela 3.3, bem como a classificação atribuída a nível de significância, de acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.3.3.1..

Tabela 4.55 – Resumo descritivo da aplicação do teste de hipóteses, coloração/descrição do indicador e seu nível de significância, sendo o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).

<b>Graus de Liberdade</b>		33,991
<b>Valor de <math>\alpha</math></b>		0,01
<b><math>t_{\alpha}</math></b>		-0,6921
<b>Validação</b>		Não Rejeitamos $H_0$
<b>p_valor</b>		0,4935
<b>Classificação</b>	<b>Estatística</b>	
	<b>Nível de significância</b>	

#### 4.2.1.7.3. Análise do indicador diferença de temperatura referente aos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do ano - dTmedJJA

De forma a representar e analisar o indicador dTmedJJA, tem de se calcular a diferença entre os valores do indicador TmedJJA, para o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).

A Tabela 4.56 mostra a evolução e a diferença das temperaturas médias em Junho, Julho e Agosto de 2002 a 2007; e a Figura 4.25 a sua representação gráfica.

Tabela 4.56 – Evolução da diferença de temperaturas médias (JJA) entre o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).

Mês - Ano	TmedJJA	TmedJJA BEJA	dTmedJJA
J-02	20,75	20,53	0,22
J-02	23,64	23,36	0,28
A-02	22,78	22,28	0,49
J-03	22,53	22,67	-0,14
J-03	23,58	23,51	0,06
A-03	25,87	26,12	-0,25
J-04	24,75	24,67	0,08
J-04	25,07	24,87	0,20
A-04	23,72	23,64	0,08
J-05	23,77	23,91	-0,14
J-05	24,29	24,08	0,22
A-05	25,48	25,32	0,16
J-06	22,16	21,95	0,21
J-06	24,98	25,21	-0,23
A-06	25,31	25,24	0,07
J-07	19,52	20,15	-0,63
J-07	23,50	23,88	-0,38
A-07	24,17	23,26	0,91

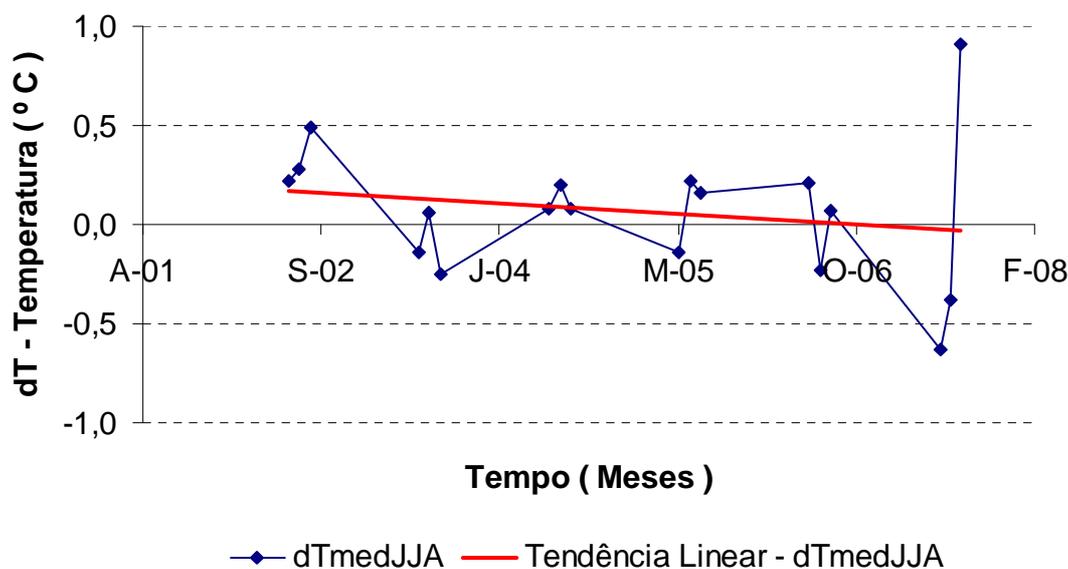


Figura 4.25 – Imagem da evolução da diferença de temperaturas médias (JJA) entre o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).

Através da observação da Figura 4.25 constatou-se que a diferença das temperaturas médias em Junho, Julho e Agosto atinge o seu máximo no mês de Agosto do ano de 2007 o que permite afirmar que a temperatura do município analisado é superior à do município de referência; o inverso sucede no mês de Junho do mesmo ano.

Verifica-se, portanto, graficamente, que existe uma diminuição gradual do indicador dTmedJJA ao longo do tempo, o que implica que o declive ( $\beta = -0,0012^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear seja negativo.

De acordo com o já transcrito no Subcapítulo 4.2.1.7.1. e seguindo os mesmos pressupostos, procedeu-se à aplicação do teste de hipóteses, mas antes disso utilizou-se o teste de hipóteses de Shapiro-Wilk (para verificar se as populações seguem uma distribuição normal). Testam-se as hipóteses:

$H_0$  : TmedJJA segue uma distribuição normal

vs.

$H_1$  : TmedJJA não segue uma distribuição normal

Utilizou-se o software R para executar este teste com o comando “shapiro.test(tmedjja\_beja)” e “shapiro.test(tmedjja\_evora)”. Obteve-se um p\_valor

superior a 0,01, ou seja, as amostras seguem uma distribuição normal e o teste de hipóteses pode ser aplicado.

Inicia-se a aplicação do teste de hipóteses, definindo as hipóteses a serem testadas:

$$H_0 : dT = D_0 = 0$$

vs.

$$H_1 : dT \neq 0$$

Com o apoio do software R, para o cálculo deste teste de hipóteses com o comando “t.test(tmedjja\_evora,tmedjja\_beja,conf.level=0.99)”, obteve-se um p\_valor superior a 0,01, o que implica a não rejeição da hipótese nula. A Tabela 4.57 apresenta um resumo dos resultados do teste de hipóteses utilizado. Daí uma atribuição de coloração/descrição de acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.2., Tabela 3.3, bem como a classificação atribuída a nível de significância, de acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.3.3.1..

Tabela 4.57 – Resumo descritivo da aplicação do teste de hipóteses, coloração/descrição do indicador e seu nível de significância, sendo o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).

<b>Graus de Liberdade</b>		33,986
<b>Valor de <math>\alpha</math></b>		0,01
<b><math>t_\alpha</math></b>		0,1243
<b>Validação</b>		Não Rejeitamos $H_0$
<b>p_valor</b>		0,9018
<b>Classificação</b>	<b>Estatística</b>	
	<b>Nível de significância</b>	

### 4.3. Aplicação dos Métodos Determinísticos Média Móvel

De acordo com o descrito no Capítulo III, Subcapítulo 3.3.2., decidiu-se aplicar o método determinístico Média Móvel, procedendo a uma subdivisão conforme descrição do Capítulo III, Subcapítulo 3.1., sendo que até 2001 serão tratadas as temperaturas do mês de Junho, Julho e Agosto, com carácter anual (logo uma média anual das temperaturas dos referidos meses) e de 2002 até 2007 as temperaturas dos meses de Junho, Julho e Agosto.

Então, até 2001 será considerado o município de Múrcia para análise, sendo o município de referência Beja; entre 2002 e 2007, a referência será a mesma, mudando somente o município de análise, neste caso Évora.

Depois de organizados os dados e aplicado o método, procedeu-se à apresentação dos resultados, sendo de seguida feita a análise para o indicador  $dT_{medJJA\_MM}$ , como poderia ter sido para qualquer outro indicador. A terminação do indicador, “MM”, não é mais que a abreviatura de “Média Móvel”.

#### **4.3.1. Análise do indicador diferença de temperatura média anual referente aos meses de Junho, Julho e Agosto – $dT_{medJJA\_MM}$**

De forma a representar e analisar o indicador  $dT_{medJJA\_MM}$ , foi considerado como município analisado (MA - Múrcia) e como município de referência (MR – Beja).

A Tabela 4.58 mostra a evolução e a diferença das temperaturas médias em Junho, Julho e Agosto de 1973 a 2001. Nessa mesma tabela são apresentadas diversas colunas com  $K=7$  e 13, que basicamente retratam o número de termos considerados nos escalões; logo, o número de dados que entram no cálculo da média aritmética das observações contidas nos referidos escalões.

Depois de apresentados na Tabela 4.58, os dados analisados de seguida serão apresentados na Figura 4.26, que retrata o exposto no parágrafo anterior.

Tabela 4.58 – Evolução da diferença de temperaturas médias (JJA) e do mesmo indicador com a aplicação do método determinístico Média Móvel (considerando diferentes valores de  $K$ ) entre o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).

Ano	TmedJJA	TmedJJA BEJA	dTmedJJA	dTmedJJA_MM (K=7)	dTmedJJA_MM (K=13)
1973		22,37			
1974	26,56	23,81	2,75		
1975	26,75	20,01	6,74		
1976	27,26	23,08	4,18		
1977	25,39	20,08	5,31		
1978	26,84	21,94	4,90		
1979	27,43	22,56	4,87		
1980	26,89	22,08	4,80	4,79	
1981	26,33	23,40	2,93	4,82	
1982	28,53	21,93	6,60	4,80	
1983	27,46	21,58	5,87	5,04	
1984	26,85	21,89	4,96	4,99	
1985	28,14	22,32	5,82	5,12	
1986	26,72	22,46	4,26	5,04	4,92
1987	27,59	23,01	4,58	5,00	5,06
1988	25,95	21,61	4,35	5,21	4,88
1989	28,51	24,40	4,11	4,85	4,88
1990	28,07	24,32	3,76	4,55	4,76
1991	28,07	25,00	3,08	4,28	4,61
1992	26,63	23,04	3,59	3,96	4,52
1993	26,92	23,04	3,88	3,91	4,45
1994	28,64	23,77	4,86	3,95	4,59
1995	27,24	23,45	3,78	3,87	4,38
1996	28,43	23,20	5,23	4,03	4,33
1997	27,82	21,95	5,87	4,33	4,40
1998	27,65	23,59	4,06	4,47	4,26
1999	28,58	22,94	5,64	4,76	4,37
2000	27,39	23,41	3,98	4,78	4,32
2001	28,62	22,76	5,86	4,92	4,44

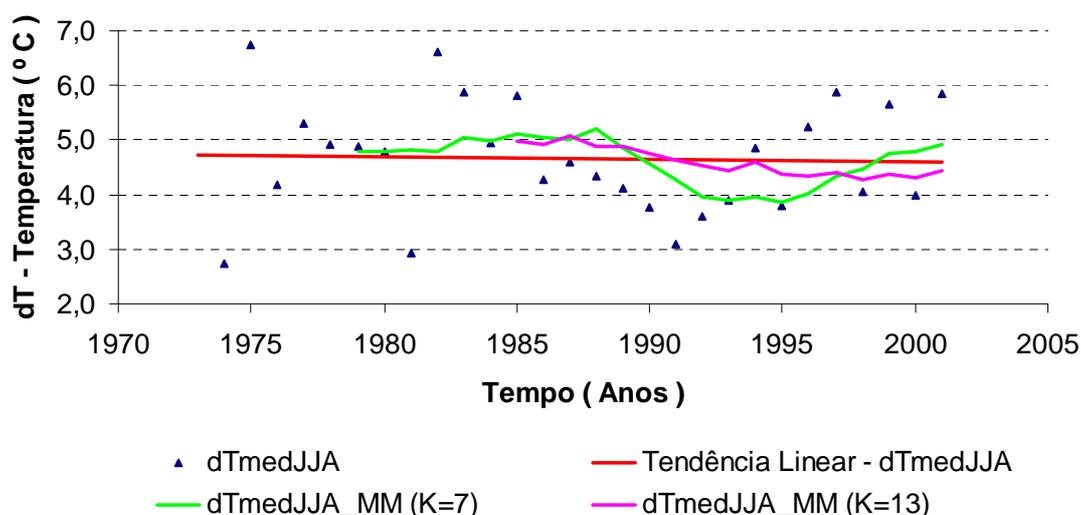


Figura 4.26 – Imagem da evolução da diferença de temperaturas médias (JJA) e do mesmo indicador com a aplicação do método determinístico Média Móvel (considerando diferentes valores de  $K$ ) entre o município analisado (MA - Múrcia) e o município de referência (MR - Beja).

Através da observação da Figura 4.26 constatou-se que a diferença das temperaturas médias em Junho, Julho e Agosto atinge o seu máximo no ano de 1975; o inverso sucede no ano de 1974.

Verifica-se, portanto, graficamente, que ao longo do tempo existe uma diminuição gradual do indicador dTmedJJA. O que implica que o declive ( $\beta = -0,005^\circ\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear seja negativo.

Além disso, verificou-se que com a aplicação do método determinístico Média Móvel quanto menor for o valor de  $K$  mais se aproxima a representação gráfica dos dados analisados; no caso inverso, mais se aproxima a representação gráfica da Tendência Linear.

Observou-se que quanto maior é o valor de  $K$  mais dados são considerados para o cálculo da média aritmética. Logo no arranque das referidas representações gráficas, esse valor de  $K$  irá retardar a apresentação de resultados ao longo do tempo.

Na Tabela 4.59 estão representadas as estatísticas descritivas para este conjunto de temperaturas.

Tabela 4.59 – Estatística descritiva para a diferença de temperaturas médias (JJA) e do mesmo indicador com a aplicação dos métodos determinísticos Média Móvel (considerando diferentes valores de  $K$  ).

	dTmedJJA	dTmedJJA_MM (K=7)	dTmedJJA_MM (K=13)
Média	4,67	4,61	4,57
Mediana	4,69	4,78	4,48
Desvio-padrão	1,05	0,44	0,25
Variância da amostra	1,11	0,19	0,06
Mínimo	2,75	3,87	4,26
Máximo	6,74	5,21	5,06
Contagem	28	22	16

Verificou-se, através da Tabela 4.59, que, no caso do indicador dTmedJJA, a mediana é superior à média em  $0,02^{\circ}\text{C}$  (0,43%) o que permite afirmar que este conjunto de diferenças de temperaturas representa uma distribuição assimétrica negativa. No caso da análise dos indicadores dTmedJJA\_MM ( $K=7$  e  $13$ ), verificou-se uma distribuição assimétrica negativa para  $K=7$  e assimétrica positiva para  $K=13$ . Também se verificou, no caso do indicador dTmedJJA, que o valor do desvio-padrão é de  $1,05^{\circ}\text{C}$  e a variância de  $1,11^{\circ}\text{C}^2$  o que sugere alguma dispersão dos dados. Contudo, na análise dos indicadores dTmedJJA\_MM ( $K=7$  e  $13$ ), verifica-se uma diminuição de ambas as medidas de dispersão analisadas o que sugere e reforça a ideia já anteriormente referida, isto é, que com o aumento do valor  $K$  os dados tendem a ser menos dispersos (menor valor do desvio-padrão) e a aproximar-se da representação gráfica da Tendência Linear.

#### 4.3.2. Análise do indicador diferença de temperatura referente aos meses de Junho, Julho e Agosto ao longo do ano – dTmedJJA\_MM

Para se poder representar e analisar o indicador dTmedJJA\_MM, foi considerado como município analisado (MA - Évora) e município de referência (MR – Beja).

A Tabela 4.60 mostra a evolução e a diferença das temperaturas médias em Junho, Julho e Agosto de 2002 a 2007. Também foram considerados valores de  $K=7$  e  $13$ , para aplicação do método determinístico Média Móvel.

Depois de apresentados na Tabela 4.60, os dados analisados de seguida serão apresentados na Figura 4.27, que retrata o supra referido.

Tabela 4.60 – Evolução da diferença de temperaturas médias (JJA) e do mesmo indicador com a aplicação do método determinístico Média Móvel (considerando diferentes valores de  $K$  ) entre o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).

Mês – Ano	TmedJJA	TmedJJA BEJA	dTmedJJA	dTmedJJA_MM (K=7)	dTmedJJA_MM (K=13)
J-02	20,75	20,53	0,22		
J-02	23,64	23,36	0,28		
A-02	22,78	22,28	0,49		
J-03	22,53	22,67	-0,14		
J-03	23,58	23,51	0,06		
A-03	25,87	26,12	-0,25		
J-04	24,75	24,67	0,08	0,11	
J-04	25,07	24,87	0,20	0,10	
A-04	23,72	23,64	0,08	0,08	
J-05	23,77	23,91	-0,14	-0,02	
J-05	24,29	24,08	0,22	0,03	
A-05	25,48	25,32	0,16	0,05	
J-06	22,16	21,95	0,21	0,12	0,11
J-06	24,98	25,21	-0,23	0,07	0,08
A-06	25,31	25,24	0,07	0,05	0,06
J-07	19,52	20,15	-0,63	-0,05	-0,02
J-07	23,50	23,88	-0,38	-0,08	-0,04
A-07	24,17	23,26	0,91	0,02	0,02

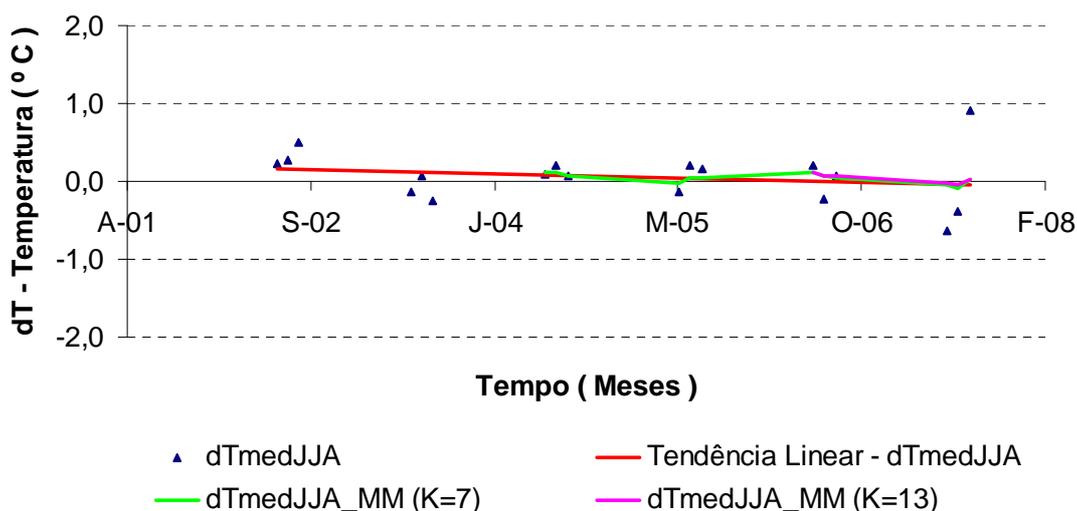


Figura 4.27 – Imagem da evolução da diferença de temperaturas médias (JJA) e do mesmo indicador com a aplicação do método determinístico Média Móvel (considerando diferentes valores de  $K$  ) entre o município analisado (MA - Évora) e o município de referência (MR - Beja).

Observou-se, através da Figura 4.27, que a diferença das temperaturas médias em Junho, Julho e Agosto atinge o seu máximo no mês de Agosto do ano de 2007; e o seu valor mínimo ocorre no mês de Junho do mesmo ano.

Verifica-se, portanto, graficamente, que ao longo do tempo existe uma diminuição gradual do indicador dTmedJJA. O que implica que o declive ( $\beta = -0,0012^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ ) da tendência linear seja negativo.

Como verificado no Subcapítulo 4.3.1., também a aplicação do método determinístico Média Móvel a este conjunto de diferença de temperaturas revela que quanto menor for o valor de  $K$  mais se aproxima a representação gráfica dos dados analisados; no caso inverso, mais se aproxima a representação gráfica da Tendência Linear.

Além do anteriormente verificado, também se observou que quanto maior é o valor de  $K$  mais dados são considerados para o cálculo da média aritmética. Logo, no arranque das referidas representações gráficas, esse valor de  $K$  irá retardar a apresentação de resultados ao longo do tempo.

Na Tabela 4.61 estão representadas as estatísticas descritivas para este conjunto de temperaturas.

Tabela 4.61 – Estatística descritiva para a diferença de temperaturas médias (JJA) e do mesmo indicador com a aplicação dos métodos determinísticos Média Móvel (considerando diferentes valores de  $K$ ).

	dTmedJJA	dTmedJJA_MM (K=7)	dTmedJJA_MM (K=13)
Média	0,067	0,040	0,035
Mediana	0,079	0,051	0,043
Desvio-padrão	0,342	0,063	0,061
Variância da amostra	0,117	0,004	0,004
Mínimo	-0,632	-0,083	-0,042
Máximo	0,910	0,116	0,113
Contagem	18	12	6

Verificou-se, através da Tabela 4.61, que no caso do indicador dTmedJJA a mediana é superior à média em  $0,012^{\circ}\text{C}$  (17,91%) o que permite afirmar que este conjunto de diferenças de temperaturas representa uma distribuição assimétrica negativa. No caso da análise dos indicadores dTmedJJA\_MM ( $K = 7$  e  $13$ ), verificou-se uma distribuição assimétrica negativa para ambos os casos. Também se verificou, no

caso do indicador  $dT_{medJJA}$ , que o valor do desvio-padrão é de  $0,342^{\circ}C$  e a variância de  $0,117^{\circ}C^2$  o que sugere alguma dispersão dos dados. Contudo, na análise dos indicadores  $dT_{medJJA\_MM}$  ( $K = 7$  e  $13$ ), verifica-se uma diminuição de ambas as medidas de dispersão analisadas o que sugere e reforça a ideia já anteriormente citada de que com o aumento do valor  $K$  os dados tendem a ser menos dispersos (menor valor do desvio-padrão) e a aproximar-se da representação gráfica da Tendência Linear.



## 5. Conclusões Gerais

Ao longo do último século, de forma a acompanhar o ritmo da evolução, o Homem tomou determinadas medidas que provocaram o aquecimento global, fenómeno que se caracteriza pelo aumento da temperatura média dos oceanos e do ar perto da superfície da Terra. Logo, nos tempos actuais urge compreender por parte do Homem a influência das alterações climáticas passadas nas projecções climáticas futuras, bem como analisar a utilização da terra a nível agrícola como seu equivalente a área de rega. Daí a particularidade de se tentar compreender este fenómeno à escala regional.

Então, até ao final do ano de 2001, decidiu-se fazer uma análise que retrata uma variação espacial e temporal da temperatura e da área de rega relativa aos municípios em análise, notando que a expansão da área de rega nalguns dos municípios analisados foi considerável. Os indicadores considerados neste trabalho são relativos aos meses supostamente mais quentes do ano (Junho, Julho e Agosto – logo com maior evaporação) e nos quais a utilização de água para rega é mais intensa (maior evapotranspiração).

Conforme a Tabela 4.15, podemos concluir o seguinte (na análise dos indicadores, a apresentação dos valores foi baseada no método determinístico Tendência Linear dos mesmos):

1 – TmaxJJA: aumentou entre 1,4 °C e 3,51 °C; logo, um aumento superior ao mencionado nos modelos globais do IPCC (IPCC, 2007). Este aumento muito provavelmente será devido ao aumento da área de rega dos municípios analisados;

2 – TmedJJA: aumentou entre 1,3 °C e 3,27 °C; logo, um aumento superior ao mencionado nos modelos globais do IPCC (IPCC, 2007). Este aumento muito provavelmente será devido ao aumento da área de rega dos municípios analisados;

3 – TminJJA: na maioria dos municípios analisados, aumentou entre 1,05 °C e 2,37 °C; logo, um aumento superior ao mencionado nos modelos globais do IPCC (IPCC, 2007). Este aumento muito provavelmente será devido ao aumento da área de rega dos municípios analisados. Contudo, existem municípios onde se verifica uma diminuição o que traduz a incerteza da influência da área de rega no indicador analisado;

4 – dTmaxJJA, dTmedJJA e dTminJJA: na maioria dos municípios analisados, aumentou, verificando-se que nalguns ocorreu uma diminuição; logo, não se pode obter um resultado definitivo o que traduz a incerteza da influência da área de rega nos indicadores analisados;

De 2002 até 2007, no mesmo tipo de análise conclui-se em relação aos indicadores considerados neste trabalho relativos aos meses supostamente mais quentes do ano (Junho, Julho e Agosto – logo com maior evaporação) que até à data em análise e nos diferentes municípios as áreas de rega sofreram uma desaceleração.

Conforme a Tabela 4.38, podemos concluir o seguinte (na análise dos indicadores a apresentação dos valores foi baseada no método determinístico Tendência Linear dos mesmos):

1 – TmaxJJA: na maioria dos municípios analisados, diminuiu entre 0,2 °C e 2,79 °C; contudo, existem municípios onde se verifica um aumento o que traduz a incerteza da influência da albufeira do Alqueva no indicador analisado;

2 – TmedJJA: na maioria dos municípios analisados, diminuiu entre 0,45 °C e 1,58 °C; contudo, existem municípios onde se verifica um aumento o que traduz a incerteza da influência da albufeira do Alqueva no indicador analisado;

3 – TminJJA: na maioria dos municípios analisados, aumentou entre 0,32 °C e 1,68 °C; contudo existem municípios onde se verifica uma diminuição o que traduz a incerteza da influência da albufeira do Alqueva no indicador analisado;

4 – dTmaxJJA: na maioria dos municípios analisados, diminuiu, verificando-se que nalguns ocorreu um aumento; logo, não se pode obter um resultado definitivo o que traduz a incerteza da influência da albufeira do Alqueva no indicador analisado;

5 – dTmedJJA: diminuiu em todos os municípios analisados. Esta diminuição muito provavelmente será devida à influência da albufeira do Alqueva no indicador analisado;

6 – dTmaxJJA: na maioria dos municípios analisados, aumentou, verificando-se que nalguns ocorreu uma diminuição; logo, não se pode obter um resultado

definitivo o que traduz a incerteza da influência da albufeira do Alqueva no indicador analisado.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## Referências Bibliográficas

- AAPG, 2009. American Association of Petroleum Geologists. Publicado em <http://www.aapg.org/> (Retirado em 2009.10.25).
- Abreu, A. M., 2006. Estatística /Bioestatística /Métodos Estatísticos/Bioestatística e Epistemologia da Investigação. Publicado em <http://dme.uma.pt/edu/bioest/teorica/capitulo1.pdf> (Retirado em 2009.10.25).
- Abreu, J. P. M., Pereira, L. S., 2009. Impactos e Vulnerabilidade da Agricultura Resultantes das Alterações Climáticas. Editora: Centro de Estudos de Engenharia Rural, Instituto superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.
- AEA, 2009. Agência Europeia do Ambiente. Publicado em <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/european-annual-average-temperature-deviations-1850-2008-relative-to-the-1850-1899-average-in-oc-the-lines-refer-to-10-year-moving-average-the-bars-to-the-annual-land-only-european-average> (Retirado em 2009.11.12).
- AEMET, 2009. Valores Climatológicos Normales. Publicado em <http://www.aemet.es/es/elclima/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=6155A&k=and>. (Retirado em 2009.11.12).
- AGU, 2009. American Geophysical Union. Publicado em <http://www.agu.org/> (Retirado em 2009.10.25).
- 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. Editora: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Alley, R. B., Brook, E. J., Anandkrishnan, S., 2002. A northern lead in the orbital band: north-south phasing of Ice-Age events. Editora: Quaternary Science Reviews.
- Álvares, J., Ribeira, J., 2008. Atlas Histórico da Galiza e do seu Contorno Geográfico e Cultural. Editora: Edições da Galiza.
- Bard, E., Frank, M., 2006. Climate change and solar variability: What's new under the sun?. Editora: Earth and Planetary Science Letters.
- Beniston, M., Stephenson, D.B., Christensen, O.B., Ferro, C.A.T., Frei, C., Goyette, S., Halsnaes, K., Holt, T., Jylhä, K., Koffi, B., Palutikof, J., Schöll, R., Semmler, T., Woth, K., 2007. Future extreme events in European climate: na exploration of regional climate model projections. *Climatic Change* 81:87-95.
- Berger, A., Mélice, J. L., Loutre, M. F., 2005. On the origin of the 100-kyr cycles in the astronomical forcing. Editora: Paleoclimatology.

Berthouex, P. M., Brown, L. C., 2002. Statistics for Environmental Engineers, Second Edition. Editora: Lewis Publishers.

BIZTRAVELS, 2007. Múrcia: Guias de Viagens e Hotéis. Publicado em <http://biztravels.net/biztravels/geo.php?sr=23&lg=pt> (Retirado em 2007.10.12).

Bonfilds, C., Lobell, D., 2007. Empirical Evidence for a Recent Slowdown in Irrigation-Induced Cooling. Editora: University of East Anglia, Norwich, United Kingdom.

Braasch, G., 2007. Earth Under Fire, How Global Warming is Changing The World. Editora: University of Califórnia Press.

Caldas, J. C., 2006. Água, Agricultura e Sociedade. Publicado em [http://www.congreso.us.es/ciberico/archivos\\_acrobat/porto4castro.pdf](http://www.congreso.us.es/ciberico/archivos_acrobat/porto4castro.pdf) (Retirado em 2008.02.04).

CCDR, 2008. Estimativa das áreas regadas actuais (regadios individuais) por cultura ha / Freguesia. Publicado em [http://www.ccdra.gov.pt/app/pbhsado/fase1\\_anexo\\_tematico6\\_parte1\\_tabela\\_A6.P1-04.05.xls](http://www.ccdra.gov.pt/app/pbhsado/fase1_anexo_tematico6_parte1_tabela_A6.P1-04.05.xls) (Retirado em 2008.02.04).

Collins, K. M., 2008. Maryland Climate and Historical Temperature Trend Analysis. Department of Atmospheric and Oceanic Science, University of Maryland A scholarly paper submitted in partial fulfillment of the requirements of the degree of Master of Science in Atmospheric and Oceanic Science.

Contim, J. L. , Silva, M. J. S., 2007. Efeito Estufa e Aquecimento Global. Editora: Ensino de Mauá.

Costa, T., Lança, R., 2001. Barragens - Capítulo VIII. Editora: Escola Superior de Tecnologia Universidade do Algarve.

Costasur, H., 2007. Huelva. Publicado em <http://huelva.costasur.com/pt/> (Retirado em 2007.10.10).

COTR, 2007. Inventário de Pequenos Regadios Particulares do Alentejo. Publicado em <http://www.cotr.pt/cotrin/index.html#resultados> (Retirado em 2008.02.04).

Dongeovanni, B., 2007. Évora. Publicado em <http://dongeovanni.blogspot.com/2006/05/cidade-de-vora.html> (Retirado em 2007.10.08).

Downing, T.E, Butterfield, R.E., Edmonds, B., Knox, J.W., Moss, S., Piper, B.S. and Weatherhead, E.K. (and the CCDeW project team), 2003. Climate Change and the Demand for Water, Research Report, Stockholm Environment Institute Oxford Office, Oxford.

Duncan, D. B., 1975. "t-Tests and Intervals for Comparisons suggested by the Data". Biometrics, Volume 31, Página 339 - 359. Editora: Department of Biostatistics, Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland 21205, U.S.A..

e.CIÊNCIA, 2009. Aquecimento Global e Degelo, Ameças Naturais e da Humanidade. Editora: A Revista da Ciência, Tecnologia e Inovação em Portugal

Energias, R., 2008. Fotografia Barragem do Alqueva. Publicado em [http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.eccn.edu.pt/ap/energiaparavida/images/Alqueva\\_Dez2004.jpg&imgrefurl=http://www.eccn.edu.pt/ap/energiaparavida/Energias\\_Renovaveis.htm&usg=\\_\\_FqW8EZbhr1VK83kI9ACheJny1M=&h=597&w=600&sz=65&hl=ptPT&start=3&um=1&tbnid=Cev06fraVipQ8M:&tbnh=134&tbnw=135&prev=/images%3Fq%3Dbarragem%2Bdo%2BAlqueva%26hl%3DptPT%26lr%3Dlang\\_es%26sa%3DN%26um%3D1](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.eccn.edu.pt/ap/energiaparavida/images/Alqueva_Dez2004.jpg&imgrefurl=http://www.eccn.edu.pt/ap/energiaparavida/Energias_Renovaveis.htm&usg=__FqW8EZbhr1VK83kI9ACheJny1M=&h=597&w=600&sz=65&hl=ptPT&start=3&um=1&tbnid=Cev06fraVipQ8M:&tbnh=134&tbnw=135&prev=/images%3Fq%3Dbarragem%2Bdo%2BAlqueva%26hl%3DptPT%26lr%3Dlang_es%26sa%3DN%26um%3D1) (Retirado em 2008.01.21).

Estatística Descritiva, 2009. Variáveis quantitativas. Publicado em [http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://medstatweb.med.up.pt/cursop/edescriptiva/imagens/fig03\\_04.gif&imgrefurl=http://stat2.med.up.pt/cursop/print\\_script.php3%3Fcapitulo%3Dedescriptiva%26numero%3D4%26titulo%3D&usg=\\_\\_GNuWhqmjAo-N-SK2wGRSsPRIODY=&h=203&w=483&sz=5&hl=pt-PT&start=488&um=1&tbnid=J1MLOaEsF8GbhM:&tbnh=54&tbnw=129&prev=/images%3Fq%3Ddesvio%2Bpadr%25C3%25A3o%26ndsp%3D18%26hl%3Dpt-PT%26sa%3DN%26start%3D486%26um%3D1](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://medstatweb.med.up.pt/cursop/edescriptiva/imagens/fig03_04.gif&imgrefurl=http://stat2.med.up.pt/cursop/print_script.php3%3Fcapitulo%3Dedescriptiva%26numero%3D4%26titulo%3D&usg=__GNuWhqmjAo-N-SK2wGRSsPRIODY=&h=203&w=483&sz=5&hl=pt-PT&start=488&um=1&tbnid=J1MLOaEsF8GbhM:&tbnh=54&tbnw=129&prev=/images%3Fq%3Ddesvio%2Bpadr%25C3%25A3o%26ndsp%3D18%26hl%3Dpt-PT%26sa%3DN%26start%3D486%26um%3D1) (Retirado em 2009.10.25).

EUROSTAT, 2006. Regions: Statistical yearbook 2006 Chapter 11. Publicado em [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-AF-06-001-11/EN/KS-AF-06-001-11-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-AF-06-001-11/EN/KS-AF-06-001-11-EN.PDF) (Retirado em 2008.02.04).

Field, A., 2005. Discovering Statistics Using SPSS. Editora: Sage Publications.

Franklin, H., 1976. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Editora: National Academy of Sciences, EUA.

Genthon, G., Barnola, J. M., Raynaud, D., Lorius, C., Jouzel, J., Barkov, N. I., Korotkevich, Y. S., Kotlyakov, V. M., 1987. Vostok Ice Core - Climatic response to CO and orbital forcing changes over the last climatic cycle. Editora: Nature.

GFORUM, 2009. História Climática da Terra. Publicado em <http://www.gforum.tv/board/1604/217807/historia-climatica-da-terra.html> (Retirado em 2009.10.25).

GOOGLE EARTH, 2009. Fotografia da Área de Estudo. Publicado em [www.google.pt/earth](http://www.google.pt/earth) (Retirado em 2009.11.08).

GUIA GEOGRÁFICO, 2009. Mapa Político da Europa. Publicado em <http://www.guiageo-europa.com/mapas/mapa/europa-politico.gif> (Retirado em 2009.11.08).

Hoyt, D. V., Schatten, K. H., 1998. Group sunspot numbers: A new solar activity reconstruction. Editora: Solar Physics.

IGEO, 2009. Instituto Geográfico Português. Publicado em [http://www.igeo.pt/atlas/Cap2/Cap2d\\_2.html](http://www.igeo.pt/atlas/Cap2/Cap2d_2.html) (Retirado em 2009.11.10).

INFOPÉDIA, 2008. Barragem do Alqueva. Publicado em [http://www.infopedia.pt/\\$barragem-do-alqueva](http://www.infopedia.pt/$barragem-do-alqueva) (Retirado em 2008.01.21).

INFOPÉDIA, 2009. Península Ibérica. Publicado em [http://www.infopedia.pt/\\$peninsula-iberica](http://www.infopedia.pt/$peninsula-iberica) (Retirado em 2009.11.08).

IPBEJA, 2009. Aquecimento Global. Publicado em [http://www.estig.ipbeja.pt/~pmmssc/git/aquecimento\\_global\\_2.pdf](http://www.estig.ipbeja.pt/~pmmssc/git/aquecimento_global_2.pdf) (Retirado em 2009.10.25).

IPCC, 2007. Intergovernmental Panel On Climate Change. Publicado em <http://www.ipcc.ch/> (Retirado em 2007.05.06).

IPY, 2008. International Polar Year. Publicado em <http://ipy.arcticportal.org/images/uploads/summaryportugal.pdf> (Retirado em 2009.10.25).

Kaufmann, R. K., Kauppi, H., Stock, J. H., 2009. Does temperature contain a stochastic trend? Evaluating conflicting statistical results. Editora: Springer Netherlands.

Lehner, B., Doll, P., Alacano, J., Henrichs, T., Kaspar, F., 2006. Estimating the impact of global change on flood and drought risks in Europe: A continental, integrated analysis. *Climatic Change* 75: 273–299.

LIVRO VERDE, 2007. Adaptação às alterações climáticas na Europa possibilidades de acção da União Europeia. (Retirado em 2009.10.25).

Magalhães, A. P. D., 2005. Enciclopédia Luso-Brasileira de Cultura. Volume XVI, Página 63 - 65. Editora: Editorial Verbo.

Magalhães, A. P. D., 2005a. Enciclopédia Luso-Brasileira de Cultura. Volume III, Página 656 - 660. Editora: Editorial Verbo.

Magalhães, A. P. D., 2005b. Enciclopédia Luso-Brasileira de Cultura. Volume I, Página 1404 - 1404. Editora: Editorial Verbo.

Magalhães, A. P. D., 2005c. Enciclopédia Luso-Brasileira de Cultura. Volume III, Página 326 - 328. Editora: Editorial Verbo.

Magalhães, A. P. D., 2005d. Enciclopédia Luso-Brasileira de Cultura. Volume III, Página 948 - 951. Editora: Editorial Verbo.

Magalhães, A. P. D., 2005e. Enciclopédia Luso-Brasileira de Cultura. Volume V, Página 1740 - 1744. Editora: Editorial Verbo.

Magalhães, A. P. D., 2005f. Enciclopédia Luso-Brasileira de Cultura. Volume VIII, Página 52 - 62. Editora: Editorial Verbo.

Magalhães, A. P. D., 2005g. Enciclopédia Luso-Brasileira de Cultura. Volume IX, Página 910 - 914. Editora: Editorial Verbo.

Magalhães, A. P. D., 2005h. Enciclopédia Luso-Brasileira de Cultura. Volume XX, Página 558 - 558. Editora: Editorial Verbo.

Magalhães, A. P. D., 2005i. Enciclopédia Luso-Brasileira de Cultura. Volume XXII, Página 1138 - 1138. Editora: Editorial Verbo.

Magalhães, A. P. D., 2005j. Enciclopédia Luso-Brasileira de Cultura. Volume XXIII, Página 1564 - 1564. Editora: Editorial Verbo.

Magalhães, A. P. D., 2005k. Enciclopédia Luso-Brasileira de Cultura. Volume XXV, Página 586 - 587. Editora: Editorial Verbo.

Magalhães, A. P. D., 2005l. Enciclopédia Luso-Brasileira de Cultura. Volume XXVI, Página 1894 - 1894. Editora: Editorial Verbo.

Magalhães, A. P. D., 2005m. Enciclopédia Luso-Brasileira de Cultura. Volume I, Página 1450 - 1450. Editora: Editorial Verbo.

Mansell, M. G., 1997. The Effect of Climate Change on Rainfall Trends and Flooding Risk in the West of Scotland. Editora: Dept. of Civil, Structural and Environmental Engineering, University of Paisley, Scotland.

Martins, R. B., 2009. Segurança Hidráulico-Operacional de Barragens à luz da Legislação Internacional. Editora: LNEC.

ME, 2007. Movimento Ecológico. Publicado em <http://movimentoecologico.blogspot.com/2007/08/aquecimento-global.html> (Retirado em 2008.02.04).

MMAMRM, 2008. Superfícies de Base. Publicado em <http://www.mapa.es/es/agricultura/pags/ocm/herbaceos.htm> (Retirado em 2008.02.04).

Monscicus, B., 2008. Fotografia Barragem do Alqueva (panorâmica). Publicado em [http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://2.bp.blogspot.com/\\_n7WihIwvpo/RIlf\\_02ICRI/AAAAAAAAARs/EIvLd5I9tVc/s400/060507%2B091.jpg&imgrefurl=http://monscicus.blogspot.com/2007\\_05\\_01\\_archive.html&usg=\\_\\_SqL2P4oCCanayrVY M1q53k7ROHw=&h=300&w=400&sz=25&hl=ptPT&start=36&um=1&tbnid=UbtX XeWcPgALM:&tbnh=93&tbnw=124&prev=/images%3Fq%3Dbarragem%2Bdo%2BAlqueva%26ndsp%3D18%26hl%3DptPT%26lr%3Dlang\\_es%26sa%3DN%26start%3D18%26um%3D1](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://2.bp.blogspot.com/_n7WihIwvpo/RIlf_02ICRI/AAAAAAAAARs/EIvLd5I9tVc/s400/060507%2B091.jpg&imgrefurl=http://monscicus.blogspot.com/2007_05_01_archive.html&usg=__SqL2P4oCCanayrVY M1q53k7ROHw=&h=300&w=400&sz=25&hl=ptPT&start=36&um=1&tbnid=UbtX XeWcPgALM:&tbnh=93&tbnw=124&prev=/images%3Fq%3Dbarragem%2Bdo%2BAlqueva%26ndsp%3D18%26hl%3DptPT%26lr%3Dlang_es%26sa%3DN%26start%3D18%26um%3D1) (Retirado em 2008.01.21).

Monteith, J. L., 1965. Evaporation and Environment. 19th Symposia of the Society for Experimental Biology. Editora: University Press, Cambridge.

Murteira, J.F.B., Muller, A.D., Turkman, F.K., 1993. Análise de Sucessões Cronológicas. Editora: McGRAW-HILL.

NESDIS, 2008. National Environmental Satellite, Data, And Information Service. Publicado em <http://www.nesdis.noaa.gov/> (Retirado em 2008.02.04).

Oliveira, L., 1997. Nova Enciclopédia Larousse, 1ª Edição. Editora: Círculo de Leitores.

Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P. and Co-authors, 2007. Technical Summary. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Editora: Cambridge University Press, Cambridge, UK, 23-78.

Pearce, F., 1989. O Efeito de Estufa. Editora: Edições 70, Lda.

Peixoto, P., Melo, H. J. T. F. S., 2007. O Aquecimento Global. Editora: Universidade de Coimbra Faculdade de Economia.

Pereira, L. S., Perrier, A., Allen, R. G., Alves, I., 1996. Evapotranspiration: Review of concepts and future trends. Editora: Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, Portugal.

Pestana, M. H., c, J. N., 2008. Análise de Dados para Ciências Sociais: A Complementaridade do SPSS. Editora: Edições Sílabo.

Picón, A. S., 1998. Trayectoria Histórica de los Regadios Andaluces durante los Siglos XIX y XX. Pluralidad Técnica, Económica y Territorial. Publicado em <http://www.unizar.es/eueez/cahe/sanchezpicon1.pdf> (Retirado em 2008.02.04).

Pidwirny, M., 2006. Evaporation and Transpiration. Fundamentals of Physical Geography, 2nd Edition. Publicado em <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/8i.html> (Retirado em 2009.10.25).

Portel, M., 2008. Câmara Municipal de Portel. Publicado em <http://www.cmportel.pt/pt/conteudos/o%20concelho/patrimonio/Albufeira%20de%20Alqueva%20%20Patrimonio%20Natural.htm> (Retirado em 2008.01.21).

Ramos, C. M., Melo, J. F., 2009. Segurança de Barragens. Aspectos Hidráulicos e Operacionais. Editora: LNEC.

Reis, E., 2007. Estatística Descritiva. Editora: Edições Sílabo.

Resistir, 2008. Água e energia, com Alqueva ao fundo. Publicado em [http://resistir.info/rui/agua\\_e\\_energia.html](http://resistir.info/rui/agua_e_energia.html) (Retirado em 2008.01.21).

Robock, A., Clive, O., 2003. Volcanism and the Earth's Atmosphere, Geophysical Monograph 139. Editora: American Geophysical Union.

Rosa, R, N., 2002. Água e energia, com Alqueva ao fundo. Editora: Resistir.info.

SABER, 2009. Península Ibérica. Publicado em [http://saber.sapo.pt/wiki/Pen%C3%ADnsula\\_ib%C3%A9rica](http://saber.sapo.pt/wiki/Pen%C3%ADnsula_ib%C3%A9rica) (Retirado em 2009.11.08).

Santer, B. D., Thorne, P. W., Haimberger, L., Taylor, K. E., Wigley, T. M. L., Lanzante, J. R., Solomon, S., Free, M., Gleckler, P. J., Jones, P. D., Karl, T. R., Klein, S. A., Mears, C., Nychka, D., Schmidt, G. A., Sherwood, S. C., Wentz, F. J., 2008. Consistency of modelled and observed temperature trends in the tropical troposphere. Editora: Wiley InterScience.

Santer, B. D., Wigley, T. M. L., Boyle, J. S., Gaffen, D. J., Hnilo, J. J., Nychka, D., Parker, D. E., Taylor, K. E., 2000. Statistical significance of trends and trend differences in layer-average atmospheric temperature time series, Volume 105, N° D6, Páginas 7337 - 7356. Editora: JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH.

Santos, M. A., Gonçalves, A., Gamboa, M., 2004. Sistema de Apoio à Gestão de Emergências para a Barragem de Alqueva. Editora: Associação Portuguesa de Recursos Hídricos.

Shah, A., 1998. Climate Change And Global Warming, GlobalIssues.org. Publicado em <http://www.globalissues.org/issue/178/climate-change-and-global-warming> (Retirado em 2009.11.14).

Shapiro, S. S., Wilk, M. B., 1965. "An analysis of variance test for normality (complete samples)". *Biometrika*, Volume 52, No. 3/4, Página 591 - 611. Editora: Biometrika Trust.

SNIRH, 2009. Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos. Publicado em [http://snirh.pt/snirh.php?main\\_id=1&item=4.4&objlink=&objrede=](http://snirh.pt/snirh.php?main_id=1&item=4.4&objlink=&objrede=) (Retirado em 2009.11.12).

Sole, A., Payne, T., Bamber, J., Nienow, P., Krabill, W., 2008. Testing hypotheses of the cause of peripheral thinning of the Greenland Ice Sheet: is land-terminating ice thinning at anomalously high rates?. Editora: Copernicus Publications on behalf of the European Geosciences Union.

Steinberg, L., 1985. On experiments using an auto-regressive moving-average model for predicting the monthly 50–100 kPa thickness anomalies. Editora: Birkhäuser Basel.

Stoy, P., Hua, L., Baldocchi, D., Ryu, Y., Grace, J., 2009. Does surface temperature decrease with ecosystem development? Testing the maximum entropy hypothesis. Editora: University of Edinburgh.

Svensmark, H., 2007. Cosmoclimatology: a new theory emerges. Editora: Astronomy & Geophysics.

Teyssier, P., 1976. História da Língua Portuguesa. Editora: Martins Fontes.

THINKFN, 2009. R (estatística). Publicado em  
[http://www.thinkfn.com/wikibolsa/R\\_\(estat%C3%ADstica\)](http://www.thinkfn.com/wikibolsa/R_(estat%C3%ADstica)) (Retirado em  
2009.10.25).

UNFCCC, 2009. United Nations Framework Convention on Climate Change.  
Publicado em [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php) (Retirado em  
2009.10.25).

Venables, W. N., Smith, D. M., 2009. An Introduction to R.

Vistasnapaisagem, 2004. Fotografia Bacia Hidrográfica da Barragem do Alqueva.  
Publicado em <http://vistasnapaisagem.weblog.com.pt/arquivo/2004/05/> (Retirado em  
2008.01.21).

Water Encyclopedia, 2009. Hoover Dam. Publicado em  
<http://www.waterencyclopedia.com/Ge-Hy/Hoover-Dam.html> (Retirado em  
2007.09.12).

WIKIPÉDIA, 2007. Península Ibérica. Publicado em  
[http://pt.wikipedia.org/wiki/Pen%C3%ADnsula\\_Ib%C3%A9rica#Hist.C3.B3ria](http://pt.wikipedia.org/wiki/Pen%C3%ADnsula_Ib%C3%A9rica#Hist.C3.B3ria)  
(Retirado em 2007.09.12).

Wilson, R. M., Hathaway, D. H., 2006. Examination of the Armagh Observatory  
Annual Mean Temperature Record, 1844–2004. Editora: Marshall Space Flight  
Center, Marshall Space Flight Center, Alabama.