



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Considerações e estruturação de uma base de dados de temperatura média mensal em Cernache do Bonjardim (Sertã), Portugal, 1939 a 2022

Nuno Leitão¹, Luís Carvalho², Ana Laura Freitas²

¹Interdisciplinary Centre of Social Sciences – CICS.NOVA, FCSH, UNL, Portugal; nleitao@fcsch.unl.pt

² Amadora's Civil Protection Service, Amadora, Portugal; luis.carvalho@cm-amadora.pt, ana.laura@cm-amadora.pt

Artigo recebido em 03/08/2022 e aceito em 18/09/2022

RESUMO

Este artigo apresenta os procedimentos adotados relativos à construção e estruturação de uma base de dados de temperaturas médias mensais, entre outubro de 1939 e setembro de 2022, em Cernache do Bonjardim, concelho da Sertã, Portugal, considerando, por um lado, a existência de uma estação meteorológica em Cernache do Bonjardim, e por outro, a existências de vários períodos sem dados. Procedimentos semelhantes já tinham sido aplicados noutra realidade geográfica, na Amadora, um concelho da Área Metropolitana de Lisboa, ainda que não houvessem quaisquer dados para a Amadora. Este artigo discute, por um lado, a metodologia adotada para a construção e estruturação dessa base de dados, e por outro, os procedimentos estatísticos e cálculos efetuados para completar os períodos sem dados. Identificam-se fontes de informação, e avaliam-se os prós e contras das soluções encontradas. O preenchimento de dados em falta, o principal desafio, faz-se através de valores médios e procurando estações com dados e com as quais Cernache do Bonjardim apresenta uma maior correlação. Para além disto, faz-se, também, uma exploração e análise dos dados obtidos. Palavras-chave: análise exploratória de dados, estações meteorológicas, temperatura média mensal, séries climatológicas históricas

Considerations about a monthly mean temperatures database construction and organization in Cernache do Bonjardim (Sertã), Portugal, 1939/2022

ABSTRACT

This article presents the methodology adopted regarding the construction of a monthly mean temperature database between October 1939 and September 2022, in Cernache do Bonjardim (Sertã municipality), Portugal. These procedures had already been applied in a different geographical zone, in Amadora, a municipality that integrates the Lisbon Metropolitan Area. However, it is important to mention that, there was no climate data available in Amadora, but in Cernache do Bonjardim there is available a meteorological station collecting information since the 1950s (with interruptions). This article explores, on one hand, the methodology adopted for the construction of this database, and on the other hand, the calculations for the periods without data. Data sources are identified as well as is made an evaluation of the problems and adopted solutions. Periods without data were the most important challenge. These periods are estimated through temperature mean values of the Cernache do Bonjardim station and surrounding stations. Stations with a higher correlation with Cernache do Bonjardim are considered first. This article also explores and analyses the obtained data.

Keywords: exploratory data analysis, meteorological stations, monthly mean temperature, historical climate data

Introdução

Conhecer o comportamento da temperatura de um qualquer local é sempre relevante, seja para determinar a sua relação com o ciclo hidrológico, seja para perceber como a mesmo amplifica acontecimentos como secas ou incêndios florestais, eventos presentemente potenciados pelo atual contexto de alterações climáticas (Monteiro, 2001) (Rodrigues, 2016)

(Brázdil et al., 2018) (Ganho, 2019) (Fonseca, 2020).

No âmbito do projeto Campanha Local UNISDR 2010-2020 “*Sempre em Movimento, Amadora é Resiliente!*” (Carvalho et al., 2020) foram desenvolvidos procedimentos, que se detalharão neste artigo, de forma a construir uma base de dados de temperaturas médias mensais, que fosse, em termos temporais, tão longe quanto possível. À semelhança de outros estudos (Silva,

2014), esses dados teriam vários fins, tais como apoiar estudos relacionados com incêndios florestais ou incêndios urbanos, mas também compreender a evolução do comportamento da temperatura média mensal ao longo das últimas décadas.

Partindo desse referencial, pretendeu-se, com o trabalho que agora se apresenta, testar e reaplicar esses procedimentos numa outra área de Portugal Continental, nomeadamente numa região rural, montanhosa e mais afastada do Oceano Atlântico, mais concretamente em Cernache do Bonjardim, concelho da Sertã, Portugal.

Para além das diferenças geográficas entre a Amadora, o primeiro local onde se aplicaram esses procedimentos, e Cernache do Bonjardim, onde agora se aplicam, existe outra importante diferença que importa destacar: se no caso da Amadora, essa informação era escassa e/ou de longevidade curta, no caso de Cernache do Bonjardim, essa informação é abundante, ou seja, existe uma estação meteorológica que recolhe dados de temperatura, entre outros elementos, desde 1952, ainda que com interrupções.

É a partir deste enquadramento, que se desenha uma nova metodologia e cálculos de forma a estimar todos os valores médios mensais de temperatura em falta. Nesse sentido, são recolhidos e usados dados de estações meteorológicas próximas, calculando-se os valores em falta a partir de valores médios das próprias estações e dando preferências às estações com as quais Cernache do Bonjardim apresenta uma maior correlação.

Material e métodos

Se a climatologia corresponde ao estudo do clima, das suas variações e dos seus extremos, o clima pode ser descrito como o comportamento habitual de um qualquer elemento climático (WMO, 2018).

A fonte mais relevante para o estudo do clima em Portugal são as normais climatológicas, isto é, apuramentos estatísticos relativos a um ou mais elementos do clima (por exemplo, a temperatura) que traduzem a sua média e/ou o seu comportamento padrão (IPMA, 2020a). Para que se possa afirmar que um determinado elemento do clima tem um comportamento padrão é necessário que esses apuramentos estatísticos representem um período de tempo, suficientemente longo.

De acordo com a Organização Meteorológica Mundial (WMO, 2018), esse intervalo é de, pelo menos 30 anos, e geralmente começa no primeiro ano de cada década (1901-30, ..., 1941-1970, ..., 1991-2020). Os 30 anos são um

intervalo longo, que permite cumprir uma das condições do conceito de clima, a de que este sintetiza os valores médios de um ou vários elementos do clima num período alargado de tempo.

Em Portugal, o Instituto Português do Mar e da Atmosfera fornece, para cada uma das suas estações meteorológicas, os valores mensais e anuais de alguns dos principais parâmetros climáticos sob a forma de gráficos e tabelas (ver, como exemplo, a informação apresentada para a estação meteorológica de Coimbra <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1971-2000/#107>). Entre esses registos, encontram-se os valores médios da temperatura máxima e mínima do ar, da precipitação, da insolação, do vento ou valores extremos da temperatura máxima e mínima do ar. No entanto, o Instituto Português do Mar e da Atmosfera não disponibiliza, gratuitamente dados detalhados sobre estes ou outros elementos do clima.

Desenhou-se, portanto, uma estratégia para completar e prolongar os dados relativos à temperatura média mensal de Cernache do Bonjardim. Sempre que a escala de análise é anualizada, os dados são ajustados ao ano hidrológico, já que esta segmentação permite trabalhar com períodos contínuos de 12 meses mais próximos dos ciclos climáticos, que habitualmente se sucedem em Portugal Continental. Permite-se assim uma comparação mais significativa dos dados (Nascimento, 2017) (SNIRH, 2020). O ano hidrológico inicia-se a 1 de outubro e termina a 30 de setembro, razão pela qual a base de dados produzida se inicia em outubro de 1939 e termina em setembro de 2022, compreendendo 83 anos hidrológicos de dados.

Note-se, que apesar das observações meteorológicas se terem iniciado em Portugal nos anos 70 do século XVIII (Taborda, 2006), são na maior parte dos casos inventários sobre cheias ou grandes tempestades (Silva, 2019), sendo, habitualmente difícil ultrapassar os princípios do século XX, no que respeita a dados sobre a temperatura.

Área de estudo

Cernache do Bonjardim integra o concelho da Sertã e localiza-se, de grosso modo, no centro de Portugal Continental. É circundado por outros concelhos, nomeadamente Ferreira do Zêzere (sudoeste), Figueiró dos Vinhos (noroeste), Pedrógão Grande (norte) e Vila de Rei (sul).

A estação meteorológica de Cernache do Bonjardim está próxima do centro desta localidade, a cerca de 400 metros de altitude, que por

coincidência é, também, a altitude média do concelho da Sertã.

Fisiograficamente o traço mais comum é o de um relevo muito acidentado cortado por linhas de água de maior ou menor caudal (p. ex. Rio Zêzere, Ribeira da Sertã, Ribeira da Isna ou Ribeira Cerdeira), que produziram poucos relevos planos, mas muitos relevos declivosos. Por tudo isto, os solos tendem a ter pouca aptidão agrícola, salvo raras exceções, razão pela qual a paisagem é dominada por povoamentos florestais de pinheiros bravos e eucaliptos ou apenas por matos (Gonçalves e Rosendahl, 2010).

Em termos geológicos, merece destacar-se a predominância de xistos argilosos, gneisses e metagrauvaques mais ou menos quartzosos. O território faz parte de uma grande unidade geomorfológica, o maciço antigo (Lopes, 2014).

Fontes de informação

A principal fonte de informação foi o Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (ver <https://snirh.apambiente.pt>) e respetivas estações meteorológicas, tendo sido selecionadas 25 estações. Foram, também, usados dados de 3 estações meteorológicas do Instituto Português do Mar e da Atmosfera. Por fim, foram ainda usados dados da estação meteorológica da Escola Superior Agrária de Castelo Branco.

Veja-se na seguinte figura a respetiva dispersão geográfica das estações meteorológicas utilizadas. Cernache do Bonjardim encontra-se ao centro.

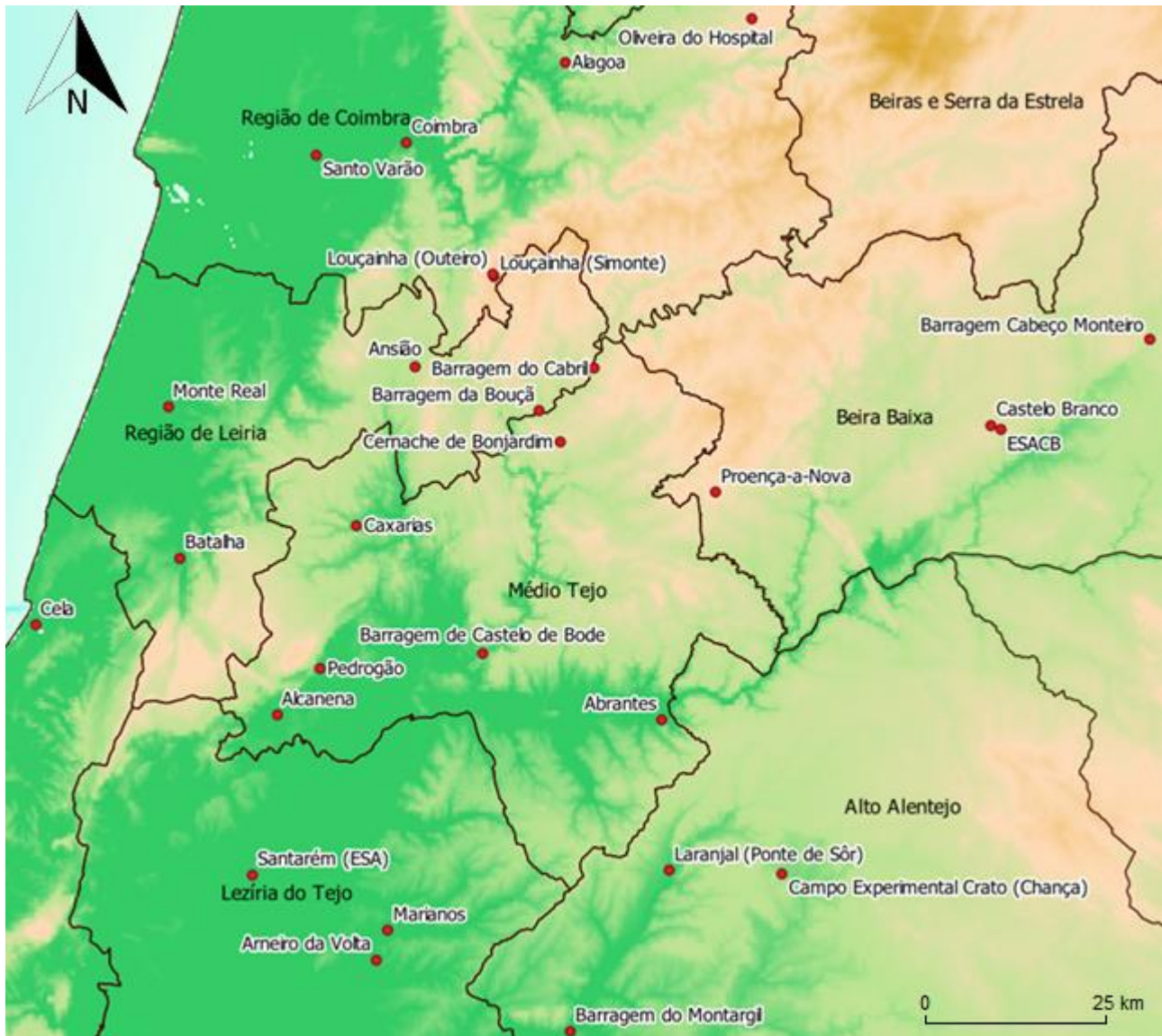


Figura 1. Estações meteorológicas utilizadas para o cálculo da temperatura média mensal, Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1939/2022

A estação meteorológica que se encontra a maior distância é a da Barragem de Cabeço Monteiro (a 85,9 km). Já a mais próxima é a da Barragem da Bouça (a 5,3 km). Metade das estações utilizadas neste estudo ficam a menos de 55 km de Cernache do Bonjardim. As estações meteorológicas distam, em média, 49,1 km da

estação de Cernache do Bonjardim, sendo a mediana semelhante (54,4 km).

Na próxima tabela estão apresentados os dados das 25 estações meteorológicas do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (ver abaixo), onde se inclui, também, a estação de Cernache do Bonjardim.

Tabela 1. Estações meteorológicas do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos utilizadas para o cálculo da temperatura média mensal de Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1939/2022

Estação	Concelho	Distância a Cernache do Bonjardim (km)	Dados disponíveis desde ...	Dados disponíveis até ...	Registos mensais disponíveis
Cernache de Bonjardim	Sertã	0	Mai/1952	Jun/2020	604
Barragem da Bouça	Sertã	5,3	Out/1956	Ago/1974	209
Barragem do Cabril	Sertã	11,5	Jun/1953	Jul/1975	252
Ansião	Ansião	23,5	Nov/1979	Set/2005	203
Proença-a-Nova	Proença-a-Nova	23,5	Dez/2001	Jul/2021	135
Louçainha (Simonte)	Penela	25,5	Set/1969	Set/1983	167
Louçainha (Outeiro)	Penela	25,9	Set/1969	Ago/2020	265
Caxarias	Ourém	31,7	Nov/1979	Ago/2021	160
Barragem de Castelo de Bode	Abrantes	32,5	Set/1952	Jan/1985	282
Abrantes	Abrantes	40,7	Jan/1970	Jul/2022	618
Pedrogão	Torres Novas	47,5	Dez/1979	Out/2021	309
Santo Varão	Montemor-o-Velho	54,1	Abr/1963	Jun/2020	441
Alagoa	Penacova	54,4	Jul/1982	Set/2021	219
Alcanena	Alcanena	56,6	Nov/2015	Ago/2022	38
Monte Real	Leiria	56,6	Ago/1956	Jul/2017	547
Batalha	Batalha	57,2	Fev/2002	Mar/2021	125
Laranjal (Ponte Sor)	Ponte de Sor	63,6	Out/1980	Ago/2019	253
Oliveira do Hospital	Oliveira do Hospital	66,5	Out/1986	Ago/2017	175
Campo Experimental Crato (Chança)	Alter do Chão	69,7	Out/1971	Nov/2021	278
Marianos	Almeirim	74,4	Set/2001	Out/2021	131
Santarém (ESA)	Santarém	76,4	Out/1985	Set/2021	244
Arneiro da Volta	Almeirim	79,1	Nov/1980	Set/1983	25
Cela	Nazaré	80,0	Jun/1941	Ago/2022	927
Barragem de Montargil	Ponte de Sor	84,7	Out/1959	Out/2021	444
Barragem Cabeço Monteiro	Idanha-a-Nova	85,9	Jun/1940	Set/1988	529

O recurso às estações do Instituto Português do Mar e da Atmosfera fez-se para se complementar as falhas do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, sobretudo a partir de 2010.

No entanto, a origem destes dados tem, duas proveniências, isto é: (i) no caso da estação da Sertã, os dados são gerados por krigagem normal (ordinary kriging), ou seja, são interpolações obtidas a partir de outras estações do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, que geram valores médios para o concelho da Sertã. Ainda

assim, estes valores são representativos para realidades climáticas a cerca de 400 metros de altitude, a altitude média do concelho, e também por isto, próximos da realidade da estação de Cernache do Bonjardim (397 metros); (ii) no caso de Coimbra e Castelo Branco, esta informação encontra-se disponível nos vários boletins climatológicos mensais publicados por esta instituição (ver <http://www.ipma.pt/opencms/pt/oclima/boletins/index.jsp>).

Tabela 2. Estações meteorológicas do Instituto Português do Mar e da Atmosfera utilizadas para o cálculo da temperatura média mensal de Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1939/2022

Estação	Concelho	Distância a Cernache do Bonjardim (km)	Dados disponíveis desde ...	Dados disponíveis até ...	Registos mensais disponíveis
Sertã	Sertã	0	Jan/2009	Dez/2017	108
Coimbra	Coimbra	48,2	Jan/2005	Ago/2022	206
Castelo Branco	Castelo Branco	61,9	Jan/2005	Ago/2022	204

Para além das estações acima identificadas, recorreu-se ainda dados da estação meteorológica da Escola Superior Agrária de Castelo Branco,

cujos dados se encontram, também disponíveis online (Horta, 2016).

Tabela 3. Estação meteorológica da Escola Superior Agrária de Castelo Branco utilizada para o cálculo da temperatura média mensal de Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1939/2022

Estação	Concelho	Distância a Cernache do Bonjardim (km)	Dados disponíveis desde ...	Dados disponíveis até ...	Registos mensais disponíveis
Escola Superior Agrária de Castelo Branco	Castelo Branco	63,2	Jan/1986	Dez/2015	351

Métodos aplicados

Tal como referido anteriormente, o principal objetivo deste trabalho passava pela reaplicação de um conjunto de procedimentos com vista à obtenção de valores de temperatura média mensal para Cernache do Bonjardim.

Estes procedimentos apoiam-se em dados da própria estação meteorológica, mas também em dados de estações meteorológicas próximas. O recurso a outras estações possibilita, como se verá, a comparação e exclusão de valores, a geração de novos valores nos meses em que essa informação falta e a construção de séries temporais mais longas. Estes procedimentos são comuns em outros estudos climáticos (Sanches, 2015).

Dado que a estação de Cernache de Bonjardim possui apenas 604 registos mensais dos 996 que compõem a série que vai desde outubro de 1939 a setembro de 2022, foi necessário estimar os restantes. As etapas que se enunciam de seguida correspondem aos vários procedimentos adotados, que tiveram como fim último a produção de uma série ininterrupta de dados de temperatura média mensal, desde outubro de 1939 a setembro de 2022.

O primeiro passo corresponde ao carregamento dos dados da temperatura média mensal das 29 estações meteorológicas, anteriormente indicadas.

De seguida, os dados mensais das várias estações foram, também, comparados ao longo dos 996 meses da série, comparações essas que consideraram, valores máximos e mínimos,

médias, médias móveis e desvios padrões. A comparação de dados de diferentes estações meteorológicas permite identificar valores anómalos, isto é, valores anormalmente baixos ou altos. A sua remoção melhora a correlação entre estações meteorológicas e permite obter resultados finais mais fiáveis. Para medir a dispersão da temperatura média mensal foram calculados os desvios de temperatura de cada estação em relação aos seus valores médios mensais, bem como identificados e, por vezes apagados, os valores que mais faziam elevar a diferença entre a média dos desvios e os desvios máximos ou mínimos. Avaliaram-se todas as situações em que o resultado deste algoritmo era igual ou superior a 1,44°C.

Os valores extremos de temperatura média mensal, ou seja, os valores mais altos ou mais baixos, foram comparados com os desvios mensais disponíveis nos diferentes boletins climatológicos do Instituto Português do Mar e da Atmosfera.

Foi calculada a correlação da estação de Cernache do Bonjardim com as demais estações meteorológicas. A correlação abrange apenas os meses coincidentes para cada par de estações. Os valores de correlação obtidos servem para dar mais ou menos prioridade na utilização dos respetivos dados, ou seja, a estimação de valores é feita, preferencialmente com dados de estações com correlações mais elevadas.

O preenchimento dos valores em falta segue uma ordem decrescente da correlação mais alta para a correlação mais baixa, isto é, dos dados

da estação meteorológica com a correlação mais alta para os dados da estação meteorológica com a correlação mais baixa.

Por exemplo, a temperatura média mensal de outubro de 1953 é calculada atendendo aos seguintes procedimentos:

(i) Observada a estação com dados disponíveis, que apresenta a correlação mais elevada com a estação de Cernache do Bonjardim, isto é, a estação da Barragem do Cabril.

(ii) Determinada a média dos valores médios mensais de temperatura de outubro da estação de Cernache do Bonjardim, que coincidem temporalmente com a estação da Barragem do Cabril. Neste caso existem 19 meses coincidentes e o valor médio é 16,1°C.

(iii) Determinada a média dos valores médios mensais de temperatura de outubro da estação da Barragem do Cabril, que coincidem temporalmente com a estação de Cernache do Bonjardim. São os mesmos 19 meses e o valor médio é 15,7°C.

(iv) É estabelecido um rácio entre os dois valores. A operação executada é: $16,1^{\circ}\text{C} / 15,7^{\circ}\text{C} = 1,03$. A temperatura média mensal de Cernache do Bonjardim é, em outubro, 1,03 vezes superior à da Barragem do Cabril.

(v) Portanto, a temperatura média mensal de Cernache do Bonjardim de outubro de 1953 é obtida através do seguinte cálculo e tendo por base o valor da Barragem do Cabril (14,8°C). $14,8^{\circ}\text{C} * 1,03 = 15,2^{\circ}\text{C}$.

Por vezes, e apesar de se terem recolhido dados de 29 estações meteorológicas, é possível que nenhuma estação apresente valores. Nesses casos é usado o valor médio mensal da estação de Cernache do Bonjardim. É disso exemplo setembro de 1945, ou seja, não se efetuam cálculos e é utilizada a temperatura média mensal de outubro dos valores disponíveis. No entanto, são raras as vezes em este procedimento é adotado, cerca de 1% (10 dos 996 meses da série).

Na tabela seguinte, apresenta-se a correlação entre a estação meteorológica de Cernache do Bonjardim e as demais estações, a forma como se reparte por entre estações o cálculo da temperatura média mensal em falta (entre outubro de 1939 e setembro de 2022), bem como os casos em que os valores obtidos resultaram da média dos valores mensais da estação de Cernache do Bonjardim (por ausência de quaisquer outros dados). A ordenação da tabela destaca as correlações mais elevadas com a estação meteorológica de Cernache do Bonjardim para a correlação menor.

Tabela 4. Estações meteorológicas utilizadas no cálculo final da temperatura média mensal de Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1939/2022

Estação	Coefficiente de correlação com Cernache do Bonjardim	Distância a Cernache do Bonjardim (km)	Registos/meses usados de cada estação	Peso dos dados da estação no conjunto total dos dados	
Cernache de Bonjardim	-----	0	604	61%	61%
Sertã	99,8%	0	58	6%	66%
Proença-a-Nova	99,5%	23,5	24	2%	69%
Coimbra	99,5%	48,2	24	2%	71%
Barragem da Bouça	99,5%	5,3	34	3%	75%
Oliveira do Hospital	99,4%	66,5	9	1%	76%
Barragem do Cabril	99,3%	11,5	5	1%	76%
Pedrogão	99,3%	47,5	3	0%	76%
Santarém (ESA)	99,3%	76,4	2	0%	77%
Marianos	99,2%	74,4	3	0%	77%
Campo Experimental Crato (Chança)	99,1%	69,7	6	1%	78%
Abrantes	99,1%	40,7	62	6%	84%
Escola Superior Agrária de Castelo	98,8%	63,2	10	1%	85%
Barragem Cabeço Monteiro	98,4%	85,9	134	13%	98%
Cela	96,2%	80,0	8	1%	99%
MÉDIA mensal da estação	-----	0	10	1%	100%

Note-se que apenas estão listadas 15 das 29 estações utilizadas, ou seja, há várias estações cujos valores não foram necessários, ou porque apresentavam correlações mais baixas com a estação de Cernache do Bonjardim ou porque os dados eram redundantes face aos existentes em outras estações.

As 15 estações meteorológicas selecionadas estão, em alguns casos, próximas de Cernache do Bonjardim, mas em outros casos, distantes. Portugal é um país pequeno, mas com diferenças climáticas significativas (Monteiro-Henriques, et al., 2015), pelo que estações meteorológicas mais distantes de Cernache do Bonjardim podem traduzir realidades climáticas distintas. No entanto, o recurso a um coeficiente de correlação minimiza o impacto dessas diferenças, já que as estações selecionadas têm comportamentos e variações próximas das registadas em Cernache do Bonjardim.

Deve, por isto, destacar-se a elevada correlação dos dados da estação meteorológica de Cernache do Bonjardim com as demais estações utilizadas. Os valores variam entre 99,8% (Sertã) e 96,2% (Cela). Note-se, que 84% dos dados mensais são obtidos, ou recorrendo a dados da estação de Cernache do Bonjardim, ou recorrendo a dados de estações com as quais a correlação é superior 99%.

Durante o cálculo dos valores de temperatura em falta na estação de Cernache do Bonjardim, o valor de cada mês é determinado por valores, exclusivamente desse mês, ou seja, valores de dezembro não influenciam os valores de agosto, por exemplo.

A tabela seguinte apresenta os valores comuns (que são usados nos cálculos) para cada mês. Quanto maior o número de registos mensais comuns entre a estação de Cernache do Bonjardim e as demais estações, mais precisos serão os resultados finais, já que ponderam uma realidade climática mais extensa.

Tabela 5. Registos mensais comuns de temperatura média mensal com a estação meteorológica de Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1939/2022

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	MÉDIA
Cela	49	49	50	49	50	53	44	46	44	48	52	47	48
Abrantes	33	35	39	34	37	38	32	33	35	34	37	33	35
Barragem Cabeço Monteiro	33	32	30	27	24	30	26	29	29	31	31	28	29
Pedrogão	21	22	25	22	25	26	22	22	20	19	24	21	22
Campo Experimental Crato (Chança)	21	23	23	22	20	19	19	18	17	16	19	21	20
Barragem do Cabril	19	18	17	18	15	21	17	17	17	19	19	17	18
Santarém (ESA)	13	17	19	18	21	21	17	16	15	15	19	14	17
Escola Superior Agrária de Castelo	15	17	20	16	20	18	16	14	18	17	18	14	17
Barragem da Bouça	17	16	14	15	12	17	13	14	12	16	16	13	15
Oliveira do Hospital	10	13	14	12	15	13	10	9	11	10	12	10	12
Coimbra	7	10	12	9	11	11	8	8	9	6	9	9	9
Marianos	8	10	10	9	10	11	8	7	8	8	9	8	9
Proença-a-Nova	7	10	13	9	9	9	7	7	9	7	7	8	9
Sertã	3	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	3	4
MÉDIA	18	20	21	19	20	21	17	17	18	18	20	18	----

Em média há 19 registos mensais comuns entre a estação de Cernache do Bonjardim e cada uma das outras 14 estações meteorológicas. Estes variam entre uma média de 17 registos mensais em julho e agosto, e os 21 em março ou junho. Com a exceção da estação da Sertã, que apresenta uma média de 4 registos mensais coincidentes ao longo do ano, as restantes estações apresentam entre 9 (Coimbra, Marianos e Proença-a-Nova) e 48 (Cela) registos mensais coincidentes.

O preenchimento de valores e o prolongamento da série de temperatura média mensal muito para além daquilo que são os registos

mais antigos de Cernache do Bonjardim podia fazer baixar a correlação entre esta estação e as demais estações, no que refere aos novos valores obtidos.

No entanto, os novos valores de temperatura média mensal calculados para Cernache do Bonjardim tendem a melhorar, ligeiramente, a correlação com as estações acima apresentadas. Em média a correlação melhora +0,01% em cada estação, variando entre os -0,26% (de Marianos) e +0,39% (de Barragem Cabeço Monteiro). Apresentam-se abaixo esses resultados.

Tabela 6. Correlações com os valores finais de temperatura média mensal de Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1939/2022

Estação	Coeficiente de correlação c/ Cernache do Bonjardim	Coeficiente de correlação c/ novos valores de Cernache do Bonjardim	Variação (do coeficiente de correlação)	Distância (km) a Cernache do Bonjardim	Registos/meses usados de cada estação
Cernache do Bonjardim	-----	-----	-----	0	604
Sertã	99,8%	99,9%	+0,10%	0	58
Proença-a-Nova	99,5%	99,6%	+0,01%	23,5	24
Coimbra	99,5%	99,5%	-0,03%	48,2	24
Barragem da Bouça	99,5%	99,5%	+0,08%	5,3	34
Oliveira do Hospital	99,4%	99,4%	0,00%	66,5	9
Barragem do Cabril	99,3%	99,4%	+0,03%	11,5	5
Pedrogão	99,3%	99,3%	-0,02%	47,5	3
Santarém (ESA)	99,3%	99,3%	0,00%	76,4	2
Marianos	99,2%	98,9%	-0,26%	74,4	3
Campo Experimental Crato (Chança)	99,1%	99,1%	-0,06%	69,7	6
Abrantes	99,1%	99,1%	+0,07%	40,7	62
Escola Superior Agrária de Castelo	98,8%	98,5%	-0,24%	63,2	10
Barragem Cabeço Monteiro	98,4%	98,8%	+0,39%	85,9	134
Cela	96,2%	96,1%	-0,09%	80,0	8
MÉDIA mensal da estação	-----	-----	-----	0	10

Os valores finais de temperatura média mensal foram ainda sujeitos a um teste suplementar. Removeram-se, aleatoriamente, 100 valores de temperatura média mensal da estação meteorológica de Cernache do Bonjardim. Tomando como valor de controlo a temperatura média anual, observou-se uma variação de 0,08% (+0,011°C), ou seja, a estimação da temperatura média mensal em Cernache do Bonjardim continua a apresentar resultados sólidos e coerentes, mesmo com a remoção de 100 valores mensais de temperatura média.

Em síntese, a forma encontrada para obter uma base de dados de temperaturas médias mensais para Cernache do Bonjardim, entre outubro de 1939 e setembro de 2022, apoia-se em três momentos distintos: (i) uma primeira fase, em que se recolhem temperaturas médias mensais de diversas plataformas e estações meteorológicas; (ii) uma segunda fase, em que se identificam e removem valores anómalos, sendo fundamental a comparação de dados entre estações; (iii) uma terceira fase, em que se completam os valores em falta da, ou das estações selecionadas. A figura seguinte sistematiza cronologicamente estas três etapas.

Recolha e carregamento de dados de estações meteorológicas (até 86 km de distância) de:

- Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera
- Escola Superior Agrária de Castelo Branco



Identificação e correção de valores anómalos:

- Comparação com registos anuais do Instituto Português do Mar e da Atmosfera/PORDATA
- Comparação entre estações ao longo dos 996 meses da série
- Os valores anómalos identificados, quer na estação de Cernache do Bonjardim, como nas outras, são apagados



Correlação e preenchimento de valores em falta:

- Calculada a correlação entre a estação de Cernache do Bonjardim e todas as demais estações meteorológicas
- Preenchimento de valores em falta, o qual é priorizado de acordo com a correlação mais alta. O preenchimento de valores em falta considera as médias mensais de temperatura da estação de Cernache do Bonjardim e das demais estações meteorológicas

Resultados e discussão

A partir dos procedimentos descritos, anteriormente foi possível completar vários valores em falta na estação meteorológica de Cernache do Bonjardim e obter dados de temperatura média

mensal desde outubro de 1939 a setembro de 2022. Esta série, ajustada ao ano hidrológico, compreende 83 anos ininterruptos de dados.

Na tabela seguinte podem observar-se as temperaturas médias mensais destes 83 anos, bem como as temperaturas médias mensais máximas e mínimas registadas (e respetivo ano de ocorrência).

Tabela 7. Dados finais relativos à temperatura média mensal, Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1939/2022

	T. média mensal (°C)	T. média mensal mínima (°C)	Ano de ocorrência (T. Méd. Mín.)	T. média mensal máxima (°C)	Ano de ocorrência (T. Méd. Máx)
Out.	15,7	11,9	1993	18,8	2017
Nov.	11,1	8,1	1966	14,3	1981
Dez.	8,6	5,4	1970	11,4	2000
Jan.	7,9	5,4	1945	10,2	1955
Fev.	8,7	6,1	1956	11,6	2020
Mar.	10,8	8,0	1975	14,6	1997
Abr.	12,4	8,9	1986	16,3	1945
Mai.	15,1	11,5	1984	17,8	1961
Jun.	18,5	15,3	1977	22,3	1943
Jul.	21,1	17,9	1977	24,7	1989
Ago.	21,4	18,6	1956	24,6	1961
Set.	19,5	16,1	1993	22,7	1987
Anual	14,2	-----	-----	-----	-----
Amplitude	13,5	-----	-----	-----	-----

Assim, a média anual da temperatura é de 14,2°C e a amplitude térmica (ou índice de continentalidade simples) de 13,5°C. Para esta amplitude contribuem os valores mínimos registados, especialmente entre dezembro e fevereiro (8,6°C, 7,9°C e 8,7°C, respetivamente), e os valores mais altos de julho e agosto (21,1°C e 21,4°C, respetivamente). A diferença entre a mais alta temperatura média mensal e a mais baixa, de 13,5°C em Cernache do Bonjardim, coloca esta localidade a meio da realidade climática de Portugal Continental, já que estes valores tendem a variar entre 6,9°C (áreas litorais) e 17,6°C (áreas interiores) (Monteiro-Henriques, et al., 2015).

Se a comparação fosse feita entre Cernache do Bonjardim e outra localidade à mesma latitude, mas mais próxima do litoral de Portugal Continental, observar-se-iam contrastes térmicos de outra intensidade. Por exemplo, Alcobaça (IPMA, 2020b) apresenta 20,3°C de temperatura

média mensal em julho e agosto (cerca de 1°C abaixo) e 9,6°C em janeiro (cerca de 1,5°C acima). Ou seja, é notória a influência crescente do distanciamento oceânico na forma como aumenta as temperaturas no verão e as diminui no inverno (Fonseca e Santos, 2018).

Estes valores enquadram-se na caracterização climática desta região de Portugal Continental, nomeadamente apresentando traços principais como sejam, um estado de tempo, habitualmente chuvoso e instável entre o outono e a primavera, e quente e seco no verão, podendo este tipo de clima ser designado por mediterrânico (Medeiros, 2000). No inverno, as regiões mediterrânicas são percorridas por ciclones temperados, enquanto no verão, pelo contrário, são as altas pressões subtropicais que invadem o território e lhe impõem uma aridez quase desértica (Demangeot, 1998).

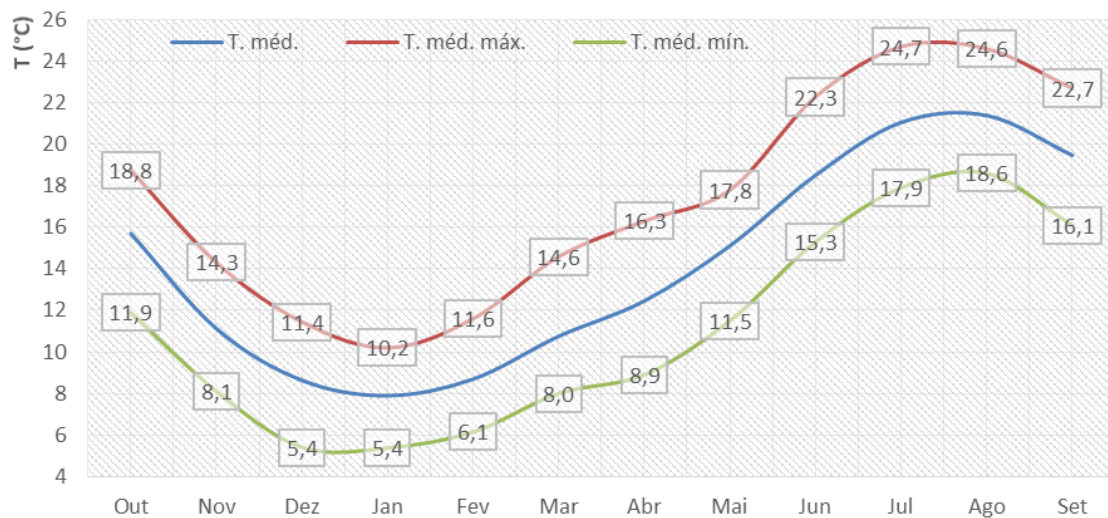


Figura 2. Temperaturas médias mensais, Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1939/2022

Apesar de haver outros estados de tempo, também característicos desta região de Portugal Continental, a escala mensal a que os dados são trabalhados não permite entrar em análises mais finas como aquelas que identificam vagas de frio no inverno, vagas de frescura no verão, ou ondas de calor no inverno ou no verão.

Ao longo dos meses é possível identificar variações significativas no comportamento da temperatura. Por exemplo, janeiro que é, em média, o mês mais frio, já teve em 1945 uma temperatura média mensal 2,5°C inferior ao valor médio. Esta condição foi experimentada em muitos outros locais de Portugal Continental, já que o Instituto Português do Mar e da Atmosfera registou um desvio de -2,9°C em relação à temperatura média de janeiro da normal climatológica 1971/2000 (IPMA, 2021).

Agosto, que apresenta uma temperatura média mensal de 21,2°C, já registou um valor

2,8°C abaixo da média, em 1956. A mesma condição foi observada em outros pontos de Portugal Continental, atendo ao desvio de -2°C registado pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera em relação à temperatura média de agosto da normal climatológica 1971/2000 (IPMA, 2020f).

Apesar destes dados não permitirem concluí-lo, é muito provável que estes valores tenham correspondido a ondas/vagas de frio, quer no inverno, como no verão.

No gráfico seguinte estão identificados os 10 meses mais frios dos 83 anos analisados. Janeiro de 1945 apresenta-se como o mês mais frio de sempre, com uma temperatura média mensal de apenas 5,4°C. É seguido por dezembro de 1970, com uns quase semelhantes 5,4°C e por janeiro de 1957 (5,6°C).

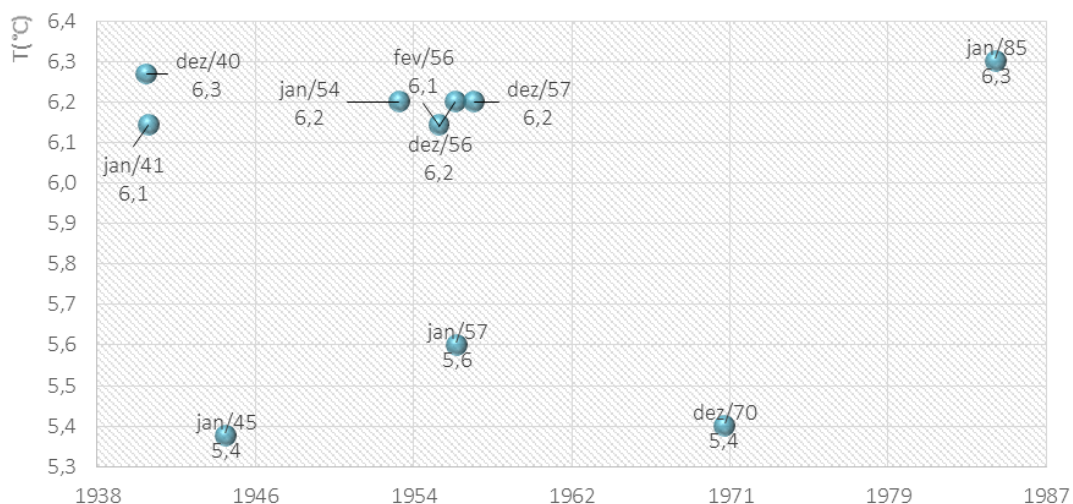


Figura 3. Temperaturas médias mensais mais baixas registadas, Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1939/2022

Apesar de ser apenas o quinto mês com a temperatura média mensal mais baixa, existe muita informação sobre o que aconteceu em fevereiro de 1956. Portugal continental (ver informação sobre esta onda de frio abaixo) foi afetado por um

episódio de frio intenso e longo, devido à influência de uma massa de ar muito frio com trajeto continental, que se movimentava na circulação de um vasto anticiclone localizado a Sul da Islândia (IPMA, 2020c).

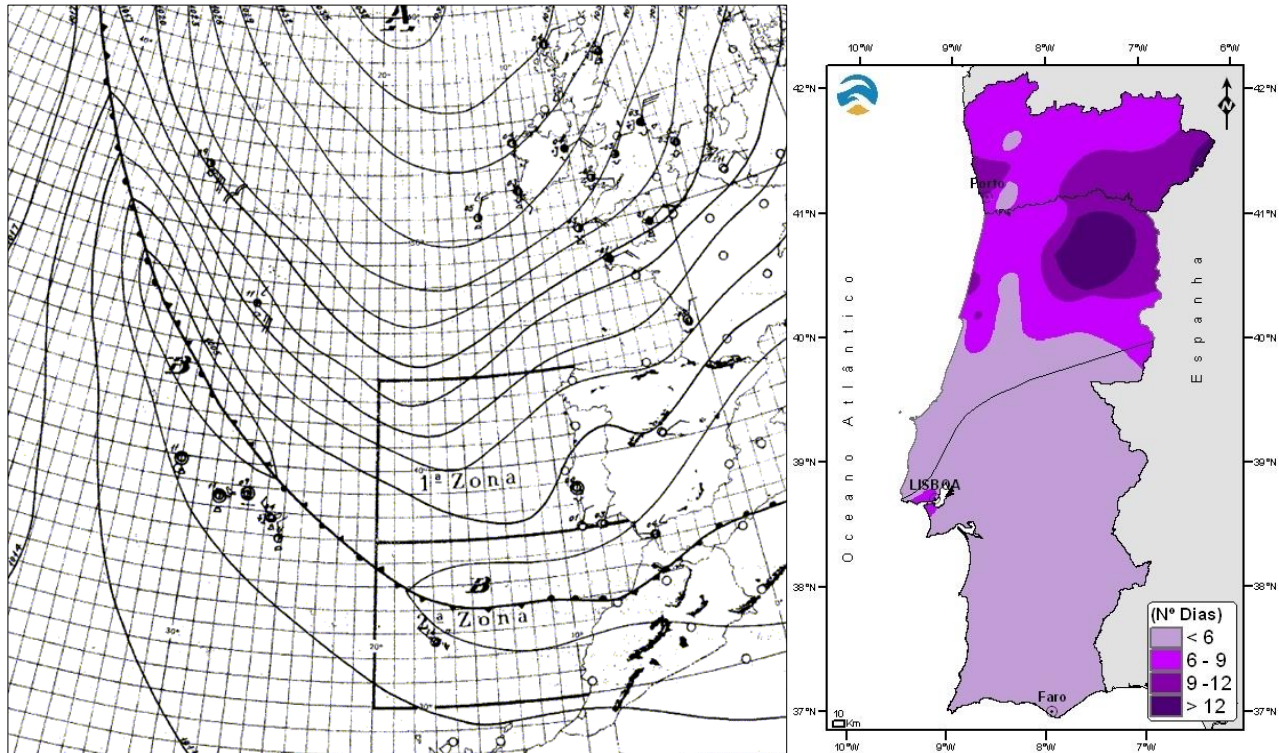


Figura 4. Onda de frio de fevereiro de 1956 (à esquerda, situação sinóptica às 00 UTC do dia 12 de fevereiro de 1956; à direita, número de dias da onda de frio de fevereiro de 1956)

É, igualmente interessante notar que estes meses de muito frio ocorreram já num passado distante. Isto é, janeiro de 1985 foi a última vez que um registo de temperatura média mensal entrou para o ranking das 10 temperaturas mensais mais baixas de sempre, ou seja, há mais de 35 anos atrás.

A respeito das temperaturas muito baixas de janeiro de 1985 corresponderam, em muitos locais de Portugal Continental a ondas de frio que

se prolongaram por 6 ou mais dias consecutivos, particularmente no centro e norte (Botelho e Ganho, 2012).

No que respeita às temperaturas mais altas registadas, agosto é, em média, o mês mais quente, com 21,4°C de temperatura média mensal, e também o mês que mais vezes se repete no conjunto dos 10 meses mais quentes de sempre (6 vezes).

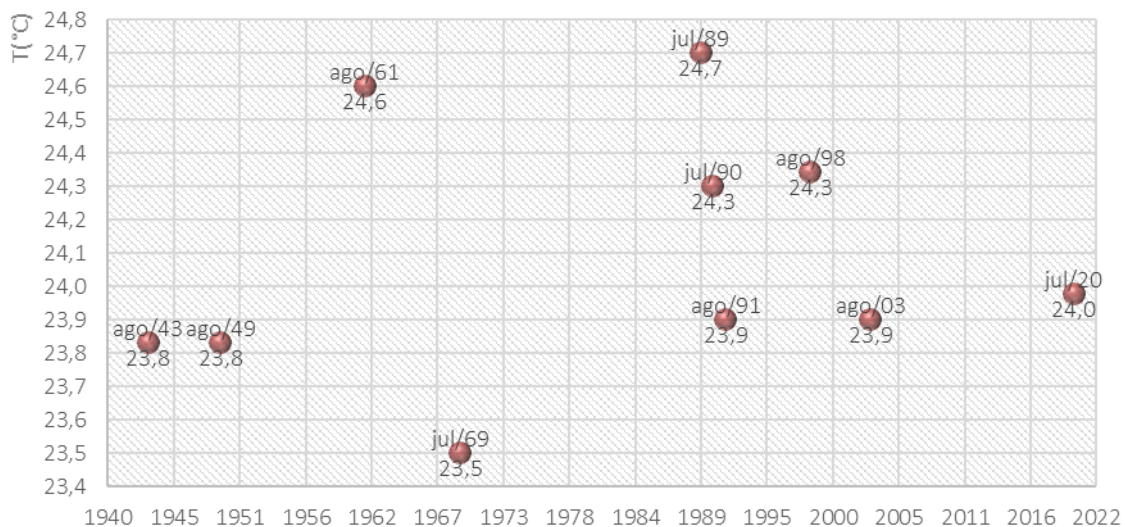


Figura 5. Temperaturas médias mensais mais altas registradas, Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1939/2022

Apesar de agosto ser com frequência um mês quente, é julho de 1989 que apresenta a temperatura média mensal mais elevada registrada, 24,7°C. Este foi um mês quente em muitos outros locais de Portugal Continental, tendo o Instituto Português do Mar e da Atmosfera registado um desvio de +2,5°C em relação à temperatura média de julho da normal climatológica 1971/2000 (IPMA, 2020e).

No que diz respeito ao inverno, e apesar desses meses registarem sempre temperaturas mais baixas, também já registaram meses com valores mais elevados. São disso exemplo janeiro de 1955 com 10,2°C, temperatura 2,3°C acima da média. Semelhante situação foi, também documentada pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera, ou seja, um desvio médio de +2,5°C em relação à temperatura média de janeiro da normal climatológica 1971/2000 (IPMA, 2021).

Muitos destes episódios correspondem a ondas/vagas de calor. E apesar destas situações serem mais frequentes no presente, também já o eram no passado. Registe-se uma notícia de 12 de agosto de 1949 que diz: “uma escaldante onda de calor está varrendo Portugal, tendo elevado a temperatura a 45,5°C à sombra. Em Lisboa a temperatura subiu a 35°C, tendo sido em Elvas que se registou o máximo de 45,5°C” (TVA, 2018).

Neste agosto de 1949, registaram-se em Cernache do Bonjardim 23,8°C, tornando este mês um dos 10 mais quentes de sempre do período analisado (1939/2022). Também o Instituto Português do Mar e da Atmosfera verificou um desvio médio de +2,3°C em Portugal Continental, um dos mais elevados observados em agosto desde 1931 (IPMA, 2020f).

Considerando agora a variação da temperatura ao longo dos diferentes anos hidrológicos, é possível identificar muitas flutuações e vários períodos. Por exemplo, o ano hidrológico de 1988/89 foi o mais quente de sempre, com uma temperatura média anual de 15,6°C (1,4°C acima da média). Já 1976/77 foi o oposto, isto é, o mais frio de sempre, com 13°C de média, portanto 1,2°C abaixo da média.

De uma forma geral, e tal como sugerem outros estudos climáticos, ao longo dos 83 anos da série, parecem evidenciar-se dois períodos de temperaturas mais elevadas, que são interrompidos por um período de temperaturas mais baixas (Miranda, et al., 2006) (Meirelles e Vasconcelos, 2011). Neste caso, os anos mais frios correspondem, de grosso modo, ao final da década de sessenta e a toda a década de setenta. Entre outubro de 1966 e setembro de 1981, nenhum ano hidrológico teve temperaturas acima da média de 14,2°C. Na verdade, a média de temperaturas ao longo destes anos foi de 13,7°C.

Nos últimos 30 anos parecem observar-se mais anos hidrológicos com temperaturas acima da média, isto é, observaram-se 19 anos com temperaturas superiores a 14,2°C, e apenas 11 com temperaturas inferiores, situação que está, igualmente documentada em outros estudos (Silva, 2017). Nos últimos 10 anos, as temperaturas também se apresentaram acima da média de 14,2°C, isto é, com uma temperatura média anual de 14,4°C.

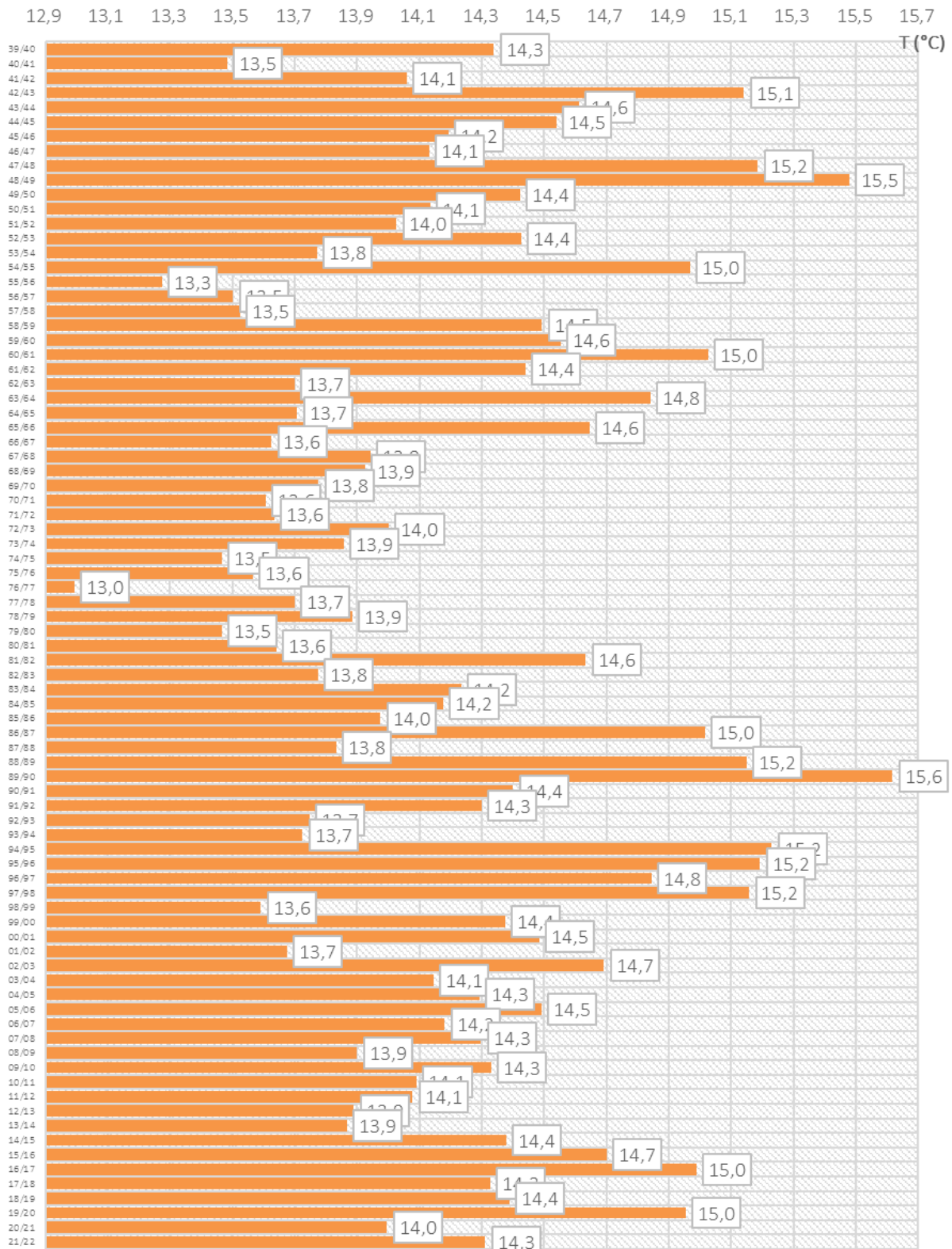


Figura 6. Temperatura média anual, Cernache do Bonjardim, Sertão, Portugal, 1939/2022

Comparação entre normais climatológicas (de 1941/1940 a 1991/2020)

Dispondo de dados com esta longevidade, optou-se ainda por comparar, de forma sintética, o comportamento da temperatura média mensal e

anual em períodos de 30 anos, por aproximação ao período das normais climatológicas, sempre com início no primeiro mês do ano da década.

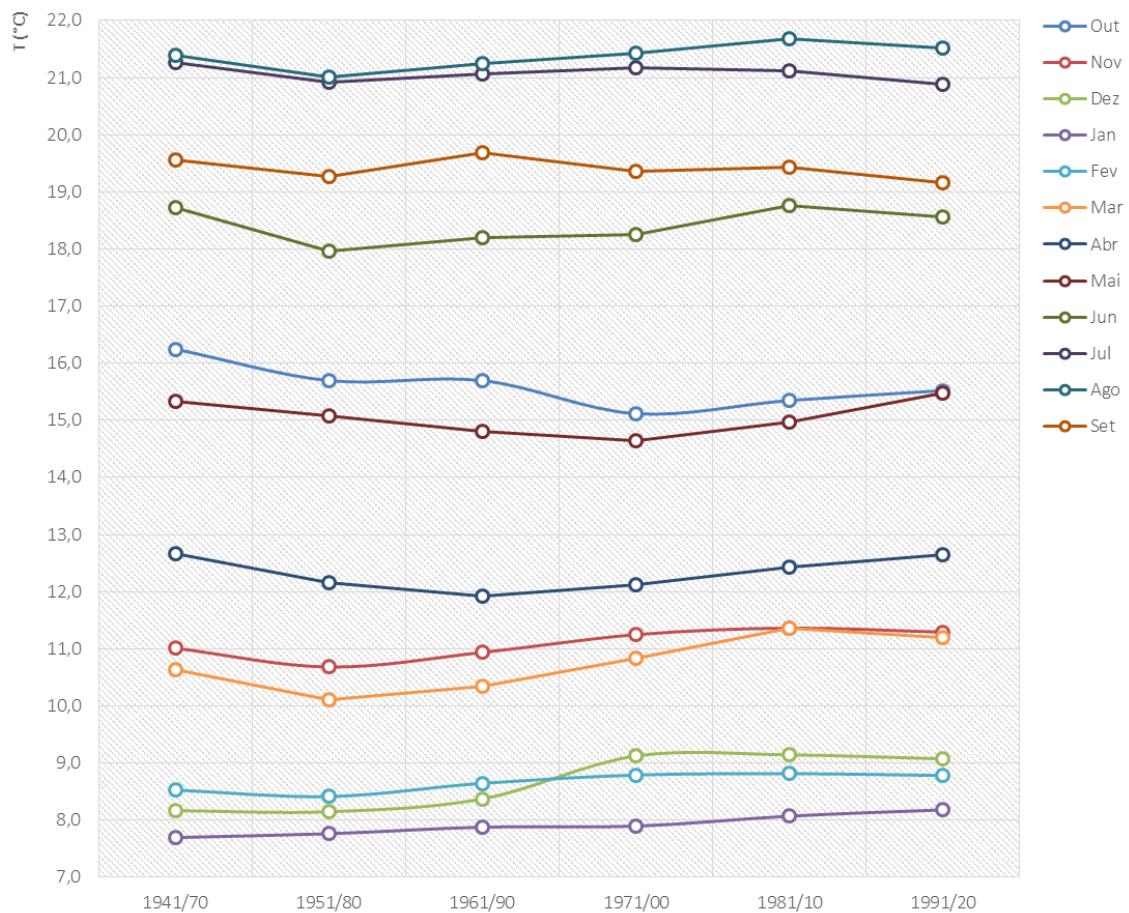
Neste sentido, foi possível comparar 6 normais climatológicas distintas entre janeiro de 1941 e dezembro de 2020.

Tabela 5. Temperaturas médias mensais e anuais de acordo com a respetiva normal climatológica, Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1939/2022

	1941/70 (°C)	1951/80 (°C)	1961/90 (°C)	1971/00 (°C)	1981/10 (°C)	1991/20 (°C)
Out	16,2	15,7	15,7	15,1	15,3	15,5
Nov	11,0	10,7	10,9	11,2	11,4	11,3
Dez	8,2	8,1	8,4	9,1	9,1	9,1
Jan	<u>7,7</u>	<u>7,8</u>	<u>7,9</u>	<u>7,9</u>	<u>8,1</u>	<u>8,2</u>
Fev	8,5	8,4	8,6	8,8	8,8	8,8
Mar	10,6	10,1	10,3	10,8	11,4	11,2
Abr	12,7	12,2	11,9	12,1	12,4	12,6
Mai	15,3	15,1	14,8	14,6	15,0	15,5
Jun	18,7	18,0	18,2	18,2	18,8	18,6
Jul	21,3	20,9	21,1	21,2	21,1	20,9
Ago	<u>21,4</u>	<u>21,0</u>	<u>21,2</u>	<u>21,4</u>	<u>21,7</u>	<u>21,5</u>
Set	19,6	19,3	19,7	19,4	19,4	19,2
Anual	14,3	13,9	14,1	14,2	14,4	14,4
Amplitude	13,7	13,2	13,4	13,5	13,6	13,3

O gráfico seguinte ajuda a balizar as subidas e a destacar os meses em que as variações são menores ou maiores. Janeiro persiste como mês

mais frio, assim como agosto é sempre o mês mais quente, ainda que seguido de perto por julho.

**Figura 7.** Temperaturas médias mensais de acordo com a respetiva normal climatológica, Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1939/2022

As temperaturas ao longo deste período parecem subir em conjunto sugerindo apenas uma evolução positiva das respectivas médias. Este comportamento vai de encontro ao esquema abaixo apresentado (Turrall et al., 2011).

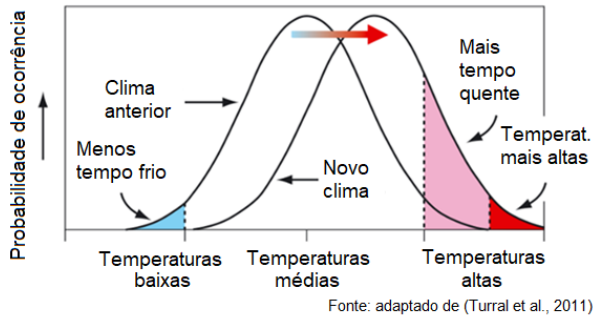


Figura 8. Esquema síntese relativo à evolução das temperaturas, Cernache do Bonjardim, Sertão, Portugal, 1939/2022

No entanto, esta evolução coloca novas interrogações e desafios, isto é, não só se observarão temperaturas mais altas, como também se registrarão mais ondas de calor e maiores dificuldades para as espécies animais e vegetais se adaptarem.

O principal destaque vai para a subida das temperaturas médias entre novembro e março, ou seja, o final do outono, inverno e princípio da primavera está, progressivamente mais quente. E essa subida é, sobretudo, acentuada em dezembro, janeiro e março. Note-se que dezembro e janeiro são, normalmente os meses mais frios do ano. Em dezembro, o incremento em cada década chega aos $+0,18^{\circ}\text{C}$. Janeiro chega aos $+0,18^{\circ}\text{C}$ e março aos $+0,13^{\circ}\text{C}$.

Entre o final da primavera e o verão, as temperaturas tendem a não apresentar subidas tão significativas. Agosto é o mês que apresenta a maior subida, com um incremento em cada década de $+0,05^{\circ}\text{C}$.

O princípio do outono, nomeadamente os meses de setembro e outubro, tendem a apresentar um comportamento de descida das temperaturas, particularmente outubro, em que essa descida é de $-0,13^{\circ}\text{C}$ a cada década.

Em síntese, o período mais frio do ano, apresenta uma subida mais acentuada das temperaturas do que o período mais quente do ano.

Conclusão

Com base nos métodos anteriormente descritos, foi possível criar com sucesso uma base de dados de temperaturas médias mensais desde

outubro de 1939 a setembro de 2022, para Cernache do Bonjardim. Esta base de dados inclui valores próprios (604 de um total de 996) e valores estimados (392 de um total de 996).

Foram identificados constrangimentos ao longo da construção da base de dados, que importa não omitir. O principal relaciona-se com os períodos temporais mais antigos e com a menor disponibilidade de dados. Em alguns momentos, apenas uma estação meteorológica apresenta dados disponíveis. Em outros casos, ainda que poucos, nenhuma estação apresentava dados. Entende-se que esta situação deva, sempre que possível, ser evitada. Deve, sempre que possível, equacionar a aquisição de mais dados, que reduzam este tipo de situações.

Os procedimentos e métodos adotados para calcular e analisar os dados de temperatura média mensal obtidos revelaram-se fiáveis e tendem a apresentar resultados que apresentam coerência com outros dados e estudos publicados, quer do Instituto Português do Mar e da Atmosfera como de outras organizações/autores. Tanto os métodos desenvolvidos, como as estações meteorológicas selecionadas e seus respectivos dados, sempre tiveram, como fator de seleção/exclusão, elevadas correlações (acima de 0,96).

Atendendo a todos desafios climáticos em curso, é importante estimular, a nível local, a recolha, tratamento, sistematização e análise de dados climáticos. Tendo em conta os recursos financeiros, materiais ou humanos, normalmente escassos a este nível de análise, é relevante desenvolver, mas também refletir sobre a adoção e simplificação de procedimentos metodológicos, que permitam, entre outros, a construção e disponibilização de bases de dados climáticos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Português do Mar e da Atmosfera a cedência da informação relativa às temperaturas médias mensais de Portugal Continental, entre 1931 e 2020.

Referências

- Botelho, F., & Ganho, N. (2012). Episódios de frio extremo em Portugal Continental: análise comparativa de episódios de frio seco e de frio com neve a cotas baixas. *Revista Geonorte*, 2(4), 857-869.
- Brázdil, R., Kiss, A., Luterbacher, J., Nash, D. J., & Rezníková, L. (2018). Documentary data and the study of past droughts: a global state

- of the art. *Climate of the Past*, 1915-1960. doi:10.5194/cp-14-1915-2018
- Carvalho, L., Farinha, M., Rocha, C., Lourenço, M., & Pinhal, E. (2020). O papel da Campanha Internacional “Construindo Cidades Resilientes” da UNDRR, na redução do risco de catástrofe no município da Amadora. *V Congresso Internacional de Riscos*. Coimbra: Associação Portuguesa de Riscos Prevenção e Segurança.
- Demangeot, J. (1998). *Os Meios Naturais do Globo* (7ª ed.). (R. S. Brito, Ed., F. R. Martins, & H. N. Santo, Trans.) Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Fonseca, A. R., & Santos, J. A. (2018). High-resolution temperature datasets in Portugal from a geostatistical approach: variability and extremes. *International Journal of Climatology*, 627-644. doi:10.1175/JAMC-D-17-0215.1
- Fonseca, M. (2020). *Caracterização do regime de inundações na bacia hidrográfica da ribeira de Barcarena em cenários de alterações climáticas e sua interação com a subida do nível médio do mar*. Lisboa: Departamento de Biologia Animal da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Ganho, N. (2019). Mudanças climáticas e mudanças na valoração do clima, em Portugal, nos últimos 50 anos. *ACTA Geográfica*, 13(33), 196-208.
- Gonçalves, M. M., & Rosendahl, S. (2010). Análise de vários fatores que influenciam a definição das chaves do território: o caso da freguesia de Cernache do Bonjardim. 4º Congresso para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (pp. 1-10). Faro: Universidade do Algarve.
- Horta, M. d. (2016). *Normal Climatológica 1986-2015. Posto Meteorológico da Escola Superior Agrária de Castelo Branco*. Castelo Branco: IPCB.
- IPMA. (2020a). *Normais Climatológicas*. Obtido de Web site do Instituto Português do Mar e da Atmosfera: <https://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/clima/index.html?page=normais.xml>
- IPMA. (2020b). *Normais Climatológicas 71/00 - Évora*. Obtido de Web site de Instituto Português do Mar e da Atmosfera: <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1971-2000/#557>
- IPMA. (2020c). *Fevereiro de 1956: episódio de frio intenso, longo e sem precedentes em Portugal continental*. Obtido de Web site de Instituto Português do Mar e da Atmosfera: <https://www.ipma.pt/pt/media/noticias/news-detail.jsp?f=/pt/media/noticias/arquivo/2016/onda-frio-1965.xml>
- IPMA. (2020e). *Boletim Climatológico Mensal – Julho 2020*. Lisboa: Instituto Português do Mar e da Atmosfera.
- IPMA. (2020f). *Boletim Climatológico Mensal – Agosto 2020*. Lisboa: Instituto Português do Mar e da Atmosfera.
- IPMA. (2021). *Boletim Climatológico Mensal – Janeiro 2021*. Lisboa: Instituto Português do Mar e da Atmosfera.
- Lopes, R. P. (2014). *História da Sertã*. Sertã: Câmara Municipal da Sertã.
- Medeiros, C. A. (2000). O clima: características gerais e algumas incidências. Em C. A. Medeiros, *Geografia de Portugal* (5ª ed., pp. 83-105). Lisboa: Editorial Estampa.
- Meirelles, M., & Vasconcelos, H. (2011). Análise da Série Histórica de Temperatura Observada na Ilha Terceira: 1865 - 2004. *XI Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente*. Lisboa.
- Miranda, P., Valente, A., Tomé, A. R., Trigo, R., Coelho, F., Aguiar, A., & Azevedo, E. (2006). O clima em Portugal nos Séculos XX e XXI. Em F. Santos, & P. Miranda (Eds.), *Alterações climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação* (pp. 49-113). Lisboa: Gradiva.
- Monteiro, A. (2001). O reconhecimento oficial da importância da climatologia histórica em Portugal (1850-1900). *Revista da Faculdade de Letras*, 2, 167-174.
- Monteiro-Henriques, T., Martins, M. J., Cerdeira, J. O., Silva, P. C., Arsénio, P., Silva, Á., . . . Costa, J. C. (2015). Bioclimatological mapping tackling uncertainty propagation: application to mainland Portugal. *International Journal of Climatology*, 36(1), 400-411. doi:10.1002/joc.4357
- Nascimento, D. (2017). Estudo comparativo da definição de anos-padrão do regime habitual e excecional das precipitações a partir do ano civil e do ano hidrológico. *XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada / I Congresso Nacional de Geografia Física* (pp. 1697-1706). Campinas: Instituto de Geociências. doi:10.20396/sbgfa.v1i2017.2262
- Rodrigues, P. (2016). *Uma abordagem geo-data mining às regiões climáticas da Península Ibérica, 1951-2010*. Universidade Nova de Lisboa.
- Sanches, F. d. (2015). O geógrafo-climatologista e as mudanças climáticas: uma proposta metodológica. *XVI Simpósio Brasileiro de*

- Geografia Física Aplicada*, (pp. 1-18).
Teresina - Piauí.
- Silva, A. (2014). Clima... no Horizonte. *Cadernos de Geografia*, 33, 59-70.
- Silva, C. A. (2017). *Alterações climáticas, precipitação e água em zonas urbanas*. Coimbra: Universidade de Coimbra.
- Silva, L. P. (2019). *O clima do Noroeste de Portugal (1600-1855): dos discursos aos impactos*. Faculdade de Letras. Porto: Universidade do Porto.
- SNIRH. (2020). *Mediateca*. Obtido em 24 de Janeiro de 2020, de Website do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos:
<http://snirh.pt/index.php?idMain=5&idItem=2>
- Taborda, J. P. (2006). O temporal de 3 a 6 de dezembro de 1739 em Portugal reconstituição a partir de fontes documentais descritivas. *Finisterra*, XLI(82), 73-86.
- Turrall, H., Burke, J., & Faurès, J.-M. (2011). *Climate change, water and food security*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- TVA. (2018). *O verão de outros tempos em Portugal*. Obtido de Torres Vedras Antiga: <https://torresvedrasantiga.wordpress.com/2018/08/03/o-verao-de-outros-tempos-em-portugal/>
- WMO. (2018). *Guide to Climatological Practices*. Geneva: World Meteorological Organization.