

CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE SÉRIES LONGAS DE PRECIPITAÇÃO EM CERNACHE DO BONJARDIM, SERTÃ, PORTUGAL, 1916/2021

NUNO LEITÃO¹, LUÍS CARVALHO²

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

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

RESUMO

O conhecimento do clima de qualquer região reveste-se sempre de especial importância, considerando, por um lado, a sua participação nas diferentes fases do ciclo hidrológico ou de outros ciclos, e, por outro lado, em acontecimentos como inundações, secas ou incêndios florestais, presentemente potenciados pelo atual contexto de alterações climáticas. O artigo que se apresenta segue e aprofunda as etapas metodológicas desenvolvidas no âmbito de um outro estudo, nomeadamente do projeto Campanha Local UN-ISDR 2010-2020 “*Sempre em Movimento, Amadora é Resiliente!*”. Não estando publicado, nem sendo conhecido nenhum estudo climático exaustivo sobre Cernache do Bonjardim (concelho da Sertã, Portugal), procurou-se aprofundar e reaplicar aí essa metodologia de produção e análise de dados climáticos. Existe, felizmente, muita informação climatológica sobre Cernache do Bonjardim, graças a uma estação aí instalada em janeiro de 1949. A partir desses dados e de dados de outras estações meteorológicas, é possível construir séries mais longas de dados climáticos, no caso, de precipitação mensal desde outubro de 1916. O objetivo deste artigo é o de dar a conhecer essa metodologia e respetivas potencialidades, que assenta em procedimentos e cálculos simples e que tem, por fim último, a construção de séries longas de dados climáticos a partir de informação climatológica existente e de livre acesso. Os dados obtidos foram comparados, sucessivamente, com dados oficiais, no caso português, da responsabilidade do Instituto Português do Mar e da Atmosfera e as diferenças são pouco significativas.

Palavras-chave: Clima; Estações Meteorológicas; Portugal; Séries Históricas; Variabilidade da Precipitação.

CONSIDERATIONS ABOUT PRODUCTION AND ANALYSIS OF LONG SERIES OF PRECIPITATION IN CERNACHE DO BONJARDIM, PORTUGAL, 1916/2021

ABSTRACT

The knowledge of the climate of a region is always particularly important in terms of its sharing of all phases of the hydrological cycle (and with it, in the events such as floods and droughts) and more recently, in terms of their contribution to the current context of climate change. The analysis that is presented here follows several methodological steps that were

developed for another study, the Campanha Local UN-ISDR 2010-2020 “*Sempre em Movimento, Amadora é Resiliente!*”. Since there are no exhaustive climate studies about Cernache do Bonjardim, Portugal, this methodology was tested and reapplied on this location. Fortunately, there is a lot of climatological information about Cernache do Bonjardim since a meteorological station was installed here in January 1949. Data produced by this meteorological station and by several surrounding stations were used to produce monthly data about rainfall, which dates back to October 1916. The purpose of this article is to bring forward the adopted methodology based on simple calculations aimed at producing climate data series from the available climatological information accessible at no cost. The obtained final data were compared with the officially collected ones (responsibility of the Portuguese Institute of Sea and Atmosphere) and the established differences were not significant.

Keywords: Climate; Meteorological Stations; Portugal; Historical Data; Precipitation Variability.

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento do clima de uma qualquer região reveste-se sempre de especial importância, considerando, por um lado, o seu envolvimento em fases do ciclo hidrológico ou de outros ciclos e, por outro lado, em acontecimentos como inundações, secas ou incêndios florestais, presentemente potenciados pelo atual contexto de alterações climáticas (MEIRELLES; VASCONCELOS, 2011; RODRIGUES, 2016).

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).

O elemento mais relevante para o estudo do clima são as normais climatológicas, ou seja, apuramentos estatísticos relativos a um ou mais elementos do clima (por exemplo, a precipitação) 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 permitem cumprir uma das condições do conceito de clima: a de que este sintetiza os valores médios de um ou vários elementos climáticos 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

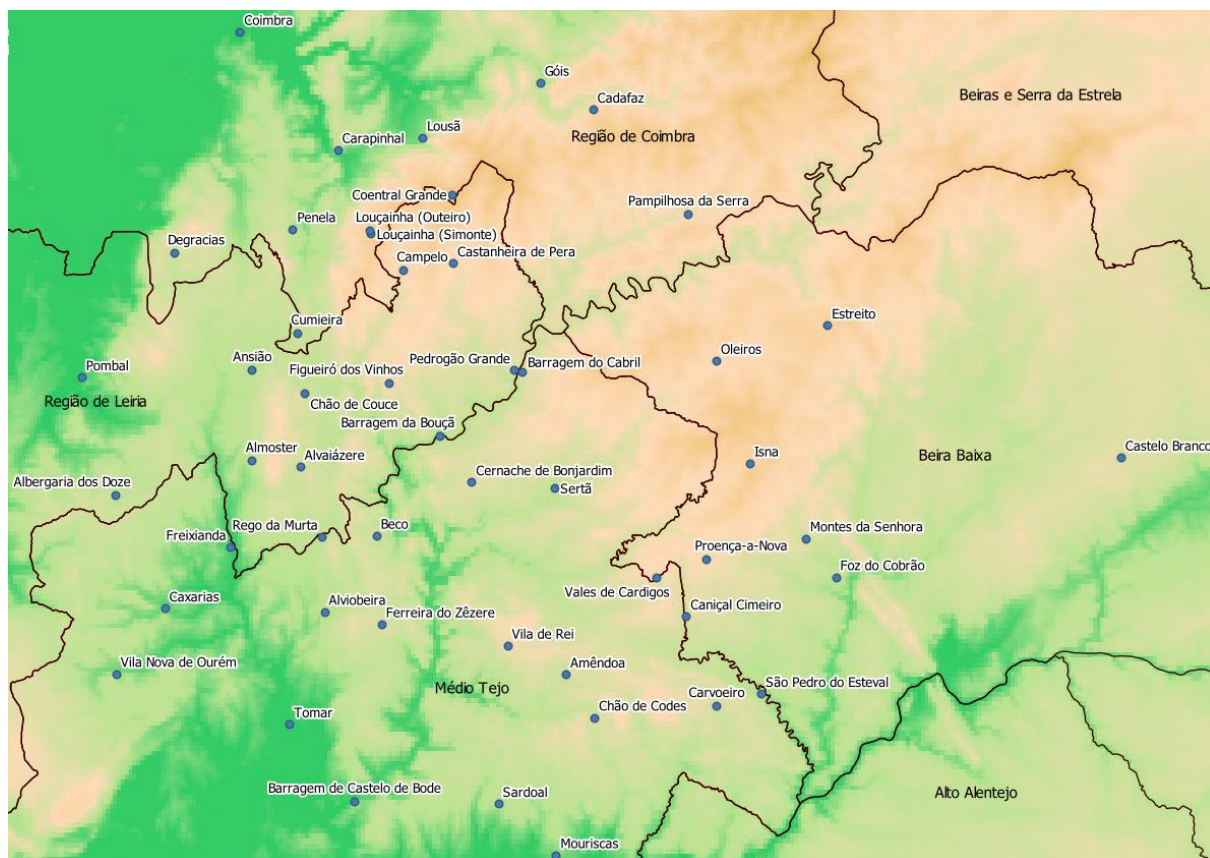
climáticos sob a forma de gráficos e tabelas (ver a título de exemplo a informação apresentada para a estação meteorológica de Coimbra <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1971-2000/#107>). Entre esses registos, encontram-se os valores médios da temperatura máxima e mínima do ar, da precipitação, da insolação, do vento ou valores extremos da temperatura máxima e mínima do ar. No entanto, essa organização não disponibiliza, gratuitamente, dados detalhados dos diversos elementos do clima.

Inspirados pelo trabalho desenvolvido no âmbito do projeto Campanha Local UN-ISDR 2010-2020 “*Sempre em Movimento, Amadora é Resiliente!*” (CARVALHO, et al., 2013) (LEITÃO, 2020), reaplicam-se e aprofundam-se procedimentos estatísticos de forma a produzir uma série de dados mensais de precipitação para Cernache do Bonjardim (concelho da Sertã, Portugal). Deseja-se que essa série de dados abarque, pelo menos 30 anos, o período recomendado pela Organização Meteorológica Mundial. No entanto, e ainda que as observações meteorológicas se tenham iniciado em Portugal nos anos 70 do século XVIII (TABORDA, 2006), sendo na maior parte dos casos inventários sobre cheias ou grandes tempestades (SILVA, 2019), só é possível calcular e analisar dados sobre a precipitação com 105 anos (desde outubro de 1916 a setembro de 2021). É importante clarificar que os valores compreendidos entre abril e setembro de 2021 são estimados de forma a completar o respetivo ano hidrológico (que termina em setembro de 2021).

2 ASPETOS METODOLÓGICOS

A principal fonte de informação foi o Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (ver <https://snirh.apambiente.pt>). Os últimos dados foram descarregados gratuitamente em abril de 2021. Foram também usados dados de duas estações meteorológicas do Instituto Português do Mar e da Atmosfera. Veja-se, na seguinte ilustração, a respectiva dispersão geográfica das estações meteorológicas utilizadas.

ILUSTRAÇÃO 1 - Estações meteorológicas utilizadas para o cálculo da precipitação mensal e hipsometria, Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1916/2021



Tal como referido anteriormente, o cálculo da precipitação mensal de Cernache do Bonjardim apoiou-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. Esse procedimento é comum em outros estudos (SANCHES, 2015). No caso de Cernache de Bonjardim, há dados sobre a precipitação apenas desde janeiro de 1949.

No que respeita à precipitação, a estação meteorológica que se encontra a maior distância é a de Castelo Branco (a 61,9 km). A que se encontra mais perto é a da Barragem da Bouça (a 5,3 km). Metade das estações utilizadas neste estudo fica a menos de 26 km de Cernache do Bonjardim. As estações meteorológicas distam, em média, 26,1 km da estação de Cernache do Bonjardim, sendo a mediana superior (38,5 km).

Não menos importante, a estimação dos valores em falta não incluiu outras variáveis, tais como a altitude, a latitude ou a longitude. Considerou-se que essa utilização acrescentaria complexidade aos cálculos e que o impacto nos resultados seria desprezível. Entenda-se que a

cobertura dada pelas estações meteorológicas utilizadas minimiza essa ausência, já que cada uma das estações reflete, na precipitação, os efeitos da altitude, latitude ou longitude.

Assim, foram utilizados dados de 49 estações meteorológicas do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (ver abaixo).

QUADRO 1 - Estações meteorológicas utilizadas para o cálculo da precipitação mensal de Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1916/2021

Estação meteorológica; (Concelho)	Distância a Cernache do Bonjardim (km)	Dados disponíveis (desde ... até ...)	Registos mensais disponíveis
Cernache de Bonjardim; (Sertã)	0	Jan/1949 a Jun/2020	716
Barragem da Bouçã; (Sertã)	5,3	Out/1956 a Set/1993	543
Sertã; (Sertã)	7,9	Nov/1931 a Abr/2020	887
Beco; (Ferreira do Zêzere)	10,4	Out/1979 a Set/2002	276
Pedrogão Grande; (Pedrógão Grande)	11,3	Jan/1949 a Jan/2020	674
Barragem do Cabril; (Sertã)	11,5	Abr/1953 a Set/1993	482
Figueiró dos Vinhos; (Figueiró dos Vinhos)	12,3	Jan/1949 a Jul/1917	659
Rego da Murta; (Ferreira do Zêzere)	15,2	Out/1934 a Mar/2021	991
Vila de Rei; (Vila de Rei)	16,0	Jan/1949 a Jul/2020	693
Ferreira do Zêzere; (Ferreira do Zêzere)	16,1	Nov/1931 a Dez/2007	906
Alvaiázere; (Alvaiázere)	16,4	Nov/1931 a Nov/2020	953
Chão de Couce; (Ansião)	18,0	Out/1979 a Out/2019	307
Alviobeira; (Ferreira do Zêzere)	18,7	Out/1979 a Set/1985	71

Estação meteorológica; (Concelho)	Distância a Cernache do Bonjardim (km)	Dados disponíveis (desde ... até ...)	Registos mensais disponíveis
Vales de Cardigos; (Proença-a-Nova)	19,8	Out/1979 a Jul/1985	68
Amêndoa; (Vila de Rei)	20,5	Ago/1951 a Dez/1999	571
Castanheira de Pera; (Castanheira de Pera)	20,9	Jan/1949 a Mai/2020	642
Almoster; (Alvaiázere)	21,1	Out/1980 a Ago/1983	25
Campelo; (Figueiró dos Vinhos)	21,2	Out/1979 a Set/2019	295
Cumieira; (Penela)	21,9	Jan/1980 a Jun/2020	324
Ansião; (Ansião)	23,5	Out/1979 a Ago/2005	260
Proença-a-Nova; (Proença-a-Nova)	23,5	Nov/1931 a Jun/2020	909
Freixianda; (Ourém)	23,9	Jun/1944 a Mar/2020	785
Canical Cimeiro; (Proença-a-Nova)	24,1	Set/1951 a Dez/1999	538
Chão de Codes; (Mação)	25,3	Out/1940 a Abr/2020	780
Louçainha (Simonte); (Penela)	25,5	Set/1969 a Jan/1997	328
Louçainha (Outeiro); (Penela)	25,9	Mai/1963 a Ago/2020	517
Oleiros; (Oleiros)	26,1	Nov/1931 a Fev/2020	877
Isna; (Oleiros)	26,5	Fev/1980 a Abr/2020	293
Coentral Grande; (Lousã)	27,5	Dez/1979 a Set/2019	301
Tomar; (Tomar)	28,9	Jan/1932 a Jun/2020	955

Estação meteorológica; (Concelho)	Distância a Cernache do Bonjardim (km)	Dados disponíveis (desde ... até ...)	Registos mensais disponíveis
Penela; (Penela)	29,5	Set/1931 a Ago/2020	902
Sardoal; (Sardoal)	30,8	Out/1979 a Jun/2020	393
Carvoeiro; (Mação)	31,6	Mar/1988 a Jul/2020	227
Caxarias; (Ourém)	31,7	Out/1979 a Jun/2020	382
Montes da Senhora; (Proença-a-Nova)	32,3	Set/1951 a Dez/1999	576
B. de Castelo de Bode; (Abrantes)	32,5	Mar/1948 a Set/1993	433
Pampilhosa da Serra; (Pampilhosa da Serra)	32,8	Jan/1949 a Mai/2017	659
Lousã; (Lousã)	33,1	Set/1931 a Ago/2020	870
Albergaria dos Doze; (Pombal)	34,0	Jul/1980 a Mai/2017	296
Carapinhal; (Miranda do Corvo)	34,1	Set/1979 a Ago/2020	352
São Pedro do Esteval; (Mação)	34,2	Set/1941 a Nov/1999	627
Degracias; (Soure)	35,7	Out/1979 a Jun/2020	379
Foz do Cobrão; (Proença-a- Nova)	35,9	Set/1941 a Dez/1999	667
Mouriscas; (Abrantes)	36,5	Out/1979 a Jul/2020	395
Estreito; (Oleiros)	37,0	Out/1979 a Mai/2020	380
Cadafaz; (Góis)	37,3	Out/1980 a Jul/2020	357

Estação meteorológica; (Concelho)	Distância a Cernache do Bonjardim (km)	Dados disponíveis (desde ... até ...)	Registos mensais disponíveis
Pombal; (Pombal)	38,5	Abr/1942 a Set/2020	857
Vila Nova de Ourém; (Ourém)	38,5	Out/1980 a Set/1995	165
Góis; (Góis)	38,6	Ago/1917 a Jun/2020	1110

Tendo em conta algumas falhas em anos mais recentes nos dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, sobretudo a partir de 2010, foram usados dados de duas estações do Instituto Português do Mar e da Atmosfera. Essa informação encontra-se disponível nos vários boletins climatológicos mensais publicados por esta instituição (ver <http://www.ipma.pt/opencms/pt/oclima/boletins/index.jsp>). Esse recurso mitiga as lacunas nos dados do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, embora as suas estações se encontrem para lá dos 40 km de distância.

QUADRO 2 - Estações meteorológicas do Instituto Português do Mar e da Atmosfera utilizadas para o cálculo da precipitação mensal de Cernache do Bonjardim, Sertão, Portugal, 1916/2021

Estação meteorológica; (Concelho)	Distância a Cernache do Bonjardim (km)	Dados disponíveis (desde ... até ...)	Registos mensais disponíveis
Coimbra; (Coimbra)	48,2	Jan/2005 a Mar/2021	195
Castelo Branco; (Castelo Branco)	61,9	Jan/2005 a Mar/2020	196

A primeira ação desenvolvida passou pela identificação, na estação meteorológica de Cernache do Bonjardim, dos valores mensais de precipitação, que estavam em falta devido a falhas de carregamento dos valores diários. Foram identificados 21 meses cujo valor mensal não tinha sido calculado por faltarem alguns valores diários. Para apurar o total mensal,

recorreu-se aos valores diários da estação climatológica, geograficamente mais próxima (e por isso, expectavelmente mais semelhante à realidade de Cernache do Bonjardim), procurando com isso, por um lado, usar mais valores próprios de Cernache do Bonjardim e, por outro, fazê-lo em situações em que a importância dos dias em falta é menor no conjunto da respectiva precipitação mensal.

Por exemplo, faltavam 4 valores diários em novembro de 1957. Foram usados os registos de precipitação dos dias 1 a 4 de novembro da estação climatológica da Sertã (a 7,9 km). Dessa forma, foi possível alargar os valores mensais de Cernache do Bonjardim para 717. Este procedimento foi aplicado nos seguintes meses:

- nov/57 (4 valores diários em falta); jun/88 (10 valores diários em falta); jul/88 (14 valores diários em falta); dez/95 (3 valores diários em falta); dez/01 (13 valores diários em falta); jan/02 (16 valores diários em falta); fev/02 (15 valores diários em falta); mar/02 (1 valor diário em falta); abr/02 (10 valores diários em falta); out/03 (2 valores diários em falta); ago/07 (1 valor diário em falta); out/07 (2 valores diários em falta); nov/07 (15 valores diários em falta); fev/08 (7 valores diários em falta); ago/08 (1 valor diário em falta); dez/09 (2 valores diários em falta); jan/10 (11 valores diários em falta); fev/10 (1 valor diário em falta); jan/17 (5 valores diários em falta); jun/17 (1 valor diário em falta); nov/19 (1 valor diário em falta).

Dado que a estação de Cernache de Bonjardim possui apenas 716 valores mensais dos 1260, que compõem a série que vai desde outubro de 1916 a setembro de 2021, foi necessário estimar os restantes. O cálculo desses valores considerou as seguintes etapas:

- Carregados os dados da precipitação mensal das 51 estações, anteriormente indicadas.
- Os dados foram, primeiramente, comparados com registos do Instituto Português do Mar e da Atmosfera¹, nomeadamente com as estações de Coimbra e Castelo Branco, os locais mais próximos. Procurou-se perceber se alguns dos dados mensais carregados apresentavam valores anormalmente baixos ou altos, recorrendo-se, para isso, a métodos recomendados da estatística descritiva (SANCHES, 2015). Identificaram-se e corrigiram-se algumas situações, nomeadamente de falsos 0 mm em 2011, 2014, 2018 e 2019.

¹ Estes registos anuais foram descarregados da PORDATA e incluem as precipitações anuais (entre janeiro e dezembro) de 9 locais de Portugal, entre os quais Coimbra e Castelo Branco, entre 1960 e 2019.

- Os dados mensais das várias estações foram também comparados ao longo dos 1260 meses da série. A comparação de dados de diferentes estações meteorológicas permite também identificar valores anómalos (por exemplo, falsos 0 mm ou valores, nitidamente altos). A sua remoção melhora a correlação entre estações meteorológicas e permite obter resultados finais mais fiáveis. Para medir a dispersão da precipitação mensal, foram calculados os desvios de cada valor mensal em relação à respetiva estação e calculada a média, desvio padrão e coeficiente de variação de todos esses desvios. Foram apagados os valores mensais que elevavam a mais de 130 mm a diferença entre o desvio máximo ou mínimo em cada mês e a média dos desvios de todas as estações, no mesmo mês.
- Foi calculado o coeficiente de correlação da estação de Cernache de Bonjardim com todas as outras estações meteorológicas. A correlação abrange apenas os registos mensais coincidentes para cada par de estações.
- Os valores de correlação entre a estação de Cernache de Bonjardim e as demais estações servem para dar mais ou menos prioridade na utilização dos respetivos dados, ou seja, a estimação de valores é feita com os dados da estação meteorológica que apresentar o mais elevado valor de correlação com Cernache do Bonjardim.
- A obtenção de valores mensais de precipitação em falta segue uma ordem decrescente da estação meteorológica com a correlação mais alta para a estação com a correlação mais baixa. Detalha-se, em seguida, o cálculo, e a título de exemplo, o valor da precipitação mensal de setembro de 1996:
 - Observada a estação com dados disponíveis, que apresenta a correlação mais elevada com a estação de Cernache do Bonjardim, isto é, a estação do Beco.
 - Determinada a média dos valores mensais de precipitação da estação de Cernache do Bonjardim, que coincidem temporalmente com a estação do Beco. Nesse caso, existem 212 meses coincidentes e o valor médio é de 83 mm.
 - Determinada a média dos valores médios mensais de precipitação da estação do Beco, que coincidem temporalmente com a estação de Cernache do Bonjardim. São os mesmos 212 meses e o valor médio é de 84 mm.
 - É estabelecido um rácio entre os dois valores. A operação executada é: $83 \text{ mm} / 84 \text{ mm} = 0,99$. A precipitação média mensal de Cernache do Bonjardim é, no período coincidente, 0,99 vezes inferior à do Beco.

- Portanto, a precipitação mensal de Cernache do Bonjardim em setembro de 1996 é obtida através do seguinte cálculo tendo por base o valor registado nesse mês no Beco (41 mm). $41 \text{ mm} * 0,99 = 40 \text{ mm}$.
- Durante o processo de geração de valores mensais de precipitação em Cernache do Bonjardim (apenas para os casos em que não existem), é possível que nenhuma estação meteorológica apresente valores. Nesses casos, são utilizados os valores médios mensais da estação de Cernache do Bonjardim. É disso exemplo o mês de agosto de 1920, ou seja, não se efetuam cálculos e é utilizada a precipitação média mensal de agosto dos valores disponíveis em Cernache do Bonjardim. No entanto, são raras as vezes em este procedimento é adotado, cerca de 1% do total de dados, conforme se verá, posteriormente.

A tabela que se apresenta a seguir identifica a correlação entre a estação meteorológica de Cernache do Bonjardim e as demais estações, a forma como se reparte o cálculo da precipitação mensal em falta (entre outubro de 1916 a setembro de 2021) pelas diversas estações, bem como os casos em que os valores obtidos resultaram da média dos valores mensais da estação de Cernache do Bonjardim.

TABELA 1 - Estações meteorológicas utilizadas no cálculo final da precipitação mensal de Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1916/2021

Estação meteorológica	Coefficiente de correlação com Cernache do Bonjardim	Distância (km) a Cernache do Bonjardim	Registos/meses usados de cada estação	Peso dos dados da estação no conjunto total dos dados	
Cernache de Bonjardim	-----	-----	716	57%	57%
Beco	98%	10,4	65	5%	62%
Barragem Da Bouça	97%	5,3	1	0%	62%
Rego da Murta	96%	15,2	220	17%	79%
Chão de Couce	96%	18,0	1	0%	79%

Estação meteorológica	Coeficiente de correlação com Cernache do Bonjardim	Distância (km) a Cernache do Bonjardim	Registos/meses usados de cada estação	Peso dos dados da estação no conjunto total dos dados	
Ferreira do Zêzere	96%	16,1	35	3%	82%
Proença-a-Nova	96%	23,5	1	0%	82%
Alvaiázere	96%	16,4	1	0%	82%
Chão de Codes	95%	25,3	2	0%	83%
Vila de Rei	94%	16,0	1	0%	83%
Lousã	92%	33,1	2	0%	83%
Pombal	92%	38,5	5	0%	83%
Góis	92%	38,6	169	13%	97%
Carapinhal	91%	34,1	4	0%	97%
Coimbra	89%	48,2	20	2%	98%
Castelo Branco	87%	61,9	1	0%	99%
MÉDIA mensal da própria estação	-----	-----	16	1%	100%

Note-se que apenas estão listadas 16 das 51 estações meteorológicas anteriormente referidas, ou seja, há várias estações cujos valores não foram necessários, ou porque apresentavam correlações baixas com a estação de Cernache do Bonjardim ou porque os dados eram redundantes face aos existentes em outras estações.

Deve destacar-se a elevada correlação dos dados da estação meteorológica de Cernache do Bonjardim com as demais estações utilizadas. Os valores variam entre 98% (Beco) e 88% (Castelo Branco). Note-se, ainda, que 80% 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 igual ou superior 96%. E que, excetuando um único valor mensal

(Castelo Branco), todas as estações meteorológicas têm uma correlação igual ou superior a 89% com Cernache do Bonjardim.

Também deve ser destacada a elevada proximidade geográfica das estações que mais contribuem para os valores finais de Cernache do Bonjardim. 62% dos dados são de Cernache do Bonjardim ou de estações que estão a menos de 11 km. O valor sobe para 82% se a distância for de 18 km ou menos. A proximidade geográfica reflete uma maior autenticidade na informação final.

O preenchimento de valores e o prolongamento da série de precipitação mensal para muito além daquilo que são os registos mais antigos em 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 precipitação mensal tendem a melhorar a correlação com as estações selecionadas. Em média, a correlação melhora +0,6% em cada estação, variando entre os -0,2% (de Castelo Branco) e os +2,4% (de Coimbra). Apresentam-se abaixo esses resultados.

TABELA 2 - Correlações com os valores finais de precipitação mensal em Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1916/2021

Estação meteorológica	Coefficiente de correlação com Cernache do Bonjardim	Coefficiente de correlação com novos valores de Cernache do Bonjardim	Variação (do coeficiente de correlação)	Registos/meses usados de cada estação
Cernache de Bonjardim	-----	-----	-----	716
Beco	97,9%	98,6%	+0,7%	65
Rego da Murta	96,4%	97,5%	+1,1%	1
Barragem Da Bouça	97,4%	97,4%	+0,0%	220
Ferreira do Zêzere	96,0%	96,7%	+0,7%	1
Alvaiázere	95,6%	96,6%	+1,0%	35
Chão de Couce	96,1%	96,1%	+0,0%	1

Estação meteorológica	Coeficiente de correlação com Cernache do Bonjardim	Coeficiente de correlação com novos valores de Cernache do Bonjardim	Variação (do coeficiente de correlação)	Registos/meses usados de cada estação
Proença-a-Nova	95,7%	96,1%	+0,4%	1
Chão de Codes	95,4%	95,4%	+0,0%	2
Vila de Rei	94,3%	94,6%	+0,3%	1
Góis	91,7%	93,7%	+2,0%	2
Pombal	92,1%	92,8%	+0,7%	5
Lousã	92,3%	92,3%	-0,1%	169
Coimbra	89,5%	91,9%	+2,4%	4
Carapinhal	90,8%	91,0%	+0,2%	20
Castelo Branco	87,2%	86,9%	-0,2%	1
MÉDIA mensal da estação	-----	-----	-----	16

A nova série de precipitação mensal (1916/2021) apresenta uma correlação superior a 93,7% para a quase totalidade dos registos mensais. E cerca de 80% dos dados são obtidos com dados da própria estação e ou recorrendo as estações que apresentam agora correlações iguais ou superiores a 97,5%.

3 ANÁLISE DE DADOS

A partir dos cálculos descritos anteriormente, foi possível apurar uma série contínua de dados de precipitação desde outubro de 1916 a setembro de 2021. Essa série, ajustada ao ano hidrológico, compreende 105 anos, ultrapassando os 30 anos de dados que são uma recomendação da Organização Meteorológica Mundial, no que respeita à caracterização do clima.

A preferência pelo uso de anos hidrológicos justifica-se na medida em que se 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. Esse período está compreendido entre 1 de outubro e 30 de setembro (NASCIMENTO, 2017; SNIRH, 2020).

Neste sentido, apresenta-se, na tabela abaixo, as precipitações médias mensais dessa série bem como as precipitações mensais máximas registadas e respetivo ano de ocorrência. Apresenta-se, ainda, os resultados do cálculo do coeficiente pluviométrico mensal (o coeficiente pluviométrico mensal é calculado, determinando, num primeiro passo, a precipitação média mensal a partir do valor médio anual $[(\text{média anual})/12]$ e, num segundo passo, confrontando a precipitação de cada um dos meses com esse novo valor [por exemplo, janeiro/(média mensal)]).

Tabela 3 – Dados finais relativos à precipitação em Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1916/2021

	Precipitação média (mm)	Precipitação máxima (mm)	Precipitação máxima (ano de ocorrência)	Coeficiente pluviométrico mensal (CPM)
Out.	109	355	1979	1,2
Nov.	133	495	1997	1,5
Dez.	146	495	1978	1,7
Jan.	<u>149</u>	<u>506</u>	<u>1970</u>	<u>1,7</u>
Fev.	124	421	1919	1,4
Mar.	116	313	1936	1,3
Abr.	97	285	2000	1,1
Mai.	78	243	1994	0,9
Jun.	35	192	1969	0,4
Jul.	<u>11</u>	85	1941	<u>0,1</u>

	Precipitação média (mm)	Precipitação máxima (mm)	Precipitação máxima (ano de ocorrência)	Coefficiente pluviométrico mensal (CPM)
Ago.	12	<u>66</u>	<u>1963</u>	0,1
Set.	52	223	1943	0,6
Anual	1062	-----	-----	-----
Amplitude	138	-----	-----	-----

Esses valores enquadram-se na caracterização climática dessa 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 esse 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).

Apesar de haver outros estados de tempo, também característicos dessa 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. A esse propósito entenda-se por onda de calor, ou de frio, quando num intervalo de pelo menos 6 dias consecutivos, a temperatura máxima diária ou mínima diária é superior ou inferior em 5°C ao valor médio diário no período de referência (IPMA, 2020d).

Assim, em média e por ano, Cernache do Bonjardim regista cerca de 1062 mm de precipitação. O valor mais elevado de precipitação média mensal observa-se em janeiro (149 mm), seguido por dezembro (146 mm). Esses dois meses integram um ciclo de maior precipitação que se pode balizar entre outubro e abril, com valores mensais acima dos 97 mm (a média mensal de precipitação nestes 7 meses é de 125 mm). De fato, estes 7 meses são,

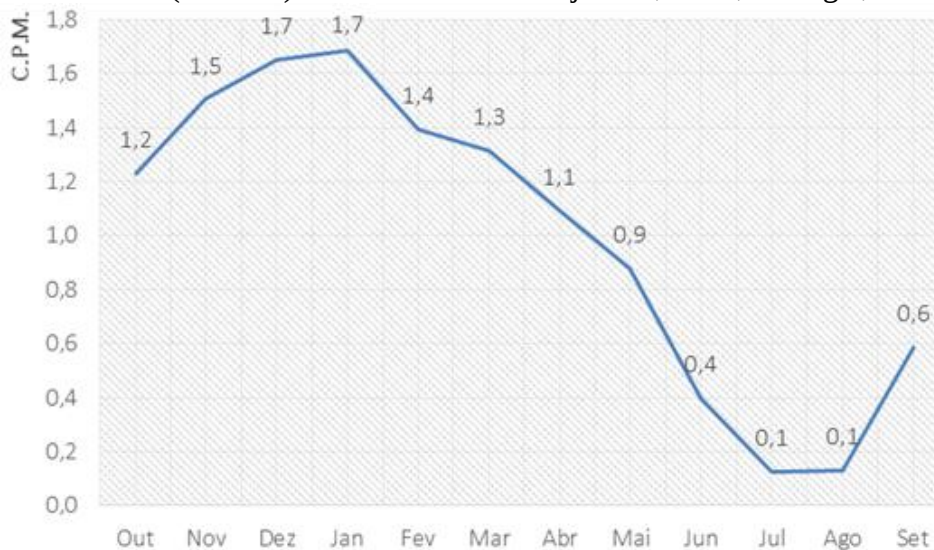
habitualmente responsáveis por cerca de 82% (874 mm) da precipitação que ocorre ao longo do ano hidrológico.

Os meses com os menores registos médios de precipitação são julho (11 mm) e agosto (12 mm). Estes 2 meses fazem parte de um outro ciclo em que as precipitações são baixas, quando comparadas com os meses de maior precipitação. Este ciclo é mais evidente entre junho e agosto, em que apenas ocorre 5% da precipitação anual (58 mm).

Nos meses de maio e setembro, responsáveis por 12% da precipitação anual (130 mm), observa-se aquilo que se pode designar como meses de transição de estações, em que a precipitação, não sendo próxima dos valores inverniais, é distinta dos estivais (maio com 78 mm e setembro com 52 mm).

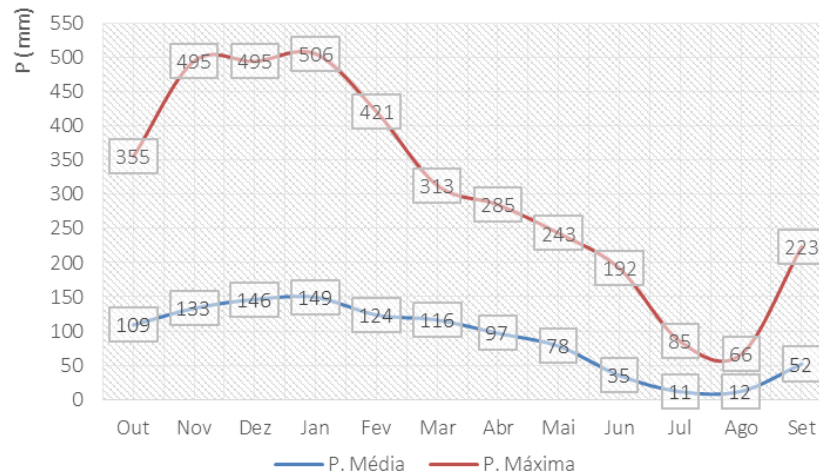
O cálculo do coeficiente pluviométrico mensal identifica essas assimetrias e facilita a análise, nomeadamente indicando que meses estão acima ou abaixo da média mensal de precipitação deste território, ou seja, acima ou abaixo de 88 mm.

ILUSTRAÇÃO 2 - Coeficiente pluviométrico mensal (à esquerda) e precipitações médias e máximas mensais (à direita) em Cernache do Bonjardim, Sertão, Portugal, 1916/2021



Fonte: Dados da pesquisa.

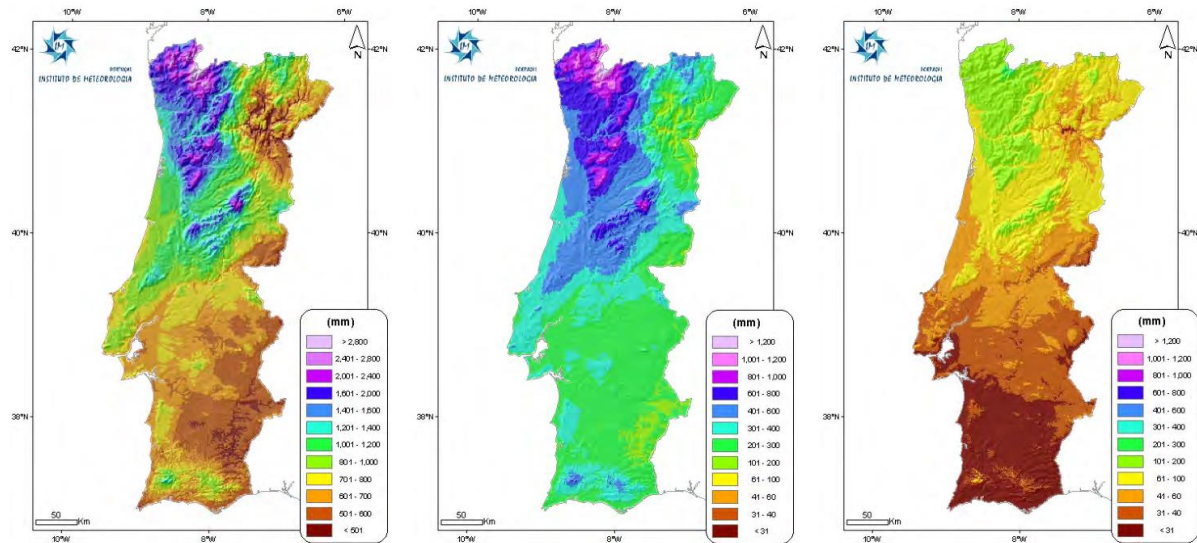
ILUSTRAÇÃO 3 - Coeficiente pluviométrico mensal (à esquerda) e precipitações médias e máximas mensais (à direita) em Cernache do Bonjardim, Sertão, Portugal, 1916/2021



Fonte: Dados da pesquisa.

A variabilidade ao longo do ano da precipitação em Portugal Continental e, em especial, no território de Cernache do Bonjardim, está relacionada com o fato de se localizar numa zona de transição entre uma faixa anticiclónica a sul e uma faixa de sistemas depressionários a norte. Especialmente durante o inverno (ver abaixo; imagem ao centro), Portugal fica sobre a influência de sistemas depressionários e sistemas frontais, aos quais estão, habitualmente associadas massas de ar húmidas e condições de instabilidade atmosféricas. Durante o verão (ver abaixo; imagem à direita), os anticlones subtropicais e as suas massas de ar quente determinam estados de tempo quentes, secos e estáveis.

ILUSTRAÇÃO 4 - Precipitação média em Portugal Continental (esquerda: precipitação média anual [mm]; centro: precipitação média no inverno [mm]; direita: precipitação média no verão [mm])



Fonte: Perfil Climático - Portugal Continental (IM, 2005)

Também a proximidade ao Oceano Atlântico e a exposição assim conseguida a ventos úmidos provenientes de oeste favorece valores mais elevados de precipitação, que só não são mais evidentes, porque a orografia não é muito acentuada, não favorecendo em pleno a condensação das massas de ar que varrem, sobretudo entre o final de outono e a primavera este território. A essa passagem de massas de ar úmidas não é alheia uma corrente de ar que sopra de oeste para este, a alguns quilômetros de altitude, que se denomina de *jet stream* e que responde pela deslocação da frente polar e do jogo de massas de ar à superfície (MEDEIROS, 2000).

Quando considerados todos os registos mensais da série, é possível ver grandes diferenças entre máximos e mínimos de precipitação em cada um dos 12 meses do ano. Por exemplo, se o valor médio mensal de precipitação de dezembro é 146 mm, na realidade, já houve um dezembro (1978) em que esse valor foi de 495 mm, registo que coincidiu com vários episódios de cheias na bacia hidrográfica do Tejo nesse ano hidrológico (LOUREIRO, 2009). Por outro lado, janeiro, que regista uma média de 149 mm, já apresentou um valor máximo de 506 mm em 1970.

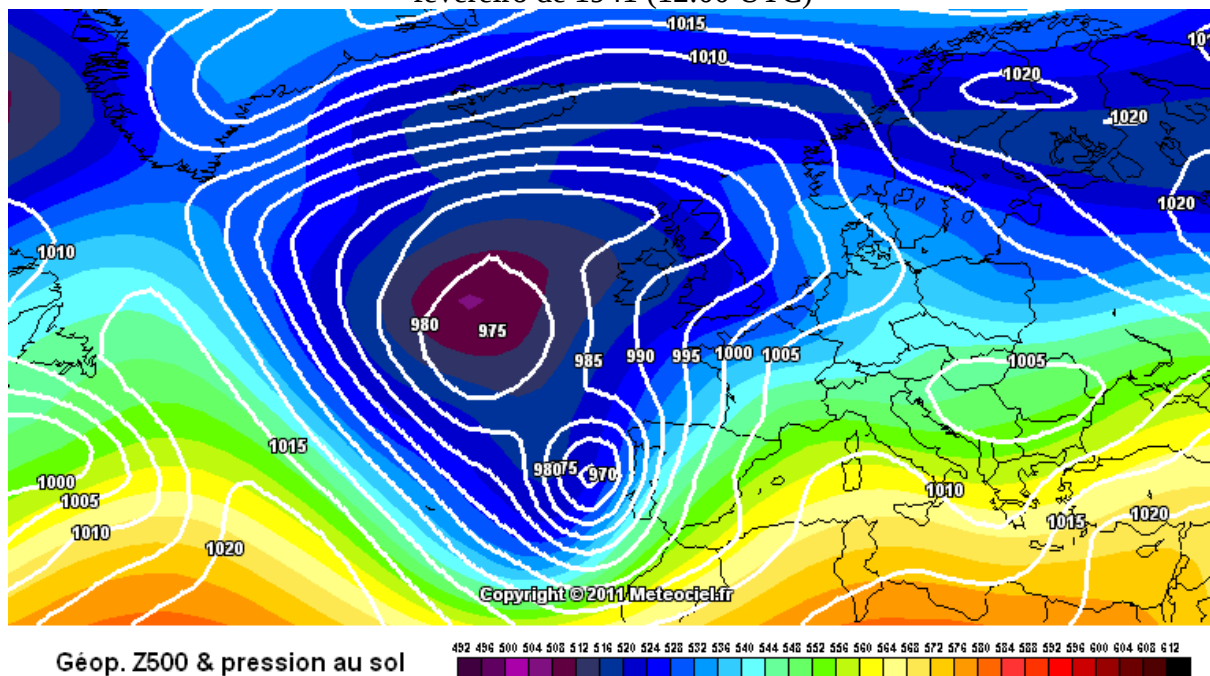
Quase sempre estes valores mensais muito elevados correspondem a situações incomuns e/ou a cheias. Apesar de não ter correspondido ao fevereiro com maior precipitação de sempre da série 1916/2021², há abundante informação sobre um fenómeno ocorrido em 1941 que ajuda a compreender os quase 300 mm de precipitação registados em Cernache do

² Conforme referenciado em tabela, foi em 1919 que o mês de fevereiro registou o maior volume de precipitação, nomeadamente 421 mm.

Bonjardim. O valor é perto do triplo da precipitação média, habitualmente registada em fevereiro.

No dia 15 de fevereiro, Portugal continental foi fustigado por um dos maiores ciclones de que há registos (QUARESMA, 2008; MIRA, 2020). A sua ocorrência relaciona a interação entre uma massa de ar de características subtropicais e uma massa de ar polar associada a uma depressão muito cavada no hemisfério norte. Estima-se que a pressão mínima no centro possa ter atingido valores próximos dos 950hPa, algo incomum para a nossa latitude. A consequência foram ventos fortíssimos e chuvas intensas.

ILUSTRAÇÃO 5 - Situação sinóptica no Atlântico Norte, Europa e norte de África em fevereiro de 1941 (12:00 UTC)



Fonte: Meteociel.fr

Meses com precipitações elevadas são comuns. A seleção dos 15 meses mais chuvosos dessa série (1916/2021) revela situações em que a precipitação mais baixa foi de 372 mm. A maior parte desses meses corresponde a situações documentadas de cheias e inundações em vários pontos de Portugal Continental (QUARESMA, 2008), bem como a situações extremas de elevada precipitação.

TABELA 4 - Os 15 meses com maior precipitação em Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1916/2021

Ano	Mês	Precipitação (mm)	Precipitação média mensal (mm)	Desvio face à média mensal (mm)
1919	Fev	421	123	+298
1934	Dez	384	146	+238
1947	Fev	391	123	+268
1963	Jan	378	149	+229
1963	Nov	387	134	+253
1970	Jan	506	149	+357
1978	Dez	495	146	+349
1979	Fev	392	123	+269
1981	Dez	386	146	+240
1989	Dez	474	146	+328
1995	Dez	402	146	+256
1996	Dez	372	146	+226
1997	Nov	495	134	+361
2000	Dez	465	146	+319
2001	Jan	380	149	+231

Mesmos nos meses mais secos, em que a precipitação média mensal não ultrapassa os 11 mm, já se registaram casos (julho de 1941; agosto de 1963) em que foi superior a 66 mm, ou seja, 5 vezes superior ao registo médio mensal desses meses. Nesses casos, os valores de precipitação estão, provavelmente, relacionados com a ação de depressões ibéricas favoráveis a mecanismos de advecção das massas de ar (MEDEIROS, 2000) (MIRANDA, et al., 2006), já que as superfícies terrestres se encontram muito quentes.

Por outro lado, ao longo dos 105 anos da série, também já se observaram meses muito mais secos do que a média. Provavelmente, todos os meses já registaram em alguma altura 0 mm de precipitação. Valores tão baixos estão, normalmente, relacionados com anos hidrológicos muito secos, isto é, com a permanência de situações anticiclónicas, por períodos longos, que impedem a passagem de ar de origem marítima (MEDEIROS, 2000) (MIRANDA, et al., 2006). A permanência dessas situações sinópticas favorecem condições de estabilidade atmosférica, ou seja, dão origem a tempo habitualmente seco.

No que respeita à escala anual, o ano hidrológico mais seco dos últimos 105 anos foi 2004/05, com um total de 451 mm, isto é, -611 mm do que a precipitação média anual (1062 mm). O ano 2011/12 não foi muito diferente, tendo registado -549 mm do que a precipitação média anual. Para completar a lista dos 3 anos hidrológicos mais secos, deve incluir-se 1944/45 com 522 mm totais, isto é, -540 mm do que a precipitação média anual.

TABELA 5 - Precipitação média anual dos 10 anos hidrológicos mais húmidos e mais secos, e respetivos desvios em Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1916/2021

Anos hidrológicos mais secos	Precipitação (mm)	Desvio face à média (mm)	Anos hidrológicos mais húmidos	Precipitação (mm)	Desvio face à média (mm)
1944/45	522	-540	1935/36	1953	+891
1988/89	641	-421	1940/41	1585	+523
1991/92	649	-413	1955/56	1560	+498
2003/04	633	-429	1959/60	1898	+836
2004/05	451	-611	1962/63	1541	+479
2007/08	553	-509	1965/66	1585	+523
2008/09	646	-416	1968/69	1573	+511
2011/12	513	-549	1978/79	1544	+482
2014/15	608	-454	1997/98	1597	+535
2016/17	581	-481	2000/01	1825	+763

É importante assinalar que a maior parte dos anos hidrológicos mais secos se distribuem pelas duas últimas décadas, nomeadamente 7 dos 10 anos mais secos.

No lado oposto, é também possível encontrar muitas discrepâncias, isto é, anos hidrológicos em que a precipitação registada está, largamente acima da média. São disso exemplo o ano 1935/36 com 1953 mm, ou seja, +891 mm do que a média. Ou 1959/60 com 1898 mm (+836 mm), ou ainda 2000/01 com 1825 mm (+763). Qualquer um destes anos teve mais 72% de precipitação do que a média (1062 mm).

Há de se notar que nenhum dos 10 anos mais chuvosos ocorreu nos últimos 20 anos. Da seleção destes 10 anos mais pluviosos, o ano mais próximo do presente é 2000/01. De fato, os últimos 20 anos apresentaram, quase sempre precipitações abaixo dos 1062 mm (valor médio do período 1916/2021). Aliás, a média anual de precipitação entre outubro de 2001 e setembro de 2021 foi de apenas 772 mm.

A variabilidade anual da precipitação é alta. Ainda assim, é possível identificar ciclos de precipitações acima ou abaixo da média:

- Há uma clara diminuição da precipitação média anual ao longo dos últimos 105 anos. Nos primeiros 52 anos da série (1916/68), apenas 23 deles apresentam precipitações abaixo da média, enquanto 29 apresentaram precipitações acima da média.
- Na segunda metade destes 105 anos de dados (1968/2021), 35 anos apresentam valores abaixo da média e somente 18 apresentam registos acima da média.
- O maior ciclo ininterrupto de precipitações acima da média começa em 1957/58 e só termina em 1963/64. Durante esse período, registaram-se, anualmente, +398 mm do que a média anual (1062 mm).
- O ciclo mais longo de precipitações abaixo da média teve início em 2001/02 até 2012/13. Durante esse período, registaram-se, anualmente -343 mm do que a média anual (1062 mm).
- O decréscimo de precipitação observa-se, sobretudo, a partir da década de 80, e acentua-se a partir da década de 2000. Se na década de 80, a redução média anual foi de apenas -53 mm; na década de 2000, foi já de -230 mm e de -271 mm na década de 2010.
- As décadas de 20, 30, 50 e 60 caracterizam-se por apresentarem precipitações, normalmente acima da média. No conjunto desses 40 anos, a precipitação média situou-se 139 mm acima dos 1062 mm, o valor médio anual.

Outra forma de analisar a variabilidade anual da precipitação passa pelo cálculo do Índice de Anomalia de Chuva (NORONHA; HORA; SILVA, 2016; ALVES et al., 2016), que pondera diferentes aspetos relativos à precipitação. O seu cálculo considera as seguintes fórmulas:

- $+3 * \left(\frac{(P1-PM)}{(MAX-PM)} \right)$ para as anomalias positivas de precipitação e;
- $-3 * \left(\frac{(P1-PM)}{(MIN-PM)} \right)$ para as anomalias negativas de precipitação.
- Em que:
 - P1 é a precipitação registada no ano para o qual é gerado o Índice de Anomalia de Chuva;
 - PM é a precipitação média anual da série 1916/2021;
 - MAX é a média das 10 maiores precipitações anuais;
 - MIN é a média das 10 menores precipitações anuais;
- A classificação da precipitação de acordo com o Índice de Anomalia de Chuva considera os seguintes intervalos:
 - >4 ; extremamente chuvoso
 - >2 e ≤ 4 ; muito chuvoso
 - >0 e ≤ 2 ; chuvoso
 - 0; nem chuvoso, nem seco
 - <0 e ≥ -2 ; seco
 - <-2 e ≥ -4 ; muito seco
 - <-4 ; extremamente seco

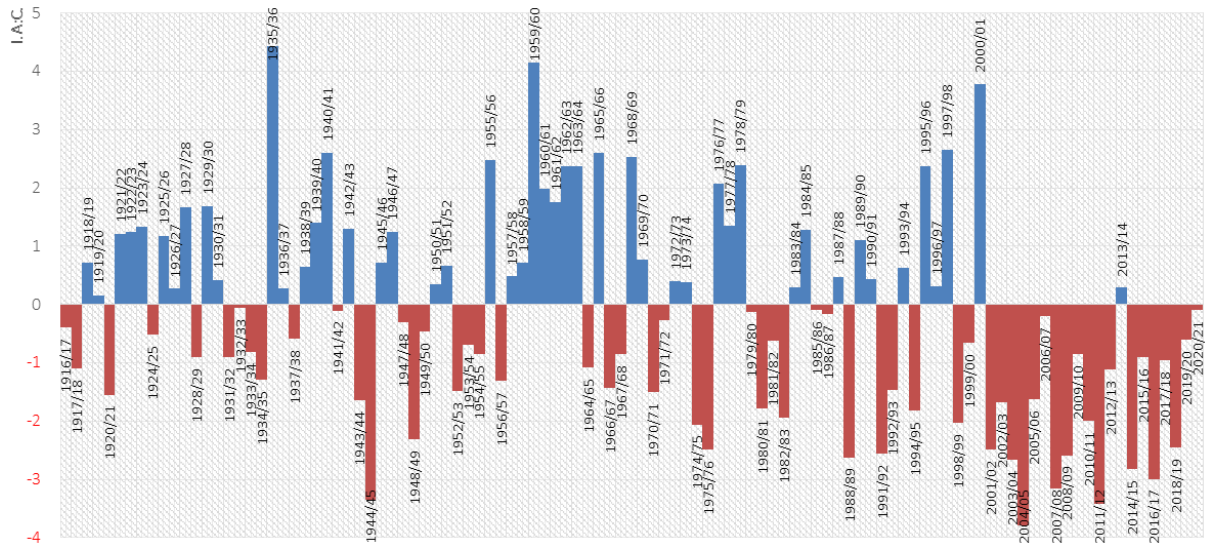
Dessa forma, os 105 anos de registos podem ser condensados na tabela abaixo. Sumariamente, é possível reconfirmar a elevada variabilidade da precipitação, mas também uma maioria de anos secos ou muito secos face aos chuvosos e um maior número de anos muito secos quando comparados com os anos muito ou extremamente chuvosos.

TABELA 6 - Índice de anomalia de chuva em Cernache do Bonjardim, Sertão, Portugal, 1916/2021

Classificação	Score	Contagem	Anos
Extremamente chuvosos	* IAC entre 4,1 e 4,4 * P. entre 1898 mm e 1953 mm	2	1935/36; 1959/60
Muito chuvoso	* IAC entre 2,6 e 3,8 * P. entre 1480 mm e 1825 mm	11	1940/41; 1955/56; 1962/63; 1963/64; 1965/66; 1968/69; 1976/77; 1978/79; 1995/96; 1997/98; 2000/01
Chuvoso	* IAC entre 0,2 e 2 * P. entre 1093 mm e 1463 mm	34	1918/19; 1919/20; 1921/22; 1922/23; 1923/24; 1925/26; 1926/27; 1927/28; 1929/30; 1930/31; 1936/37; 1938/39; 1939/40; 1942/43; 1945/46; 1946/47; 1950/51; 1951/52; 1957/58; 1958/59; 1960/61; 1961/62; 1969/70; 1972/73; 1973/74; 1977/78; 1983/84; 1984/85; 1987/88; 1989/90; 1990/91; 1993/94; 1996/97; 2013/14
Seco	* IAC entre - 0,1 e -2 * P. entre 741 mm e 1052 mm	42	1916/17; 1917/18; 1920/21; 1924/25; 1928/29; 1931/32; 1932/33; 1933/34; 1934/35; 1937/38; 1941/42; 1943/44; 1947/48; 1949/50; 1952/53; 1953/54; 1954/55; 1956/57; 1964/65; 1966/67; 1967/68; 1970/71; 1971/72; 1979/80; 1980/81; 1981/82; 1982/83; 1985/86; 1986/87; 1992/93; 1994/95; 1999/00; 2002/03; 2005/06; 2006/07; 2009/10; 2010/11; 2012/13; 2015/16; 2017/18; 2019/20; 2020/21
Muito seco	* IAC entre - 2 e -3,8 * P. entre 451 mm e 734 mm	16	1944/45; 1948/49; 1974/75; 1975/76; 1988/89; 1991/92; 1998/99; 2001/02; 2003/04; 2004/05; 2007/08; 2008/09; 2011/12; 2014/15; 2016/17; 2018/19

Sistematizando, a cada 10 anos, é possível observar a ocorrência de 1 ano muito chuvoso, 3 anos chuvosos, 4 anos secos e 2 anos muito secos. Os anos secos prevalecem sobre os anos húmidos, sendo essa prevalência colmatada, a cada 50 anos, com um ano extremamente chuvoso. Não se observaram anos extremamente secos.

ILUSTRAÇÃO 6 - Índice de anomalia de chuva em Cernache do Bonjardim, Sertão, Portugal, 1916/2021



4 COMPARAÇÃO SÍNTESE ENTRE NORMAIS CLIMATOLÓGICAS (DE 1911/1940 A 1991/2020)

Dispondo de dados com essa longevidade, optou-se ainda por comparar, de forma sintética, o comportamento da precipitação anual em períodos de 30 anos, por aproximação ao período das normais climatológicas, sempre com início no primeiro mês ano da década (ver abaixo).

Nesse sentido, foi possível comparar 9 normais climatológicas, tendo-se iniciado essa contagem em 1911. Note-se que a primeira normal climatológica apenas contabiliza os registos mensais de outubro de 1916 a dezembro de 1940.

TABELA 7 - Normais climatológicas (de 1911/1940 a 1991/2020) em Cernache do Bonjardim, Sertão, Portugal

Precipitação	1911/40	1921/50	1931/60	1941/70	1951/80	1961/90	1971/00	1981/10	1991/20
(mm)									

Precipitação

	1911/40	1921/50	1931/60	1941/70	1951/80	1961/90	1971/00	1981/10	1991/20
(mm)									
Out	104	101	96	98	110	114	125	127	117
Nov	141	129	130	144	144	143	134	132	123
Dez	146	157	164	149	154	157	180	155	127
Jan	168	154	167	175	181	168	139	122	113
Fev	135	123	111	139	161	158	126	95	82
Mar	146	145	169	159	145	95	69	65	79
Abr	116	110	94	93	92	102	102	92	81
Mai	78	81	82	86	84	80	88	76	71
Jun	35	37	34	37	42	45	39	31	26
Jul	13	16	12	11	9	11	12	11	7
Ago	12	13	14	13	13	8	11	11	12
Set	52	55	63	60	52	42	49	49	50
Anual	1145	1121	1135	1166	1189	1124	1074	967	888
Amplitude	155	145	157	163	171	161	169	143	119

Nesse sentido, é possível verificar que o mais recente comportamento da precipitação entenda-se da normal 1991/2020, não tem paralelo com nenhuma outra normal climatológica. A redução da precipitação mensal e anual é o fenômeno que mais se destaca. Essa redução é mais evidente a partir da normal climatológica 1971/2000, já que até aí as precipitações variavam entre mínimos de 1121 mm e máximos de 1189 mm.

No entanto, a precipitação varia muito ao longo do período em análise, estando acima da média de 1062 mm nas primeiras 7 normais, e abaixo dessa desde então. E, apesar de se observar uma redução da precipitação entre 1916/40 e 1921/50, essa redução é muito menor do que a observada nas normais climatológicas mais recentes.

A normal climatológica com maior precipitação é a 1951/80 (1187 mm) e a que apresenta menor precipitação é a 1991/2020 (871 mm), ou seja, -301 mm. Dezembro e janeiro são, habitualmente, os meses com mais precipitação, embora nas três últimas normais climatológicas, ou seja, desde 1971/2000, tenha sido sempre dezembro. Julho e agosto são os meses de menor precipitação, com máximos de 16 mm e mínimos de 7 mm.

Entre janeiro e abril, há uma tendência de redução de precipitação significativa, com particular destaque para março (ver gráficos abaixo). Essa é uma tendência que se observa e se acentua a partir das normais de 1971/2000. Essa tendência de redução da precipitação na primavera (e final de inverno), é compensada por um aumento no final do outono e princípio do inverno, não sendo exclusiva deste território, mas antes transversal a todo o país (MIRANDA, et al., 2006).

ILUSTRAÇÃO 7 - Tendência linear da precipitação de outubro (esquerda) e novembro (direita), Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1916/2021

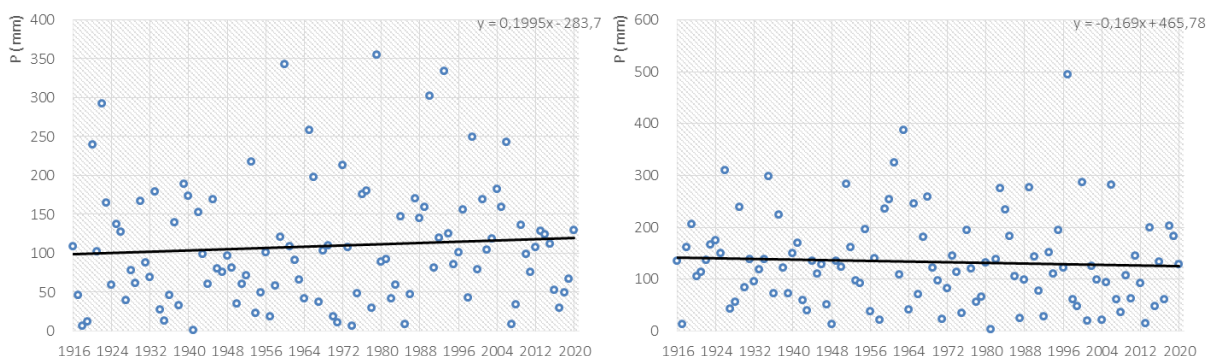


ILUSTRAÇÃO 8 - Tendência linear da precipitação de dezembro (esquerda) e janeiro (direita), Cernache do Bonjardim, Sertã, Portugal, 1916/2021

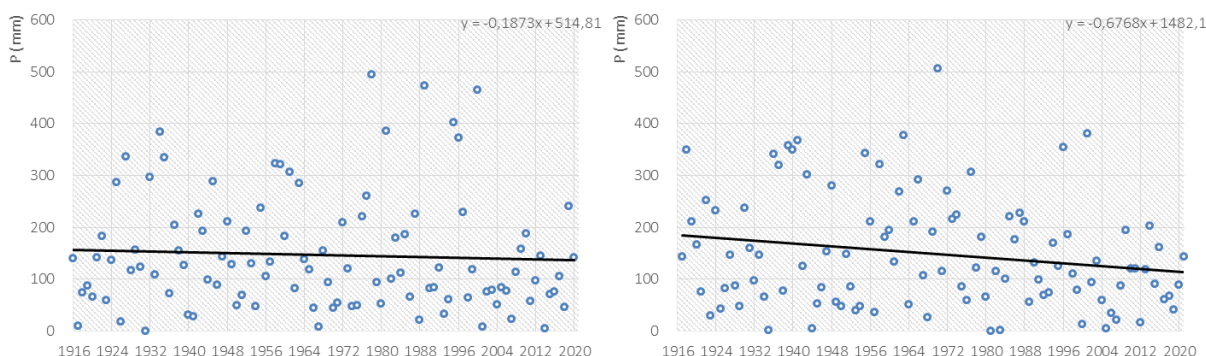


ILUSTRAÇÃO 9 - Tendência linear da precipitação de fevereiro (esquerda) e março (direita), Cernache do Bonjardim, Sertão, Portugal, 1916/2021

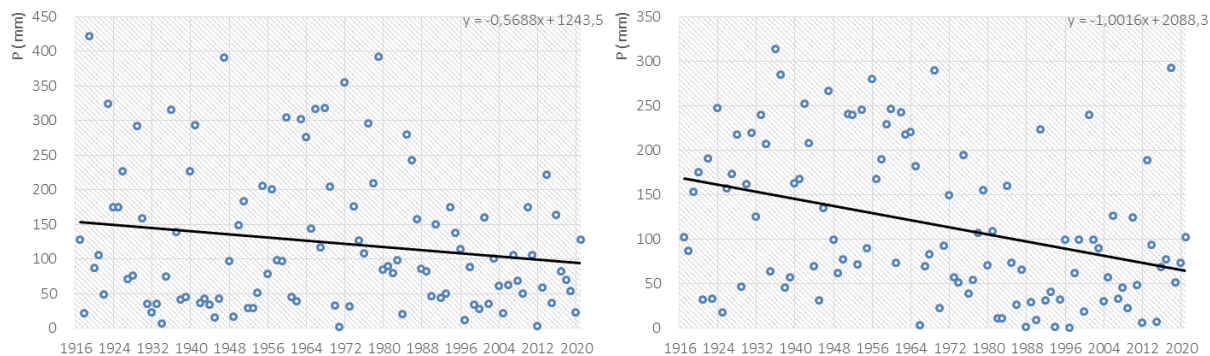


ILUSTRAÇÃO 10 - Tendência linear da precipitação de abril (esquerda) e maio (direita), Cernache do Bonjardim, Sertão, Portugal, 1916/2021

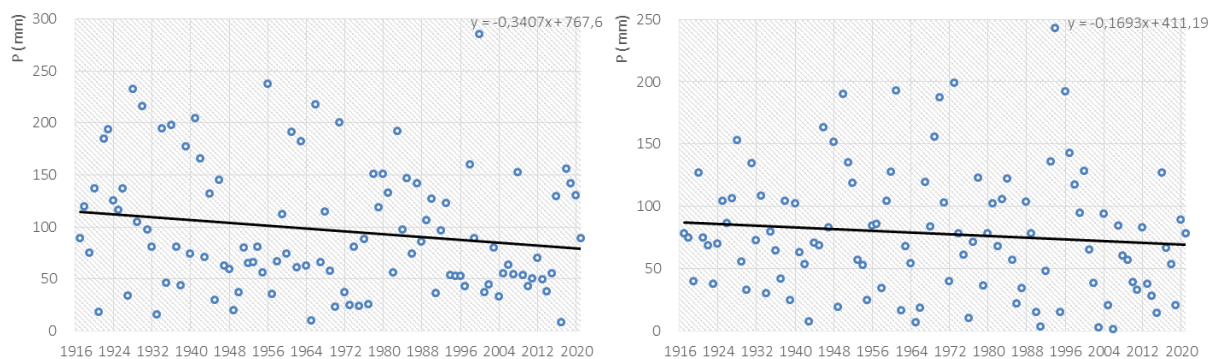


ILUSTRAÇÃO 11 - Tendência linear da precipitação de junho (esquerda) e julho (direita), Cernache do Bonjardim, Sertão, Portugal, 1916/2021

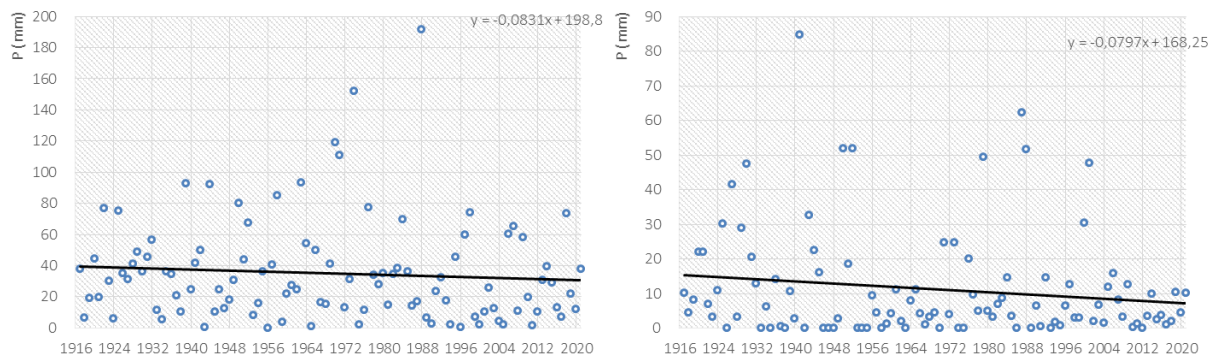
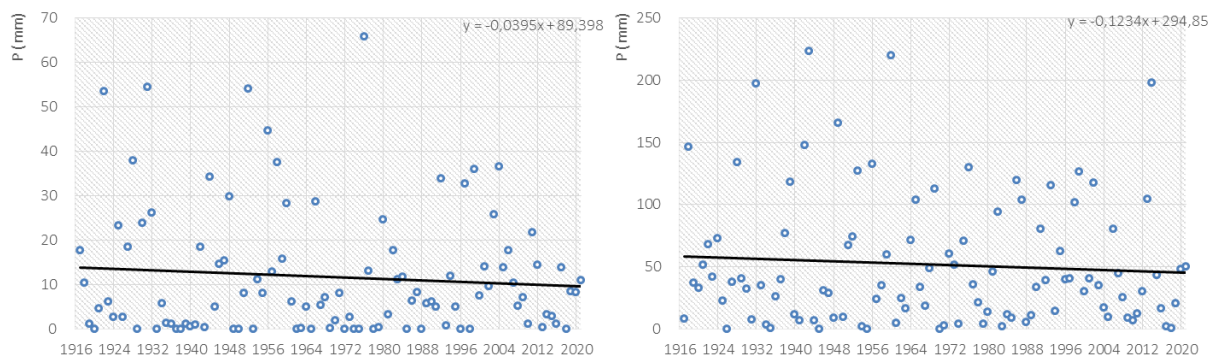


ILUSTRAÇÃO 12 - Tendência linear da precipitação de agosto (esquerda) e setembro (direita), Cernache do Bonjardim, Sertão, Portugal, 1916/2021



De uma forma geral, os dados mais recentes da precipitação em Cernache do Bonjardim, parecem ir ao encontro das previsões do Intergovernmental Panel on Climate Change, ou seja, de uma redução acentuada da precipitação com todas as consequências para as restantes dimensões do ciclo hidrológico (IPCC, 2018). Dada a escala de análise, mensal, não é possível inferir sobre o aumento ou diminuição de fenômenos naturais extremos, já que, para esses casos, seria desejável trabalhar com dados diários ou horários.

5 CONCLUSÃO

Os procedimentos e os métodos adotados para calcular e analisar os dados de precipitação obtidos revelaram-se fiáveis e próximos daqueles que são os dados oficiais do Instituto Português do Mar e da Atmosfera. Dessa forma, é possível melhorar e estender séries de dados da precipitação de um qualquer lugar que possua informação própria e interligar essa informação com outras estações meteorológicas (desde que os dados coincidam em algum momento no tempo).

Cernache do Bonjardim enquadra-se num tipo de clima mediterrânico, com invernos habitualmente húmidos e verões secos, com tendência para ver reduzida os quantitativos mensais de precipitação. De acordo com a classificação Köppen-Geiger (Kottek, Grieser, Beck, C., Rudolf, Rubel, 2006), essa corresponde aos códigos “Csb” e “Csa” já que esta é uma zona de fronteira entre essas duas realidades climáticas.

6 REFERÊNCIAS

ALVES, J. D.; PEREIRA, P. D.; QUEIROZ, M. G.; SILVA, T. G.; FERREIRA, J. M.; & JÚNIOR, G. D. Índice de anomalia de chuva para diferentes mesorregiões do Estado de Pernambuco. **Pensar Acadêmico**, v.14, n.1, p.37-47, 2016.

CARVALHO, L.; LEITÃO, N.; OLIVEIRA, A.; BORGES, D.; SANTOS, J. M.; ROCHA, M.; . . . RODRIGUES, V. **Histórico de Ocorrências no Município da Amadora, 2000-**

2010. Normais Climatológicas da Amadora, 1915-2012. Amadora: Serviço Municipal de Proteção Civil da Amadora & TERCUD - Centro de Estudos do Território, Cultura e Desenvolvimento, 2013.

DEMANGEOT, J. **Os Meios Naturais do Globo. 7. ed.** R. S. Brito, Ed., F. R. Martins, & H. N. Santo, Trans.) Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2008.

IM. **Perfil Climático - Portugal Continental.** Lisboa: Instituto Português do Mar e da Atmosfera, 2005.

IPCC. **Global Warming of 1.5°C.** Intergovernmental Panel on Climate Change, 2018.

IPMA. **Normais Climatológicas.** Lisboa: Instituto Português do Mar e da Atmosfera, 2020a.

IPMA. **Onda de Calor.** Lisboa: Instituto Português do Mar e da Atmosfera, 2020b.

KOTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., RUDOLF, B., & RUBEL, F. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v.15, n.3, p. 259-263, 2006.

LEITÃO, N. **Amadora, perfil climático.** Amadora: Serviço Municipal de Proteção Civil da Amadora, 2020.

LOUREIRO, J. M. **Rio Tejo, As Grandes Cheias, 1800-2007.** Lisboa: ARH do Tejo, I.P., 2009.

MEDEIROS, C. A. O clima: características gerais e algumas incidências. In: MEDEIROS, C. A. **Geografia de Portugal.** 5. ed.. Lisboa: Editorial Estampa, 2000, p. 83-105.

MEIRELLES, M., & VASCONCELOS, H. Análise da Série Histórica de Temperatura Observada na Ilha Terceira: 1865 - 2004. In: **XI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DO AMBIENTE.** Lisboa, 2011.

MIRA, R. **Ciclone de 1941! Já ouviu falar?** MeteoMira, 2020.

MIRANDA, P., VALENTE, A., TOMÉ, A. R., TRIGO, R., COELHO, F., AGUIAR, A., & AZEVEDO, E. O clima em Portugal nos Séculos XX e XXI. In: SANTOS, F. & MIRANDA, P. (Edits.), **Alterações climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação.** Lisboa: Gradiva, 2006. p. 49-113.

NASCIMENTO, D. Estudo comparativo da definição de anos-padrão do regime habitual e excecional das precipitações a partir do ano civil e do ano hidrológico. In: **XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA / I CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA.** Campinas: Instituto de Geociências, 2016.

NORONHA, G. C., HORA, M. D., & SILVA, L. P. Análise do Índice de Anomalia de Chuva para a Microbacia de Santa Maria/Cambiocó, RJ. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.31, n.1, p. 74-81.

QUARESMA, I. **Inventariação e a análise de eventos hidro-geomorfológicos com carácter danoso em Portugal Continental**. Tese de Mestrado – Departamento de Geografia, Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2008.

RODRIGUES, P. **Uma abordagem geo-data mining às regiões climáticas da Península Ibérica, 1951-2010**. Tese de Mestrado – Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2016.

SANCHES, F. D. O geógrafo-climatologista e as mudanças climáticas: uma proposta metodológica. In: **XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA**. Teresina – Piauí, 2015.

SILVA, L. P. **O clima do Noroeste de Portugal (1600-1855): dos discursos aos impactos**. Tese de Doutoramento – Faculdade de Letras, Universidade do Porto, Porto, 2019.

SNIRH. **Mediateca**: ano hidrológico. Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, 2020.

TABORDA, J. P. O temporal de 3 a 6 de dezembro de 1739 em Portugal reconstituição a partir de fontes documentais descritivas. **Finisterra**, v.XLI, n.2, p. 73-86, 2006.

WMO. **Guide to Climatological Practices**. Geneva: World Meteorological Organization, 2018.