

**AMADORA:
PERFIL CLIMÁTICO
OUT. 1915 - SET. 2021**



AMADORA





Outubro de 2021 | Nuno Leitão / Luís Carvalho
nleitao@fcsb.unl.pt | proteccao.civil@cm-amadora.pt



ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	4
2. ENQUADRAMENTO CONCEPTUAL	6
3. ASPETOS METODOLÓGICOS	8
3.1 ASPETOS GERAIS	9
3.2 CÁLCULO DA PRECIPITAÇÃO MENSAL	10
3.3 CÁLCULO DA TEMPERATURA MÉDIA MENSAL	25
4. ANÁLISE DE DADOS CLIMÁTICOS	38
4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO GEOGRÁFICA	39
4.2 ASPETOS GERAIS (PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA)	40
4.3 PRECIPITAÇÃO	41
4.3.1 ÂMBITO MENSAL	41
4.3.2 ÂMBITO ANUAL	46
4.3.3 PROJEÇÃO (2021/2099)	52
4.4 TEMPERATURA	54
4.4.1 ÂMBITO MENSAL	56
4.4.2 ÂMBITO ANUAL	59
4.4.3 PROJEÇÃO (2021/2099)	61
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62



INTRODUÇÃO

Conhecer o clima de um qualquer local é sempre relevante, seja para determinar a sua relação/participação nas diferentes fases do ciclo hidrológico, seja para perceber de que forma amplifica acontecimentos como inundações, secas ou incêndios florestais, eventos presentemente potenciados pelo atual contexto de alterações climáticas (Monteiro, 2001) (Rodrigues, 2016) (Ganho, 2019) (Fonseca M., 2020).

No âmbito do projeto Campanha Local UN-DRR 2010-2020 “Amadora Resiliente” (Carvalho, Farinha, Rocha, Lourenço, & Pinhal, 2020) revestia-se do maior interesse produzir, disponibilizar e analisar dados climáticos relativos ao território do município da Amadora. À semelhança de outros estudos (Silva, 2014), esses dados teriam vários fins, nomeadamente desenvolver uma análise climática, tão longa quanto possível, para o município da Amadora, e simultaneamente apoiar estudos de outras dimensões do referido projeto, a saber:

- Ocorrências de fugas de gás; onde, por exemplo, se procurava determinar a relação entre as variações na temperatura e o número de ocorrências;
- Ocorrências de inundações urbanas; fenómeno cuja ocorrência se relaciona, muitas vezes, com episódios de maior precipitação, sobretudo quando na origem dessa precipitação estão nuvens de desenvolvimento vertical (ex: cumulonimbus);
- Ocorrências de acidentes rodoviários; onde se procurava, entre outros aspetos, aferir a ligação entre a variação da precipitação e o número de acidentes;
- Ocorrências de incêndios florestais; para os quais variáveis como a temperatura ou precipitação são muito relevantes;
- Ocorrências de movimentos de terrenos; para os quais, a precipitação elevada é um fator determinante;

- Contudo, a informação disponível para o Município da Amadora é escassa no que refere a dados climáticos. Não só não existem dados no Instituto Português do Mar e da Atmosfera, como também não existem em plataformas alternativas, de que é exemplo a *weather underground* (ver <https://www.wunderground.com>), um agregador de informação meteorológica, que compila dados de mais de 250 mil estações meteorológicas pessoais.

O Serviço Municipal de Proteção Civil da Amadora já teve uma estação meteorológica automática e há um histórico, ainda que curto, de dados climáticos recolhidos. No entanto, a pequena longevidade dessa informação dificulta análises e conclusões (CMA/SMPCA, 2015).

Os estudos específicos relativos aos acidentes rodoviários, fugas de gás, incêndios florestais, movimentos de terrenos ou inundações urbanas compreendem o período 2000/2020, sendo imperativo providenciar dados que cobrissem também esse período.

Assim, os dados gerados dizem respeito à precipitação mensal (1915/2021) e temperatura média mensal (1939/2021), sendo possível, a partir destes registos, calcular várias normais climatológicas, ainda que as relevantes para a Campanha Local UN-ISDR 2010-2020 sejam as de 1991/2020, por incluírem o período de referência das ocorrências (2000-2020).

A precipitação mensal e a temperatura média mensal, os elementos climáticos aqui tratados, são especialmente relevantes e facilmente relacionáveis com os vários tipos de episódios/ocorrências analisados, pelo que se optou não incluir nesta análise quaisquer outros elementos climáticos.



ENQUADRAMENTO GLOBAL

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, isto é, apuramentos estatísticos relativos a um ou mais elementos do clima (por exemplo, a precipitação ou 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 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 Lisboa <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1971-2000/#535>).

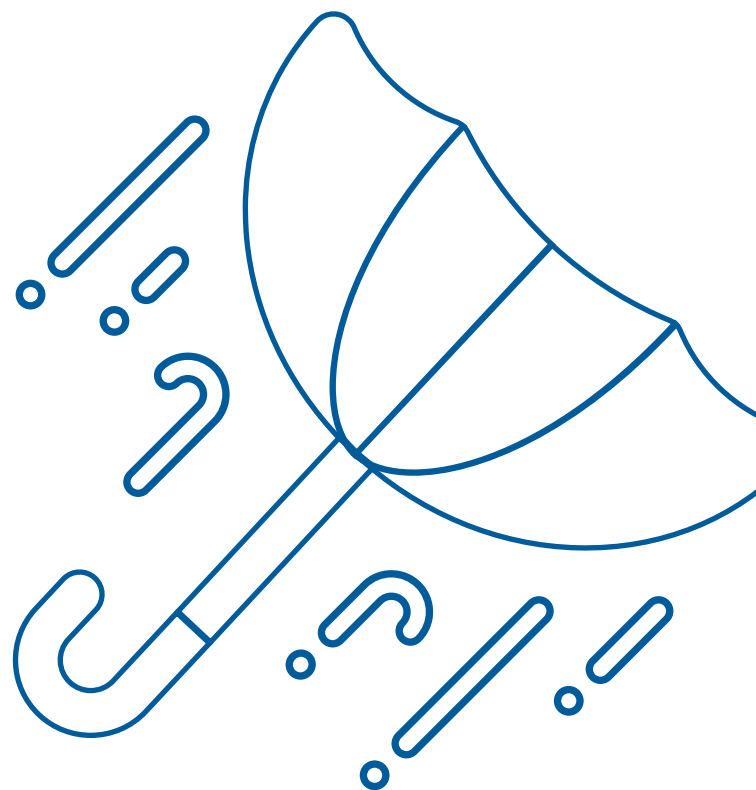
Entre esses registos encontram-se os valores médios da temperatura máxima e mínima do ar, da precipitação, da insolação, do vento e valores extremos da temperatura máxima e mínima do ar. No entanto, esta organização não disponibiliza gratuitamente dados detalhados dos diversos elementos do clima.

Para contornar o problema da não cedência gratuita de informação por parte do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, bem como da ausência de estações meteorológi-

cas no território do Município da Amadora, desenvolveram-se procedimentos para produzir uma série de dados de precipitação mensal que compreende o período entre outubro de 1915 e setembro de 2021 e, também uma série de dados de temperatura média mensal entre outubro de 1939 e setembro de 2021.

É possível, e a partir destes dados, extrair várias normais climatológicas com 30 anos de observações, caracterizando o clima em diferentes momentos ao longo do século XX e XXI, bem como apoiar os estudos paralelos do projeto Campanha Local UNDRR 2010-2020 “Amadora Resiliente”.

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 L. P., 2019), ou seja, é difícil ir para além dos 106 anos de dados de precipitação analisados no âmbito deste estudo ou dos 82 anos de dados de temperatura.





ASPETOS METODOLÓGICOS

3.1 ASPETOS GERAIS

De forma a obter as referidas séries de precipitação mensal e temperatura média mensal foi necessário recolher a informação existente, cuja origem diz respeito a duas fontes:

- Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (ver <https://snirh.apambiente.pt>), tendo os últimos dados sido descarregados, em setembro de 2021.
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera (ver <https://www.ipma.pt>), tendo sido adquiridos dados de 5 estações, as mais próximas ao território do município da Amadora.

Na imagem abaixo é possível identificar as diferentes estações meteorológicas, isto é, tanto do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, como do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, cujos dados foram considerados neste estudo.

O ideal teria sido recorrer apenas a dados de estações meteorológicas localizadas na Amadora, mas tal não foi possível, porque não existem ou porque a sua informação não tem qualidade e/ou longevidade. Assim, o cálculo da precipitação e temperatura média mensais apoiou-se em estações meteorológicas distintas, mas próximas do território do município da Amadora, isto é, nenhuma estação meteorológica está a mais de 34 quilómetros de distância (a estação meteorológica que se encontra mais afastada é a de Vila Nogueira de Azeitão, a cerca de 33,4 quilómetros do território do município da Amadora).

O recurso a várias estações meteorológicas permite, como se verá, a comparação e identificação de valores anómalos, a produção de novos valores nos meses em que essa informação falta e a construção de séries temporais mais longas. Estes procedimentos são comuns em estudos climatológicos (Sanchez, 2015).

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



Fig. 1. Estações meteorológicas utilizadas para o cálculo da precipitação mensal e da temperatura média mensal na Amadora

3.2 CÁLCULO DA PRECIPITAÇÃO MENSAL

CARREGAMENTO DE DADOS

- 28 estações do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
- 5 estações do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, que são, também as estações de referência



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 1272 meses



CORRELAÇÃO E PREENCHIMENTO DE VALORES EM FALTA

- Calculada a correlação das 5 estações do Instituto Português do Mar e da Atmosfera com todas as estações
- Preenchimento de valores em falta, o qual é priorizado de acordo com a correlação mais alta



INTERPOLAÇÃO

- Uma vez calculados todos os valores de precipitação entre outubro de 1915 e setembro de 2021 das 5 estações de referência, desenvolve-se, para cada um dos meses, uma interpolação, que tem como critérios a precipitação e a distância à Amadora

Para o cálculo da precipitação mensal foram adotados uma série de procedimentos que se podem sistematizar no esquema abaixo e que se detalharão em seguida.

A produção de 1272 registos de precipitação mensal (entre outubro de 1915 a setembro de 2021) apoiou-se em dados de 28 estações

meteorológicas do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos e de 5 estações do Instituto Português do Mar e da Atmosfera.

O símbolo ▼ identifica na tabela 1 a coluna e o sentido pelo qual os valores são ordenados.

1. CARACTERÍSTICAS DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DO SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM ESTUDO

ESTAÇÃO	CONCELHO	DISTÂNCIA (KM) A AMADORA ▼	DADOS DISPONÍVEIS DESDE ...	DADOS DISPONÍVEIS ATÉ ...	REGISTOS MENSAIS DISPONÍVEIS
BELAS	Sintra	3,2	OUT de 1979	SET de 1983	48
CACÉM	Sintra	6,1	OUT de 1979	OUT de 2020	365
ALGÉS	Lisboa	6,8	AGO de 1949	SET de 1954	146
CANEÇAS	Odivelas	7,1	OUT de 1980	AGO de 2021	384
LISBOA	Lisboa	9,1	FEV de 2006	JUN de 2008	11
SACAVÉM DE CIMA	Loures	11,3	MAI de 1932	SET de 2002	833
MONTE DA CAPARICA	Almada	11,4	MAI de 1985	JUL de 2021	269
LINHÓ	Sintra	12,6	OUT de 1989	DEZ de 2020	242
SÃO JULIÃO DO TOJAL	Loures	13,4	JAN de 1938	FEV de 2020	933
LOUSA	Loures	14,4	OUT de 1979	JUN de 2020	331
BARRAGEM DO RIO DA MULA	Cascais	16,2	OUT de 1989	JAN de 2016	217
QUINTA DO PISÃO	Cascais	16,6	OUT de 1979	DEZ de 2002	306
CHELEIROS	Mafra	16,8	JAN de 1979	OUT de 2020	366
MALVEIRA DA SERRA	Cascais	17,5	NOV de 2004	JUL de 2021	118
CASCAIS	Cascais	17,9	MAR 1991	DEZ de 2020	157
COLARES (SARRAZOLA)	Sintra	19,8	OUT de 1965	JUL de 2021	406

ESTAÇÃO	CONCELHO	DISTÂNCIA (KM) A AMADORA ▼	DADOS DISPONÍVEIS DESDE ...	DADOS DISPONÍVEIS ATÉ ...	REGISTOS MENSIS DISPONÍVEIS
AZENHAS DO MAR	Sintra	20,3	JAN 1947	OUT de 1967	247
MILHARADO	Mafra	21,2	OUT de 1980	AGO de 2020	365
ARRANHÓ	Arruda dos Vinhos	22,9	OUT de 1979	AGO de 2021	396
CALHANDRIZ	Vila Franca de Xira	23,9	OUT de 1980	JUL de 2017	304
ALCOCHETE	Alcochete	24,6	NOV de 1931	ABRIL de 2021	936
SOBRAL DA ABELHEIRA	Sobral da Abelheira	27,6	OUT de 1979	AGO de 2021	402
ARRUDA DOS VINHOS	Arruda dos Vinhos	29,0	OUT de 1979	AGO de 1983	48
SOBRAL DE MONTE AGRAÇO	Sobral de Monte Agraço	29,8	JAN de 1916	AGO de 2021	1173
VILA FRANCA DE XIRA	Vila Franca de Xira	32,3	OUT de 1957	AGO de 2021	677
PEREIRO DA PALHACANA	Alenquer	32,7	JUL de 1957	SET de 1995	423
ORJARIÇA	Torres Ve- dras	33,3	OUT de 1979	MAI de 2021	406
VILA NOGUEIRA DE AZEITÃO	Setúbal	33,4	NOV de 1931	AGO de 2021	1001

2. CARACTERÍSTICAS DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DO SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM ESTUDO

ESTAÇÃO	CONCELHO	DISTÂNCIA (KM) A AMADORA ▼	DADOS DISPONÍVEIS DESDE ...	DADOS DISPONÍVEIS ATÉ ...	REGISTOS MENSIS DISPONÍVEIS
LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	Lisboa	7,3	JAN de 1940	DEZ de 2011	838
LISBOA (PORTELA)	Lisboa	9,3	JAN de 1970	DEZ de 1983	168

ESTAÇÃO	CONCELHO	DISTÂNCIA (KM) A AMADORA ▼	DADOS DISPONÍVEIS DESDE ...	DADOS DISPONÍVEIS ATÉ ...	REGISTOS MENSIS DISPONÍVEIS
LISBOA (GATO COUTINHO)	Lisboa	9,4	JAN de 1982	AGO de 2021	476
SINTRA (GRANJA)	Sintra	12,1	JAN de 1940	DEZ de 2008	778
CABO RASO (FAROL)	Cascais	22,1	NOV de 1997	DEZ de 2015	184

Pela sua proximidade ao território do município da Amadora, e pela qualidade e longevidade de informação que apresentam, foram adotadas como estações de referência, as 5 estações meteorológicas do Instituto Português do Mar e da Atmosfera. É a partir dessas 5 estações que são interpolados valores para uma nova localização (que ficou definida como sendo a do edifício da Câmara Municipal da Amadora). Assim, o cálculo dos valores de precipitação mensal na Amadora considerou as seguintes etapas:

- Carregados os dados de precipitação mensal das 33 estações, anteriormente referidas.
- Os dados foram, primeiramente comparados com os registos anuais do Instituto Português do Mar e da Atmosfera¹, nomeadamente com a estação de Lisboa. 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 entre 2011 e 2019.
- Os dados mensais das várias estações foram, também comparados entre si ao longo dos 1272 meses da série. A comparação de dados entre diferentes estações meteorológicas reforça a identificação valores anómalos, isto é, de valores anormalmente baixos ou altos. A sua remoção melhora a correlação de dados entre estações meteorológicas e permite obter resultados finais mais fiáveis.
- Num primeiro momento, foi calculada, mês a mês, a diferença entre a média dos valores disponíveis das várias estações meteorológicas e o valor mais baixo de precipitação. São avaliados os casos em que o resultado desse algoritmo é igual ou superior a 7 mm e num segundo momento, igual ou superior a 90 mm. Identificaram-se falsos 0 mm e valores, anormalmente baixos em contextos de precipitações elevadas.
- Num terceiro momento, foram calculados os desvios de precipitação 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 superior a 100 mm.
- Posteriormente, foi calculada a correlação das 5 estações de referência, portanto, do Instituto Português do Mar e da Atmosfera com todas as estações,

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 Lisboa, entre 1960 e 2019.

sejam elas do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos ou do Instituto Português do Mar e da Atmosfera. A correlação abrange apenas os registos mensais coincidentes para cada par de estações.

- Os valores de correlação entre cada par de estações servem para dar mais ou menos prioridade na utilização dos respetivos dados, ou seja, a estimação de valores em falta é feita, preferencialmente com dados de estações meteorológicas com correlações mais elevadas. Note-se que a interpolação de um novo valor a partir dos valores conhecidos nestas 5 estações implica que todas elas tenham valores de precipitação mensal entre outubro de 1915 e setembro de 2021.
- Detalhando o cálculo, e a título de exemplo, da precipitação mensal de janeiro de 1916 para a estação meteorológica do Cabo Raso (Farol), considerem-se os seguintes passos:
 - Observada a estação com dados disponíveis em janeiro de 1916, que apresenta a correlação mais elevada com a estação do Cabo Raso (Farol), isto é, a estação de Sobral de Monte Agraço.
 - Determinada a média dos valores mensais de precipitação da estação do Cabo Raso (Farol), que coincidem temporalmente com a estação de Sobral de Monte Agraço. Neste caso existem 123 meses coincidentes e o valor médio é de 30,1 mm.
 - Determinada a média dos valores mensais de precipitação da estação de Sobral de Monte Agraço, que coincidem temporalmente com a estação do Cabo Raso (Farol). São os mesmos 123 meses e o valor médio desse período é de 50,5 mm.
 - É estabelecido um rácio entre os dois valores. A operação executada é: $30,1 \text{ mm} / 50,5 \text{ mm} = 0,54$. A precipitação média mensal do Cabo Raso (Farol) é no período

do coincidente dos 123 meses 0,6 vezes inferior à de Sobral de Monte Agraço.

- Portanto, a precipitação mensal do Cabo Raso (Farol) em janeiro de 1916 é obtida através do seguinte cálculo e tendo por base o valor registado nesse mês em Sobral de Monte Agraço (37,4 mm). $37,4 \text{ mm} * 0,6 = 22,3 \text{ mm}$.
- Por vezes, e apesar de se terem recolhido dados de 33 estações, é possível que nenhuma das estações meteorológicas selecionadas apresente valores próprios ao longo dos 1272 meses analisados. Nesses casos, o cálculo de valores em falta considera apenas os valores médios mensais da própria estação. É disso exemplo dezembro de 1915, ou seja, não se efetuam cálculos e é utilizada a precipitação média mensal dos valores disponíveis de dezembro da respetiva estação. No entanto, são raras as vezes em que este procedimento é adotado, cerca de 0,3% do total de dados, conforme se verá, posteriormente.
- Uma vez calculados todos os valores de precipitação entre outubro de 1915 e setembro de 2021 para as 5 estações meteorológicas de referência, desenvolve-se, para cada um dos meses, uma interpolação² dos valores das 5 estações de referência que toma em consideração a respetiva precipitação mensal e a distância a um novo ponto (o edifício da Câmara Municipal da Amadora).
- Note-se que a estação do Cabo Raso (Farol) dista 22,1 km do edifício da Câmara Municipal da Amadora; a estação de Lisboa (Gago Coutinho) dista 9,4 km; a estação de Lisboa (Portela) dista 9,3 km; a estação de Lisboa (Tapada da Ajuda) dista 7,3 km; e a estação de Sintra (Granja) dista 12,1 km.

² A fórmula utilizada para a interpolação pode ser sistematizada da seguinte forma

$$z_p = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{z_i}{d_i} \right)}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{d_i} \right)}$$

As tabelas que se apresentam de seguida identificam as estações meteorológicas de referência, as restantes estações, o grau de correlação entre as mesmas, a forma como se reparte o cálculo da precipitação mensal nos meses em falta (entre outubro de 1915 a setembro de 2021), bem como os casos em que os valores obtidos resultaram da média dos valores mensais da própria estação.

Note-se que não se apresentam as 33 estações meteorológicas referidas inicialmente, ou seja, há várias estações cujos valores não foram necessários, ou porque apresentavam correlações baixas com as estações de referência ou porque os dados eram redundantes face aos existentes em outras estações. O símbolo ▼ identifica nas tabelas abaixo a coluna e o sentido pelo qual os valores são ordenados.

3. RESULTADOS DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO CABO RASO (FAROL) E DA REPARTIÇÃO DA UTILIZAÇÃO DOS DADOS DAS ESTAÇÕES SELECIONADAS (1915/1921)

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM CABO RASO (FAROL) ▼	REGISTOS MENSAIS COMUNS (USADOS NO CÁLCULO DA CORRELAÇÃO)	REGISTOS/ MESES USADOS DE CADA ESTAÇÃO	PESO DOS DADOS DA ESTAÇÃO NO CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	
CABO RASO (FAROL)	-----	-----	184	14%	14%
COLARES (SARRAZOLA)	98%	16	390	31%	45%
QUINTA DO PISÃO	95%	62	29	2%	47%
BARRAGEM RIO DA MULA	91%	109	10	1%	48%
ORJARIÇA	91%	118	21	2%	50%
LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	90%	143	295	23%	73%
SINTRA (GRANJA)	90%	111	1	0%	73%
LISBOA (GAGO COUTINHO)	89%	184	25	2%	75%
SACAVÉM DE CIMA	88%	58	109	9%	84%
ALCOCHETE	88%	115	12	1%	85%

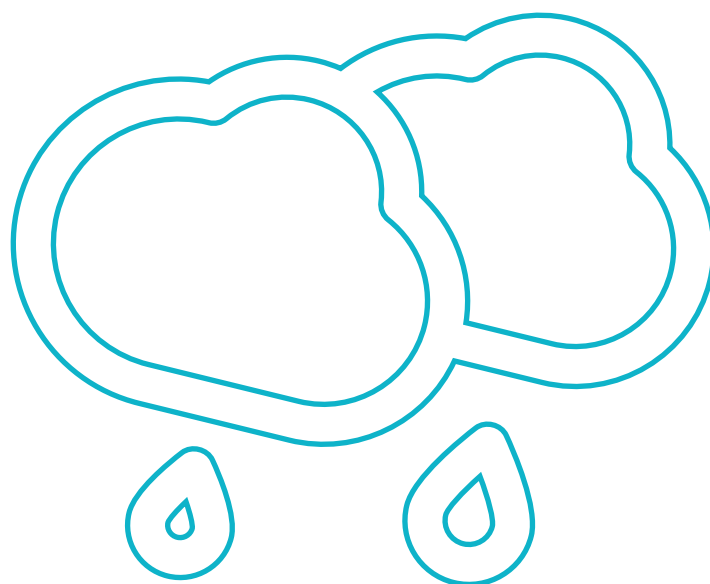
ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM CABO RASO (FAROL) ▼	REGISTOS MENSAIS COMUNS (USADOS NO CÁLCULO DA CORRELAÇÃO)	REGISTOS/ MESES USADOS DE CADA ESTAÇÃO	PESO DOS DADOS DA ESTAÇÃO NO CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	
SOBRAL DA ABELHEIRA	88%	150	1	0%	85%
SOBRAL DE MONTE AGRAÇO	87%	123	191	15%	100%
MÉDIA MENSAL DA ESTAÇÃO	-----	-----	4	0%	100%

4. RESULTADOS DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO LISBOA (GAGO COUTINHO) E DA REPARTIÇÃO DA UTILIZAÇÃO DOS DADOS DAS ESTAÇÕES SELECIONADAS (1915/1921)

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM LISBOA (GAGO COUTINHO) ▼	REGISTOS MENSAIS COMUNS (USADOS NO CÁLCULO DA CORRELAÇÃO)	REGISTOS/ MESES USADOS DE CADA ESTAÇÃO	PESO DOS DADOS DA ESTAÇÃO NO CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	
LISBOA (GAGO COUTINHO)	-----	-----	475	37%	37%
LISBOA (PORTELA)	100%	24	144	11%	49%
LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	98%	359	335	26%	75%
SACAVÉM DE CIMA	96%	246	110	9%	84%
SÃO JULIÃO DO TOJAL	96%	405	1	0%	84%
ALCOCHETE	94%	351	11	1%	85%
VILA FRANCA DE XIRA	94%	386	1	0%	85%
VILA NOGUEIRA DE AZEITÃO	94%	400	1	0%	85%
SOBRAL DE MONTE AGRAÇO	92%	383	190	15%	100%
MÉDIA MENSAL DA ESTAÇÃO	-----	-----	4	0%	100%

5. RESULTADOS DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO LISBOA (PORTELA) E DA REPARTIÇÃO DA UTILIZAÇÃO DOS DADOS DAS ESTAÇÕES SELECIONADAS (1915/1921)

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM LISBOA (PORTELA) ▼	REGISTOS MENSAIS COMUNS (USADOS NO CÁLCULO DA CORRELAÇÃO)	REGISTOS/ MESES USADOS DE CADA ESTAÇÃO	PESO DOS DADOS DA ESTAÇÃO NO CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	
LISBOA (PORTELA)	-----	-----	168	13%	13%
LISBOA (GAGO COUTINHO)	100%	24	451	35%	49%
CANEÇAS	98%	30	1	0%	49%
SACAVÉM DE CIMA	98%	168	443	35%	84%
LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	97%	168	2	0%	84%
SÃO JULIÃO DO TOJAL	96%	168	1	0%	84%
VILA NOGUEIRA DE AZEITÃO	96%	168	12	1%	85%
SOBRAL DE MONTE AGRAÇO	94%	167	190	15%	100%
MÉDIA MENSAL DA ESTAÇÃO	-----	-----	4	0%	100%



6. RESULTADOS DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO LISBOA (TAPADA DA AJUDA) E DA REPARTIÇÃO DA UTILIZAÇÃO DOS DADOS DAS ESTAÇÕES SELECIONADAS (1915/1921)

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM LISBOA (TAPADA DA AJUDA) ▼	REGISTOS MENSAIS COMUNS (USADOS NO CÁLCULO DA CORRELAÇÃO)	REGISTOS/ MESES USADOS DE CADA ESTAÇÃO	PESO DOS DADOS DA ESTAÇÃO NO CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	
LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	-----	-----	838	66%	66%
LISBOA (GAGO COUTINHO)	98%	359	116	9%	75%
SÃO JULIÃO DO TOJAL	95%	833	49	4%	79%
SACAVÉM DE CIMA	95%	606	1	0%	79%
SACAVÉM DE CIMA	95%	723	62	5%	84%
VILA NOGUEIRA DE AZEITÃO	94%	810	12	1%	85%
SOBRAL DE MONTE AGRAÇO	91%	795	190	15%	100%
MÉDIA MENSAL DA ESTAÇÃO	-----	-----	4	0%	100%

7. RESULTADOS DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO SINTRA (GRANJA) E DA REPARTIÇÃO DA UTILIZAÇÃO DOS DADOS DAS ESTAÇÕES SELECIONADAS (1915/1921)

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM SINTRA (GRANJA) ▼	REGISTOS MENSAIS COMUNS (USADOS NO CÁLCULO DA CORRELAÇÃO)	REGISTOS/ MESES USADOS DE CADA ESTAÇÃO	PESO DOS DADOS DA ESTAÇÃO NO CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	
SINTRA (GRANJA)	-----	-----	778	61%	61%
QUINTA DO PISÃO	97%	270	32	3%	64%
LOUSA	97%	256	47	1%	68%

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM SINTRA (GRANJA) ▼	REGISTOS MENSAIS COMUNS (USADOS NO CÁLCULO DA CORRELAÇÃO)	REGISTOS/ MESES USADOS DE CADA ESTAÇÃO	PESO DOS DADOS DA ESTAÇÃO NO CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	
COLARES (SARRAZOLA)	97%	370	5	1%	68%
SOBRAL DA ABELHEIRA	97%	321	35	3%	71%
LISBOA (GAGO COUTINHO)	96%	324	31	2%	73%
VILA FRANCA DE XIRA	94%	603	1	0%	73%
SÃO JULIÃO DO TOJAL	94%	774	70	6%	79%
SOBRAL DE MONTE AGRAÇO	94%	768	264	21%	100%
MÉDIA MENSAL DA ESTAÇÃO	-----	-----	9	0%	100%

Deve destacar-se a elevada correlação dos registos mensais de precipitação das 5 estações meteorológicas de referência e as demais estações. Na maior parte dos casos, as correlações estão acima de 90% e muitas vezes até acima de 95%. A estação do Cabo Raso (Farol) é a que apresenta resultados mais fracos, no entanto, a correlação mais baixa é de 87% com a estação de Sobral de Monte Agraço.

Por outro lado, note-se ainda que cálculo do coeficiente de correlação, e mais tarde das médias de precipitação, se apoia em dezenas ou centenas de valores coincidentes. Os valores mensais comuns entre cada estação de referência e as demais estações variam entre os 16 registos mensais e os 833, sendo a média de 311 registos mensais coincidentes e a mediana de 251.



Observe-se na tabela seguinte os registos mensais em comum entre cada par de estações. Note-se que apenas se representam

os valores das estações, efetivamente utilizadas na etapa final do cálculo da precipitação mensal.

8. VALORES MENSIS COMUNS DE PRECIPITAÇÃO MENSAL ENTRE AS 5 ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DE REFERÊNCIAS E AS DEMAIS ESTAÇÕES (1915/1921)

ESTAÇÃO	CABO RASO (FAROL)	LISBOA (GAGO COUTINHO)	LISBOA (PORTELA)	LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	SINTRA (GRANJA)
ALCOCHETE	115	351	-----	-----	-----
BARRAGEM RIO DA MULA	109	-----	-----	-----	-----
CANEÇAS	-----	-----	30	-----	-----
COLARES (SARRAZOLA)	16	-----	-----	-----	370
LISBOA (GAGO COUTINHO)	184	-----	24	359	324
LISBOA (PORTELA)	-----	24	-----	-----	-----
LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	143	359	168	-----	-----
LOUSA	-----	-----	-----	-----	256
ORJARIÇA	118	-----	-----	-----	-----
QUINTA DO PISÃO	62	-----	-----	-----	270
SACAVÉM DE CIMA	58	246	168	723	-----
SÃO JULIÃO DO TOJAL	-----	405	168	833	774
SINTRA (GRANJA)	111	-----	-----	-----	-----
SOBRAL DA ABELHEIRA	150	-----	-----	-----	321

ESTAÇÃO	CABO RASO (FAROL)	LISBOA (GAGO COUTINHO)	LISBOA (PORTELA)	LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	SINTRA (GRANJA)
SOBRAL DE MONTE AGRAÇO	123	383	167	795	768
VILA FRANCA DE XIRA	-----	386	-----	606	603
VILA NOGUEIRA DE AZEITÃO	-----	400	168	810	-----

O preenchimento de valores em falta e o prolongamento da série de precipitação mensal muito para além daquilo que são os registos mais antigos de cada estação pode alterar, e mais importante ainda, baixar as correlações entre as 5 estações de referência e as demais estações, no que refere aos novos valores obtidos. Assim, para determinar o impacto que

os novos valores de precipitação têm sobre as antigas e novas correlações entre estações, foi calculada a correlação a partir dos novos valores de precipitação obtidos para as 5 estações de referência. Apresentam-se abaixo esses resultados. O símbolo ▼ identifica nas tabelas abaixo a coluna e o sentido pelo qual os valores são ordenados.

9. RESULTADOS DO PRIMEIRO CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO E DO SEGUNDO CÁLCULO, E RESPECTIVOS DESVIOS, CABO RASO (FAROL) (1915/1921)

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM CABO RASO (FAROL)	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO C/NOVOS VALORES DO CABO RASO (FAROL)	VARIAÇÃO (DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO) ▼
LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	90%	96%	+5%
SACAVÉM DE CIMA	88%	93%	+5%
SOBRAL DA ABELHEIRA	88%	92%	+5%
BARRAGEM RIO DA MULA	91%	95%	+4%
SINTRA (GRANJA)	90%	94%	+4%
LISBOA (GAGO COUTINHO)	89%	93%	+4%
SOBRAL DE MONTE AGRAÇO	87%	92%	+4%

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM CABO RASO (FAROL)	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO C/NOVOS VALORES DO CABO RASO (FAROL)	VARIAÇÃO (DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO) ▼
ORJARIÇA	91%	93%	+3%
COLARES (SARRAZOLA)	98%	100%	+2%
ALCOCHETE	88%	89%	+2%
QUINTA DO PISÃO	95%	96%	+1%

10. RESULTADOS DO PRIMEIRO CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO E DO SEGUNDO CÁLCULO, E RESPECTIVOS DESVIOS, LISBOA (GAGO COUTINHO) (1915/1921)

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM LISBOA (GAGO COUTINHO)	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO C/NOVOS VALORES DE LISBOA (GAGO COUTINHO)	VARIAÇÃO (DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO) ▼
VILA FRANCA DE XIRA	94%	94%	+1%
LISBOA (PORTELA)	100%	100%	0%
LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	98%	99%	0%
SACAVÉM DE CIMA	96%	96%	0%
VILA NOGUEIRA DE AZEITÃO	94%	93%	0%
SOBRAL DE MONTE AGRAÇO	92%	92%	0%
SÃO JULIÃO DO TOJAL	96%	95%	-1%
ALCOCHETE	94%	91%	-3%

11. RESULTADOS DO PRIMEIRO CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO E DO SEGUNDO CÁLCULO, E RESPETIVOS DESVIOS, LISBOA (PORTELA) (1915/1921)

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM LISBOA (PORTELA)	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO C/NOVOS VALORES DE LISBOA (PORTELA)	VARIAÇÃO (DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO) ▼
LISBOA (GAGO COUTINHO)	100%	100%	0%
CANEÇAS	98%	100%	0%
LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	97%	98%	0%
SÃO JULIÃO DO TOJAL	96%	96%	-1%
VILA NOGUEIRA DE AZEITÃO	96%	95%	-1%
SOBRAL DE MONTE AGRAÇO	94%	93%	-3%
SACAVÉM DE CIMA	98%	90%	-8%

12. RESULTADOS DO PRIMEIRO CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO E DO SEGUNDO CÁLCULO, E RESPETIVOS DESVIOS, LISBOA (TAPADA DA AJUDA) (1915/1921)

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO C/NOVOS VALORES DE LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	VARIAÇÃO (DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO) ▼
SOBRAL DE MONTE AGRAÇO	91%	92%	+1%
LISBOA (GAGO COUTINHO)	98%	99%	0%
SÃO JULIÃO DO TOJAL	95%	95%	0%
SACAVÉM DE CIMA	95%	95%	0%
SACAVÉM DE CIMA	95%	94%	-1%
VILA NOGUEIRA DE AZEITÃO	94%	92%	-1%

13. RESULTADOS DO PRIMEIRO CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO E DO SEGUNDO CÁLCULO, E RESPECTIVOS DESVIOS, SINTRA (GRANJA) (1915/1921)

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM LISBOA (PORTELA)	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO C/NOVOS VALORES DE LISBOA (PORTELA)	VARIAÇÃO (DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO) ▼
SOBRAL DE MONTE AGRAÇO	94%	94%	+1%
QUINTA DO PISÃO	97%	97%	0%
LOUSA	97%	97%	0%
COLARES (SARRAZOLA)	97%	97%	0%
VILA FRANCA DE XIRA	94%	93%	-1%
SÃO JULIÃO DO TOJAL	94%	93%	-1%
SOBRAL DA ABELHEIRA	97%	95%	-2%
LISBOA (GAGO COUTINHO)	96%	94%	-2%

De uma forma geral, os novos valores do coeficiente de correlação são inferiores aos iniciais, ainda que seja uma redução pouco significativa. No entanto, nem sempre essa redução da correlação se verifica nas estações com mais resultados. Exemplificando com a estação de Sintra (Granja), a correlação diminui em 6 estações e sobe em 2 estações. Estas 2 estações, mais a própria, de Sintra (Granja), representam 85% de todos os registos de precipitação mensal. Por exemplo, a estação que apresenta a maior descida, Lisboa (Gago Coutinho), representa apenas 2% do conjunto total de dados.

Os valores finais de precipitação mensal foram ainda sujeitos a um teste suplementar. Removeram-se, aleatoriamente, 100 va-

lores de precipitação mensal das 5 estações de referência, mais concretamente e atendendo à sua longevidade: (i) 8 valores da estação do Cabo Raso (Farol); (ii) 19 valores da estação de Lisboa (Gago Coutinho); (iii) 7 valores da estação de Lisboa (Portela); (iv) 34 valores da estação de Lisboa (Tapada da Ajuda); (v) 32 valores da estação de Sintra (Granja).

Tomando-se como valor de controlo a precipitação média anual, observou-se uma variação de -0,3% ($\approx -1,9$ mm), ou seja, a estimacão da precipitação mensal na Amadora continua apresentar resultados coerentes com a formulação inicial, mesmo removendo-se 100 valores mensais de precipitação.

3.3 CÁLCULO DA TEMPERATURA MÉDIA MENSAL

A metodologia que está na origem do cálculo da temperatura média mensal não é muito diferente da que foi descrita no capítulo

anterior, no entanto existem algumas diferenças que importará esclarecer. O esquema abaixo faz a síntese da mesma.

CARREGAMENTO DE DADOS

- 8 estações do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
- 5 estações do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, que são, também as estações de referência

IDENTIFICAÇÃO E CORREÇÃO DE VALORES ANÓMALOS

- Comparação com registos mensais do Instituto Português do Mar e da Atmosfera
- Comparação entre estações ao longo dos 984 meses

CORRELAÇÃO E PREENCHIMENTO DE VALORES EM FALTA

- Calculada a correlação das 5 estações do Instituto Português do Mar e da Atmosfera com todas as estações
- Preenchimento de valores em falta, o qual é priorizado de acordo com a correlação mais alta

INTERPOLAÇÃO

- Uma vez calculados todos os valores de temperatura média entre outubro de 1939 e setembro de 2021 das 5 estações de referência, desenvolve-se, para cada um dos meses, uma interpolação, que tem como critérios a temperatura média e a distância à Amadora

À semelhança do cálculo da precipitação mensal, também o cálculo da temperatura média mensal se apoiou em dados do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, nomeadamente em 8 estações meteorológicas. Teria sido preferível usar as mesmas estações meteorológicas usadas

no cálculo da precipitação mensal, no entanto, são poucas as estações que recolhem dados sobre a temperatura, razão pela qual o número de estações agora apresentado é inferior. O símbolo ▼ identifica na tabela abaixo a coluna e o sentido pelo qual os valores são ordenados.

14. CARACTERÍSTICAS DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DO SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM ESTUDO

ESTAÇÃO	CONCELHO	DISTÂNCIA (KM) A AMADORA ▼	DADOS DISPONÍVEIS DESDE ...	DADOS DISPONÍVEIS ATÉ ...	REGISTOS MENSAIS DISPONÍVEIS
ALGÉS	Lisboa	6,8	OUT de 1942	MAI de 1954	107
MONTE DA CAPARICA	Almada	11,4	MAI de 1985	JUL de 2021	275
SÃO JULIÃO DO TOJAL	Loures	13,4	MAR de 1940	FEV de 2020	726
LOUSA	Loures	14,4	NOV de 1979	JUN de 2020	150
CHELEIROS	Mafra	16,8	SET de 2004	OUT de 2020	95
COLARES (SARRAZOLA)	Sintra	19,8	OUT de 1980	JUL de 2021	137
VILA FRANCA DE XIRA	Vila Franca de Xira	32,3	FEV de 1960	AGO de 2021	561
ORJARIÇA	Torres Vedras	33,3	DEZ de 2001	MAI de 2021	140

Do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, foram considerados dados de 5 estações, as mesmas usadas no cálculo da

precipitação mensal. O símbolo ▼ identifica na seguinte tabela a coluna e o sentido pelo qual os valores são ordenados.

15. CARACTERÍSTICAS DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DO INSTITUTO PORTUGUÊS DO MAR E DA ATMOSFERA EM ESTUDO

ESTAÇÃO	CONCELHO	DISTÂNCIA (KM) A AMADORA ▼	DADOS DISPONÍVEIS DESDE ...	DADOS DISPONÍVEIS ATÉ ...	REGISTOS MENSAIS DISPONÍVEIS
LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	Lisboa	7,3	JAN de 1940	DEZ de 2011	849
LISBOA (PORTELA)	Lisboa	9,3	JAN de 1970	DEZ de 1983	168
LISBOA (GAGO COUTINHO)	Lisboa	9,4	JAN de 1982	AGO de 2021	472
SINTRA (GRANJA)	Sintra	12,1	JAN de 1940	DEZ de 2008	828
CABO RASO (FAROL)	Cascais	22,1	JUN de 1997	DEZ de 2015	198

Pela sua proximidade ao território do município da Amadora, e pela qualidade e longevidade de informação que apresentam, foram adotadas como estações de referência, as 5 estações meteorológicas do Instituto Português do Mar e da Atmosfera. É a partir destas 5 estações que são interpolados valores para uma nova localização (a do edifício da Câmara Municipal da Amadora).

O cálculo dos valores de temperatura média mensal da Amadora, neste caso, do local onde se situa o edifício da Câmara Municipal da Amadora, entre outubro de 1939 e setembro de 2021, considerou as seguintes etapas:

- Carregados os dados da temperatura média mensal das 13 estações meteorológicas, anteriormente indicadas.
- Os dados mensais das várias estações foram, também comparados ao longo dos 984 meses da série. 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 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 1,4°C.

- Os valores extremos de temperatura média mensal, ou seja, os valores mais altos ou mais baixos, foram comparados com os desvios mensais disponíveis dos diferentes boletins climatológicos do Instituto Português do Mar e da Atmosfera.
- Foi calculada a correlação das 5 estações do Instituto Português do Mar e da Atmosfera com todas as estações, sejam elas do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos ou do Instituto Português do Mar e da Atmosfera. A correlação abrange apenas os registos mensais 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 de valores em falta nas 5 estações do Instituto Português do Mar e da Atmosfera segue uma ordem decrescente da correlação mais alta para a correlação mais baixa. A interpolação de um novo valor a partir dos valores conhecidos nestas 5 estações implica que todas elas tenham valores de temperatura média mensal entre outubro de 1939 e setembro de 2021.
- Detalhando o cálculo, e a título de exemplo, da temperatura média mensal de novembro de 2006 para a estação meteorológica do Cabo Raso (Farol), considerem-se os seguintes passos:
 - Observada a estação com dados disponíveis em novembro de 2006, que apresenta a correlação mais elevada com a estação do Cabo Raso (Farol), isto é, a estação de Cheleiros.
 - Determinada a média dos valores médios mensais de temperatura de novembro da estação do Cabo Raso (Farol), que coincidem temporalmente com a estação de Cheleiros. Neste caso existem 4 meses coincidentes e o valor médio é de 14,4°C.
 - Determinada a média dos valores médios mensais de temperatura da estação de Cheleiros, que coincidem temporalmente com a estação do Cabo Raso (Farol). São os mesmos 4 meses e o valor médio é de 12,5°C.
 - É estabelecido um rácio entre os dois valores. A operação executada é: 14,4°C / 12,5°C = 1,15. A temperatura média mensal do Cabo Raso (Farol) é, em novembro, 1,15 vezes superior à de Cheleiros.
- Portanto, a temperatura média mensal do Cabo Raso (Farol) de novembro de 2006 é obtida através do seguinte cálculo e tendo por base o valor de Cheleiros (15,3 °C). 15,3°C * 1,15 = 17,6°C.
- Por vezes, e apesar de se terem recolhido dados de 13 estações meteorológicas, é possível que nenhuma estação apresente valores. Nesses casos, o cálculo de valores em falta considera apenas os valores médios mensais da própria estação. É disso exemplo dezembro de 1939, ou seja, não se efetuam cálculos e é utilizada a temperatura média mensal dos valores disponíveis de dezembro da respetiva estação. No entanto, são raras as vezes em este procedimento é adotado, cerca de 0,4% do total de dados, conforme se verá, posteriormente.
- Uma vez calculados todos os valores de temperatura média mensal entre outubro de 1939 e setembro de 2021 para as 5 estações meteorológicas de referência, desenvolve-se, para cada um dos meses, uma interpolação³ dos valores das 5 estações de referência que toma em consideração a respetiva temperatura média mensal e a distância a um novo ponto (o edifício da Câmara Municipal da Amadora).
- Note-se que a estação do Cabo Raso (Farol) dista 22,1 km do edifício da Câmara Municipal da Amadora; a estação de Lisboa (Gago Coutinho) dista 9,4 km; a estação de Lisboa (Portela) dista 9,3 km; a estação de Lisboa (Tapada da Ajuda) dista 7,3 km; e a estação de Sintra (Granja) dista 12,1 km.

³ A fórmula utilizada para a interpolação pode ser sistematizada da seguinte forma

$$z_p = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{z_i}{d_i} \right)}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{d_i} \right)}$$

As tabelas que se apresentam de seguida identificam as estações de referência, as restantes estações, o grau de correlação entre as mesmas, a forma como se reparte o cálculo da temperatura média mensal nos meses em falta (entre outubro de 1939 a setembro de 2021), bem como os casos em que os valores obtidos resultaram da média dos valores mensais da própria estação.

Note-se que nunca se listam as 13 estações meteorológicas referidas inicialmente, ou seja, há várias estações cujos valores não

foram necessários, ou porque apresentavam correlações baixas com as estações de referência ou porque os dados eram redundantes face aos existentes em outras estações.

O símbolo ▼ identifica nas tabelas abaixo a coluna e o sentido pelo qual os valores são ordenados.

16. RESULTADOS DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO E DA REPARTIÇÃO DA UTILIZAÇÃO DOS DADOS DAS ESTAÇÕES SELECIONADAS, CABO RASO (FAROL) (1939/1921)

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM CABO RASO (FAROL) ▼	REGISTOS/MESES USADOS DE CADA ESTAÇÃO	PESO DOS DADOS DA ESTAÇÃO NO CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	
CABO RASO (FAROL)	-----	198	20%	198
CHELEIROS	98%	40	4%	40
ORJARIÇA	98%	24	2%	24
SINTRA (GRANJA)	97%	691	70%	691
MONTE DA CAPARICA	97%	16	2%	16
SÃO JULIÃO DO TOJAL	97%	5	1%	5
VILA FRANCA DE XIRA	97%	5	1%	5
LISBOA (GAGO COUTINHO)	95%	1	0%	1
MÉDIA MENSAL DA ESTAÇÃO	-----	4	0%	4

17. RESULTADOS DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO E DA REPARTIÇÃO DA UTILIZAÇÃO DOS DADOS DAS ESTAÇÕES SELECIONADAS, LISBOA (GAGO COUTINHO) (1939/1921)

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM LISBOA (GAGO COUTINHO) ▼	REGISTOS/MESES USADOS DE CADA ESTAÇÃO	PESO DOS DADOS DA ESTAÇÃO NO CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	
LISBOA (GAGO COUTINHO)	-----	472	48%	48%
LISBOA (PORTELA)	100%	145	15%	63%
LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	100%	349	35%	98%
SINTRA (GRANJA)	99%	13	1%	99%
SÃO JULIÃO DO TOJAL	99%	1	0%	100%
MÉDIA MENSAL DA ESTAÇÃO	-----	4	0%	100%

18. RESULTADOS DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO E DA REPARTIÇÃO DA UTILIZAÇÃO DOS DADOS DAS ESTAÇÕES SELECIONADAS, LISBOA (PORTELA) (1939/1921)

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM LISBOA (PORTELA) ▼	REGISTOS/MESES USADOS DE CADA ESTAÇÃO	PESO DOS DADOS DA ESTAÇÃO NO CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	
LISBOA (PORTELA)	-----	168	17%	17%
LISBOA (GAGO COUTINHO)	100%	449	46%	63%
LOUSA	99%	2	0%	63%
LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	99%	348	35%	98%
SINTRA (GRANJA)	99%	13	1%	100%
MÉDIA MENSAL DA ESTAÇÃO	-----	4	0%	100%

19. RESULTADOS DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO E DA REPARTIÇÃO DA UTILIZAÇÃO DOS DADOS DAS ESTAÇÕES SELECIONADAS, LISBOA (TAPADA DA AJUDA) (1939/1921)

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM LISBOA (TAPADA DA AJUDA) ▼	REGISTOS/MESES USADOS DE CADA ESTAÇÃO	PESO DOS DADOS DA ESTAÇÃO NO CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	
LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	-----	849	86%	86%
LISBOA (GAGO COUTINHO)	100%	117	12%	98%
ALGÉS	99%	5	1%	99%
MONTE DA CAPARICA	99%	1	0%	99%
SINTRA (GRANJA)	99%	8	1%	100%
MÉDIA MENSAL DA ESTAÇÃO	-----	4	0%	100%

20. RESULTADOS DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO E DA REPARTIÇÃO DA UTILIZAÇÃO DOS DADOS DAS ESTAÇÕES SELECIONADAS, SINTRA (GRANJA) (1939/1921)

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM SINTRA (GRANJA) ▼	REGISTOS/MESES USADOS DE CADA ESTAÇÃO	PESO DOS DADOS DA ESTAÇÃO NO CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	
SINTRA (GRANJA)	-----	828	84%	84%
CHELEIROS	100%	46	5%	89%
ORJARIÇA	100%	24	2%	91%
LISBOA (GAGO COUTINHO)	99%	79	8%	99%
MONTE DA CAPARICA	99%	2	0%	99%

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM SINTRA (GRANJA)▼	REGISTOS/MESES USADOS DE CADA ESTAÇÃO	PESO DOS DADOS DA ESTAÇÃO NO CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	
LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	99%	1	0%	100%
MÉDIA MENSAL DA ESTAÇÃO	-----	4	0%	100%

Deve destacar-se a elevada correlação entre estações, entenda-se, das 5 estações de referência com todas as outras estações, sejam elas do Instituto Português do Mar e da Atmosfera ou do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos. A estação de referência que apresenta os resultados mais baixos de correlação é a do Cabo Raso (Farol), no entanto, a sua mais baixa correlação é com a estação de Lisboa (Gago Coutinho), e é de 95%. Em todas as outras 4 estações de referência, a correlação mais baixa nunca é inferior a 99%.

O cálculo dos valores mensais de temperatura segue procedimentos semelhantes aos

que permitiram construir a série de precipitação mensal. No entanto, o valor de cada mês é determinado por valores, exclusivamente desse mês, ou seja, valores de dezembro não influenciam valores de agosto, por exemplo.

As tabelas abaixo apresentam os valores comuns (que servem de referencial nos cálculos), para cada mês. Quanto maior o número de registos mensais comuns entre as duas estações, mais fiáveis serão os resultados finais. O símbolo ▼ identifica na tabela abaixo a coluna e o sentido pelo qual os valores são ordenados.

21. VALORES DE TEMPERATURA MÉDIA MENSAL COMUNS ENTRE A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE CABO RASO (FAROL) E DEMAIS ESTAÇÕES (1939/1921)

ESTAÇÃO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MÉDIA
LISBOA (GAGO COUTINHO)	15	15	15	14	15	16	16	17	17	19	18	18	16
MONTE DA CAPARICA	6	8	9	8	10	10	11	13	13	12	7	9	10
SINTRA (GRANJA)	10	8	9	8	10	10	10	10	12	12	12	11	10
SÃO JULIÃO TOJAL	5	7	7	9	8	11	8	8	8	8	9	8	8
VILA FRANCA DE XIRA (LEZÍRIA)	6	5	7	6	7	6	9	9	10	10	11	10	8
ORJARIÇA	7	4	6	6	7	7	7	7	9	9	7	7	7
CHELEIROS	5	4	4	4	6	6	4	4	5	5	4	4	5
MÉDIA	8	7	8	8	9	9	9	10	11	11	10	10	-----

22. VALORES DE TEMPERATURA MÉDIA MENSAL COMUNS ENTRE A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE LISBOA (GAGO COUTINHO) E DEMAIS ESTAÇÕES (1939/1921)

ESTAÇÃO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MÉDIA
LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	28	30	30	30	30	30	30	30	29	29	30	29	30
SINTRA (GRANJA)	27	27	27	27	27	27	27	27	27	26	27	27	27
SÃO JULIAL DO TOJAL	16	22	20	22	23	24	20	19	20	19	21	21	21
LISBOA (PORTELA)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
MÉDIA	18	20	20	20	21	21	20	20	20	19	20	20	-----

23. VALORES DE TEMPERATURA MÉDIA MENSAL COMUNS ENTRE A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE LISBOA (PORTELA) E DEMAIS ESTAÇÕES (1939/1921)

ESTAÇÃO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MÉDIA
SINTRA (GRANJA)	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
LOUSA	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
LISBOA (GAGO COUTINHO)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
MÉDIA	8	9	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9	-----

24. VALORES DE TEMPERATURA MÉDIA MENSAL COMUNS ENTRE A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE LISBOA (TAPADA DA AJUDA) E DEMAIS ESTAÇÕES (1939/1921)

ESTAÇÃO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MÉDIA
SINTRA (GRANJA)	68	68	68	69	68	68	69	67	69	66	68	66	68
LISBOA (GAGO COUTINHO)	28	30	30	30	30	30	30	30	29	29	30	29	30
MONTE DA CAPARICA	15	14	18	14	16	18	17	19	17	18	14	12	16
ALGÉS	11	9	8	8	10	10	9	9	8	6	8	6	9
MÉDIA	31	30	31	30	31	32	31	31	31	30	30	28	-----

25. VALORES DE TEMPERATURA MÉDIA MENSAL COMUNS ENTRE A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE SINTRA (GRANJA) E DEMAIS ESTAÇÕES (1939/1921)

ESTAÇÃO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MÉDIA
LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	68	68	68	69	68	68	69	67	69	66	68	66	68
LISBOA (GAGO COUTINHO)	27	27	27	27	27	27	27	27	27	26	27	27	27
MONTE DA CAPARICA	14	12	16	13	13	15	14	16	14	17	13	12	14
ORJARIÇA	6	6	7	7	6	7	6	6	7	7	6	6	6
CHELEIROS	5	5	4	3	3	4	4	4	4	4	4	5	4
MÉDIA	24	24	24	24	23	24	24	24	24	24	24	23	-----

Existem estações meteorológicas com mais dados do que outras, razão pela qual Lisboa (Tapada da Ajuda) chega a ter 69 registos mensais coincidentes com Sintra (Granja) em janeiro, abril e junho. O inverso, também se observa quando a estação meteorológica é Lisboa (Portela) e se observa apenas um registo mensal coincidente com a estação de Lisboa (Gago Coutinho) em julho.

Não obstante a elevada disparidade, em média existem 18 registos mensais coincidentes entre estações, ou seja, os cálculos efetuados tendem a apoiar-se em médias de 18 registos mensais coincidentes. E são as estações com mais registos que mais valores tendem a impactar.

O preenchimento de valores e o prolongamento das séries de temperatura média mensal muito para além daquilo que são

os registos mais antigos das respetivas 5 estações de referência podia fazer baixar a correlação entre estas estações e as demais estações, no que refere aos novos valores obtidos. No entanto os novos valores de temperatura média mensal tendem a ter pouco impacto na correlação entre estações, e convém referir, que as correlações já estão próximas de 100%.

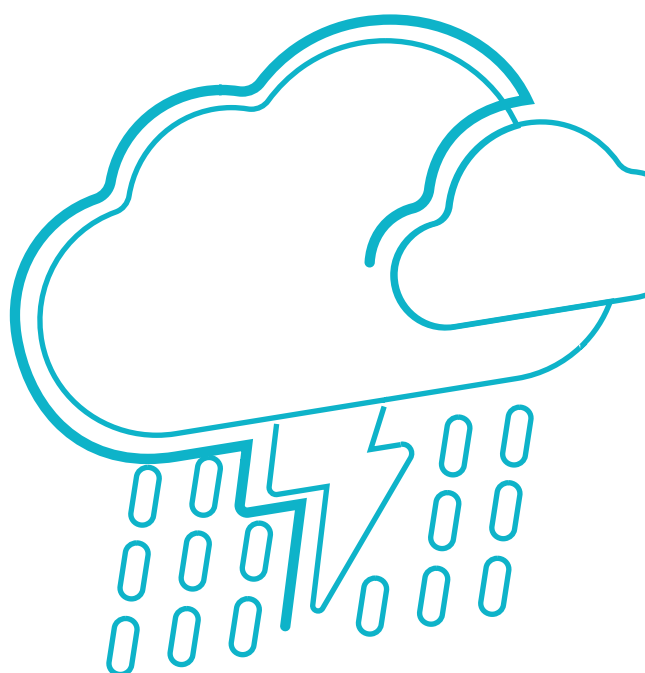
A estação de Cabo Raso (Farol) é a única que regista descidas mais significativas na correlação determinada a partir dos novos valores calculados. No entanto, a correlação tende a variar entre 98% (Orjariça) e 93% (São Julião do Tojal).

Apresentam-se nas seguintes tabelas esses resultados. O símbolo ▼ identifica nas tabelas a coluna e o sentido pelo qual os valores são ordenados.



26. RESULTADOS DO PRIMEIRO CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO E DO SEGUNDO CÁLCULO, CABO RASO (FAROL) (1939/1921)

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM CABO RASO (FAROL) ▼	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO C/NOVOS VALORES DE CABO RASO (FAROL)	PESO DOS DADOS DA ESTAÇÃO NO CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	
CABO RASO (FAROL)	-----	-----	20%	20%
CHELEIROS	98%	98%	4%	24%
ORJARIÇA	98%	98%	2%	27%
SINTRA (GRANJA)	97%	96%	70%	97%
MONTE DA CAPARICA	97%	96%	2%	98%
SÃO JULIÃO TOJAL	97%	93%	1%	99%
VILA FRANCA DE XIRA	97%	94%	1%	99%
LISBOA (GAGO COUTINHO)	95%	95%	0%	100%
MÉDIA MENSAL DA ESTAÇÃO	-----	-----	0%	100%



27. RESULTADOS DO PRIMEIRO CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO E DO SEGUNDO CÁLCULO, LISBOA (GAGO COUTINHO) (1939/1921)

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM LISBOA (GAGO COUTINHO) ▼	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO C/NOVOS VALORES DE LISBOA (GAGO COUTINHO)	PESO DOS DADOS DA ESTAÇÃO NO CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	
LISBOA (GAGO COUTINHO)	-----	-----	48%	48%
LISBOA (PORTELA)	100%	100%	15%	63%
LISBOA (TAPADA DAAJUDA)	100%	100%	35%	98%
SINTRA (GRANJA)	99%	99%	1%	99%
SÃO JULIÃO DO TOJAL	99%	99%	0%	100%
MÉDIA MENSAL DA ESTAÇÃO	-----	-----	0%	100%

28. RESULTADOS DO PRIMEIRO CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO E DO SEGUNDO CÁLCULO, LISBOA (PORTELA) (1939/1921)

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM LISBOA (PORTELA) ▼	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO C/NOVOS VALORES DE LISBOA (PORTELA)	PESO DOS DADOS DA ESTAÇÃO NO CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	
LISBOA (PORTELA)	-----	-----	17%	17%
LISBOA (GAGO COUTINHO)	100%	100%	46%	63%
LOUSA	99%	99%	0%	63%
LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	99%	100%	35%	98%
SINTRA (GRANJA)	99%	99%	1%	100%
MÉDIA MENSAL DA ESTAÇÃO	-----	-----	0%	100%

29. RESULTADOS DO PRIMEIRO CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO E DO SEGUNDO CÁLCULO, LISBOA (TAPADA DA AJUDA) (1939/1921)

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM LISBOA (TAPADA DA AJUDA) ▼	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO C/NOVOS VALORES DE LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	PESO DOS DADOS DA ESTAÇÃO NO CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	
LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	-----	-----	86%	86%
LISBOA (GAGO COUTINHO)	100%	100%	12%	98%
ALGÉS	99%	99%	1%	99%
MONTE DA CAPARICA	99%	99%	0%	99%
SINTRA (GRANJA)	99%	99%	1%	100%
MÉDIA MENSAL DA ESTAÇÃO	-----	-----	0%	100%

30. RESULTADOS DO PRIMEIRO CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO E DO SEGUNDO CÁLCULO, SINTRA (GRANJA) (1939/1921)

ESTAÇÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COM LISBOA (TAPADA DA AJUDA) ▼	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO C/NOVOS VALORES DE LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	PESO DOS DADOS DA ESTAÇÃO NO CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	
SINTRA (GRANJA)	-----	-----	84%	84%
CHELEIROS	100%	100%	5%	89%
ORJARIÇA	100%	100%	2%	91%
LISBOA (GAGO COUTINHO)	99%	99%	8%	99%
MONTE DA CAPARICA	99%	99%	0%	99%
LISBOA (TAPADA DA AJUDA)	99%	99%	0%	100%
MÉDIA MENSAL DA ESTAÇÃO	-----	-----	0%	100%

04

**ANÁLISE DE
DADOS CLIMÁTICOS**

4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

Antes da análise, propriamente dita aos dados recolhidos e produzidos de precipitação mensal na Amadora, importa contextualizar, sumária e geograficamente a localidade e a região. A Amadora é um município que integra a Área Metropolitana de Lisboa Norte e que está a escassos quilómetros da fachada atlântica de Portugal Continental. É circundada por outros concelhos, nomeadamente Lisboa (sudeste), Oeiras (sul), Sintra (oeste e norte) e Odivelas (nordeste).

Em termos geológicos, destacam-se as formações de origem vulcânica e as de origem sedimentar, datadas do período Cretácico (99 a 140 milhões de anos). O território faz parte da Orla Mesocenozóica Ocidental e a sua litologia está relacionada com os movimentos tectónicos distensivos que levaram à formação do Oceano Atlântico. Portanto,

a sua composição litológica é o resultado da acumulação de sedimentos provenientes, quer do Maciço Antigo, quer da superfície continental que se localizava a oeste. Em função destes movimentos, mas também de sedimentações de origem continental e marinha, são frequentes os arenitos, as margas e os calcários (Crucho, 2013) (Pereira, Pereira, Santos, & Silva, 2014) (Mileu & Sargento, 2015).

Fisiograficamente o traço mais comum é o da ausência de relevos significativos. Quase todo o território está compreendido entre os 51 e os 250 metros, com cerca de 60% a localizar-se entre os 100 e os 200 metros. Os declives tendem, também a ser pouco significativos. A Serra da Mira, com 273 metros, é o relevo mais importante.

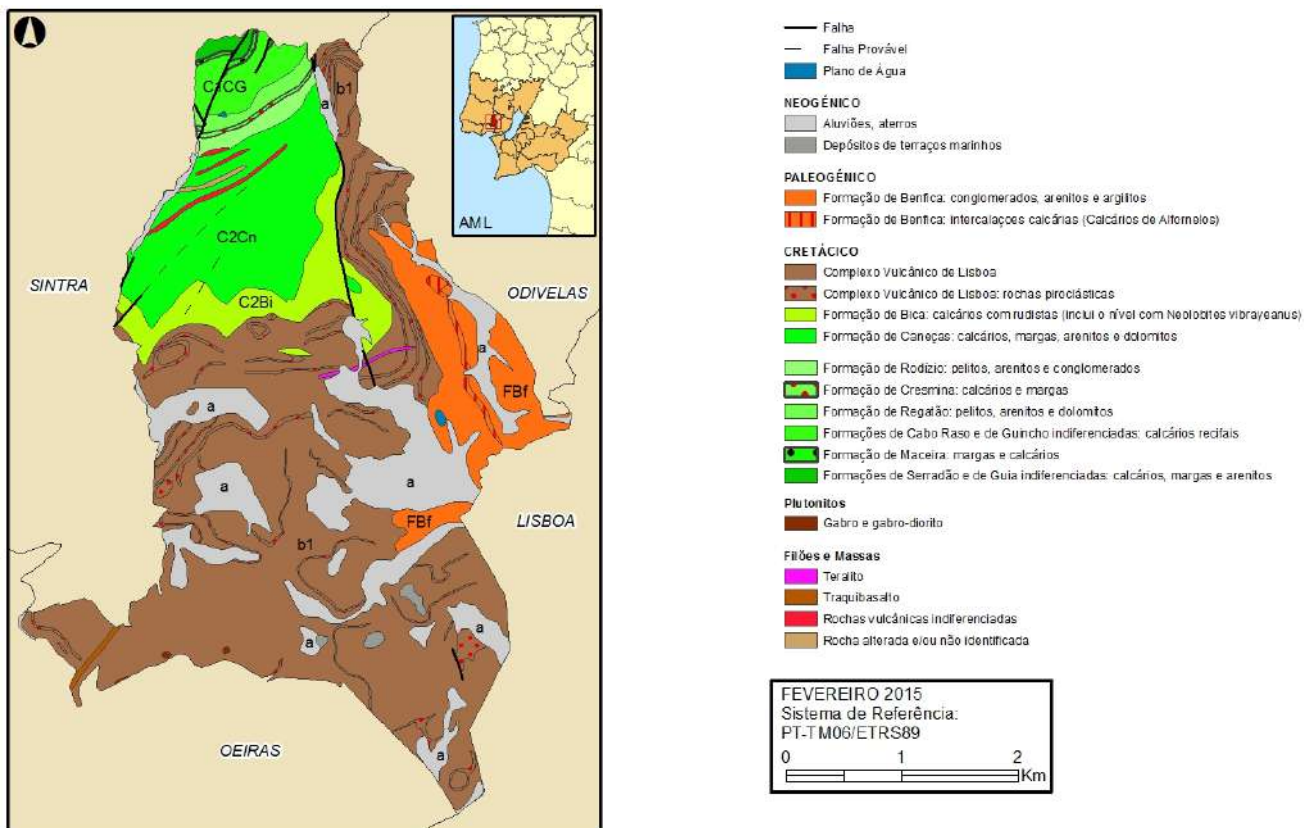


Fig. 2. Carta geológica do município da Amadora

4.2 ASPETOS GERAIS (PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA)

A partir dos cálculos descritos nos capítulos anteriores, foi possível apurar uma série contínua de dados desde outubro de 1915 a setembro de 2021, no que à precipitação diz respeito, e de outubro de 1939 a setembro de 2021, no que à temperatura diz respeito.

Esta série, ajustada ao ano hidrológico, compreende 106 anos de dados, no caso da precipitação, e 82 anos de dados, no caso da temperatura, ultrapassando, em ambos os casos, os 30 anos de dados que são uma recomendação da Organização Meteorológica Mundial no que respeita à caracterização do clima. Está, também garantida a cobertura temporal para os 21 anos (de 2000 a 2020) dos registos de ocorrências de acidentes e outros fenómenos naturais no município da Amadora.

A caracterização climática que se apresenta desenvolve-se a partir de anos hidrológicos, e não de anos civis. Esta preferência 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, 2021). O ano hidrológico inicia-se a 1 de outubro e termina a 30 de setembro, razão pela qual a série de dados produzida se inicia em outubro de 1915 e termina em setembro de 2021.

Neste sentido, os valores médios mensais e anuais das variáveis precipitação e temperatura apresentam-se sintetizados na tabela abaixo.

31. RESULTADOS DO PRIMEIRO CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO E DO SEGUNDO CÁLCULO, SINTRA (GRANJA) (1939/1921)

	PRECIPITAÇÃO (MM)	TEMPERATURA (°C)
OUT	75	18,1
NOV	102	14,2
DEZ	99	11,5
JAN	96	10,9
FEV	82	11,7
MAR	78	13,4
ABR	57	15,0
MAI	43	17,0

	PRECIPITAÇÃO (MM)	TEMPERATURA (°C)
JUN	15	19,9
JUL	4	21,7
AGO	5	22,2
SET	29	21,0
ANUAL	684	16,4
AMPLITUDE	98	11,3
PERÍODO	1915/2021	1939/2021

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 (ver imagem acima, à esquerda), enquanto no verão, pelo contrário, são as altas pressões subtropicais (ver imagem acima, à direita) que invadem o território e lhe impõem uma aridez quase desértica (Demangeot, 1998).

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. Ou seja, e apesar de estarem documentados episódios de queda

forte de granizo, precipitações intensas, etc. (Fragoso, Quaresma, & Santos, 2011), este estudo não poderá fazer essa análise.

A este respeito, 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).

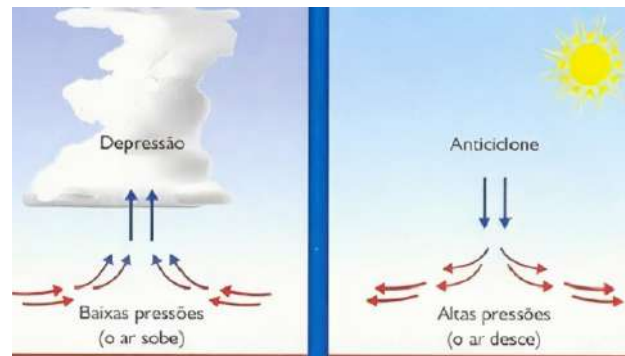


Fig. 3. Esquema exemplificativo da circulação do ar num ciclone/depressão e num anticiclone

4.3 PRECIPITAÇÃO

Em média e por ano, precipitam na Amadora cerca de 684 mm. Importa esclarecer, que a precipitação é medida em mm, como

4.3.1. ÂMBITO MENSAL

O valor mais elevado de precipitação média mensal observa-se em novembro, com 102 mm, seguido por dezembro com 99 mm. Estes dois meses integram um ciclo de maior precipitação que se pode balizar entre outubro e abril, com valores mensais acima dos 57 mm (a média mensal destes 7 meses é de 84 mm). Estes 7 meses são, habitualmente responsáveis por cerca de 86% (589 mm) da precipitação que ocorre ao longo do ano hidrológico.

Os meses com os menores registos médios de precipitação são julho (4 mm) e agosto (5 mm). Estes dois meses fazem parte de um outro ciclo em que as precipitações são

se uma coluna de água se tratasse, e que 684 mm são, também 684 litros de água por cada m².

baixas, quando comparadas com os meses de maior precipitação. Este ciclo é mais evidente entre junho e agosto, em que apenas ocorre 3% da precipitação anual (23 mm).

Nos meses de maio e setembro, responsáveis por 11% da precipitação anual (72 mm), observa-se aquilo que se pode designar como meses de transição de estações, em que a precipitação, não sendo próxima dos valores invernais, é distinta dos estivais (maio com 43 mm e setembro com 29 mm).

O cálculo do Coeficiente Pluviométrico Mensal identifica, claramente estas assimetrias e facilita a análise, nomeadamente indi-

cando que meses estão acima ou abaixo da média mensal de precipitação deste território (57 mm), portanto, acima ou abaixo de 1 (ver abaixo).

O cálculo do Coeficiente Pluviométrico Mensal é feito, determinando, num primeiro passo, a precipitação média mensal a partir do valor médio anual (média anual/12), e num segundo passo, confrontando a precipitação de cada um dos meses com este novo valor (janeiro/média mensal, fev-

reiro/média mensal, etc).

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 atmosférica. Durante o verão (ver abaixo; imagem à direita), os anticiclones subtropicais e as suas massas de ar quente determinam estados de tempo quentes, secos e estáveis.

32. PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL E ANUAL E COEFICIENTE PLUVIOMÉTRICO MENSAL, AMADORA (1915/2021)

	PRECIPITAÇÃO MÉDIA (MM)	% DA PRECIPITAÇÃO ANUAL	COEFICIENTE PLUVIOMÉTRICO MENSAL
OUT	75	86% ou 589 mm	1,3
NOV	102		1,8
DEZ	99		1,7
JAN	96		1,7
FEV	82		1,4
MAR	78		1,4
ABR	57		1,0
MAI	43	-----	0,8
JUN	15	3% ou 23 mm	0,3
JUL	4		0,1
AGO	5		0,1
SET	29	-----	0,5
ANUAL	684	-----	-----

A variabilidade ao longo do ano da precipitação em Portugal Continental, e em especial, no território da Amadora está relacionada com o facto de se localizar numa zona de transição entre uma faixa anticiclónica a sul e uma faixa de sistemas depressionários

a norte (Leal, 2019).

Especialmente durante o inverno (ver abaixo; imagem ao centro), Portugal fica sobre a influência de sistemas depressionários e sistemas frontais, aos quais estão, habitual-



Fig. 4. Coeficiente pluviométrico mensal, Amadora (1915/2021)

mente associadas massas de ar húmidas e condições de instabilidade atmosférica. 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.

Também a proximidade ao Oceano Atlântico, e a exposição assim conseguida a ventos húmidos provenientes de Oeste favorece os valores de precipitação que só não são mais evidentes, porque a orografia pouco pronunciada não favorece a condensação das massas de ar que varrem, sobretudo entre o final

de outono e a primavera, o território do município da Amadora (Leal, 2019). A esta passagem de massas de ar húmidas, não é alheia uma corrente de ar que sopra de oeste para este, a alguns quilómetros de altitude, que se denomina jet stream e que responde pela deslocação da frente polar e do jogo de massas de ar à superfície (Medeiros, 2000).

Não obstante, e quando considerados todos os registos mensais da série, é possível ver grandes diferenças entre valores máximos e médios de precipitação ao longo de cada um dos 12 meses do ano (ver abaixo).

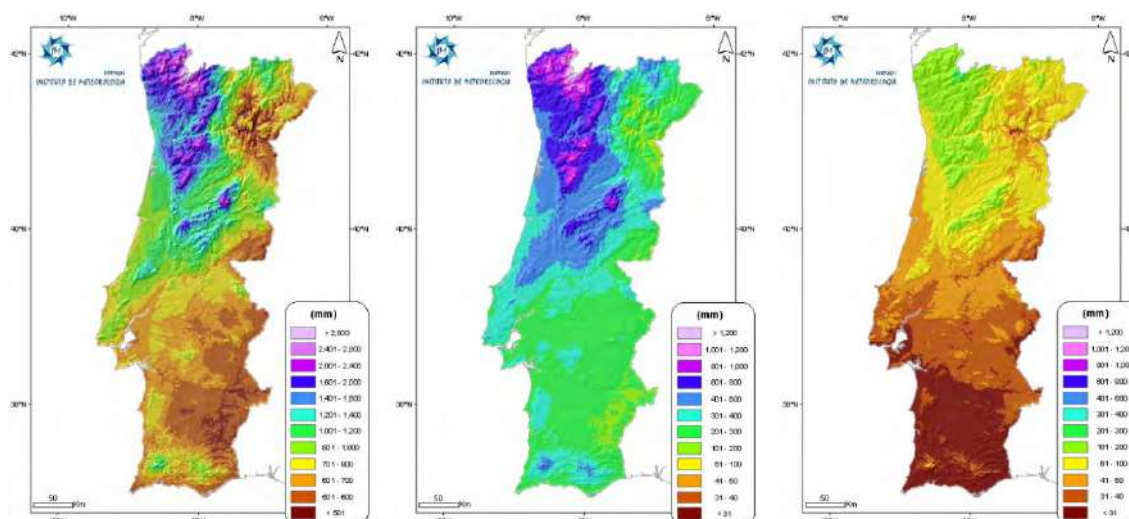


Fig. 5. Precipitação média, Portugal Continental (esquerda: precipitação média anual [mm]; centro: precipitação média no inverno [mm]; direita: precipitação média no verão [mm]). Fonte: (IM, 2005)

33. PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL E MENSAL MÁXIMA, AMADORA (1915/2021)

	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL (MM)	PRECIPITAÇÃO MENSAL MÁXIMA (MM) E ANO DO REGISTO	
OUT	75	227	1990
NOV	102	345	1983
DEZ	99	345	1989
JAN	96	352	1996
FEV	82	297	1947
MAR	78	223	1916
ABR	57	182	2000
MAI	43	144	1996
JUN	15	86	1970
JUL	4	35	1988
AGO	5	35	1976
SET	29	122	2014
ANUAL	684	-----	-----

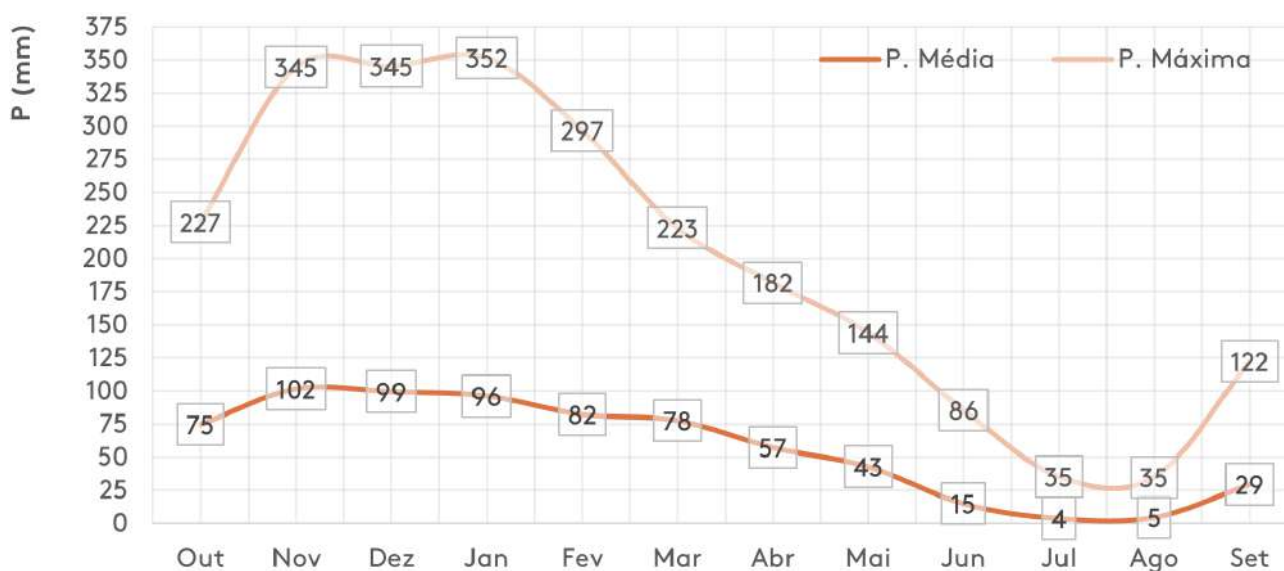


Fig. 6. Precipitação média mensal e mensal máxima, Amadora (1915/2021)

Exemplificando, se o valor médio mensal de precipitação de janeiro é 96 mm, também já houve um janeiro (1996) em que esse valor chegou aos 352 mm, registo que coincidiu com vários episódios de cheias na bacia hidrográfica do rio Tejo (Loureiro, 2009). Por outro lado, em novembro de 1983 a precipitação registada situou-se nos 345 mm, ou seja, um valor 3,5 vezes acima do valor médio de novembro (102 mm). Novembro de 1983, e em especial o dia 19, coincidiu, também com vários episódios de fortes inundações

na região da Grande Lisboa (Leal, 2019) (ANEPC, 2021), causando uma dezena de vítimas mortais, destruindo 610 habitações, desalojando 1800 famílias e alcançando prejuízos estimados em cerca de 18 milhões de contos (valores da época).

Meses com precipitações elevadas são, relativamente comuns (ver abaixo). A seleção dos 15 meses mais chuvosos desta série (1915/2021) revela situações em que a precipitação mais baixa foi de 236 mm.

34. OS 15 MESES COM MAIOR PRECIPITAÇÃO, AMADORA (1915/2021)

	PRECIPITAÇÃO (MM)	MÊS
1940	6	JAN
1947	297	FEV
1958	258	DEZ
1963	247	JAN
1963	294	DEZ
1970	317	JAN
1978	256	DEZ
1981	248	DEZ
1983	345	NOV
1989	345	DEZ
1996	352	JAN
1996	252	DEZ
1997	324	NOV
2000	296	DEZ
2014	256	NOV

A maior parte destes meses correspondem a situações documentadas de cheias e inundações em vários pontos de Portugal Continental (Rocha, 1995) (Quaresma, 2008) (Moreira, et al., 2008), bem como a situações extremas de elevada precipitação.

Mesmos nos meses mais secos, em que a precipitação média mensal não ultrapassa, em média os 5 mm, já se registaram casos (julho de 1988; agosto de 1956, 1958 e 1976) em que a mesma foi superior a 31 mm, ou seja, 5 ou mais vezes superior ao registo médio men-

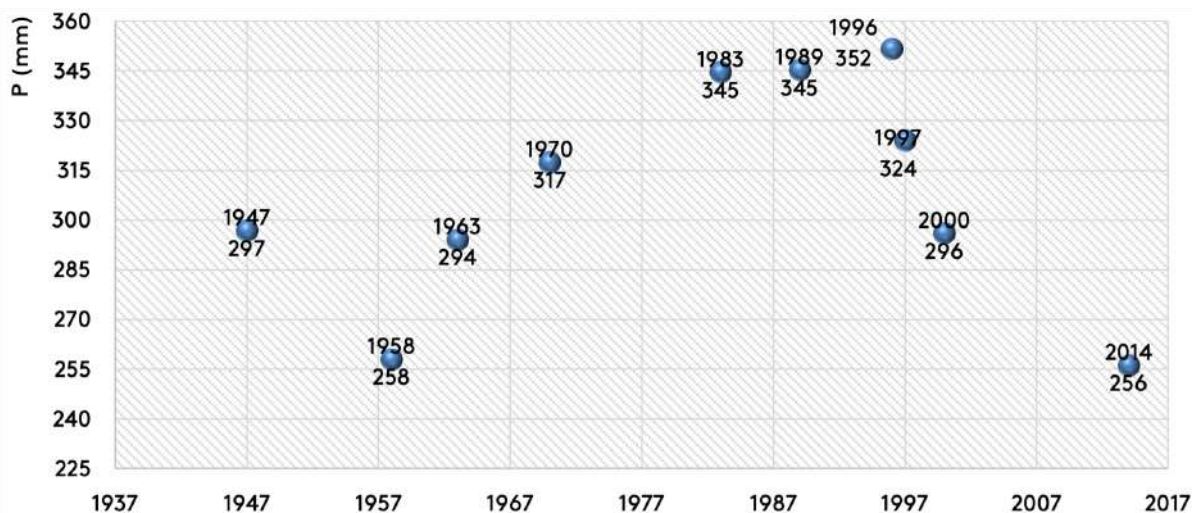


Fig. 7. Os 15 meses com maior precipitação, Amadora (1915/2021)

sal destes meses. Nestes casos, os valores de precipitação estiveram, provavelmente relacionados com a ação de depressões ibéricas favoráveis a mecanismos de advecção das massas de ar (Medeiros, 2000) (Miranda, et al., 2006).

Por outro lado, ao longo dos 106 anos da série, também já se observaram meses muito mais secos do que a média. Todos os meses já registaram em alguma altura 0 mm de

precipitação, ou valores muito próximos disso. 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 destas situações sinóticas favorecem condições de estabilidade atmosférica, ou seja, dão origem a tempo habitualmente seco.

4.3.2. ÂMBITO ANUAL

O ano hidrológico mais seco dos últimos 106 anos foi 2004/05, com um total 263 mm, isto é, 38% da precipitação média anual (684 mm), realidade vivida um pouco por todo o país (Vivas & Maia, 2007). 1944/45 não foi muito diferente, tendo registado apenas 290 mm. Nestes anos hidrológicos são

frequentes meses com precipitações iguais ou próximas de 0 mm. Por exemplo, o ano 2004/05, excluindo-se outubro, não registou nenhum mês com mais de 32 mm. Em 1944/45 a precipitação média mensal foi de apenas 24 mm, com 9 meses a apresentar em precipitações abaixo de 32 mm.

35. PRECIPITAÇÃO ANUAL DOS 10 ANOS HIDROLÓGICOS MAIS SECOS E RESPETIVOS DESVIOS, AMADORA (1915/2021)

ANO	PRECIPITAÇÃO (MM)	DESVIO EM RELAÇÃO À MÉDIA ANUAL (684 MM)	% DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (684 MM)
1931/32	425	-259	62%
1934/35	420	-264	61%

ANO	PRECIPITAÇÃO (MM)	DESVIO EM RELAÇÃO À MÉDIA ANUAL (684 MM)	% DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (684 MM)
1943/44	386	-298	56%
1944/45	290	-394	42%
1980/81	448	-236	66%
1982/83	383	-301	56%
1991/92	420	-264	61%
1994/05	413	-271	60%
2004/05	263	-421	38%
2018/19	407	-277	60%
PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL	684	-----	-----

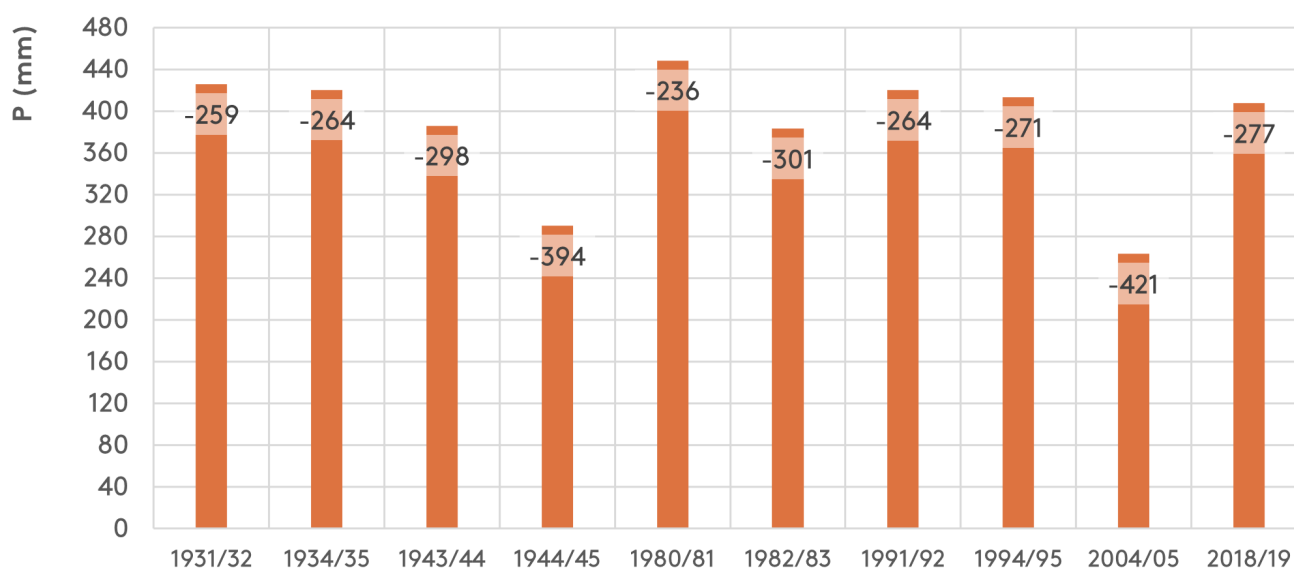


Fig. 8. Precipitação anual dos 10 anos hidrológicos mais secos e respetivos desvios, Amadora (1915/2021)

Paralelamente, também é possível encontrar muitas discrepâncias, isto é, anos hidrológicos em que a precipitação registada está, largamente acima da média.

O ano hidrológico com mais precipitação foi 1995/96, com 1238 mm, seguido por 1968/69 (1179 mm) e por 1997/98 (1046 mm).

36. PRECIPITAÇÃO ANUAL DOS 10 ANOS HIDROLÓGICOS MAIS PLUVIOSOS E RESPECTIVOS DESVIOS, AMADORA (1915/2021)

ANO	PRECIPITAÇÃO (MM)	DESVIO EM RELAÇÃO À MÉDIA	% DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (684 MM)
1927/28	1005	+321	147%
1955/56	972	+287	142%
1963/64	990	+306	145%
1965/66	994	+310	145%
1968/69	1179	+495	172%
1978/79	991	+307	145%
1995/96	1238	+554	181%
1997/98	1046	+362	153%
2000/01	997	+313	146%
2010/11	975	+291	142%
PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL	684	-----	-----

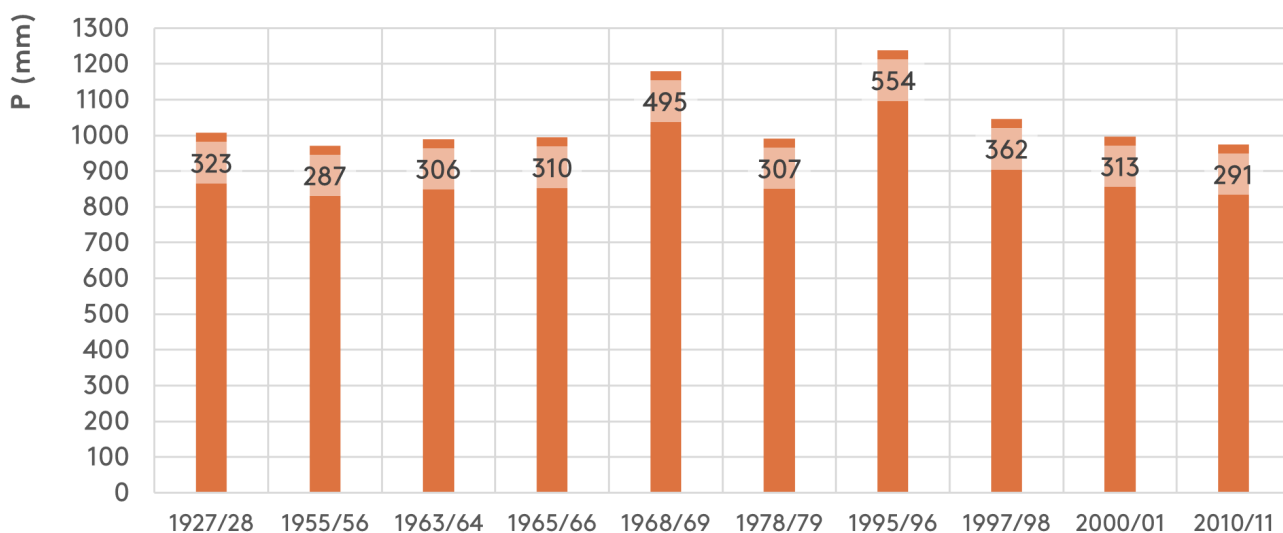


Fig. 9. Precipitação anual dos 10 anos hidrológicos mais pluviosos e respectivos desvios, Amadora (1915/2021)

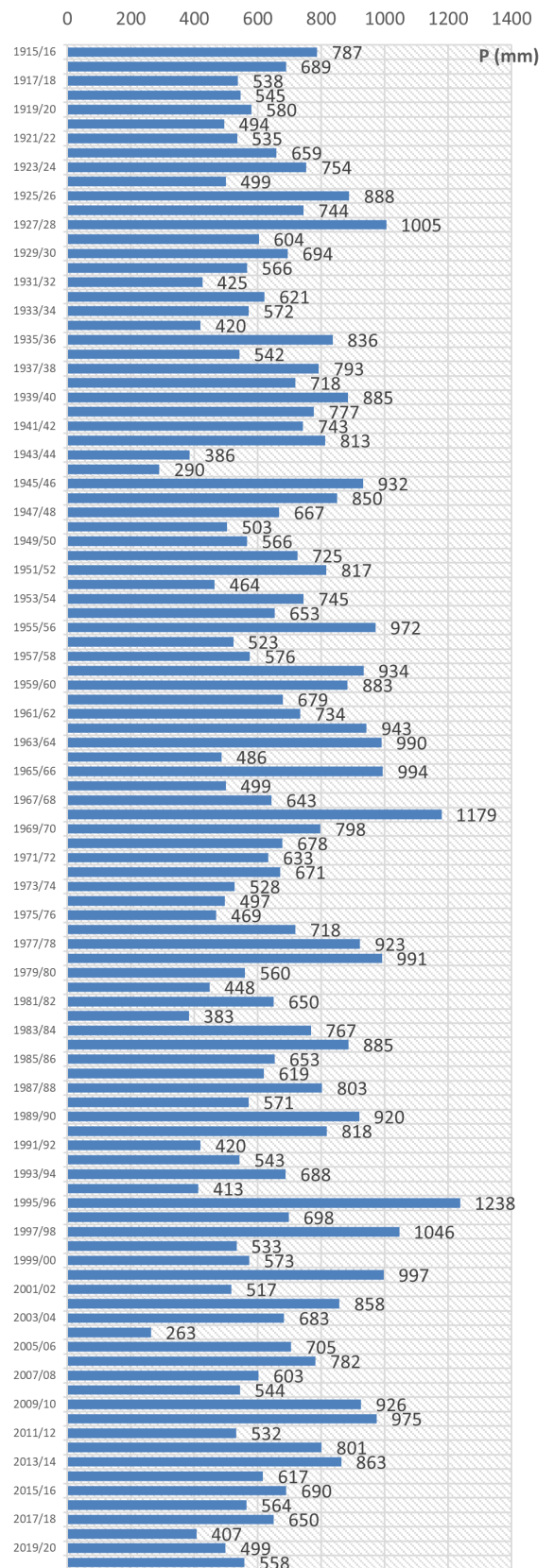
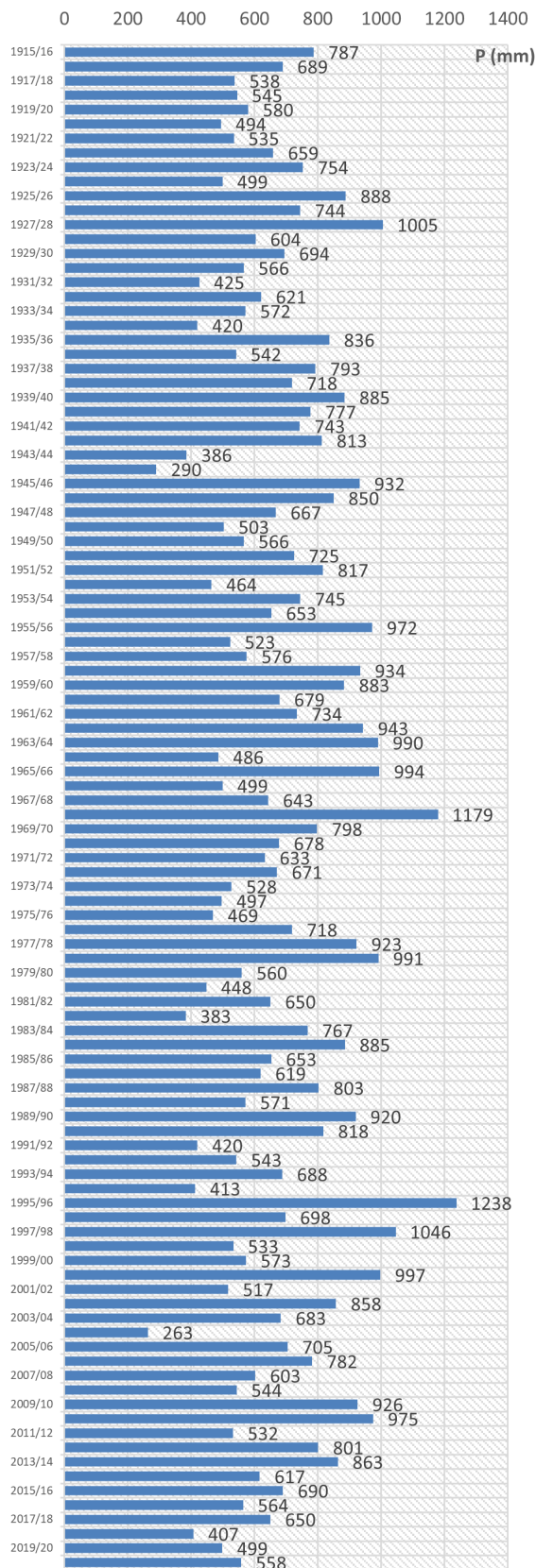


Fig. 10. Precipitação anual e diferenças anuais de precipitação em relação à média (684 mm), Amadora (1915/2021)

A variabilidade da precipitação ao longo dos anos é evidente, tal como atestam os dois gráficos anteriores.

Numa tentativa de sistematização dos 106 anos de dados em análise, registem-se os seguintes ciclos:

- Nos primeiros anos do período em análise, destaca-se um ciclo de 8 anos de precipitações abaixo da média (576 mm por ano), que se inicia em outubro de 1917 e termina em setembro de 1925.
- Este período é sucedido por um outro mais curto, de 3 anos, entre outubro de 1925 e setembro de 1928, em que as precipitações estão muito acima da média (881 mm por ano), mas logo interrompido por outro ciclo de 9 anos com precipitações médias anuais baixas, de apenas 587 mm.
- Entre outubro de 1937 e setembro de 1943, observa-se um longo ciclo de precipitações acima da média (788 mm

por ano). Entre outubro de 1943 e setembro de 1958 não se evidenciam longos fenómenos de precipitações elevadas ou baixas.

- Entre outubro de 1958 e setembro de 1964 registam-se 6 anos com precipitações muito acima da média (861 mm por ano).
- Mais tarde, entre outubro de 1970 e setembro de 1976 regressam as baixas precipitações (579 mm por ano). A partir de outubro de 1979 e até setembro de 1983, regista-se novo ciclo de precipitações ainda mais baixas (510 mm por ano).
- Os anos 90 e os primeiros anos do século XXI alternam entre o seco e o húmido, mas sem ciclos longos de anos húmidos ou secos.
- Por fim, nos últimos 7 anos, entre outubro de 2014 e setembro de 2021, as precipitações são, novamente baixas (569 mm por ano).

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:

- $+3 * ((P1 - PM) / (MAX - PM))$ para as anomalias positivas de precipitação e;
- $-3 * ((P1 - PM) / (MIN - PM))$ para as anomalias negativas de precipitação.

Em que:

- P1 é a precipitação registada no ano para o qual será gerado o Índice de Anomalia de Chuva;

- PM é a precipitação média anual da série 1915/2021;
- 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

37. ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA, AMADORA (1915/2021)

	CLASSIFICAÇÃO	CONTAGEM	ANOS
EXTREMAMENTE CHUVOSOS	* IAC maior que 4 * P. entre 1179 mm e 1238 mm	2	1968/69; 1995/96
MUITO CHUVOSO	* IAC entre 2 e 3,1 * P. entre 923 mm e 1046 mm	13	1927/28; 1945/46; 1955/56; 1958/59; 1962/63; 1963/64; 1965/66; 1977/78; 1978/79; 1997/98; 2000/01; 2009/10; 2010/11
CHUVOSO	* IAC entre 0 e 2 * P. entre 688 mm e 920 mm	34	1915/16; 1916/17; 1923/24; 1925/26; 1926/27; 1929/30; 1935/36; 1937/38; 1938/39; 1939/40; 1940/41; 1941/42; 1942/43; 1946/47; 1950/51; 1951/52; 1953/54; 1959/60; 1961/62; 1969/70; 1976/77; 1983/84; 1984/85; 1987/88; 1989/90; 1990/91; 1993/94; 1996/97; 2002/03; 2005/06; 2006/07; 2012/13; 2013/14; 2015/16
SECO	* IAC entre 0 e -2 * P. entre 486 mm e 683 mm	45	1917/18; 1918/19; 1919/20; 1920/21; 1921/22; 1922/23; 1924/25; 1928/29; 1930/31; 1932/33; 1933/34; 1936/37; 1947/48; 1948/49; 1949/50; 1954/55; 1956/57; 1957/58; 1960/61; 1964/65; 1966/67; 1967/68; 1970/71; 1971/72; 1972/73; 1973/74; 1974/75; 1979/80; 1981/82; 1985/86; 1986/87; 1988/89; 1992/93; 1998/99; 1999/00; 2001/02; 2003/04; 2007/08; 2008/09; 2011/12; 2014/15; 2016/17; 2017/18; 2019/20; 2020/21
MUITO SECO	* IAC entre -2,2 e -4 * P. entre 290 mm e 469 mm	11	1931/32; 1934/35; 1943/44; 1944/45; 1952/53; 1975/76; 1980/81; 1982/83; 1991/92; 1994/95; 2018/19
EXTREMAMENTE SECO	* IAC menor que -4 * P. de 263 mm	1	2004/05

Sumariamente é possível reconfirmar a elevada variabilidade da precipitação, bem como um peso elevado de anos secos ou muito secos face aos chuvosos ou muito chuvosos. Os anos extremamente chuvosos ou extremamente secos são eventos raros.

De facto, e em média, a cada 10 anos é possível observar a ocorrência de 1 ano muito chuvoso, 3 anos chuvosos, 5 anos secos e 1 ano muito seco. Adicionalmente, de 50 em 50 anos ocorre um ano extremamente chuvoso e de 100 em 100 anos ocorre um ano, extremamente seco.

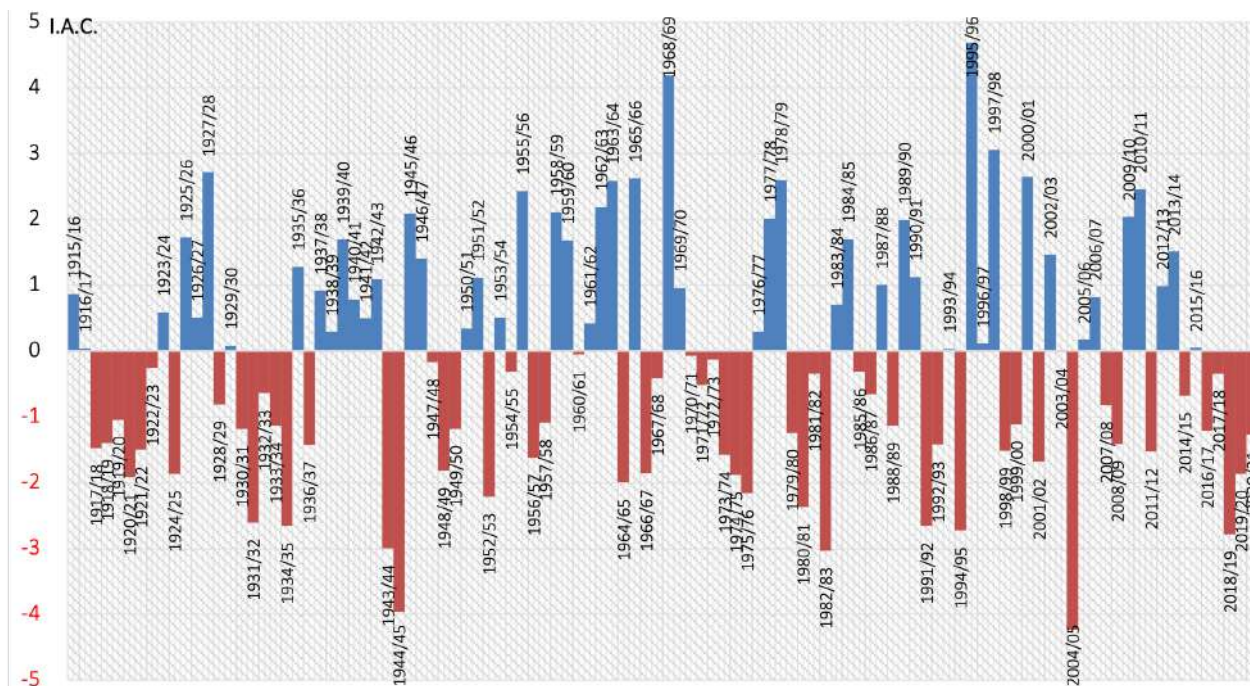


Fig. 11. Índice de anomalia de chuva, Amadora (1915/2021)

4.3.3. PROJEÇÃO (2021/2099)

Atendo às elevadas expectativas em torno de uma previsível diminuição da precipitação, desenvolveu-se um exercício simples de regressão linear tendo por base o conjunto de dados de precipitação anual entre 1915/16 e 2020/21. Partindo de um coeficiente de determinação (R²) de 0,1% e da seguinte equação $y = 0,1628x + 675,52$ é possível projetar valores futuros de precipitação média anual.

Desta forma, a precipitação média anual esperada no ano hidrológico 2098/99 será de 705 mm, ou seja, registo acima de 684 mm, a média do período 1915/2021. Não sendo uma subida significativa, contraria a tendência registada e projetada para outros locais de Portugal Continental.

No entanto, estes valores devem ser lidos com cautela, já que, não só há uma enorme variabilidade na precipitação anual, como o próprio coeficiente de determinação é muito baixo (R² = 0,1%).

Pode aplicar-se o mesmo exercício a períodos mais curtos e próximos do presente, para que se tenham em consideração eventuais impactos provocados pelo atual contexto de alterações climáticas. Apresentam-se abaixo esses resultados, e reforça-se, os mesmos devem, igualmente ser considerados com cautela já que o coeficiente de determinação é sempre baixo.

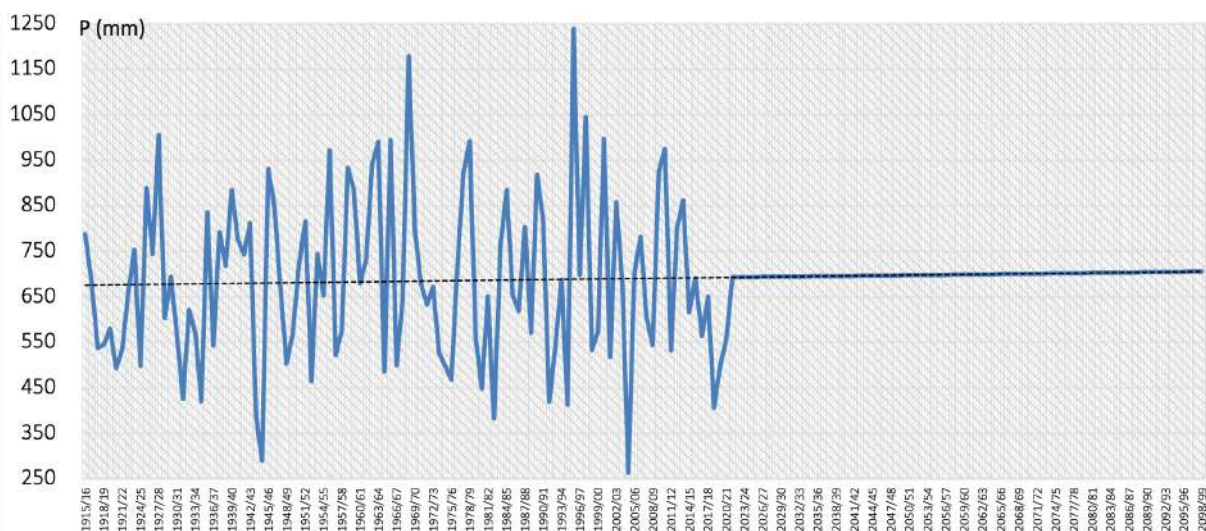


Fig.12 Precipitação anual, Amadora (1915/2099)

38. PROJEÇÕES DE PRECIPITAÇÃO, AMADORA (1915/2021)

PERÍODO CONSIDERADO NA PROJEÇÃO	$Y = \dots X + C$	R^2	PRECIPITAÇÃO EM 2048/2049	PRECIPITAÇÃO EM 2098/2099
1915/2021 (106 ANOS)	$y = 0,1628x + 675,52$	0,1%	679 mm	705 mm
1921/2021 (100 ANOS)	$y = -0,0964x + 693,83$	0,02%	681 mm	677 mm
1946/2021 (75 ANOS)	$y = -0,9632x + 732,53$	1,1%	633 mm	585 mm
1971/2021 (50 ANOS)	$y = -0,0515x + 675,71$	0%	668 mm	682 mm
1971/2021 (30 ANOS)	$y = -2,7863x + 716,02$	1,3%	554 mm	415 mm

Há diferenças significativas conforme se projetam valores que partem de 100 anos de dados ou de 50 anos de dados. Com a exceção da projeção 1915/2099 todas as outras antecipam cenários de redução de precipitação, cenários esses que se agravam se os dados forem mais recentes. A previsão mais pessimista é que parte dos dados dos últimos 30 anos, e nesse caso a precipitação esperado para 2048/2049 é de apenas 554 mm, e de 415 mm em 2098/99.

Portanto, é difícil afirmar se os últimos anos são uma tendência que se agravará, ou se pelo contrário, será interrompida, tal como já foram outros ciclos de precipitações abaixo da média. Será necessário acompanhar a evolução da precipitação para encontrar essa resposta, e fazer a mitigação possível dos respetivos impactos.

4.4 TEMPERATURA

No que respeita ao comportamento da temperatura, este é, também uma consequência dos fenómenos anteriormente descritos. A ausência de relevos significativos, a proximidade

ao oceano Atlântico e uma circulação de ventos, predominantemente atlântica, determinam uma temperatura média anual de 16,4°C e uma amplitude de 11,3°C.

4.4.1. ÂMBITO MENSAL

A amplitude anual de 11,3°C é consequência dos valores mínimos registados, especialmente entre dezembro e fevereiro (11,5°C, 10,9°C e 11,7°C, respetivamente), e os valores mais altos de julho e agosto (21,7°C e 22,2°C, respetivamente). A diferença entre a mais alta temperatura média mensal e a

mais baixa, de 11,3°C coloca Amadora, sensivelmente 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).

39. TEMPERATURAS MÉDIAS MENSAIS, MÉDIAS MENSAIS MÍNIMAS E MÉDIAS MENSAIS MÁXIMAS, AMADORA (1939/2021)

	MÉDIA (°C)	MÉDIA MÍNIMA (°C) E ANO DE OCORRÊNCIA		MÉDIA MÁXIMA (°C) E ANO DE OCORRÊNCIA	
OUT	18,1	227	1990	20,9	2017
NOV	14,2	11,1	1966	16,8	1981
DEZ	11,5	7,6	1964	14,0	1989
JAN	10,9	8,4	1945	13,3	2016
FEV	11,7	7,5	1956	14,0	2020
MAR	13,4	11,2	1979	17,1	1997
ABR	15,0	11,4	1986	18,8	1945
MAI	17,0	13,7	1984	19,9	2011
JUN	19,9	16,4	1972	22,2	2004
JUL	21,7	19,5	1977	23,8	2020
AGO	22,2	20,0	1971	24,9	2010
SET	21,0	18,4	1969	23,2	1987
ANUAL	16,4	-----	-----	-----	-----

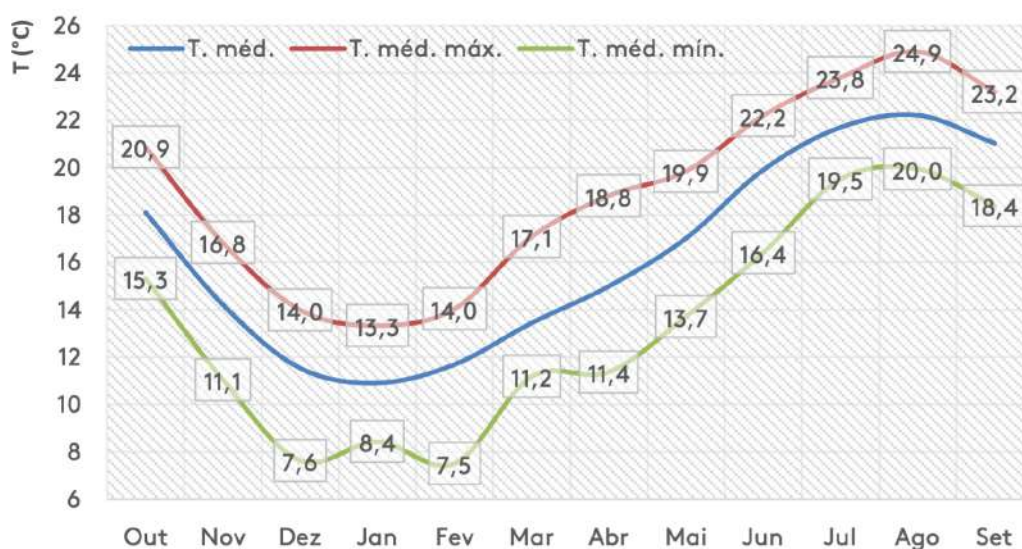


Fig. 13. Temperatura média mensal, máxima mensal e mínima mensal, Amadora (1939/2021)

Se a comparação fosse feita entre a Amadora e outra localidade à mesma latitude, mas no interior de Portugal Continental, observar-se-iam contrastes térmicos de outra magnitude. Por exemplo, Évora (IPMA, 2020b) apresenta 23,3°C de temperatura média mensal em agosto (1°C acima da Amadora) e 9,3°C em janeiro (1,5°C abaixo da Amadora). Ou seja, é notória a influência crescente do distanciamento oceânico na forma como aumenta as temperaturas no verão e as diminui no inverno (Fonseca & Santos, 2018).

Tal como para a precipitação, também se observam diferentes comportamentos na temperatura ao longo do ano. 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, também regista 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 22,2°C, já registou um valor 2,2°C abaixo da média, em 1971. A mesma condição foi observada em outros pontos de Portugal Continental, atendo ao desvio de -2,4°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.

Se a tabela abaixo apenas indica o registo mais frio para cada um dos meses, o gráfico permite perceber quais foram os 10 meses mais frios dos últimos 82 anos analisados. Fevereiro de 1956 apresenta-se como o mês mais frio de sempre, com uma temperatura média mensal de apenas 7,5°C. É seguido por dezembro de 1964, com 7,6°C e por dezembro de 1970 (8,0°C).



Fig. 14. Temperaturas médias mensais mais baixas, Amadora (1939/2021)

Janeiro de 1945, o registo mais antigo dos 10 acima apresentados, foi exceccionalmente baixo, não só em Portugal, como também na Europa (Rebello, 2010). Em Lisboa coincidiu ainda com um grande nevão (Leite, 2021), documentado em várias fotografias da época (ver abaixo).

Felizmente existe muita informação sobre o que se passou em fevereiro de 1956, o mês com a temperatura média mensal mais

baixa na Amadora dos últimos 82 anos. 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).



Fig. 15. Janeiro de 1945: autoestrada Lisboa – Estádio Nacional (à esquerda); Campo Grande (à direita)

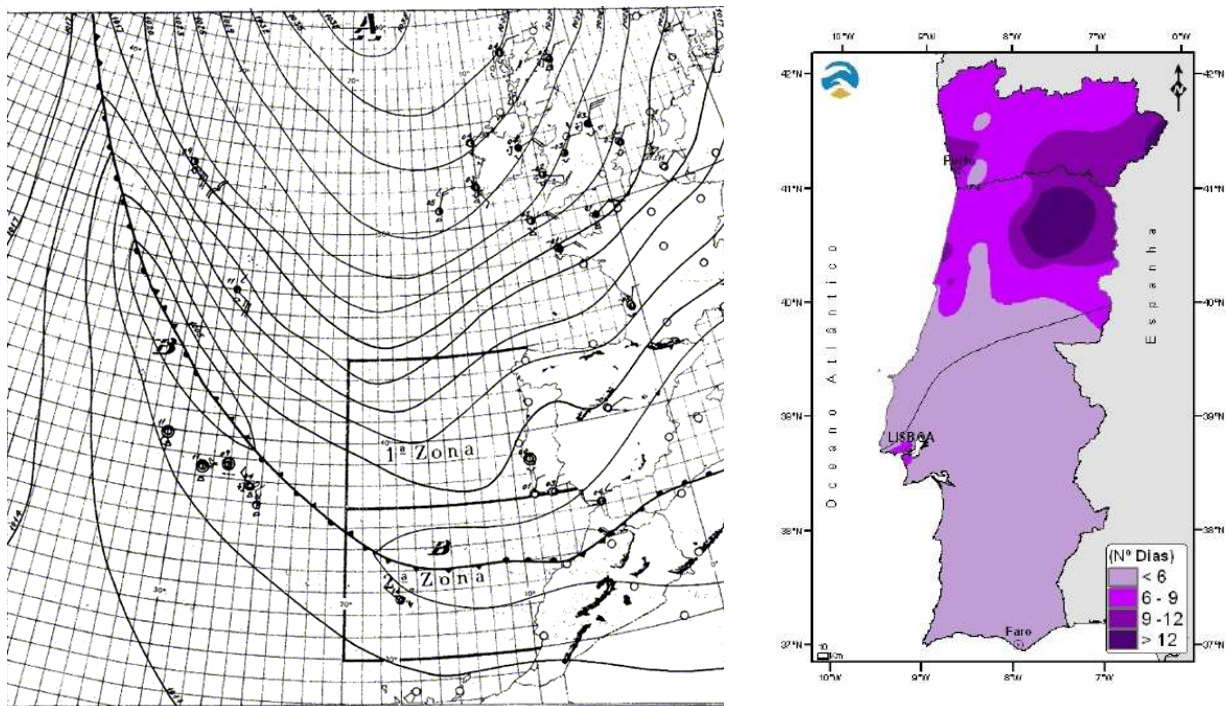


Fig. 16. Onda de frio de fevereiro de 1956 (à esquerda, situação sinóptica às 00 UTC do dia 12 de fevereiro de 1956; à direita, número de dias da onda de frio de fevereiro de 1956)

Mais recentemente, janeiro de 1985, o oitavo registo mais baixo corresponder, 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 & Ganho, 2012). Durante vários dias, Portugal Continental foi influenciado por um fluxo de nordeste, canalizado pela ação conjunta de um anticiclone atlântico centrado a sul da Islândia, agregado a um anticiclone gronelandês, e de uma vasta depressão que se estendia desde latitudes bem a norte da Península Escandinava, até à Alemanha, transportando uma massa de ar polar continental frio, de origem ártica, com trajeto meridiano e com influência continental sobre a Europa Ocidental.

Note-se que apesar de janeiro ser, em média, o mês mais frio, só por 5 vezes foi o mês mais frio ao longo dos últimos 82 anos, isto é, no conjunto dos 10 registos mais baixos de temperatura. São dezembro e fevereiro que completam essa listagem.

É, igualmente interessante notar que estes meses de temperaturas muito baixas ocorreram já num passado distante. Isto é, janeiro de 2000 foi a última vez que um registo de temperatura média mensal entrou para o ranking das 10 temperaturas médias mensais mais baixas de sempre, ou seja, há mais de 20 anos atrás. Não menos relevante, 70% dos 10 meses mais frios de sempre registaram-se antes de 1971.



No que respeita às temperaturas mais altas, agosto é, em média, o mês mais quente, com 22,2°C, e também o mês que mais vezes se repete no conjunto dos 10 meses mais quentes de sempre (9 vezes, e julho apenas uma vez) (ver abaixo).

Agosto de 2010 foi o mês mais quente nos últimos 82 anos, com uma temperatura média mensal de 24,9°C, seguido por agosto de 1940 (24,5°C) e agosto de 2003 (24,3°C). Todas estas situações foram vividas de igual modo em outras partes de Portugal Continental. O Instituto Português do Mar e da Atmosfera registou para estas 10 observações desvios mensais de temperatura entre +1,3°C e +2,9°C em relação à temperatura média de agosto ou julho da normal climatológica 1971/2000 (IPMA, 2020e) (IPMA, 2020f).

É interessante notar que fevereiro e julho de 2020 são o fevereiro e julho mais quentes desde outubro de 1939. Julho de 2020 entra até no ranking dos 10 meses mais quentes de sempre desde outubro de 1939.

No que diz respeito ao inverno, e apesar desses meses registarem sempre temperaturas mais baixas, também já registaram meses com valores mais elevados. São dis-

so exemplo janeiro de 1955 com 10,2°C, uma temperatura +2,3°C acima da média. Também o Instituto Português do Mar e da Atmosfera registou semelhante comportamento da temperatura, ou seja, um desvio médio de +2°C em relação à temperatura média de janeiro da normal climatológica 1971/2000 (IPMA, 2021).

Muitos destes episódios corresponderam 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 na Amadora 24,3°C, tornando este mês um dos 10 mais quentes de sempre do período em análise (1939/2021). E o Instituto Português do Mar e da Atmosfera verificou um desvio médio de +2,3°C em Portugal Continental, um dos mais elevados desde 1931 (IPMA, 2020f) em relação à temperatura média de julho da normal climatológica 1971/2000 (IPMA, 2020e).

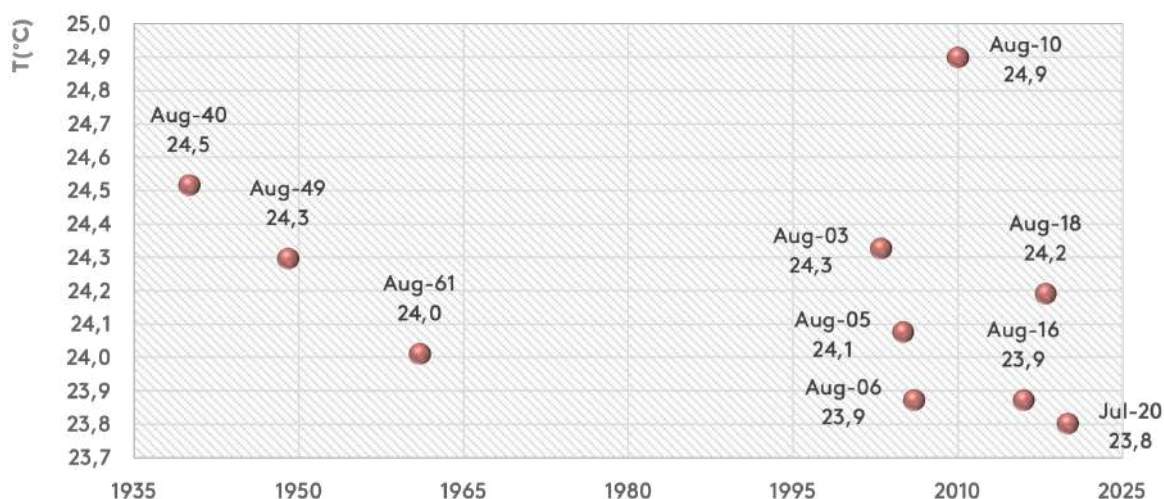


Fig. 17. Temperaturas médias mensais mais altas, Amadora (1939/2021)

4.4.2. ÂMBITO ANUAL

Considerando agora a variação da temperatura ao longo dos diferentes anos hidrológicos, é possível identificar, também muitas flutuações e vários períodos (ver abaixo). Por exemplo, o ano hidrológico de 1947/48 foi o mais quente de sempre, com uma temperatura média anual de 17,5°C (1,1°C acima da média). Já 1966/67 foi o oposto, isto é, o mais frio de sempre, com 13°C de média, portanto 1,2°C abaixo da média.

Nos gráficos seguintes é possível confirmar esta variabilidade, bem como os desvios anuais em relação à temperatura média do período 1939/2021, isto é, de 16,4°C.

De uma forma geral, e tal como sugerem outros estudos climáticos, ao longo dos 82 anos da série em análise, parecem evidenciar-se dois períodos de temperaturas mais elevadas, que são interrompidas por um período de temperaturas mais baixas (Miranda, et al., 2006). 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 1964 e setembro de 1981, nenhum ano hidrológico teve temperaturas acima da média de 16,4°C. Na verdade, a média de temperaturas ao longo destes anos foi de apenas 15,7°C.

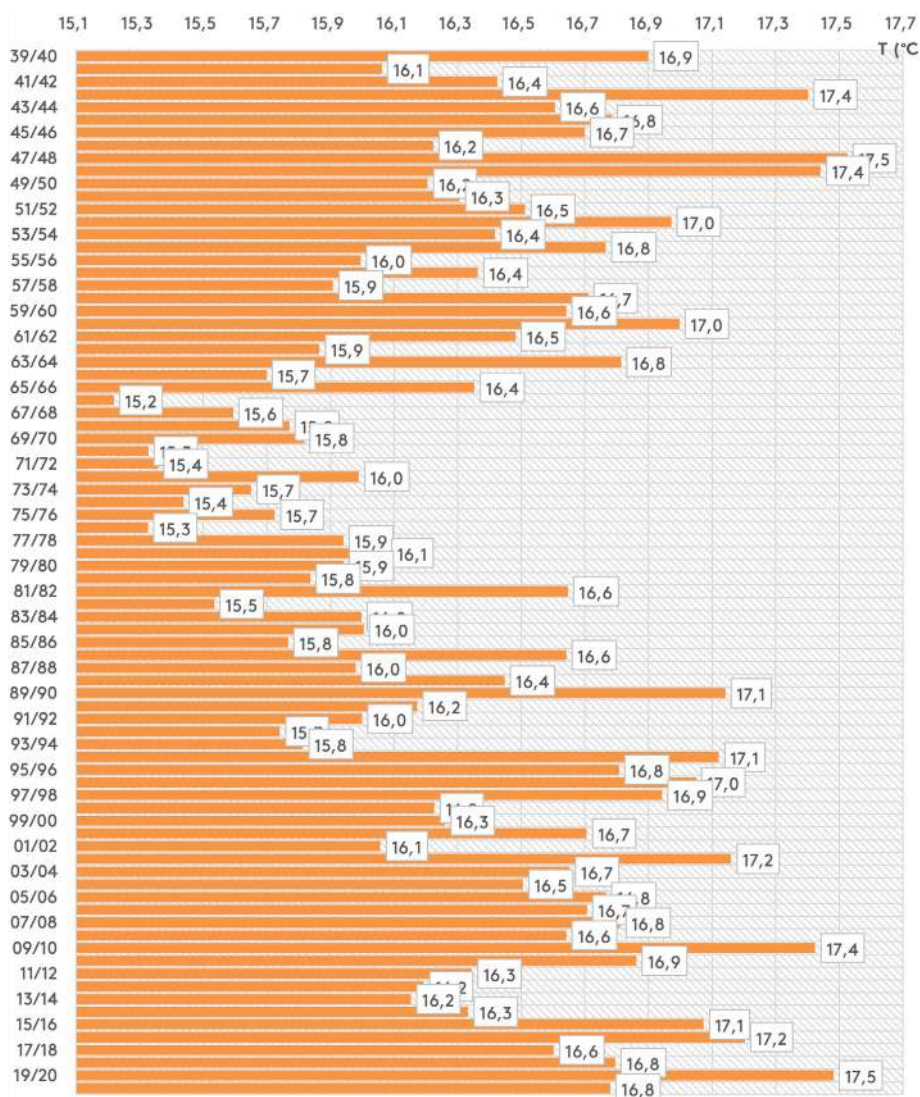


Fig. 18. Temperatura média anual, Amadora (1939/2021)

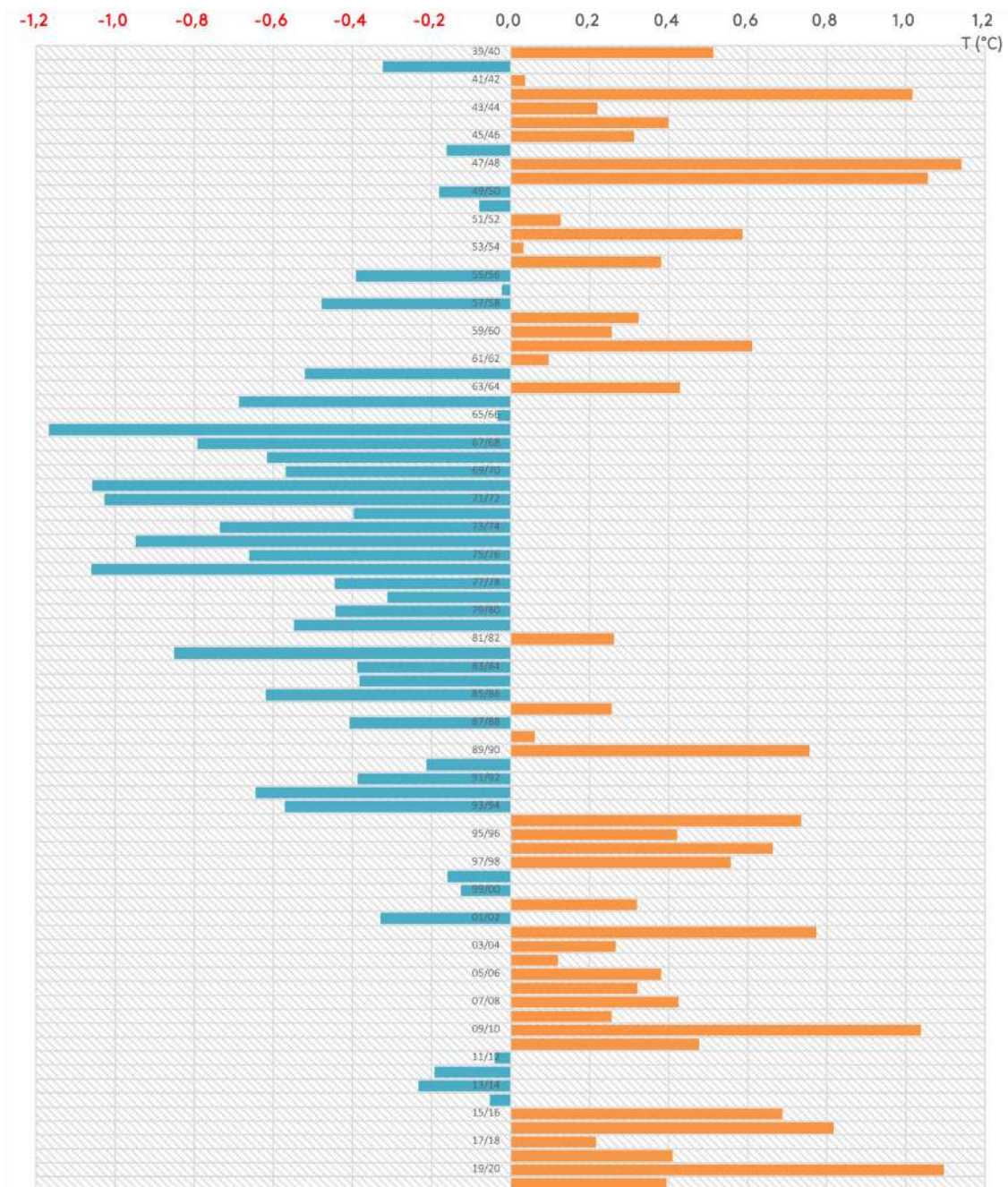


Fig. 19. Diferenças anuais de temperatura em relação à média (16,4°C), Amadora (1939/2021)

Se a década de 40, bem como as anteriores (Fagan, 2020), foram marcada por temperaturas amenas/elevadas, apresentando uma média de 16,8°C, nos últimos 30 anos parece observar-se semelhante fenómeno. Houve mais anos hidrológicos com temperaturas acima da média, isto é, observar-

am-se 20 anos com temperaturas superiores a 16,4°C, e apenas 10 com temperaturas inferiores, situação que está, igualmente documentada em outros estudos (Silva C. A., 2017). Nos últimos 10 anos, as temperaturas também se apresentam acima da média de 16,4°C, sendo a média anual de 16,7°C.

4.4.3. PROJEÇÃO (2021-2099)

Atendo às elevadas expectativas em torno de um previsível aumento de temperaturas, desenvolveu-se um exercício simples de regressão linear tendo por base o conjunto de dados de temperatura média anual entre 1939/40 e 2020/21. Partindo da equação $y = 0,0034x + 16,245$ é possível projetar valores futuros de temperatura média anual.

Desta forma, a temperatura média anual esperada no ano hidrológico 2098/99 será 16,8°C, ou seja, apenas 0,4°C acima da registada ao longo da série 1939/2021. No entanto, esta projeção é feita a partir de um coeficiente de determinação (R^2) de 2,1%, ou seja, um valor que dificulta conclusões muito precisas.

No entanto, se o exercício de projeção se cingir a um período mais próximo do presente, por exemplo, aos últimos 50 anos, não só o coeficiente de determinação é maior ($R^2 = 47,4\%$), como a temperatura média anual esperada em 2098/2099 é de 19,1°C, ou seja, +2,7°C do que a média do período 1939/2021. Este aumento significará 17,3°C em 2030/31, 17,5°C em 2040/41 e 17,8°C em 2050/2051.

A projeção com o maior coeficiente de determinação ($R^2 = 55,4\%$) é obtida partindo do ano 1966/67 até 2020/2021, sensivelmente desde que as temperaturas médias anuais começaram a subir desde a “pequena idade do gelo do século XXI” identificada anteriormente. Os resultados são parecidos à projeção que parte dos últimos 50 anos, isto é, esperando uma temperatura média anual em 2098/2099 de 19,2°C, e também de 17,3°C em 2030/31, 17,6°C em 2040/41 e 17,9°C em 2050/2051.

Se estes últimos cenários se confirmarem, temperaturas médias anuais mais elevadas implicam temperaturas médias mensais mais altas e isso é, particularmente relevante no verão. Em julho e agosto poderão registar-se temperaturas médias próximas dos 25°C, e ultrapassá-las, ocasionalmente. Poderão registar-se 4 ou 5 meses por ano com temperaturas médias superiores a 20°C, e temperaturas no inverno, frequentemente acima dos 13°C.

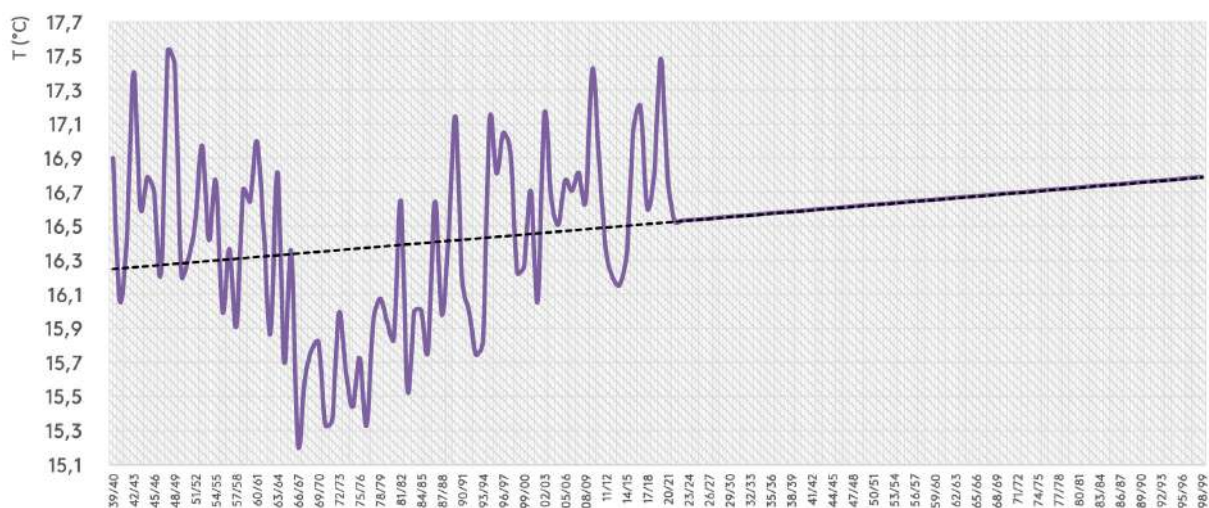


Fig. 20. Temperatura média anual, Amadora (1939/2099)



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, J. d., Pereira, P. d., Queiroz, M. G., Silva, T. G., Ferreira, J. M., & Júnior, G. d. (2016). Índice de anomalia de chuva para diferentes mesorregiões do Estado de Pernambuco. *Pensar Acadêmico*, 14(1), 37-47. doi:10.21576/rpa.2016v14i1.4

ANEPC. (2021). As Cheias em Portugal Continental. Obtido de Website da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil: <http://www.prociv.pt/pt-pt/RISCOSPREV/RISCOSNAT/CHEIAS/Paginas/default.aspx>

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.

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.

CMA/SMPCA. (2015). Dados meteorológicos Amadora 2014. Amadora: Câmara Municipal da Amadora / Serviço Municipal de Proteção Civil.

Crucho, E. (2013). Caracterização física do concelho da Amadora e susceptibilidade às inundações. Lisboa: Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa.

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.

Fagan, B. (2020). *A Pequena Idade do Gelo*. Loures: Alma dos Livros.

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.

Fragoso, M., Quaresma, I., & Santos, Â. (2011). Breve caracterização do episódio de granizo de 29 de Abril de 2011 na área de Lisboa: o caso das inundações na Damaiã (Amadora). VIII Congresso da Geografia Portuguesa (p. 6). Lisboa: Associação Portuguesa de Geógrafos.

Ganho, N. (2019). Mudanças climáticas e mudanças na valoração do clima, em Portugal, nos últimos 50 anos. *ACTA Geográfica*, 13(33), 196-208.

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

IPMA. (2020a). Normais Climatológicas. Obtido de Web site de 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. (2020d). Onda de Calor. Obtido de Web site de Instituto Português do Mar e da Atmosfera: <https://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/clima/index.html?page=onda.calor.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.
- Leal, M. (2019).** Inundações na Área Metropolitana de Lisboa: danos humanos e materiais e componentes do risco. Lisboa: Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa.
- Leite, J. A. (2021).** Nevão em Lisboa em 1945. Obtido de Restos de Coleção: <https://restosdecoleccion.blogspot.com/2012/12/nevao-em-lisboa-em-1945.html>
- Loureiro, J. M. (2009).** Rio Tejo, As Grandes Cheias, 1800-2007. Lisboa: ARH do Tejo, I.P.
- 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.
- Mileu, N., & Sargento, B. (2015).** Estudos de identificação e caracterização de riscos. Município da Amadora. Oeiras: Município, S.A.
- 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 (Edits.), *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
- Moreira, N., Silva, Á., Prates, F., Ferreira, J., Neto, J., Bugalho, L., . . . Cabrinha, V. (2008).** Cheias de 18 de Fevereiro de 2008. Lisboa: Instituto de Meteorologia.
- Nascimento, D. (2017).** Estudo comparativo da definição de anos-padrão do regime habitual e excepcional 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/sbfga.v1i2017.2262
- Noronha, G. C., Hora, M. d., & Silva, L. P. (2016).** Análise do Índice de Anomalia de Chuva para a Microbacia de Santa Maria/Cambiocó, RJ. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 31(1), 74-81. doi:10.1590/0102-778620140160
- Pereira, D., Pereira, P., Santos, L., & Silva, J. d. (2014).** Unidades geomorfológicas de Portugal Continental. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 15(4), 567-584.
- Quaresma, I. (2008).** Inventariação e a análise de eventos hidro-geomorfológicos com carácter danoso em Portugal Continental. Faculdade de Letras, Departamento de Geografia. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Rebelo, F. (2010).** O aquecimento climático desde 1860, segundo Emmanuel Le Roy Ladurie. *Territorium*, 10, 245-248. doi:10.14195/1647-7723_17_27
- Rocha, J. (1995).** Prevenção de inundações e reabilitação de edifícios em zonas inundáveis. *Territorium*, 2, 11-20.
- 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.

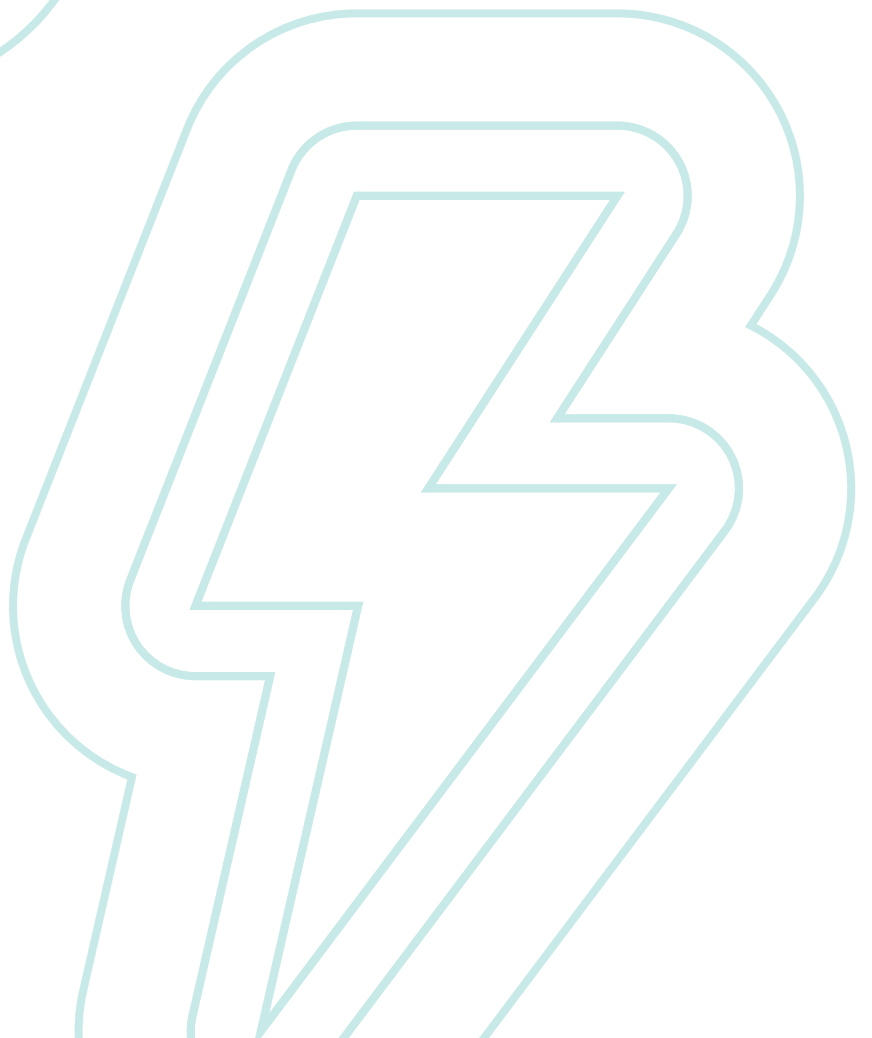
SNIRH. (2021). Mediateca. Obtido de Website do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos: <http://snirh.pt/index.php?idMain=5&idItem=2>

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.

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/>

Vivas, E., & Maia, R. (2007). Caracterização das principais situações de seca históricas em Portugal Continental. II Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente (pp. 51-61). Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

WMO. (2018). Guide to Climatological Practices. Geneva: World Meteorological Organization.





AMADORA





AMADORA

