



Interreg

España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



UNIÓN EUROPEA



RISC_ML

REGISTOS HISTÓRICOS DE PRECIPITAÇÃO E DE TEMPERATURA NA PARTE PORTUGUESA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS MINHO E LIMA



www.risc-ml.eu



apa
agência portuguesa
de ambiente

*Registos históricos de precipitação e de temperatura
na parte portuguesa das bacias hidrográficas
dos rios Minho e Lima*

FICHA TÉCNICA

Data:	2019-09-30	Versão do documento:	1
Código da atividade do projeto:	1		
Entidade responsável:	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto 		
Equipa técnica:	Rodrigo Maia (Coordenador) Miguel Costa Juliana Mendes		

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima



ÍNDICE

1	Introdução.....	5
1.1	Âmbito	5
1.2	Objetivo e estrutura	5
2	Período de análise.....	6
3	Registos históricos de precipitação	7
3.1	Metodologia	7
3.2	Parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Lima	7
3.3	Parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho	12
3.4	Comparação entre as duas bacias	16
4	Registo histórico de temperatura.....	18
4.1	Metodologia	18
4.2	Parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Lima	20
4.2.1	Validação da base de dados CRU TS4.03	20
4.2.2	Temperatura média mensal	23
4.3	Bacia Hidrográfica do rio Minho.....	25
4.3.1	Validação da base de dados CRU TS4.03	25
4.3.2	Temperatura média mensal	29
4.4	Comparação entre as duas bacias	31
5	Conclusão	33
6	Bibliografia.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Polígonos de Thiessen considerados para o cálculo da precipitação média mensal ponderada na bacia Hidrográfica do rio Lima.	8
Figura 2: Evolução temporal da precipitação mensal na bacia hidrográfica do rio Lima, entre 01/10/1970 – 30/09/2000.	10
Figura 3: Evolução gráfica da normal climatológica (1970/1971 – 1999/2000) associada à precipitação mensal da bacia hidrográfica do rio Lima.	12
Figura 4: Polígonos de Thiessen considerados no cálculo da precipitação mensal média ponderada na Bacia Hidrográfica do rio Minho.	13
Figura 5: Evolução temporal da precipitação mensal na bacia hidrográfica do rio Minho, entre 01/10/1970 – 30/09/2000.	14
Figura 6: Evolução gráfica da normal climatológica (1970/1971 – 1999/2000) associada à precipitação média mensal da bacia hidrográfica do rio Minho.	16
Figura 7: Comparação gráfica das normais climatológicas (1970/1971 – 1999/2000) associadas à precipitação mensal nas partes portuguesas das bacias hidrográficas dos rios Lima e Minho.	17
Figura 8: Estações meteorológicas/climatológicas, nas bacias dos rios Minho e Lima, com registos de temperatura média mensal.	18
Figura 9: Registos de temperatura média mensal na estação de Ponte da Barca entre 1970/1971 -2017/ 2018	20
Figura 10: Bacia Hidrográfica do rio Lima e respetivas células da grelha da base de dados CRU TS4.03.	21
Figura 11: Comparação da evolução temporal entre os registos mensais de temperatura da estação de Ponte da Barca e a temperatura média mensal calculada através da base de dados CRU TS4.03, para o período de 1971 - 2018.	22
Figura 12: Correlação entre os registos de estação de Ponte da Barca (03G/02C) e a temperatura média mensal na bacia hidrográfica do rio Lima (CRU TS4.03) e indicadores estatísticos.	22
Figura 13: Evolução temporal da temperatura média mensal na bacia hidrográfica do rio Lima entre 01/10/1970 – 30/09/2000, calculada através da base de dados CRU TS4.03.	23
Figura 14: Evolução gráfica da normal climatológica (1970/1971 – 1999/2000) associada à temperatura média mensal da bacia hidrográfica do rio Lima.	25
Figura 15: Temperatura média mensal registada na estação de Vila Nova de Cerveira entre 1971 - 2018.	26

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima



Figura 16: Parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho e respetivas células da grelha da base de dados CRU TS4.03	26
Figura 17: Comparação da evolução temporal entre os registos mensais de temperatura da estação de Vila Nova de Cerveira e a temperatura mensal calculada através da base de dados CRU TS4.03, para o período de 1970/1971 – 2017/2018.	27
Figura 18: Comparação estatística entre os registos de estação de Vila Nova de Cerveira e o temperatura média mensal na bacia hidrográfica do rio Minho (CRU TS4.03)	28
Figura 19: Evolução temporal da temperatura média mensal na bacia hidrográfica do rio Minho entre 01/10/197 – 30/09/2000, calculada através da base de dados CRU TS4.03.....	29
Figura 20: Temperatura média mensal na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho. Normal climatológica (1971 - 2000).....	31
Figura 21: Comparação entre a evolução gráfica da normal climatológica (1970/1971 – 1999/2000) associada à precipitação média mensal da bacia hidrográfica do rio lima e à da bacia hidrográfica do rio Minho	32

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Estações meteorológicas consideradas para o cálculo da precipitação mensal média ponderada na Bacia Hidrográfica do rio Lima.....	9
Tabela 2: Evolução mensal da precipitação mensal na bacia hidrográfica do rio Lima entre 01/10/1970 – 30/09/2000.	11
Tabela 3: Precipitação media mensal na bacia hidrográfica do rio Lima. Normal Climatológica (1970/1971 – 1999/2000).	12
Tabela 4: Estações meteorológicas consideradas para o cálculo da precipitação mensal média ponderada na bacia hidrográfica do rio Minho.	13
Tabela 5: Evolução mensal da precipitação mensal na bacia hidrográfica do rio Minho entre 01/10/1970 – 30/09/2000.	15
Tabela 6: Precipitação media mensal na bacia hidrográfica do rio Minho. Normal Climatológica (1970/1971 – 1999/2000).	16
Tabela 7: Comparação entre os valores das normais climatológicas (1970/1971 – 1999/2000) da precipitação mensal na bacia hidrográfica do rio Lima e na bacia hidrográfica do rio Minho.	16
Tabela 8: Coordenadas dos centros das células da base de dados CRU TS4.03 que intercetam a parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Lima e as áreas da bacia inseridas nas células da grelha.....	21
Tabela 9: Evolução mensal da temperatura média mensal na bacia hidrográfica do rio Lima entre 01/10/1970 – 30/09/2000, calculada através da base de dados CRU TS4.03.	24
Tabela 10: Temperatura media mensal na bacia hidrográfica do rio Lima. Normal Climatológica (1970/1971 – 1999/2000).	25
Tabela 11: Coordenadas dos centros das células da base de dados CRU TS4.03 que intercetam a parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho e as áreas da bacia inseridas nas células da grelha.....	27
Tabela 12: Evolução mensal da temperatura média mensal na bacia hidrográfica do rio Minho entre 01/10/1970 – 30/09/2000, calculada através da base de dados CRU TS4.03.	30
Tabela 13: Temperatura media mensal na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho. Normal Climatológica (1970/1971 – 1999/2000).	31
Tabela 14: Comparação entre os valores das normais climatológicas (1970/1971 – 1999/2000) de temperatura media mensal na bacia hidrográfica do rio Lima e na bacia hidrográfica do rio Minho.	31

1 Introdução

1.1 Âmbito

O projeto RISC_ML - *Prevención de Riesgos de Inundaciones y Sequías en la Cuenca Internacional del Miño-Limia* tem como finalidade o desenvolvimento de medidas conjuntas, entre Espanha e Portugal, para a Região Hidrográfica Internacional das bacias dos rios Minho e Lima, orientadas para a prevenção, preparação, previsão e para uma melhor gestão dos fenómenos hidrológicos extremos, tais como inundações e secas, de modo a mitigar os seus efeitos (RISC_ML, 2019).

O projeto é composto por várias atividades sendo a primeira (Atividade 1) correspondente à análise das bacias dos rios Minho e Lima a nível geográfico e hidrológico, na qual se encontra previsto as seguintes ações:

- Elaboração de uma cartografia da região internacional da bacia hidrográfica à escala 1:10000;
- Elaboração de um novo inventário de recursos hídricos tendo em conta o efeito das alterações climáticas para três períodos distintos: curto prazo (2011 - 2040), médio prazo (2041 - 2070) e longo prazo (2071 - 2100).

Neste âmbito, os registos históricos de precipitação e de temperatura na região de análise são dados de base, essenciais para a segunda ação enunciada.

1.2 Objetivo e estrutura

No contexto exposto, o trabalho aqui apresentado teve como objetivo a recolha, análise e tratamento dos registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima, para o período de análise definido, de 1970/1971 – 1999/2000.

Para cada uma das variáveis meteorológicas aqui analisadas, apresenta-se na secção correspondente deste relatório, a metodologia seguida e a sua aplicação à parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Lima e à parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho. Para cada variável e bacia de estudo, são apresentados os valores mensais correspondentes para o período histórico definido e os valores médios característicos de cada mês, denominados de normais climatológicas.

2 Período de análise

No âmbito do trabalho aqui apresentado, definiu-se como período de análise os 30 anos hidrológicos compreendidos entre 1970/1971 e 1999/2000.

A escolha deste período de tempo deveu-se essencialmente ao facto de em Portugal se utilizar o período de 1971 – 2000 (anos civis) como o período histórico para avaliação das alterações climáticas. Este período corresponde também ao período dos resultados das últimas normais climatológicas disponibilizadas pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA).

De referir, que as normais climatológicas correspondem aos valores médios que caracterizam o clima de um dado local, tendo em consideração um número suficiente de anos para se poder admitir que os resultados representam o valor predominante de uma dada variável no local a considerar. Segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM), as normais climatológicas devem corresponder a períodos de 30 anos, com início no primeiro ano de cada década (p.e: 1961 – 1990; 1971 – 2000) (IPMA, 2019a) (IPMA, 2019b).

Neste sentido, e uma vez que os dados aqui reunidos serão utilizados para o inventário dos recursos hídricos das bacias internacionais dos rios Minho e Lima, considerou-se que o período de tempo a considerar deveria corresponder a 30 anos hidrológicos, em vez de anos civis, pelo que se estabeleceu o período de análise de outubro de 1979 a setembro de 2000.

3 Registos históricos de precipitação

3.1 Metodologia

O cálculo da precipitação mensal média ponderada em cada uma das bacias de análise realizou-se através do método de *Thiessen* aplicado aos valores mensais da precipitação em estações meteorológicas da rede do *Sistema Nacional de Informação dos Recursos Hídricos* (SNIRH), os quais foram determinados através dos registos diários dessas mesmas estações.

Uma vez que as estações meteorológicas selecionadas apresentam algumas falhas nos registos diários, foi realizado o preenchimento dessas falhas com recurso ao método de interpolação *Inverse Distance Weighting (IDW)* (equação 1):

$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^N P_i * \left(\frac{1}{D_i^m}\right)}{\sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{D_i^m}\right)} \quad (\text{eq. 1})$$

Para a utilização deste método, tiveram-se em consideração duas fontes de dados:

- i) registos de precipitação diária das restantes estações do SNIRH;
- ii) registos de precipitação diário do Dataset PT02.

O Dataset PT02 é uma base de dados do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), que contem informação de precipitação diária em Portugal Continental, sendo a mesma apresentada numa malha regular com 0,2° de resolução horizontal, para o período de 1950 a 2003, tendo por base a utilização do método de *Kriging* (Belo-Pereira, Dutra, & Viterbo, 2011).

Na aplicação do referido método, foram usados os seguintes critérios para a realização do preenchimento aquando da existência de falha numa determinada estação:

- a) Ter em conta, em primeiro lugar, as estações meteorológicas do SNIRH mais próximas;
- b) Caso essas estações meteorológicas do SNIRH mais próximas apresentem igualmente falhas de registo, preencher a falha recorrendo ao Dataset PT 02;
- c) Considerar as estações / centro da malha localizadas a uma distância máxima de 15 km.

Uma vez apresentada a metodologia geral seguida, descrevem-se os detalhes particulares da sua aplicação e os resultados correspondentes obtidos para a parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Lima (ponto 3.2) e da bacia hidrográfica do rio Minho (ponto 3.3).

3.2 Parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Lima

Na parte portuguesa da bacia do rio Lima foram utilizadas as 24 estações meteorológicas da rede do SNIRH representadas na Figura 1 com polígonos de *Thiessen* correspondentes e identificadas na Tabela 1 com as respetivas características associadas, onde a coluna intitulada

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

de $A_{\text{influência}}$ (km²) diz respeito à área da bacia que está dentro do polígono de Thiessen correspondente a cada estação, e a coluna “% influência” diz respeito à percentagem dessa área, relativamente à área total da bacia.

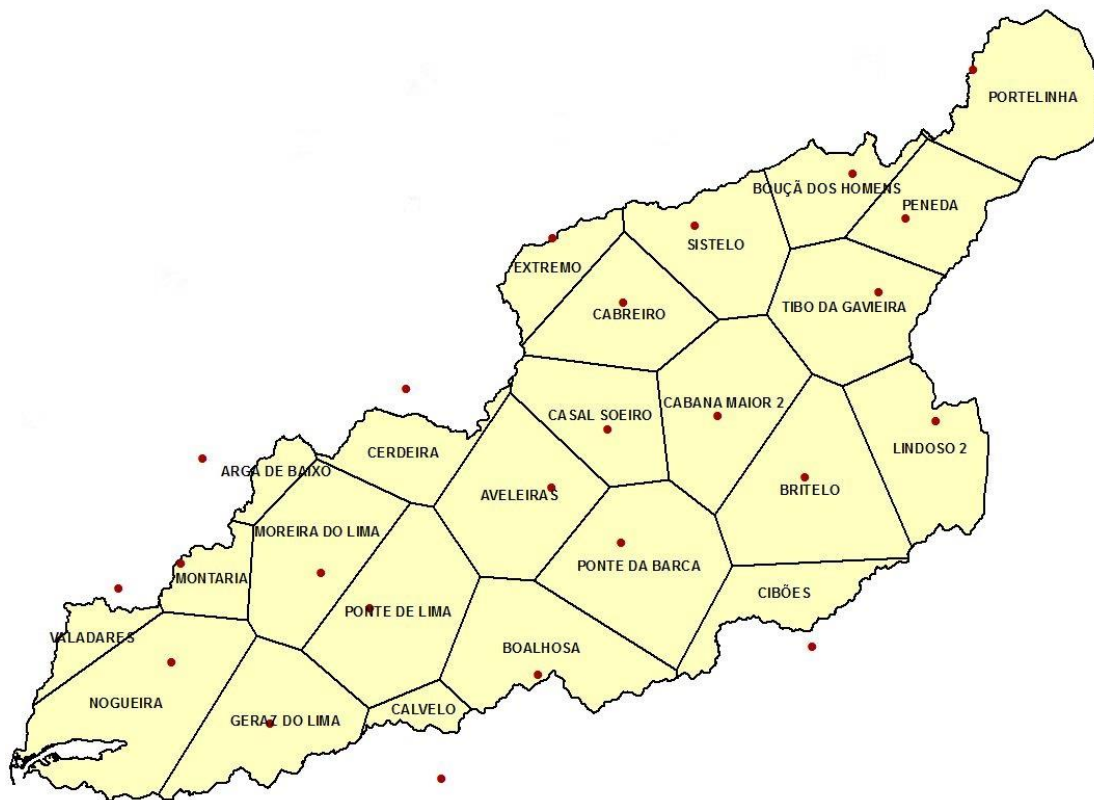


Figura 1: Polígonos de Thiessen considerados para o cálculo da precipitação média mensal ponderada na bacia Hidrográfica do rio Lima.

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela 1: Estações meteorológicas consideradas para o cálculo da precipitação mensal média ponderada na Bacia Hidrográfica do rio Lima.

Código (SNIRH)	Estação	Bacia Hidrográfica	Coordenadas (°N; °W)	Altitude (m)	A _{influência} (km ²)	% influencia
02E/03UG	Arga de Baixo	Minho	41,846; -8,713	478	10,73	0,92 %
02G/11UG	Aveleiras	Lima	41,832; -8,468	200	63,52	5,42 %
03G/05UG	Boalhosa	Lima	41,734; -8,477	567	63,30	5,40 %
02H/01IG	Bouça dos Homens	Lima	41,997; -8,257	1044	32,52	2,78 %
02H/07UG	Britelo	Lima	41,738; -8,290	134	79,12	6,75 %
02G/12UG	Cabana Maior 2	Lima	41,865; -8,351	436	64,58	5,51 %
02G/05UG	Cabreiro	Lima	41,929; -8,418	221	50,41	4,30 %
03F/05UG	Calvelo	Lima	41,679; -8,545	179	11,21	0,96 %
02G/09G	Casal Soeiro	Lima	41,863; -8,429	95	47,37	4,04 %
02F/02G	Cerdeira	Minho	41,884; -8,571	452	31,81	2,72 %
03H/05UG	Cibões	Cávado	41,749; -8,285	531	34,07	2,91 %
02G/03G	Extremo	Minho	41,963; -8,468	419	23,86	2,04 %
03F/03UG	Geraz do Lima	Lima	41,707; -8,665	30	60,24	5,14 %
02H/09UG	Lindoso 2	Lima	41,867; -8,199	447	56,75	4,84 %
03E/05UG	Montaria	Âncora	41,791; -8,729	283	20,30	1,73 %
03F/04UG	Moreira do Lima	Lima	41,787; -8,63	44	60,31	5,15 %
03E/02UG	Nogueira	Lima	41,739; -8,735	51	85,04	7,26 %
02H/03UG	Peneda	Lima	41,974; -8,22	697	41,94	3,58 %
03G/02C	Ponte da Barca	Lima	41,803; -8,42	39	76,00	6,49 %
03F/01F	Ponte de Lima	Lima	41,768; -8,596	18	70,17	5,99 %
01H/02G	Portelinha	Lima	42,052; -8,172	1018	61,02	5,21 %
02G/04UG	Sistelo	Lima	41,97; -8,368	509	52,38	4,47 %
02H/05G	Tibo da Gavieira	Lima	41,935; -8,239	559	58,52	5,00 %
03E/04UG	Valadares	Âncora	41,778; -8,772	284	16,18	1,38 %

Uma vez preenchidas as falhas, calculou-se a precipitação mensal para cada um dos meses do período histórico. Na Figura 2 apresenta-se a evolução temporal da precipitação mensal na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Lima e, na Tabela 2, os valores correspondentes.

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

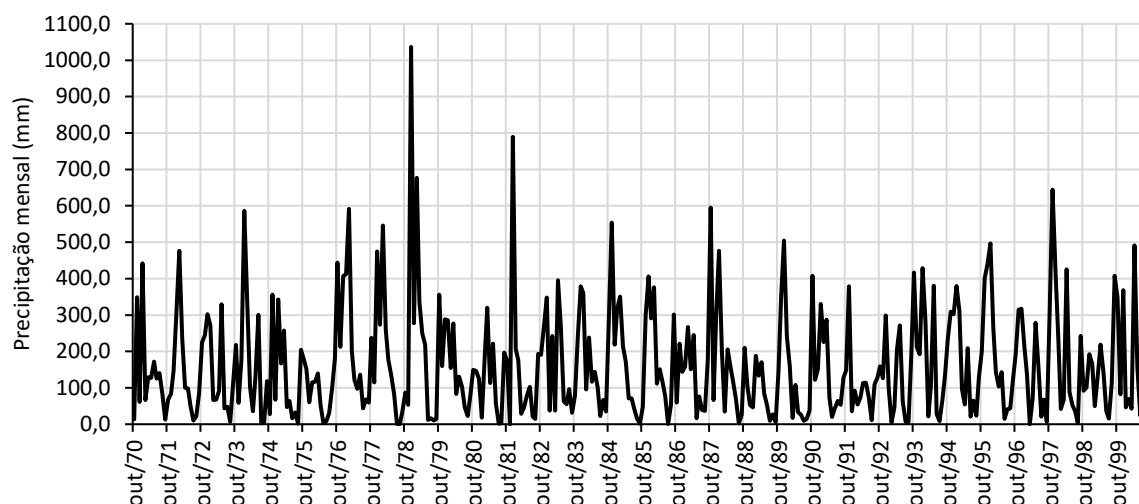


Figura 2: Evolução temporal da precipitação mensal na bacia hidrográfica do rio Lima, entre 01/10/1970 – 30/09/2000.

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela 2: Evolução mensal da precipitação mensal na bacia hidrográfica do rio Lima entre 01/10/1970 – 30/09/2000.

Ano Hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1970/1971	13,4	349,1	61,5	441,8	66,9	129,4	127,1	171,9	125,1	140,6	83,5	13,2
1971/1972	67,3	83,3	145,4	307,4	475,9	236,9	99,6	98,4	49,7	10,1	21,5	86,9
1972/1973	224,7	245,4	302,0	271,2	66,6	67,1	91,6	329,9	44,0	48,0	6,9	111,6
1973/1974	217,4	58,7	178,4	586,1	341,4	101,4	36,0	132,9	300,7	2,0	5,4	118,6
1974/1975	27,6	355,7	67,7	342,8	166,8	257,5	47,1	63,9	16,9	31,9	1,9	204,5
1975/1976	177,8	152,0	60,8	115,2	116,6	139,2	54,5	3,0	7,7	30,5	96,4	179,2
1976/1977	443,8	212,2	406,9	412,1	591,9	200,2	121,5	97,5	136,1	43,5	68,0	59,7
1977/1978	237,5	114,6	474,7	272,8	545,9	259,1	177,5	134,2	83,2	0,4	0,5	35,5
1978/1979	87,2	53,6	1036,4	277,5	677,1	335,2	249,3	218,7	12,1	16,7	10,7	14,4
1979/1980	356,1	160,2	288,2	285,9	154,5	276,9	83,5	131,0	103,7	45,7	22,7	77,3
1980/1981	149,1	146,9	125,7	18,3	183,4	319,9	113,0	221,0	56,7	1,2	3,3	197,0
1981/1982	173,7	0,0	789,1	206,1	175,7	29,0	46,1	78,9	102,8	20,5	14,7	193,6
1982/1983	190,3	268,2	347,6	38,0	242,7	37,9	395,3	266,8	62,7	55,3	96,5	31,3
1983/1984	77,7	241,4	379,0	360,0	96,0	238,0	117,0	144,3	100,7	22,3	66,4	34,5
1984/1985	290,3	553,3	218,7	317,0	350,3	214,2	170,2	70,7	71,2	43,0	15,8	1,3
1985/1986	48,5	301,1	406,3	290,4	375,9	111,2	151,4	114,5	76,8	0,4	53,4	301,0
1986/1987	59,3	221,1	143,9	158,2	267,2	150,6	244,9	16,7	75,9	39,7	36,5	177,1
1987/1988	594,9	66,5	293,9	476,5	201,4	35,2	205,3	157,4	117,3	68,5	2,2	26,5
1988/1989	210,2	101,7	52,7	46,6	188,1	133,0	170,6	85,3	52,7	9,6	26,9	5,5
1989/1990	147,2	348,1	504,1	241,7	160,3	16,9	107,6	33,0	26,5	9,6	15,0	38,7
1990/1991	407,5	121,9	151,2	330,3	225,7	287,6	72,4	20,4	44,0	63,6	53,5	127,9
1991/1992	147,1	378,7	35,4	92,4	54,1	74,2	112,8	114,3	74,0	11,1	109,8	127,8
1992/1993	159,1	125,9	298,8	101,0	5,4	45,9	205,3	271,9	62,8	6,9	5,8	196,3
1993/1994	416,8	211,3	192,5	429,0	282,7	21,7	105,5	380,5	27,7	8,7	67,5	133,3
1994/1995	236,6	309,4	301,8	379,4	312,3	96,4	54,3	209,1	20,7	64,8	23,4	129,9
1995/1996	200,1	400,8	441,5	496,3	263,7	142,6	103,6	143,1	14,9	41,2	43,6	119,5
1996/1997	193,4	314,5	316,8	213,4	137,7	0,0	72,7	278,9	157,4	20,6	67,8	7,0
1997/1998	307,2	644,2	426,3	236,1	41,5	67,6	425,1	88,4	52,6	35,0	2,5	242,6
1998/1999	91,8	101,2	192,7	165,7	50,0	130,7	218,4	144,2	36,2	15,8	112,1	407,6
1999/2000	347,6	82,0	368,3	46,3	69,2	43,0	491,3	157,1	23,5	91,1	36,0	92,6

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tendo-se calculado para cada um dos meses do período histórico (01/10/1970 – 30/09/2000) a precipitação correspondente, efetuou-se o cálculo da normal climatológica, ou seja, com base no registo de 30 anos, determinou-se o valor médio da precipitação para cada um dos meses do ano (Tabela 3 e Figura 3).

Tabela 3: Precipitação média mensal na bacia hidrográfica do rio Lima. Normal Climatológica (1970/1971 – 1999/2000).

Precipitação média (mm)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1970/71 – 1999/00	210,0	224,1	300,3	265,2	229,6	139,9	155,7	145,9	71,2	33,3	39,0	116,4

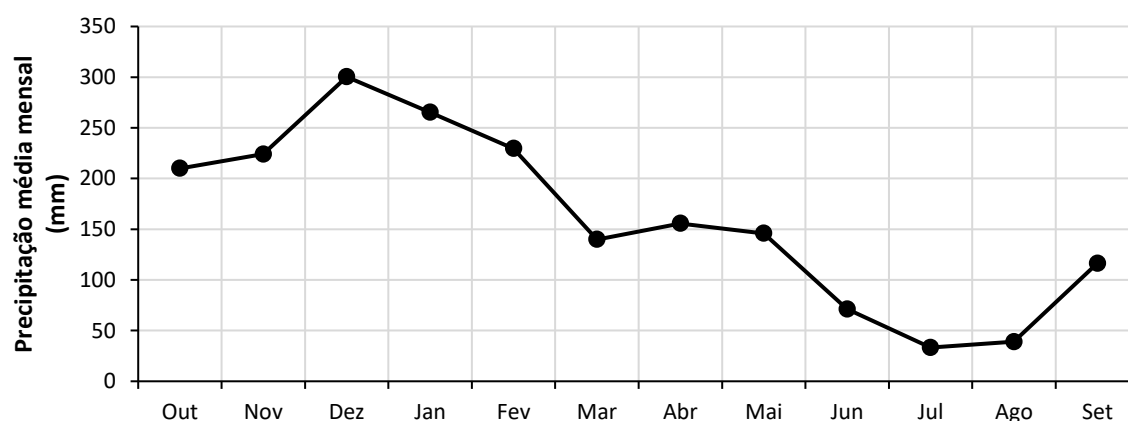


Figura 3: Evolução gráfica da normal climatológica (1970/1971 – 1999/2000) associada à precipitação mensal da bacia hidrográfica do rio Lima.

3.3 Parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho

Na parte portuguesa da bacia do rio Minho foram consideradas 15 estações meteorológicas para o cálculo da precipitação mensal na bacia (ver Figura 4 e Tabela 4).

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

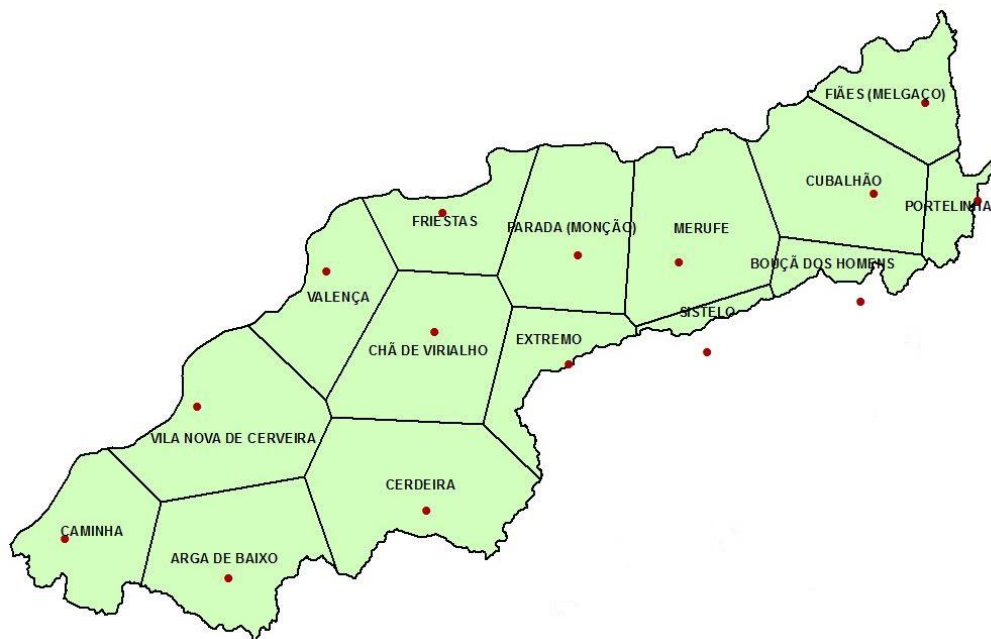


Figura 4: Polígonos de Thiessen considerados no cálculo da precipitação mensal média ponderada na Bacia Hidrográfica do rio Minho.

Tabela 4: Estações meteorológicas consideradas para o cálculo da precipitação mensal média ponderada na bacia hidrográfica do rio Minho.

Código (SNIRH)	Estação	Bacia Hidrográfica	Coordenadas (°N; °W)	Altitude (m)	A _{influência} (km ²)	% influência
02E/03UG	Arga de Baixo	Minho	41,846; -8,713	478	10,73	0,92 %
02H/01IG	Bouça dos Homens	Lima	41,997; -8,257	1044	63,52	5,42 %
02E/04UG	Caminha	Minho	41,867; -8,832	26	63,30	5,40 %
02F/02G	Cerdeira	Minho	41,884; -8,571	452	32,52	2,78 %
02F/04G	Chã de Virialho	Minho	41,98; -8,566	692	79,12	6,75 %
01H/05G	Cubalhão	Minho	42,056; -8,248	753	64,58	5,51 %
02G/03G	Extremo	Minho	41,963; -8,468	419	50,41	4,30 %
01H/06UG	Fiães (Melgaço)	Minho	42,105; -8,21	715	11,21	0,96 %
01F/01UG	Friestas	Minho	42,045; -8,56	32	47,37	4,04 %
01G/03UG	Merufe	Minho	42,018; -8,389	162	31,81	2,72 %
01G/02UG	Parada (Monção)	Minho	42,022; -8,462	246	34,07	2,91 %
01H/02G	Portelinha	Lima	42,052; -8,172	1018	23,86	2,04 %
02G/04UG	Sistelo	Lima	41,97; -8,368	306	60,24	5,14 %
01F/02UG	Valença	Minho	42,013; -8,645	15	56,75	4,84 %
02E/02GC	Vila Nova de Cerveira	Minho	41,939; -8,737	102	20,30	1,73 %

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Preenchidos os dados em falta através do método IDW, procedeu-se ao cálculo da precipitação mensal para o período de 01/10/1970 – 30/09/2000, estando a correspondente evolução temporal exposta na Figura 5 os respetivos valores apresentados na Tabela 5.

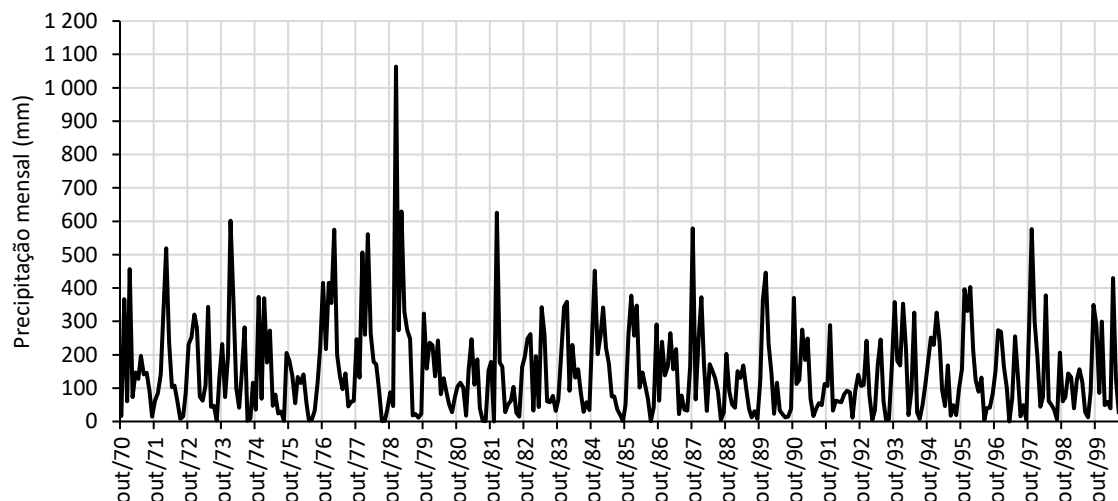


Figura 5: Evolução temporal da precipitação mensal na bacia hidrográfica do rio Minho, entre 01/10/1970 – 30/09/2000.

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela 5: Evolução mensal da precipitação mensal na bacia hidrográfica do rio Minho entre 01/10/1970 – 30/09/2000.

Ano Hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1970/1971	16,3	366,8	60,1	457,1	72,9	147,2	127,4	196,9	141,3	146,3	89,9	14,4
1971/1972	62,2	84,5	141,5	320,7	519,5	239,0	102,6	107,7	60,1	8,2	15,5	85,5
1972/1973	231,7	252,3	320,1	281,5	74,5	62,7	108,0	343,8	43,7	46,9	3,3	128,6
1973/1974	232,1	73,4	194,5	601,7	363,5	98,9	41,5	143,2	281,9	2,4	9,1	115,8
1974/1975	36,0	373,6	68,0	369,7	176,9	273,0	46,9	80,5	24,0	30,0	2,0	205,7
1975/1976	181,2	137,4	54,8	133,1	115,0	140,8	56,8	2,7	6,0	32,3	116,6	219,1
1976/1977	415,9	217,1	415,5	355,0	574,7	200,0	134,2	97,4	143,6	45,4	59,5	61,5
1977/1978	246,5	131,9	506,9	260,3	561,6	262,3	178,5	171,4	94,1	1,4	1,6	37,8
1978/1979	87,7	45,8	1063,4	273,8	629,6	330,3	273,8	247,6	17,9	21,8	11,8	23,2
1979/1980	323,5	157,9	235,9	228,0	135,4	243,0	81,9	129,2	90,2	50,7	28,1	72,8
1980/1981	104,7	115,9	101,5	16,9	157,8	246,8	110,5	186,2	39,4	1,6	0,7	152,9
1981/1982	178,0	0,0	625,2	176,8	163,9	27,6	51,2	62,7	103,2	26,3	14,4	163,5
1982/1983	193,1	248,3	262,3	32,3	195,7	43,6	342,7	256,9	60,9	57,7	76,4	32,0
1983/1984	65,1	201,2	343,2	358,7	91,9	229,2	131,8	156,7	88,6	29,1	58,0	34,3
1984/1985	240,5	452,0	201,6	258,6	341,7	220,7	173,3	75,1	74,6	36,4	20,7	0,9
1985/1986	50,4	258,3	377,5	256,8	347,8	101,4	146,8	106,0	66,8	1,4	42,3	291,1
1986/1987	62,3	238,9	138,6	165,2	265,2	156,7	216,9	22,3	77,6	35,8	33,0	166,6
1987/1988	578,9	66,3	243,2	372,2	173,1	32,2	171,4	150,5	129,4	87,3	4,7	27,3
1988/1989	202,0	91,1	51,2	41,2	150,7	130,8	167,8	99,1	37,4	12,5	31,0	7,9
1989/1990	123,2	363,2	446,4	232,7	143,0	22,6	116,0	32,6	21,0	12,5	14,0	37,9
1990/1991	370,0	112,0	125,1	275,2	184,3	248,6	67,9	16,2	39,7	54,9	49,0	112,4
1991/1992	106,4	288,7	32,8	62,0	59,8	57,8	81,6	92,2	87,5	11,3	92,7	140,4
1992/1993	106,2	109,3	242,0	77,9	4,9	33,3	171,1	245,8	60,9	4,4	7,4	168,2
1993/1994	357,7	181,5	167,6	352,9	219,7	19,0	91,6	326,2	26,8	7,6	49,6	113,7
1994/1995	186,3	251,2	229,4	326,5	240,7	94,6	45,9	167,9	17,1	49,4	19,0	100,3
1995/1996	156,7	395,9	331,5	403,0	213,6	122,4	89,6	131,3	5,1	40,5	41,0	82,8
1996/1997	152,8	273,6	269,1	165,4	101,6	0,4	70,4	254,9	132,9	15,6	48,8	5,5
1997/1998	291,6	577,1	300,6	189,9	44,6	73,0	378,2	61,2	48,8	35,1	5,4	206,2
1998/1999	60,8	72,6	144,1	132,3	39,0	125,1	156,5	118,3	28,1	12,9	88,0	349,2
1999/2000	289,1	85,8	299,3	48,6	58,7	39,1	429,8	129,0	26,1	66,3	40,6	94,6

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tal como efetuado para a bacia do rio Lima, calculou-se também a normal climatológica da precipitação mensal para a parte portuguesa do rio Minho, tendo em consideração, para cada mês, a média dos valores verificados no período histórico de 30 anos. Deste cálculo resultaram os valores apresentados na Tabela 6, estando na Figura 6 a representação gráfica dos mesmos.

Tabela 6: Precipitação média mensal na bacia hidrográfica do rio Minho. Normal Climatológica (1970/1971 – 1999/2000).

Precipitação média (mm)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1970/71 – 1999/00	190,3	207,2	266,4	240,9	214,0	134,1	145,4	140,4	69,2	32,8	35,8	108,4

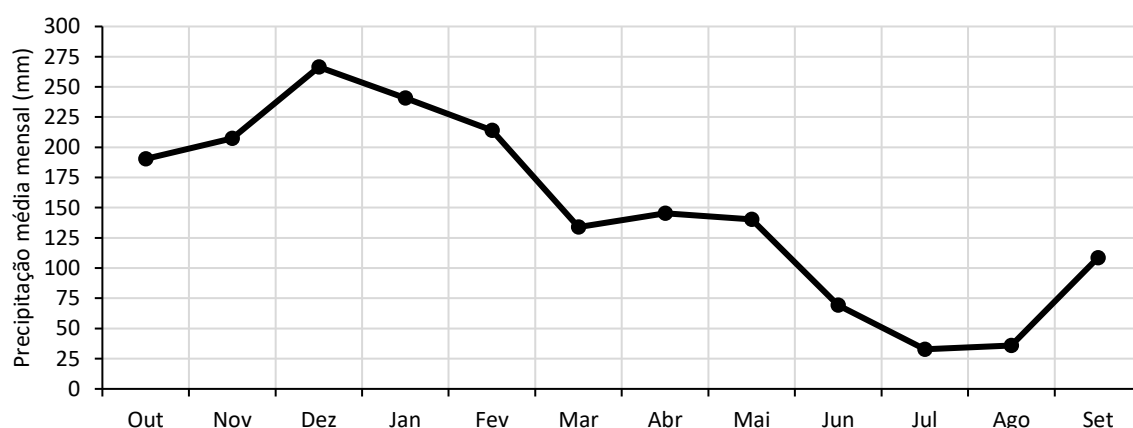


Figura 6: Evolução gráfica da normal climatológica (1970/1971 – 1999/2000) associada à precipitação média mensal da bacia hidrográfica do rio Minho.

3.4 Comparação entre as duas bacias

Na Tabela 7 e na Figura 7 apresentam-se, conjuntamente, os valores das normais climatológicas relativas à precipitação mensal na parte portuguesa das duas bacias, de modo a facilitar a sua comparação.

Tabela 7: Comparação entre os valores das normais climatológicas (1970/1971 – 1999/2000) da precipitação mensal na bacia hidrográfica do rio Lima e na bacia hidrográfica do rio Minho.

Precipitação média (mm)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Lima	210,0	224,1	300,3	265,2	229,6	139,9	155,7	145,9	71,2	33,3	39,0	116,4
Minho	190,3	207,5	266,4	240,9	214,0	134,1	145,4	140,4	69,2	32,8	35,8	108,4

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

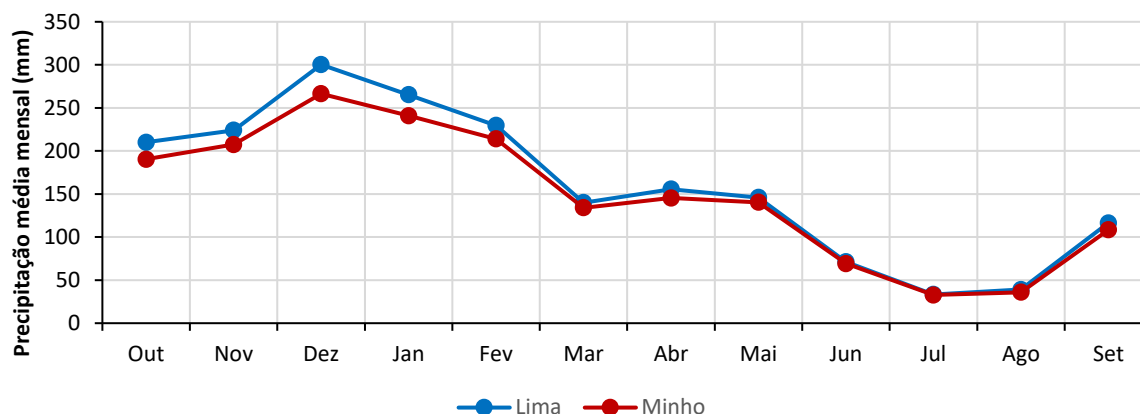


Figura 7: Comparação gráfica das normais climatológicas (1970/1971 – 1999/2000) associadas à precipitação mensal nas partes portuguesas das bacias hidrográficas dos rios Lima e Minho.

Como se pode verificar através da observação da Tabela 7 e da Figura 7, verifica-se que a precipitação média mensal é maior na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Lima do que parte portuguesa da bacia do rio Minho, sendo essa diferença mais acentuada nos meses de outubro a fevereiro.

Apesar dessa diferença, em ambas as sub-bacias portuguesas, a distribuição da precipitação média mensal segue a mesma tendência:

- os meses de outubro a fevereiro são os mais pluviosos, sendo dezembro o mês que, em média, regista um valor maior de precipitação (acima dos 260 mm);
- entre março e maio registam-se valores de precipitação intermédios, na ordem dos 140 a 150 mm, em ambas as bacias;
- de junho a setembro é o período do ano em que chove menos nas duas bacias, sendo o mês de julho, em média, o menos pluvioso (com valores na ordem dos 30 mm).

4 Registo histórico de temperatura

4.1 Metodologia

No que se refere à variável da temperatura média, primeiro realizou-se o levantamento das estações meteorológicas da rede do SNIRH localizadas em cada uma das bacias que contêm registos de temperatura média mensal. Deste levantamento constatou-se que, com esse tipo de dados, na parte portuguesa da bacia do rio Lima existe apenas a estação de Ponte da Barca (03G/02C) e na parte portuguesa da bacia do rio Minho existem duas estações: Vila Nova de Cerveira (02E/02GC) e Fonte Boa (01H/03UG) (Figura 8).

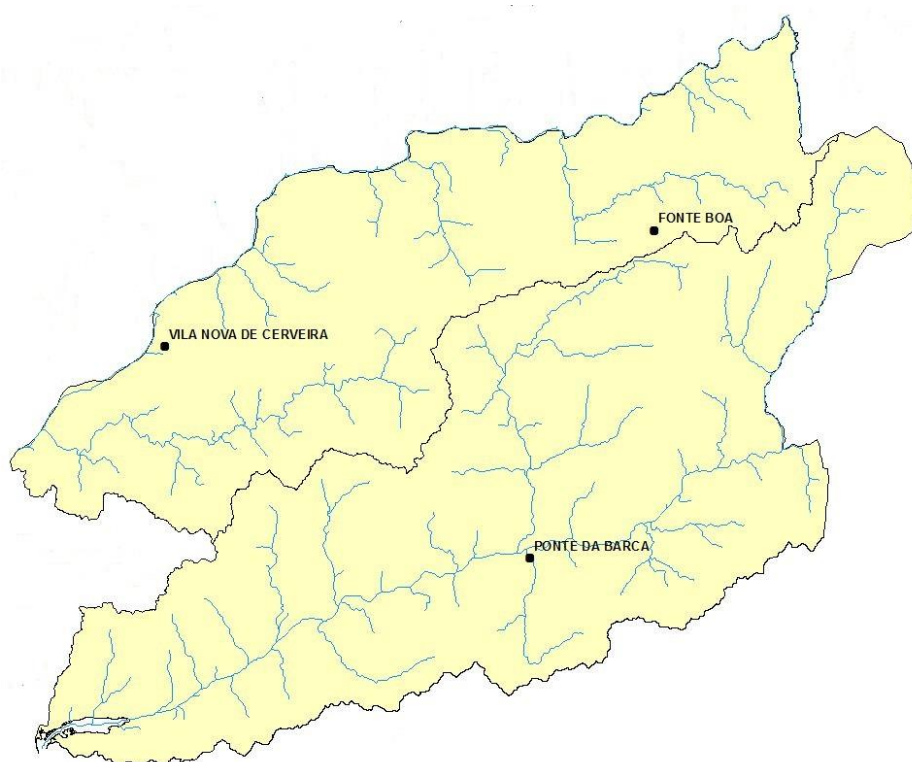


Figura 8: Estações meteorológicas/climatológicas, nas bacias dos rios Minho e Lima, com registos de temperatura média mensal

A estação de Ponte de Barca (03G/02C) possui registos no SNIRH desde agosto de 1981 até à atualidade, embora com períodos grandes de falhas de dados (ver Figura 9).

A estação de Fonte Boa (01H/03UG) apresenta dados referentes a apenas 6 meses de 1980, e os mesmos não são valores realistas/credíveis¹. Portanto, excluiu-se deste trabalho a análise dos dados desta estação.

¹ A estação de Fonte Boa apresenta valores da temperatura média mensal no ano de 1980 iguais a: 5 °C para janeiro, março, maio e outubro; 43 °C para fevereiro e 34 °C para setembro.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL NOROCCIDENTE DE ESPAÑA

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

A estação de Vila Nova de Cerveira (02E/02GC) apresenta dados de temperatura média mensal para o período de 2002/2003 – 2009/2010 e de 2014/2015 – 2016/2017, não possuindo assim dados para o período histórico definido (1970/1971 – 1999/2000).

Assim, como nenhuma das estações referidas possui uma série de dados adequada para o cálculo da temperatura média mensal em cada uma das bacias, foi considerada a utilização dos dados da base de dados denominada por *CRU TS4.03*, desenvolvida pela *Climatic Research Unit*, da *University of East Anglia (UK)* com base em dados mensais de observações fornecidos por diversos Serviços Meteorológicos Nacionais e outros agentes externos. Esta base de dados contém dados meteorológicos para todo o globo, com valores mensais das variáveis para o período de 1901 – 2018, em formato de grelha, com uma resolução espacial de 0,5°x0,5° (Harris *et al.*, 2014).

De forma a avaliar e validar a utilização dessa base de dados, efetuou-se para cada uma das bacias de estudo, a comparação dos registos de temperatura média mensal existentes nas estações meteorológicas de cada bacia com os valores correspondentes da temperatura média mensal na bacia calculada a partir dos registos da *CRU TS4.03*.

Para efeitos de comparação e respetiva validação da utilização da *CRU TS4.03* calcularam-se alguns parâmetros estatísticos: o coeficiente de correlação, o *Mean Absolute Error* (MAE) (equação 2) e o *Root Mean Square Error* (RMSE) (equação 3).

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |P_i - O_i| \quad (eq. 2)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2} \quad (eq. 3)$$

Os parâmetros estatísticos MAE e RMSE avaliam o desvio/ diferença entre os registos das estações meteorológicas (O) e os resultados correspondentes da base de dados (P).

Por fim, de forma a avaliar qual o grau de sobre ou subestimação dos dados da CRU TS 4.03 em relação aos registos das estações meteorológicas, calculou-se também o viés (“*Bias*”), sendo o mesmo definido através da equação 4.

$$Bias = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{\sum_{i=1}^n O_i} - 1 \quad (eq. 4)$$

De referir que, uma vez que as estações meteorológicas possuem falhas no registo de dados, o cálculo destes parâmetros foi realizado apenas tendo em consideração os meses em que as estações meteorológicas possuem dados (n).

4.2 Parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Lima

Tal como referido anteriormente, a estação meteorológica de Ponte da Barca (03G/02C) é a única estação do SNIRH, na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Lima, que possui registos de temperatura média mensal. Porém, uma vez que a mesma não possui a totalidade de registos para o período histórico definido, recorreu-se aos dados da *CRU TS4.03* para completar a série de registos da temperatura média mensal da parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Lima para o período de 1970/1971 – 1999/2000.

4.2.1 Validação da base de dados CRU TS4.03

De forma a validar a utilização dos dados do *CRU TS4.03*, considerou-se os registos da estação de Ponte da Barca (03G/02C) como sendo representativos da temperatura média mensal da bacia do rio Lima, uma vez que é a única estação com registos e que a mesma se localiza numa posição central da bacia. Esta, tal como já referido (ponto 4.1), apresenta registos de 08/1981 até à atualidade, possuindo, contudo, muitas falhas (Figura 9).

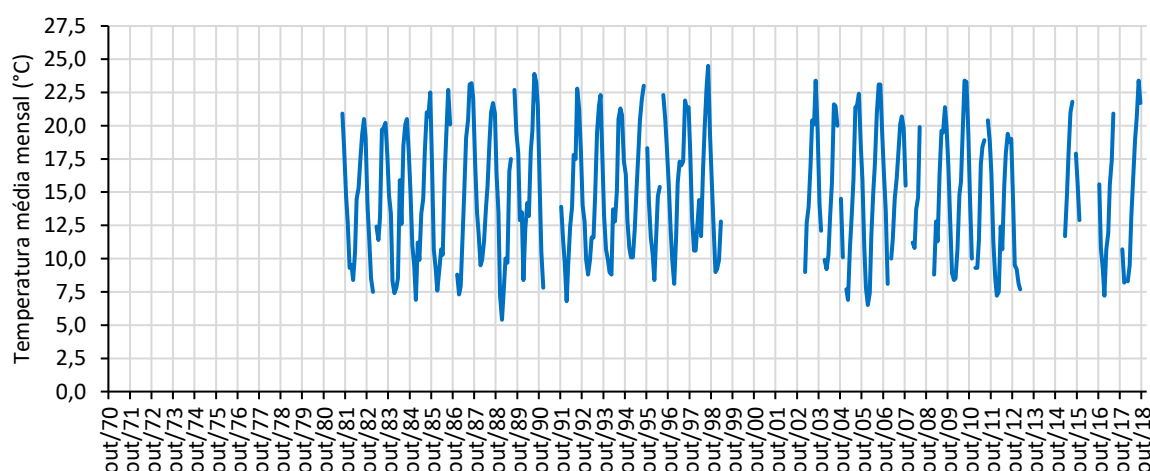


Figura 9: Registos de temperatura média mensal na estação de Ponte da Barca entre 1970/1971 -2017/ 2018

Uma vez que a estação possui registos mensais de temperatura dentro do período histórico definido, bem como posterior a este, de forma a realizar-se a comparação e validação da base de dados para um maior número de observações, garantindo assim, consequentemente, uma maior representatividade na análise, determinou-se a temperatura média mensal com base na *CRU TS4.03* para o período de 01/10/1970 – 30/09/2018, tendo em consideração a % de área da bacia inserida em cada uma das células da grelha da base de dados (Figura 10 e Tabela 8).

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

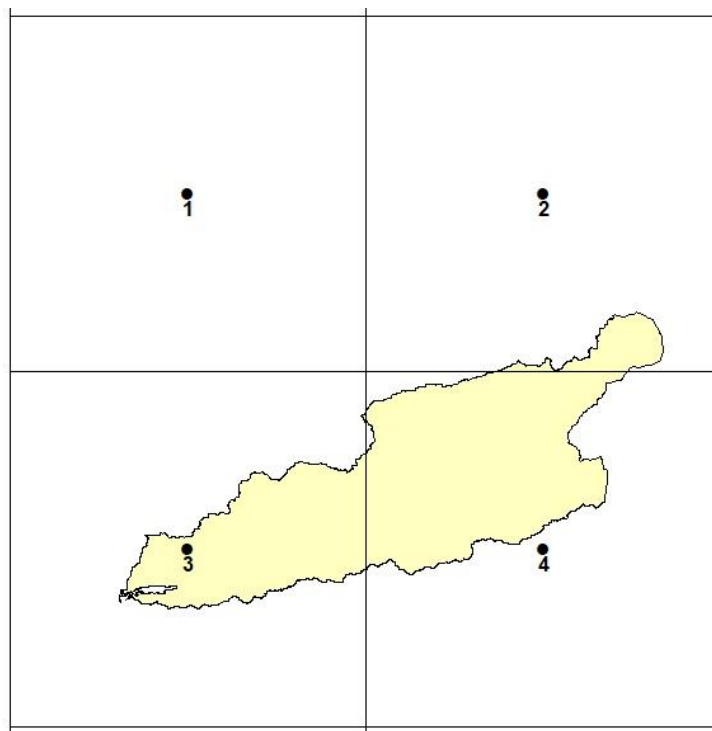


Figura 10: Bacia Hidrográfica do rio Lima e respetivas células da grelha da base de dados CRU TS4.03

Tabela 8: Coordenadas dos centros das células da base de dados CRU TS4.03 que intercetam a parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Lima e as áreas da bacia inseridas nas células da grelha.

Ponto	Lat (°)	Long (°)	Área (km ²)	Area (%)
1	42,25	-8,75	----	-----
2	42,25	-8,25	72,88	6,22%
3	41,75	-8,75	413,02	35,26%
4	41,75	-8,25	685,46	58,52%

Na Tabela 8 a coluna “Lat” e “Long” dizem respeito, respetivamente, à latitude e à longitude dos pontos centrais de cada uma das células que compõem a grelha. A coluna “Área” refere-se à área da bacia, em km², inserida em cada uma das células da grelha, enquanto que a coluna “Área (%)” refere-se à percentagem da totalidade da bacia inserida em cada uma das células.

Uma vez determinada a temperatura média mensal com recurso à base de dados CRU TS4.03, comparou-se os resultados correspondentes, em termos de evolução temporal, com os valores registados na estação de Ponte da Barca (Figura 11).

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

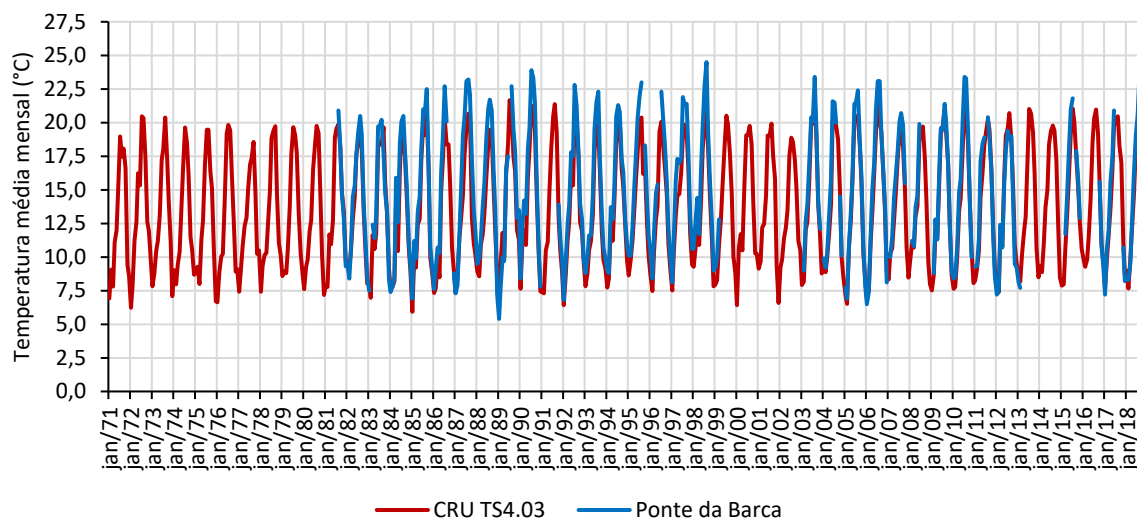


Figura 11: Comparação da evolução temporal entre os registos mensais de temperatura da estação de Ponte da Barca e a temperatura média mensal calculada através da base de dados CRU TS4.03, para o período de 1971 - 2018.

Depois efetuou-se a análise estatística dos dados da CRU TS4.03 através do cálculo dos indicadores referidos no ponto 4.1, para 334 meses (correspondentes aos meses em que a estação possui registos). Na Figura 12 apresenta-se os resultados desses indicadores.

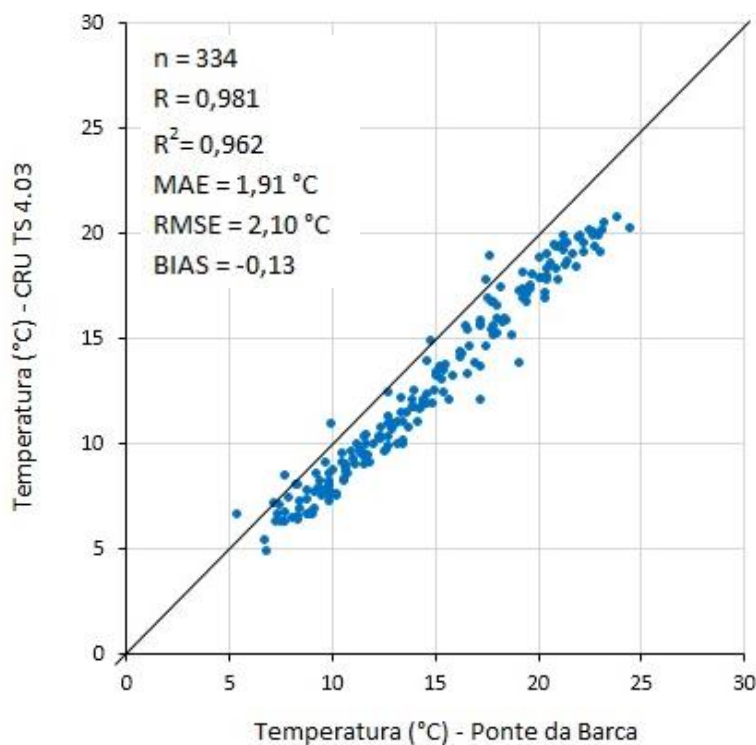


Figura 12: Correlação entre os registos de estação de Ponte da Barca (03G/02C) e a temperatura média mensal na bacia hidrográfica do rio Lima (CRU TS4.03) e indicadores estatísticos.

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Por observação da Figura 12 verifica-se que existe uma alta correlação entre as duas séries de dados, apresentando valores de R e R^2 de 0,981 e 0,962, respetivamente. Por seu lado, os desvios entre os dados da temperatura média mensal da estação e do *CRU TS4.03* são pequenas, uma vez que os valores do MAE e RMSE apresentaram valores de 1,91 °C e 2,10 °C. Relativamente ao viés, este apresenta um valor de -0,13, o que indica que os valores de temperatura média mensal calculados para a bacia do rio Lima através da base de dados *CRU TS4.03* podem estar ligeiramente subestimados, como aponta a presença da grande maioria dos pontos abaixo da linha de 45° no gráfico da Figura 12.

Em suma, tendo em conta a análise estatística realizada, em que foram obtidos parâmetros estatísticos que indicam que os desvios existentes entre os dados das duas origens são mínimos e que existe uma forte correlação entre eles, foi considerado que o uso dos dados da *CRU TS4.03* é válido para a determinação da temperatura média mensal na bacia e, como tal, serão utilizados esses dados para definir a série de referencia para período histórico definido (01/10/1970 – 30/09/2000).

4.2.2 Temperatura média mensal

Tendo em conta os dados da base de dados *CRU TS4.03*, apresenta-se na Figura 13 a evolução temporal, entre 01/10/1970 – 30/09/2000, da temperatura média mensal na parte portuguesa da bacia do rio Lima, encontrando-se os respetivos valores na Tabela 9.

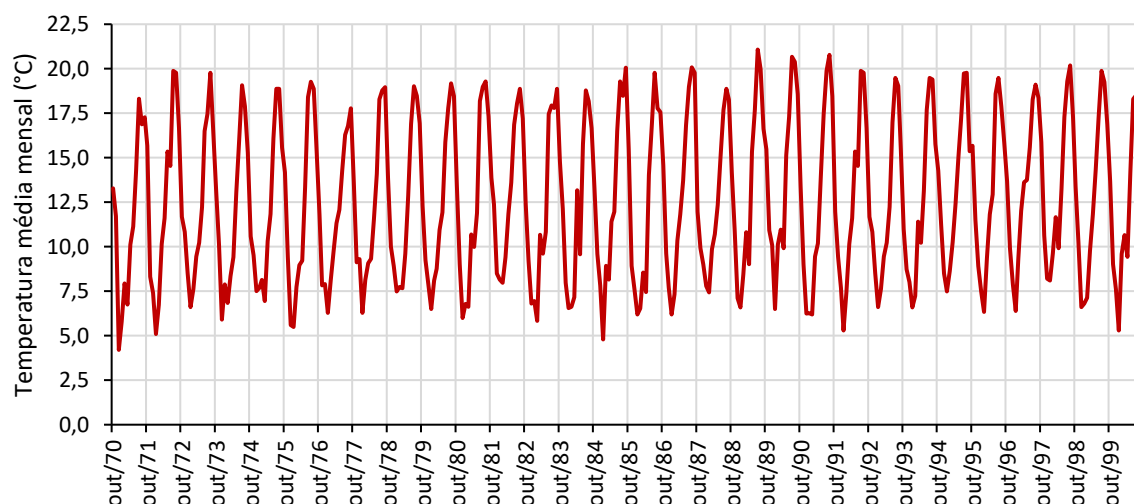


Figura 13: Evolução temporal da temperatura média mensal na bacia hidrográfica do rio Lima entre 01/10/1970 – 30/09/2000, calculada através da base de dados *CRU TS4.03*.

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela 9: Evolução mensal da temperatura média mensal na bacia hidrográfica do rio Lima entre 01/10/1970 – 30/09/2000, calculada através da base de dados CRU TS4.03.

Ano Hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1970/1971	13,3	11,7	4,2	5,8	7,9	6,8	10,1	11,1	14,3	18,3	16,9	17,3
1971/1972	15,7	8,3	7,4	5,1	6,7	10,2	11,6	15,3	14,5	19,9	19,8	16,7
1972/1973	11,7	10,8	8,5	6,6	7,6	9,5	10,2	12,2	16,5	17,5	19,8	16,5
1973/1974	13,2	10,1	5,9	7,9	6,8	8,4	9,4	13,0	16,0	19,1	17,9	15,3
1974/1975	10,6	9,5	7,5	7,7	8,1	7,0	10,3	11,8	16,1	18,9	18,9	15,6
1975/1976	14,2	9,4	5,6	5,5	7,7	9,0	9,2	13,3	18,4	19,3	18,9	15,4
1976/1977	11,8	7,8	7,9	6,3	8,1	9,8	11,3	12,1	14,3	16,3	16,8	17,8
1977/1978	13,7	9,1	9,3	6,3	8,1	9,1	9,3	11,5	14,1	18,3	18,8	19,0
1978/1979	13,9	10,0	8,9	7,5	7,7	7,7	9,6	12,8	16,9	19,0	18,5	16,9
1979/1980	12,3	9,2	7,9	6,5	8,1	8,8	10,9	11,9	15,9	17,8	19,2	18,5
1980/1981	13,5	9,0	6,0	6,8	6,6	10,7	10,0	11,9	18,2	19,0	19,3	17,3
1981/1982	13,9	12,4	8,5	8,2	8,0	9,4	11,8	13,6	16,9	18,0	18,9	17,2
1982/1983	12,5	9,2	6,8	7,0	5,8	10,7	9,6	10,8	17,5	17,9	17,8	18,9
1983/1984	14,8	12,1	8,0	6,6	6,6	7,2	13,2	9,6	15,8	18,8	18,2	16,7
1984/1985	13,3	9,6	7,8	4,8	8,9	8,2	11,4	12,0	16,5	19,3	18,5	20,1
1985/1986	15,5	8,9	7,6	6,2	6,5	8,6	7,5	14,0	16,8	19,8	17,8	17,6
1986/1987	14,6	9,6	7,7	6,2	7,3	10,4	11,8	13,7	16,8	19,0	20,1	19,8
1987/1988	12,0	9,9	9,0	7,8	7,4	9,9	10,7	12,3	15,1	17,7	18,9	18,3
1988/1989	14,2	10,9	7,1	6,6	8,4	10,8	9,0	15,3	17,7	21,1	20,0	16,6
1989/1990	15,5	10,9	10,1	6,5	10,1	11,0	9,9	15,1	17,3	20,7	20,4	18,6
1990/1991	13,4	9,0	6,2	6,3	6,2	9,5	10,2	13,9	17,4	19,9	20,8	18,5
1991/1992	12,0	9,4	7,7	5,3	7,4	10,2	11,6	15,3	14,5	19,9	19,8	16,7
1992/1993	11,7	10,8	8,5	6,6	7,6	9,5	10,2	12,2	17,0	19,5	19,0	15,5
1993/1994	11,0	8,7	8,0	6,6	7,2	11,4	10,2	13,1	17,7	19,5	19,4	15,8
1994/1995	14,3	11,2	8,5	7,5	8,6	10,3	12,4	15,0	17,1	19,7	19,8	15,4
1995/1996	15,7	11,5	8,9	7,5	6,3	9,4	11,8	12,9	18,6	19,5	17,9	15,9
1996/1997	13,7	9,9	7,9	6,4	9,3	12,0	13,6	13,7	15,6	18,3	19,1	18,4
1997/1998	15,9	10,6	8,2	8,1	9,6	11,7	9,9	13,2	17,3	19,3	20,2	17,3
1998/1999	13,4	10,2	6,6	6,8	7,1	9,8	11,8	14,3	17,3	19,9	19,2	16,9
1999/2000	13,7	9,0	7,6	5,3	9,6	10,7	9,4	14,1	18,3	18,5	19,1	17,5

Com os valores mensais da temperatura média presentes na Tabela 9 procedeu-se ao cálculo da normal climatológica mensal referente ao período histórico, isto é, calculou-se o valor médio da temperatura média mensal, para cada mês do ano, tendo em consideração o registo de 30 anos (Tabela 10 e Figura 14).

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela 10: Temperatura média mensal na bacia hidrográfica do rio Lima. Normal Climatológica (1970/1971 – 1999/2000).

Temperatura média (°C)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1970/1971 – 1999/2000	13,5	10,0	7,7	6,6	7,7	9,6	10,6	13,1	16,5	19,0	19,0	17,2

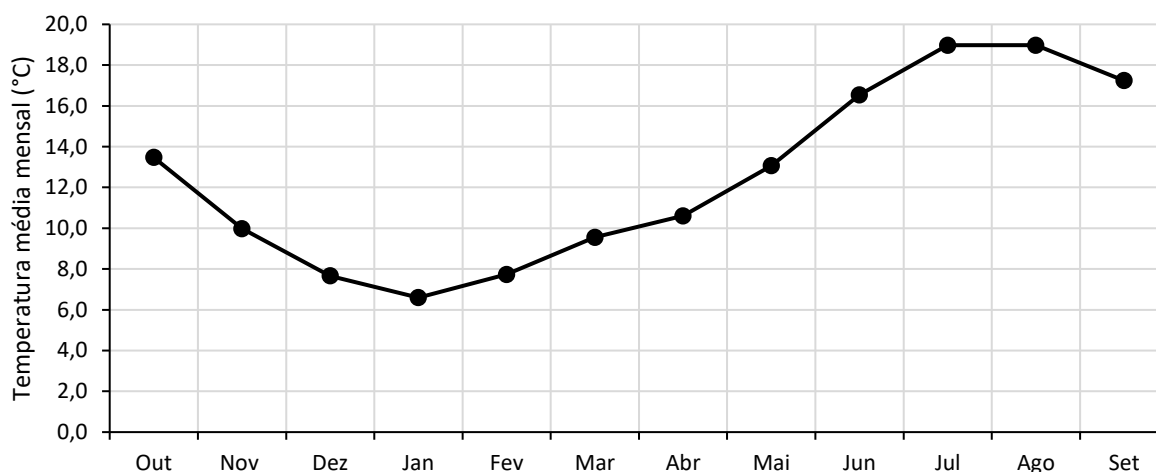


Figura 14: Evolução gráfica da normal climatológica (1970/1971 – 1999/2000) associada à temperatura média mensal da bacia hidrográfica do rio Lima.

Por observação da Figura 14 e da Tabela 10, os meses de julho e agosto são os meses onde a temperatura média mensal é superior (19,0 °C), ao passo que, janeiro é o mês onde a temperatura média é a mais baixa (6,6 °C). De verificar também que os valores de temperatura seguem, como seria de esperar, a tendência das estações do ano.

4.3 Bacia Hidrográfica do rio Minho

Tal como referido anteriormente (ponto 4.1), a bacia hidrográfica do rio Minho possui duas estações meteorológicas, sendo elas: Vila Nova de Cerveira (02E/02GC) e Fonte Boa (01H/03UG). Porém nenhuma delas possui registos completos para se realizar a análise da temperatura média mensal na bacia. Assim, tal como para a bacia do rio Lima, utilizou-se a base de dados CRU TS4.03.

4.3.1 Validação da base de dados CRU TS4.03

De forma a validar a utilização da base de dados CRU TS4.03 para a parte portuguesa da bacia do rio Minho considerou-se os registos da temperatura média mensal na estação de Vila Nova de Cerveira como sendo representativos dessa variável na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho. Como referido em 4.1, esta estação possui dados para os períodos de 2002/2003 – 2009/2010 e de 2014/2015 – 2016/2017. No entanto, apresenta falhas em alguns meses dos dois períodos mencionados (Figura 15).

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

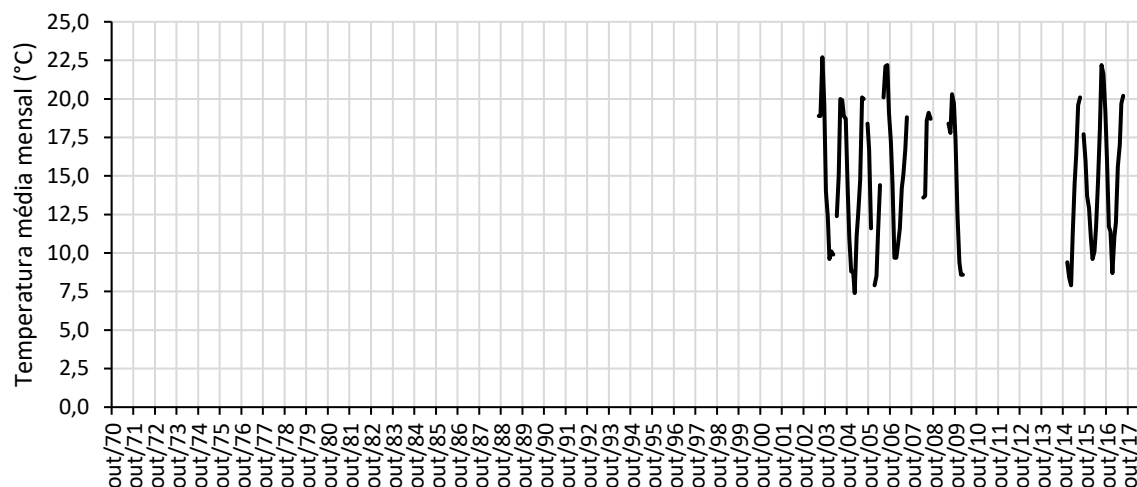


Figura 15: Temperatura média mensal registada na estação de Vila Nova de Cerveira entre 1971 - 2018

Uma vez que a estação de Vila Nova de Cerveira não possui registos dentro do período histórico definido, determinou-se a temperatura média mensal através do CRU TS4.03 para o período de 01/10/1970 – 30/09/2018. Para tal, efetuou-se o cálculo da temperatura média mensal através da média ponderada por áreas, tendo em consideração as células da grelha da CRU TS4.03 e a respetiva % área da bacia inserida em cada célula (Figura 16 e Tabela 11).

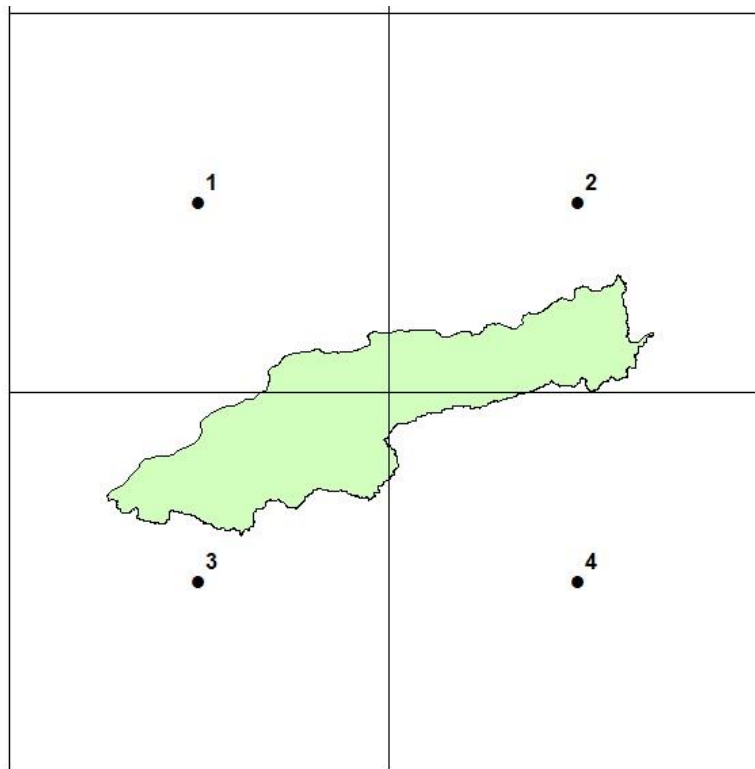


Figura 16: Parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho e respetivas células da grelha da base de dados CRU TS4.03

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela 11: Coordenadas dos centros das células da base de dados CRU TS4.03 que intercetam a parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho e as áreas da bacia inseridas nas células da grelha.

Ponto	Lat (°)	Long (°)	Área (km ²)	Area (%)
1	42,25	-8,75	81,41	10,06%
2	42,25	-8,25	282,94	34,95%
3	41,75	-8,75	404,79	50,00%
4	41,75	-8,25	40,50	5,00%

Uma vez determinada a temperatura média mensal com recurso à base de dados CRU TS4.03, comparou-se os resultados correspondentes, em termos de evolução temporal, com os valores registados na estação de Vila Nova de Cerveira (02E/02GC) (Figura 17).

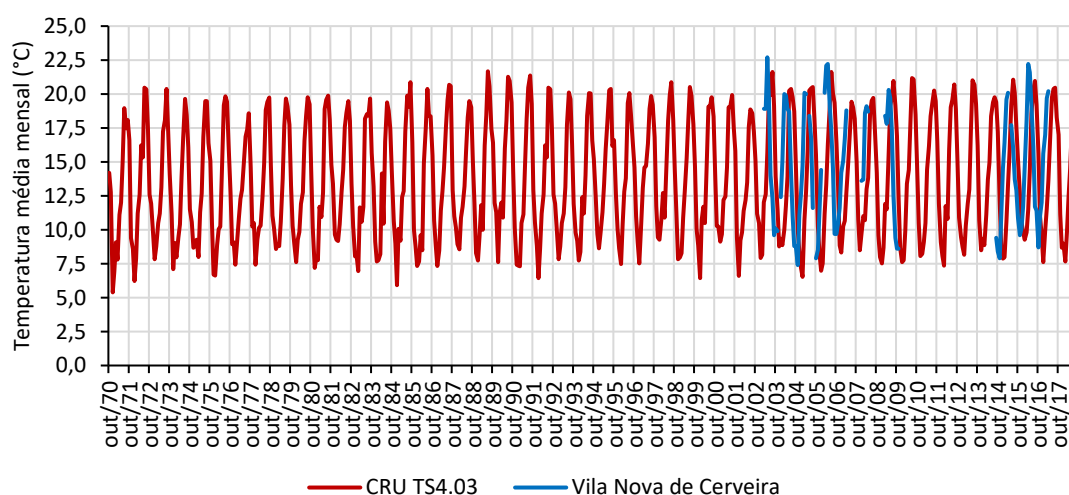


Figura 17: Comparação da evolução temporal entre os registos mensais de temperatura da estação de Vila Nova de Cerveira e a temperatura mensal calculada através da base de dados CRU TS4.03, para o período de 1970/1971 – 2017/2018.

Tal como para a bacia hidrográfica do rio Lima, por observação da Figura 17 verifica-se que a temperatura média mensal das duas origens de dados seguem a mesma tendência, sendo observável uma pequena diferença de valores para as temperaturas mais altas.

No que respeita à análise estatística, uma vez que a estação meteorológica só possui registos para 94 meses, a comparação entre os dados da mesma e os resultados do CRU TS4.03 foi apenas realizada tendo em consideração esses meses, tendo-se assim determinado os respetivos parâmetros de validação, ou seja: coeficientes de correlação, MAE, RMSE, BIAS (Figura 18).

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

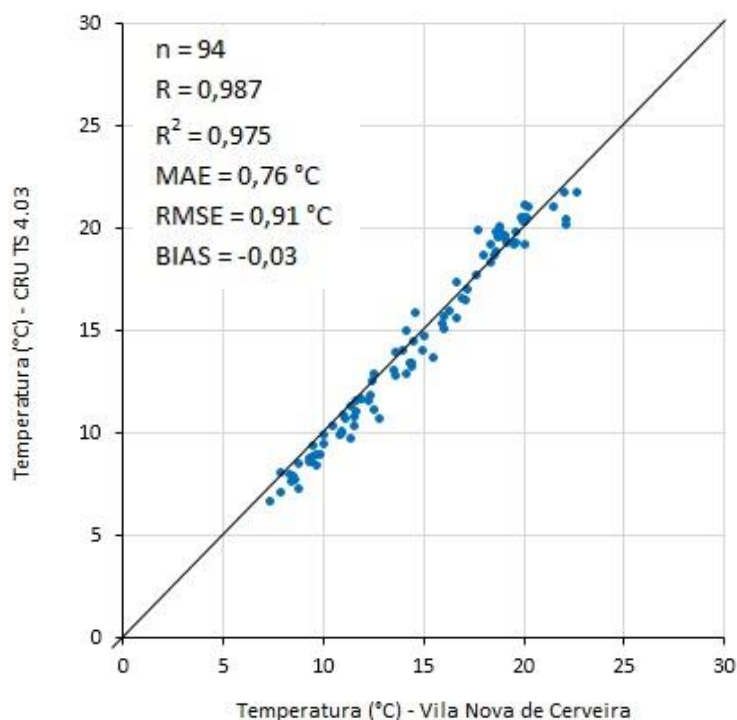


Figura 18: Comparação estatística entre os registos de estação de Vila Nova de Cerveira e o temperatura média mensal na bacia hidrográfica do rio Minho (CRU TS4.03)

Por observação da Figura 18 verifica-se que a temperatura média mensal da parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho, calculada com através da base de dados CRU TS4.03 apresenta uma alta correlação com os registos de temperatura mensal da estação Vila Nova de Cerveira (considerada para termos de análise como sendo representativa da temperatura média mensal da área da bacia de estudo), uma vez que apresenta valores de R e R^2 de 0,987 e 0,975, respetivamente. Existe também um desvio muito reduzido entre as temperaturas médias mensais, uma vez que o MAE e o RMSE resultaram, respetivamente em valores baixos de 0,76 °C e 0,91 °C. Por ultimo, sendo o viés igual a -0,03, este resultado indica que as duas temperaturas possuem a mesma ordem de grandeza, tal como aponta a presença da grande maioria dos pontos próximos da linha de 45° no gráfico da Figura 18.

Em suma, tendo em conta a análise estatística realizada, em que foram obtidos parâmetros estatísticos que indicam que os desvios existentes entre os dados das duas origens são mínimos e que existe uma muito forte correlação entre eles, foi considerado que o uso dos dados da CRU TS4.03 é válido para a determinação da temperatura média mensal na bacia e, como tal, serão utilizados esses dados para definir a série de referencia para período histórico definido (01/10/1970 – 30/09/2000).

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

4.3.2 Temperatura média mensal

Utilizando os dados da base de dados CRU TS4.03, a temperatura média mensal na parte portuguesa da bacia do rio Minho para o período histórico definido apresenta a evolução temporal presente na Figura 19, encontrando-se na Tabela 12 os respetivos valores.

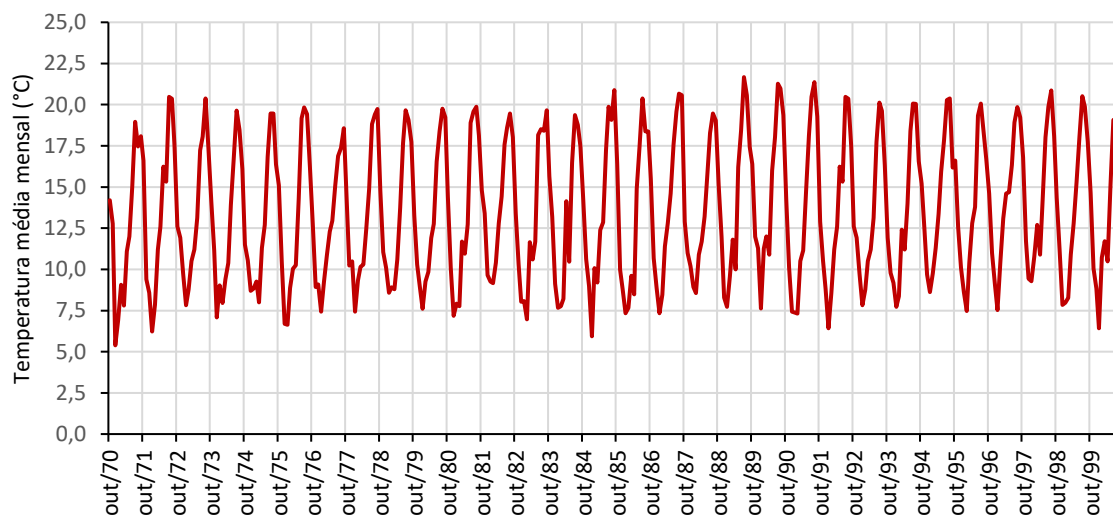


Figura 19: Evolução temporal da temperatura média mensal na bacia hidrográfica do rio Minho entre 01/10/197 – 30/09/2000, calculada através da base de dados CRU TS4.03.

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela 12: Evolução mensal da temperatura média mensal na bacia hidrográfica do rio Minho entre 01/10/1970 – 30/09/2000, calculada através da base de dados CRU TS4.03.

Ano Hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1970/1971	14,2	12,8	5,4	6,9	9,1	7,8	11,1	12,0	15,0	19,0	17,5	18,1
1971/1972	16,6	9,4	8,6	6,2	7,9	11,2	12,6	16,2	15,3	20,5	20,4	17,5
1972/1973	12,6	11,9	9,7	7,8	8,8	10,5	11,2	13,1	17,2	18,1	20,4	17,3
1973/1974	14,1	11,2	7,1	9,0	8,0	9,4	10,4	13,9	16,7	19,6	18,5	16,1
1974/1975	11,5	10,6	8,7	8,8	9,3	8,0	11,3	12,7	16,8	19,5	19,5	16,4
1975/1976	15,1	10,5	6,7	6,6	8,9	10,0	10,2	14,3	19,2	19,8	19,4	16,2
1976/1977	12,7	8,9	9,1	7,4	9,3	10,8	12,3	12,9	15,1	16,9	17,4	18,6
1977/1978	14,6	10,2	10,5	7,4	9,3	10,1	10,3	12,4	14,9	18,8	19,4	19,7
1978/1979	14,8	11,0	10,1	8,6	8,9	8,8	10,6	13,7	17,7	19,7	19,1	17,7
1979/1980	13,3	10,3	9,0	7,6	9,3	9,8	11,9	12,8	16,5	18,4	19,8	19,2
1980/1981	14,4	10,1	7,2	7,9	7,8	11,7	10,9	12,7	18,9	19,6	19,9	18,1
1981/1982	14,8	13,4	9,7	9,3	9,2	10,4	12,8	14,4	17,6	18,6	19,5	18,0
1982/1983	13,4	10,3	8,0	8,1	7,0	11,6	10,6	11,7	18,2	18,5	18,4	19,7
1983/1984	15,6	13,2	9,1	7,7	7,8	8,2	14,1	10,5	16,5	19,4	18,8	17,5
1984/1985	14,2	10,6	9,0	5,9	10,1	9,2	12,4	12,9	17,2	19,9	19,1	20,9
1985/1986	16,4	10,0	8,8	7,3	7,7	9,6	8,5	14,9	17,5	20,4	18,4	18,4
1986/1987	15,5	10,7	8,9	7,3	8,5	11,4	12,8	14,6	17,6	19,6	20,7	20,6
1987/1988	12,9	11,0	10,2	8,9	8,6	10,9	11,7	13,2	15,9	18,3	19,5	19,0
1988/1989	15,1	12,0	8,3	7,7	9,6	11,8	10,0	16,2	18,4	21,7	20,6	17,4
1989/1990	16,4	12,0	11,3	7,6	11,3	12,0	10,9	16,0	18,0	21,3	21,0	19,4
1990/1991	14,3	10,1	7,4	7,4	7,3	10,5	11,1	14,7	18,1	20,5	21,4	19,3
1991/1992	12,9	10,5	8,8	6,4	8,6	11,2	12,6	16,2	15,3	20,5	20,4	17,5
1992/1993	12,6	11,9	9,7	7,8	8,8	10,5	11,2	13,1	17,7	20,1	19,6	16,3
1993/1994	11,9	9,8	9,2	7,7	8,4	12,4	11,2	14,0	18,4	20,1	20,1	16,6
1994/1995	15,2	12,4	9,7	8,6	9,8	11,3	13,4	15,9	17,8	20,3	20,4	16,2
1995/1996	16,6	12,6	10,1	8,6	7,5	10,4	12,8	13,8	19,3	20,1	18,5	16,7
1996/1997	14,6	11,0	9,1	7,5	10,5	13,1	14,6	14,7	16,3	18,9	19,9	19,2
1997/1998	16,8	11,7	9,4	9,3	10,8	12,7	10,9	14,2	18,0	19,9	20,9	18,1
1998/1999	14,3	11,2	7,8	8,0	8,3	10,9	12,8	15,3	18,0	20,5	19,9	17,8
1999/2000	14,6	10,1	8,8	6,4	10,7	11,7	10,5	15,1	19,1	19,1	19,8	18,4

Determinados os valores mensais da temperatura média entre 01/10/1970 – 30/09/2000 (Tabela 12) calculou-se também, para cada mês, a normal climatológica referente ao período histórico, (Tabela 13 e Figura 20).

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela 13: Temperatura média mensal na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho. Normal Climatológica (1970/1971 – 1999/2000).

Temperatura média (°C)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1970/1971 – 1999/2000	14,4	11,0	8,8	7,7	8,9	10,6	11,6	13,9	17,3	19,6	19,6	18,1

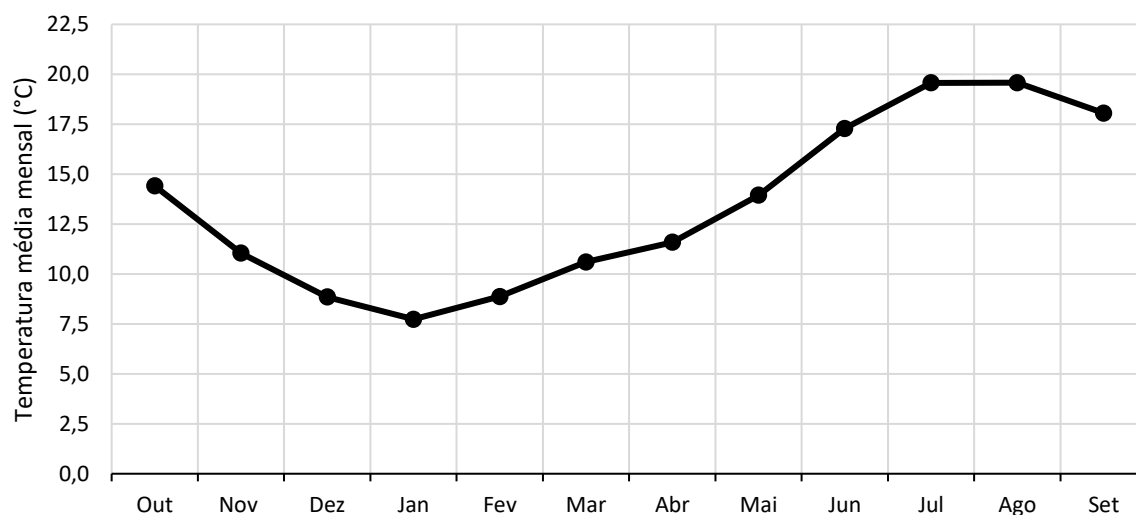


Figura 20: Temperatura média mensal na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho. Normal climatológica (1971 - 2000)

4.4 Comparação entre as duas bacias

Tal como efetuado no ponto 3.4 para a precipitação média mensal, na Tabela 14 e na Figura 21 apresentam-se também, conjuntamente, os valores das normais climatológicas relativas à temperatura média mensal na parte portuguesa das duas bacias, de modo a facilitar a sua comparação.

Tabela 14: Comparação entre os valores das normais climatológicas (1970/1971 – 1999/2000) de temperatura média mensal na bacia hidrográfica do rio Lima e na bacia hidrográfica do rio Minho.

Temperatura média (°C)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Lima	13,5	10,0	7,7	6,6	7,7	9,6	10,6	13,1	16,5	19,0	19,0	17,2
Minho	14,4	11,0	8,8	7,7	8,9	10,6	11,6	13,9	17,3	19,6	19,6	18,1

Registos históricos de precipitação e de temperatura na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

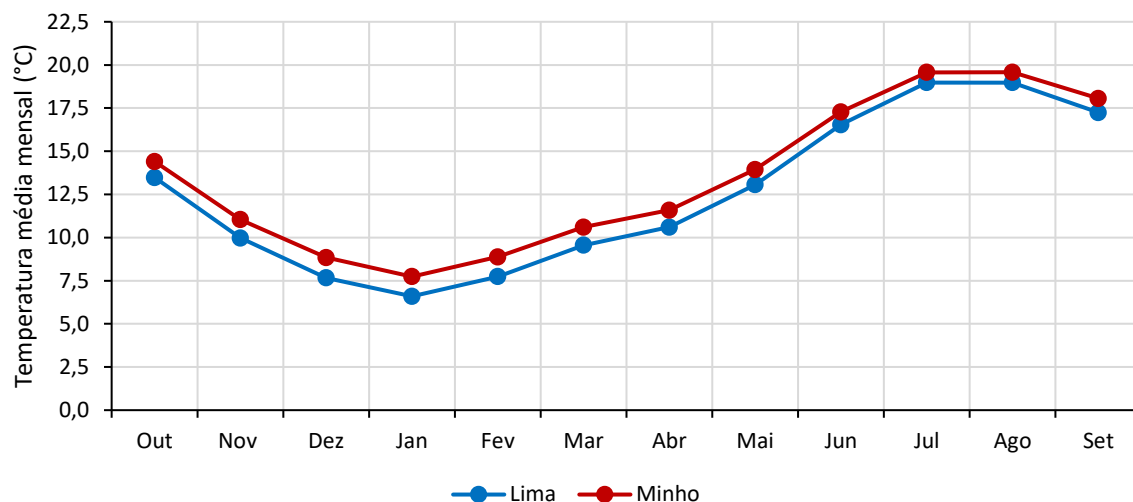


Figura 21: Comparação entre a evolução gráfica da normal climatológica (1970/1971 – 1999/2000) associada à precipitação média mensal da bacia hidrográfica do rio Lima e à da bacia hidrográfica do rio Minho

Como se pode verificar através da observação da Tabela 14 e na Figura 21, verifica-se que, de uma forma geral, a temperatura média mensal é maior na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho do que parte portuguesa da bacia do rio Lima,

Apesar dessa diferença, em ambas as sub-bacias portuguesas, a distribuição da temperatura média mensal segue a mesma tendência:

- os meses de dezembro, janeiro e fevereiro são os meses mais frios, sendo o mês de janeiro aquele que regista menor valor médio de temperatura média mensal;
- os meses de julho a agosto são os mais quentes;
- entre estes dois períodos há uma transição gradual da temperatura média.

5 Conclusão

Neste relatório apresenta-se a análise dos registos históricos da precipitação mensal e da temperatura média mensal nas duas bacias, tendo a mesma sido realizada considerando o período histórico de 30 anos hidrológicos: 1970/1971 – 1999/2000. Para cada uma das bacias foram determinados os valores mensais de cada uma das variáveis, bem como os valores médios característicos de cada mês, tendo em conta o período de 30 anos, valores estes designados por normais climatológicas.

Pela análise dos resultados verificou-se que, para ambas as variáveis, as diferenças entre os valores médios obtidos para as duas bacias são pequenas.

No que se refere à variável da precipitação mensal verificou-se que a mesma possui, em média, valores superiores na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Lima, do que na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho. Em ambas as bacias, o mês com maior pluviosidade é o mês de dezembro, enquanto que o mês menos pluvioso é o mês de julho.

Por sua vez, a temperatura média mensal regista valores superiores na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho quando comparados com a parte portuguesa da bacia do rio Lima. Nas duas áreas das bacias estudadas, dezembro é, em média, o mês em que se verifica temperaturas médias mensais menores, verificando-se nos meses seguintes um aumento progressivo das temperaturas, atingindo os valores máximos em julho e agosto.

A atividade reportada para além de permitir conhecer as características das duas bacias no que respeita à precipitação e temperatura média, também será importante para a quantificação das alterações climáticas para os três períodos ou alcances temporais a analisar (2011-2040; 2041-2070; 2071-2100), na medida em que estão já reunidos os dados que caracterizam o estado e a evolução destas variáveis no passado recente, permitindo ter um estado de referência para verificar se a previsão da evolução futura aponta para um acréscimo ou decréscimo das duas variáveis nas duas bacias hidrográficas.

6 Bibliografia

- APA. (2016). Parte 2 - Caracterização e Diagnóstico [Anexos]. Em *Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Minho e Lima (RH1) - 2016/2021*.
- Belo-Pereira, M., Dutra, E., & Viterbo, P. (2011). Evaluation of global precipitation data sets over the Iberian peninsula. Em *J. Geophys. Res.* (D20101 ed., Vol. 116). doi:10.1029/2010JD015481
- CHMS. (2016). Descripción General de la Demarcación (Anexo 3: Fichas de las Masas de Agua). Em *Plan hidrológico del ciclo 2015 - 2021 de la Parte española de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil*.
- Harris, I., Jones, P. D., Osborn, T. J., & Lister, D. H. (2014). Updated high-resolution grids of monthly climatic observations - the CRU TS3.10 Dataset. *International Journal of Climatology*, 34(3), 623-642.
- IPMA. (2019a). *Normais Climatológicas*. Obtido de Instituto Português do Mar e da Atmosfera.
- IPMA. (2019b). *Portal do Clima - Alterações climáticas em Portugal*.
- RISC_ML. (2019). *RISC_ML - Prevención de Riesgos de Inundaciones y Sequías en la Cuenca Internacional del Miño-Limia*. Obtido de <http://risc-ml.eu/>



www.risc-ml.eu



COMISIÓN EUROPEA
INICIATIVA DE INVESTIGACIÓN Y COOPERACIÓN
DEL MARCA 2.4



Universidade de Vigo