









# FICHA CLIMÁTICA

## FIGUEIRA DA FOZ

Esta ficha climática é parte integrante do 'Manual para a avaliação de vulnerabilidades futuras' (passo 2 do ADAM) e foi produzida no âmbito do projeto ClimAdaPT.Local.

Para mais informação sobre conceitos associados aos dados aqui apresentados, consultar o manual ou entrar em contacto com a equipa do projeto através do responsável regional.

### 1. QUADRO RESUMO

Variável climática	Sumário	Alterações projetadas
	 Diminuição da precipitação média anual	<p><b>Média anual</b> Diminuição da precipitação média anual, podendo variar entre 6% e 31% no final do séc. XXI.</p> <p><b>Precipitação sazonal</b> Nos meses de inverno não se verifica uma tendência clara (podendo variar entre -29% e +16%), projetando-se uma diminuição no resto do ano, que pode variar entre 12% e 34% na primavera e entre 10% e 33% no outono.</p> <p><b>Secas mais frequentes e intensas</b> Diminuição do número de dias com precipitação, entre 10 e 30 dias por ano. Aumento da frequência e intensidade das secas no sul da Europa [IPCC, 2013].</p>
	 Aumento da temperatura média anual, em especial das máximas	<p><b>Média anual e sazonal</b> Subida da temperatura média anual, entre 1°C e 4°C, no final do século. Aumento acentuado das temperaturas máximas no outono (entre 2°C e 5°C).</p> <p><b>Dias muito quentes</b> Aumento do número de dias com temperaturas muito altas (<math>\geq 35^{\circ}\text{C}</math>), e de noites tropicais, com temperaturas mínimas <math>\geq 20^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p><b>Ondas de calor</b> Ondas de calor mais frequentes e intensas.</p>
	 Subida do nível médio da água do mar	<p><b>Média</b> Aumento do nível médio do mar entre 0,17m e 0,38m para 2050, e entre 0,26m e 0,82m até ao final do séc. XXI (projeções globais) [IPCC, 2013]. Outros autores indicam um aumento que poderá chegar a 1,10m em 2100 (projeções globais) [Jevrejeva <i>et al.</i>, 2012].</p> <p><b>Eventos extremos</b> Subida do nível médio do mar com impactos mais graves, quando conjugada com a sobrelevação do nível do mar associada a tempestades (<i>storm surge</i>) (projeções globais) [IPCC, 2013].</p>
	 Aumento dos fenómenos extremos de precipitação	<p><b>Fenómenos extremos</b> Aumento dos fenómenos extremos, em particular de precipitação intensa ou muito intensa (projeções nacionais) [Soares <i>et al.</i>, 2015]. Tempestades de inverno mais intensas, acompanhadas de chuva e vento forte (projeções globais) [IPCC, 2013].</p>

**Tabela 1** | Resumo das principais alterações climáticas projetadas para a Figueira da Foz até ao final do século XXI (apresentação gráfica da imagem adaptada de 'Climate Change Adaptation Strategy' de Vancouver ©).



**Figura 1** | Localização do ponto da grelha selecionado para caracterizar o clima futuro da Figueira da Foz.

### 3. PRESSUPOSTOS E INCERTEZAS

Os dados apresentados nesta ficha representam a mais recente informação desenvolvida de forma sistemática para Portugal Continental e em linha com o 5º Relatório de Avaliação do IPCC.

Foi utilizada uma nova abordagem (*Representative Concentration Pathways* ou *RCPs*) para o desenvolvimento de cenários de emissões, pelo que os resultados não devem ser diretamente comparados com a anterior metodologia (*Special Report on Emission Scenarios* ou *SRES*) que foi aplicada, por exemplo, nos projetos SIAM. A partir de uma concentração atual de CO<sub>2</sub> que ronda as 400 ppm (partes por milhão), as duas projeções de emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) utilizadas nesta ficha representam:

- **RCP4.5:** uma trajetória de aumento da concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico até 520 ppm em 2070, aumentando de forma mais lenta até ao final do século;
- **RCP8.5:** uma trajetória de crescimento semelhante até meio do século, seguida de um aumento rápido e

## 2. FICHA TÉCNICA

**BI:** Figueira da Foz

**Região:** Centro

**Período referência:** 1976-2005

**Períodos cenários:** 2041-2070 e 2071-2100

**Modelos:** HadGEM2-SMHI-RCA4 [Modelo 1] e EC-EARTH-KNMI\_RACMO22E [Modelo 2]

**Resolução espacial:** grelha de ≈11km (0,11°)

**Projeções (concentrações GEE):** RCP4.5 e RCP8.5

acentuado, atingindo uma concentração de CO<sub>2</sub> de 950 ppm no final do século.

Foram utilizados dois modelos climáticos (ver ficha técnica) cujos dados foram regionalizados para a Europa pelo projeto CORDEX. Foi selecionado o ponto da grelha mais próximo do concelho da Figueira da Foz (Figura 1) para o qual foram obtidos os valores diários de temperatura máxima, média e mínima; precipitação e velocidade do vento.

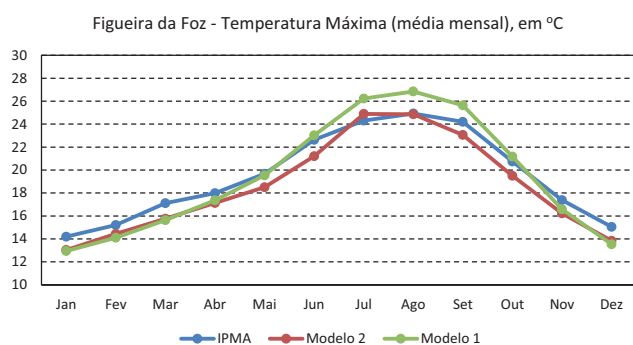
Para cada uma destas variáveis climáticas foram calculadas as médias mensais, sazonais e anuais, assim como alguns valores extremos, nomeadamente o número de dias acima de determinados limiares (média por ano, relativamente a períodos de 30 anos).

De forma a identificar as anomalias projetadas entre o clima atual e futuro, todos os cálculos foram realizados para três períodos de trinta anos (normais climáticas):

- **1976-2005** (clima atual)
- **2041-2070** (meio do século)
- **2071-2100** (final do século)

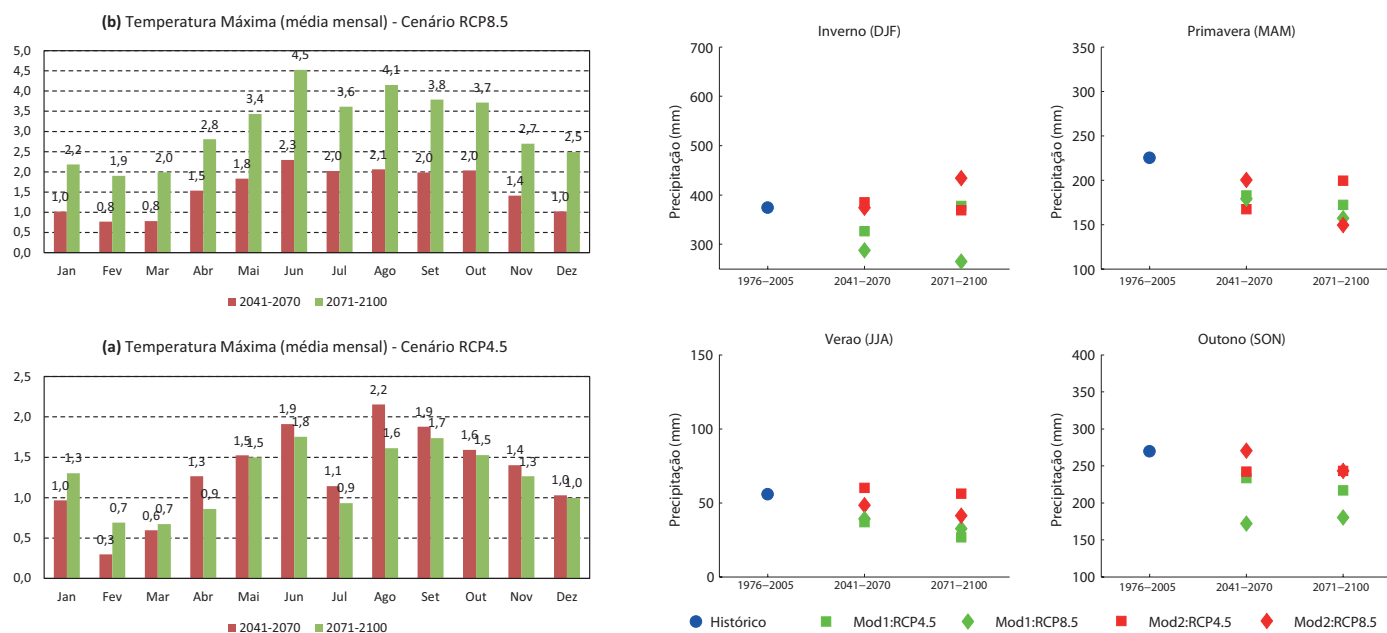
Os dados referentes ao clima atual são fornecidos pelos modelos, pelo que apresentam um viés (desvio) relativamente aos dados observados. Este viés, que se pressupõe manter-se ao longo do tempo, pode ser observado na comparação entre os dados modelados e os observados para a média da temperatura máxima na F. da Foz (figura 2). As anomalias da precipitação foram corrigidas através dos dados observados, fornecidos pelo IPMA, utilizando o método delta [Hay *et al.*, 2000].

As figuras apresentadas indicam qual o modelo e o cenário a que se referem. Os textos explicativos podem conter informação não apresentada nas figuras por razões de poupança de espaço.



**Figura 2** | Comparação entre os valores observados (IPMA) e os modelados para o clima presente - cidade da Figueira da Foz.

## 4. PROJEÇÕES CLIMÁTICAS (MÉDIAS)



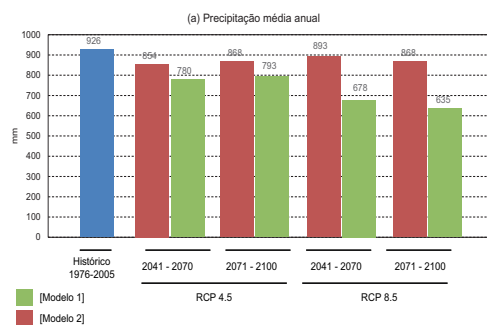
### TEMPERATURA

Ambos os modelos e cenários indicam um aumento da temperatura máxima (média mensal) ao longo do século, embora com trajetórias e variações sazonais diferentes (ver figura 3 para resultados do modelo 2). As anomalias mais elevadas são projetadas para o outono (até 5°C), sendo um pouco menores para a primavera, verão e inverno (até 4°C). Espera-se que a temperatura mínima também aumente de forma acentuada, com os maiores desvios projetados para o outono (até 5°C) e menores nas restantes estações (até 4°C no verão e 3°C na primavera e no inverno). Para a temperatura média anual projeta-se o mesmo comportamento de subida ao longo do século, para ambos os modelos e cenários.

### PRECIPITAÇÃO

As projeções indicam uma diminuição da precipitação média anual que poderá atingir, no final do século, uma redução de até 31% relativamente ao clima atual (figura 4). As reduções projetadas para a primavera e verão são acentuadas (até 34% e 52%, respetivamente) embora a diminuição na primavera possa acarretar maiores consequências já que a atual precipitação no verão é residual. No inverno, a incerteza é maior com as anomalias (RCP8.5) para o final do século a variarem entre uma diminuição de até 29% [modelo 1] e um aumento de

16% [modelo 2]. Para o outono projeta-se desde uma redução da precipitação desde 10% [modelo 2] até 33% [modelo 1] no final do século (figura 3).



**Figura 4 |** Precipitação média anual no clima atual e nos cenários futuros.

### VENTO

Projeta-se que os valores diários máximos da velocidade do vento (média mensal) poderão manter-se ou diminuir (até 11%) no outono e inverno. Relativamente à primavera projeta-se um ligeiro aumento até 3%. Pelo contrário, no verão esta velocidade poderá diminuir até 3%.

## 5. PROJEÇÕES CLIMÁTICAS (EXTREMOS)

### TEMPERATURA

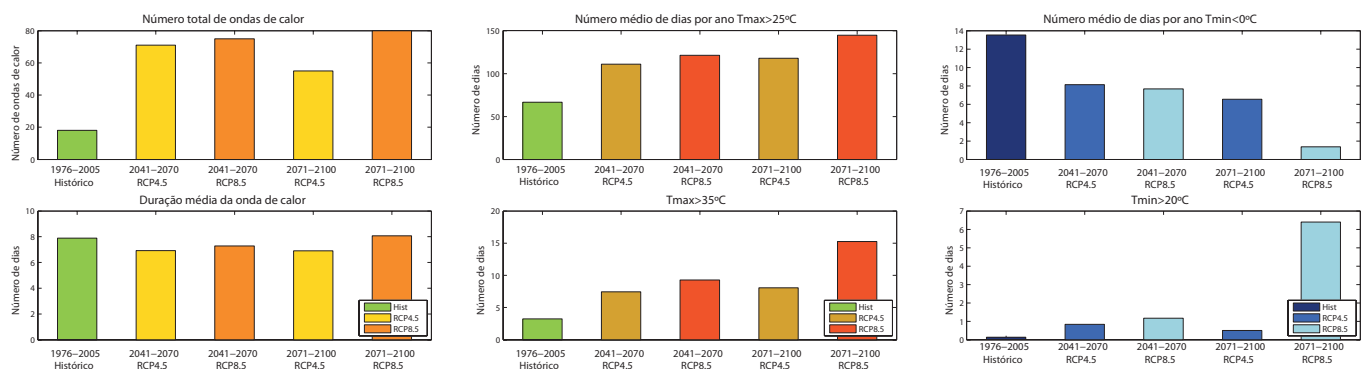
Projeta-se um aumento considerável no número médio de dias de verão (entre 42 e 78 dias) e do número de dias muito quentes (entre 4 e 12 dias) até ao final do século. O número médio de dias muito quentes (por ano) poderá mesmo chegar a ser quatro vezes superior ao atual (RCP8.5). Projeta-se um aumento substancial da frequência de ondas de calor (podendo chegar a ser quatro vezes superior no RCP8.5) e um aumento ligeiro

da sua duração (em ambos os cenários).

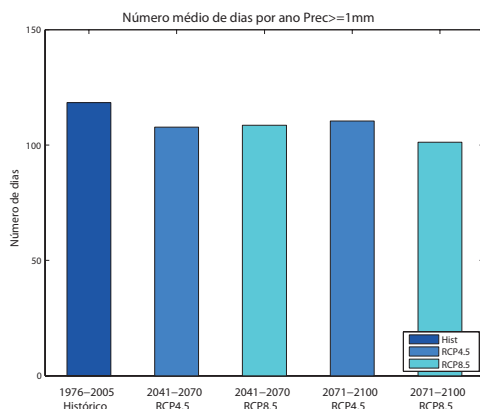
Para a frequência de noites tropicais (média anual) projeta-se um aumento substancial que poderá atingir as 6 noites (RCP8.5), enquanto o número de dias de geada poderá diminuir para próximo de zero (RCP8.5).

### PRECIPITAÇÃO

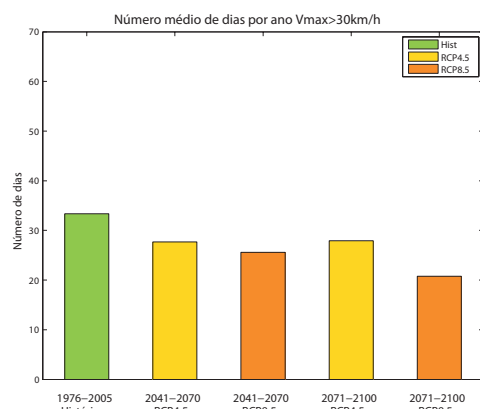
O número de dias de chuva ( $\geq 1\text{mm}$ ) poderá diminuir entre 10 a 14 dias (média anual) [modelo 2] sendo a diminuição mais aparente na primavera e outono.



**Figura 5** | Esquerda - Frequência e duração das ondas de calor: comparação entre o cenário atual e os futuros, exemplo para o [modelo 1]; Centro - Número médio de dias de verão (cima) e número de dias muito quentes (baixo), para períodos de 30 anos no cenário presente e nos cenários futuros [modelo 1]; Direita - número médio de dias de geada (cima) e de noites tropicais (baixo), para períodos de 30 anos no cenário presente e nos cenários futuros [modelo 2].



**Figura 6** | Número médio de dias de chuva [modelo 2].



**Figura 7** | Número médio de dias com vento moderado a forte, ou com intensidade superior [modelo 1].

### VENTO

O número de dias com vento moderado a forte, ou superior ( $> 30\text{ km/h}$ ), poderá diminuir entre 5 a 13 dias no clima futuro [modelo 1]. Em geral, estas ocorrências poderão ser menos frequentes, embora nos meses de inverno exista a possibilidade de um ligeiro aumento.

## 6. REFERÊNCIAS

- IPCC, 2013: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F. et al.]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- Jevrejeva et al., 2012: *Sea level projections to AD2500 with a new generation of climate change scenarios*. Glob. Planet. Chang., 80-81, 14-20.
- Hay LE et al., 2000: *A Comparison of Delta Change and Downscaled GCM Scenarios for Three Mountainous Basins in the United States*. J Am Water Resour Assoc, 36(2), 387-397.
- Soares, P. et al., 2015. *Climate change and the Portuguese precipitation: ENSEMBLES regional climate models results*. Climate Dynamics 45(7): 1771-1787.

## 7. CÓLOFON

Autores: Tomás Calheiros, Luís Dias, Susana Marreiros, Tiago Capela Lourenço, Filipe Duarte Santos, Sílvia Carvalho. CE3C/CCIAM - Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL).