

FICHA CLIMÁTICA

PORTO

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



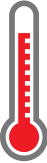





| Variável climática | Sumário | Alterações projetadas |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  Diminuição da precipitação média anual | <p>Média anual Diminuição da precipitação média anual podendo variar entre 3% e 25% no final do séc. XXI.</p> <p>Precipitação sazonal Nos meses de inverno não se verifica uma tendência clara (entre -19% e +17%), projetando-se uma diminuição no resto do ano, que pode variar entre 10% e 35% na primavera e entre 9% e 36% no outono.</p> <p>Secas mais frequentes e intensas Diminuição do número de dias com precipitação, entre 12 e 29 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>Média anual e sazonal Subida da temperatura média anual, entre 1°C e 4°C, no final do século. Aumento acentuado das temperaturas máximas no outono e verão (entre 2°C e 5°C)</p> <p>Dias muito quentes Aumento do número de dias com temperaturas muito altas ($\geq 35^{\circ}\text{C}$), e de noites tropicais, com temperaturas mínimas $\geq 20^{\circ}\text{C}$.</p> <p>Ondas de calor Ondas de calor mais frequentes e intensas.</p> |
|  |  Subida do nível médio da água do mar | <p>Média 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 et al., 2012].</p> <p>Eventos extremos 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>Fenómenos extremos Aumento dos fenómenos extremos, em particular de precipitação intensa ou muito intensa (projeções nacionais) [Soares et al., 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 o Porto até ao final do século XXI (apresentação gráfica da imagem adaptada de 'Climate Change Adaptation Strategy' de Vancouver ©).

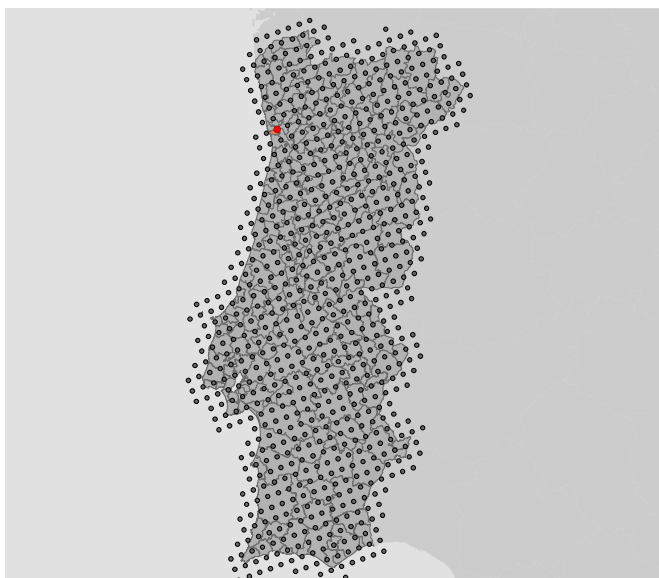


Figura 1 | Localização do ponto da grelha selecionado para caracterizar o clima futuro do Porto.

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 CO₂ 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 CO₂ 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: Porto

Região: Norte

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 CO₂ 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 do Porto (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 no Porto (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.

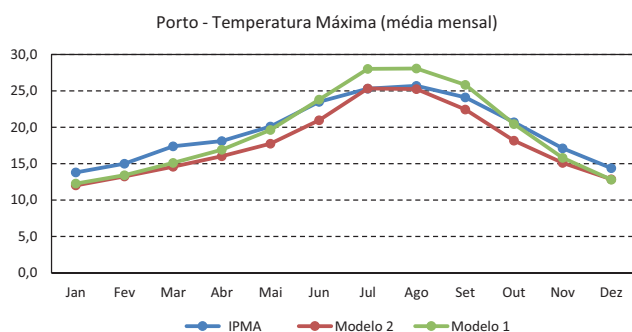
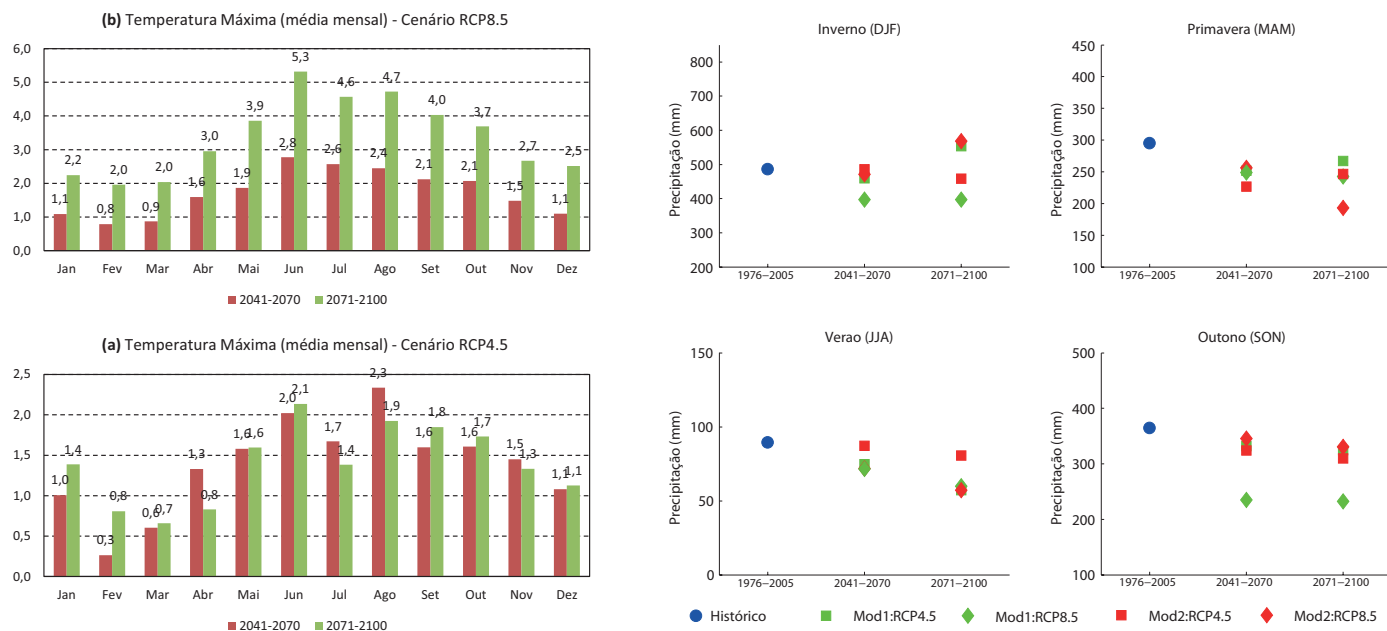


Figura 2 | Comparação entre os valores observados (IPMA) e os modelados para o clima presente - cidade do Porto.

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 verão e outono (até 5°C), sendo um pouco menores para a primavera e inverno (até 4°C). Espera-se que a temperatura mínima também aumente de forma acentuada, com os maiores desvios projetados para o verão e outono (até 5°C) e menores nas restantes estações (até 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 25% relativamente ao clima atual (figura 4). As reduções projetadas para a primavera e verão são acentuadas (até 35% e 36%, 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 19% [modelo 1] e um aumento de

17% [modelo 2]. Para o outono projeta-se uma redução da precipitação entre 9% [modelo 2] e 36% [modelo 1] no final do século (figura 3).

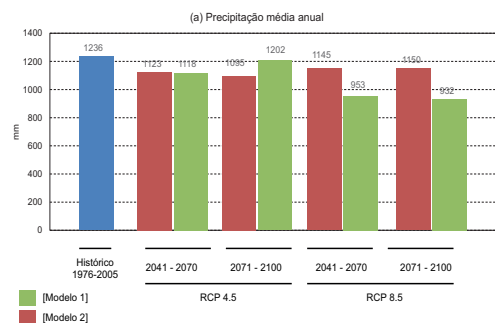


Figura 4 | Precipitação média anual no clima atual e nos cenários futuros.

VENTO

Projeta-se que os valores diários de velocidade do vento (média mensal) poderão manter-se ou diminuir (até 10%) no outono e inverno. Relativamente à primavera e verão, não se projetam alterações substanciais.

5. PROJEÇÕES CLIMÁTICAS (EXTREMOS)

TEMPERATURA

Projeta-se um aumento considerável no número médio de dias de verão (entre 43 e 80 dias) e do número de dias muito quentes (entre 12 e 29 dias) até ao final do século. O número médio de dias muito quentes (por ano) poderá mesmo chegar a ser mais de 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 au-

mento ligeiro da sua duração (em ambos os cenários). Para a frequência de noites tropicais (média anual) projeta-se um aumento acentuado que poderá atingir as 20 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 12 a 16 dias (média anual) [modelo 2] sendo a diminuição mais aparente na primavera e outono.

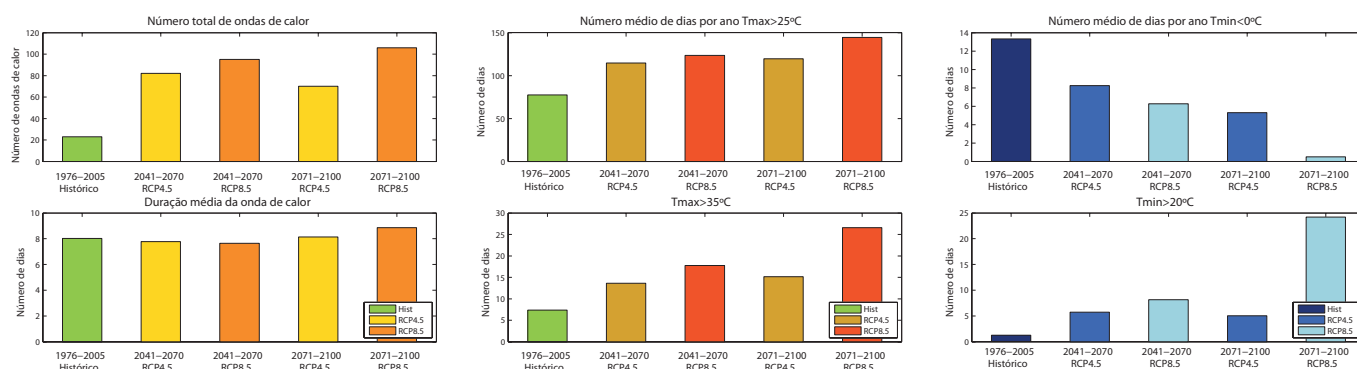


Figura 5 | Esquerda - Frequência e duração das ondas de calor: comparação entre o cenário atual e os futuros, exemplo para o [modelo 1]; Centro - Número médio de dias de verão (cima) e número de dias muito quentes (baixo), para períodos de 30 anos no cenário presente e nos cenários futuros [modelo 1];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

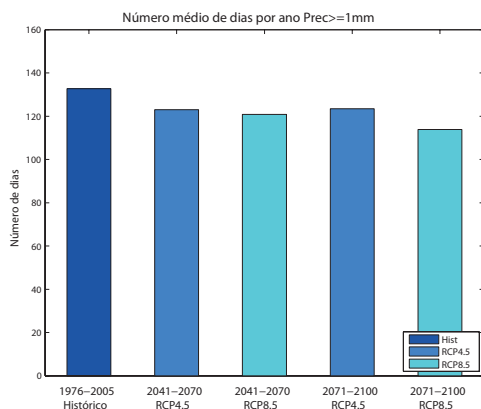


Figura 6 | Número médio de dias de chuva [modelo 2].

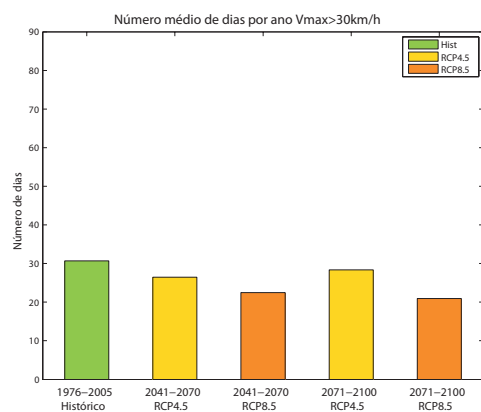


Figura 7 | Número médio de dias com vento moderado a forte, ou com intensidade superior [modelo 1].

VENTO

O número de dias com vento moderado a forte, ou superior ($> 30\text{ km/h}$), poderá diminuir entre 2 a 10 dias no clima futuro (ambos os modelos e cenários). 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).