

FICHA CLIMÁTICA

FUNCHAL

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

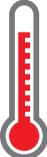
Variável climática	Sumário	Alterações projetadas
	 Diminuição da precipitação média anual, com potencial aumento da precipitação no verão.	Média anual Diminuição da precipitação média anual, sendo mais acentuada no final do séc.XXI (entre 20% e 35%) [Miranda <i>et al.</i> , 2006]. Outro estudo projeta uma diminuição entre 27% e 32% [Tomé, R., 2013]. Precipitação sazonal Diminuição da precipitação nos meses de inverno (entre 15% e 35%) e um aumento substancial no verão (entre 20% e 80%) [Miranda <i>et al.</i> , 2006]. Tomé, R. (2013) corrobora esta tendência de precipitação decrescente em todas as estações do ano, exceto no verão. Secas mais frequentes e intensas As regiões com maior altitude serão as que sofrem maiores decréscimos de precipitação, aumentando a frequência e intensidade das secas [Miranda <i>et al.</i> , 2006].
	 Aumento da temperatura média anual	Temperatura média Subida da temperatura média anual, entre 1,4°C e 3,2°C [Miranda <i>et al.</i> , 2006]. Outra projeção indica uma subida entre 1,53°C e 2,85°C [Tomé, R., 2013]. Temperatura máxima A média anual poderá aumentar até 3,05°C [Tomé, R., 2013]. Aumento acentuado das temperaturas máximas no verão (até 3,2°C) [Miranda <i>et al.</i> , 2006]. Temperatura mínima A média anual pode chegar aos 2,74°C de subida [Tomé, R., 2013]. Subida da temperatura mínima no inverno até 3,2°C [Miranda <i>et al.</i> , 2006].
	 Subida do nível médio da água do mar	Média As projeções globais indicam um 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 [IPCC, 2013], podendo chegar até 1,10m [Jevrejeva <i>et al.</i> , 2011]. Na Madeira, Kopp <i>et al.</i> (2014) projetam um aumento que poderá chegar aos 0,85 m. Eventos extremos A subida do nível médio do mar terá impactos mais graves, quando conjugada com a sobrelevação do nível do mar associada a tempestades (<i>storm surge</i>) [IPCC, 2013].
	 Não há uma tendência clara nas projeções de fenómenos extremos de precipitação	Fenómenos extremos A incerteza nas projeções climáticas respeitantes aos fenómenos extremos de precipitação é muito elevada [Miranda <i>et al.</i> , 2006 ; Santos e Aguiar, 2006; Tomé, R., 2013]. Por essa razão, considera-se que a ocorrência destes fenómenos irá manter-se. Consequentemente, esta projeção está condicionada por futuras publicações científicas que apresentem conclusões mais robustas.

Tabela 1 | Resumo das principais alterações climáticas projetadas para o Funchal no final do século XXI (apresentação gráfica da imagem adaptada de 'Climate Change Adaptation Strategy' de Vancouver ©).

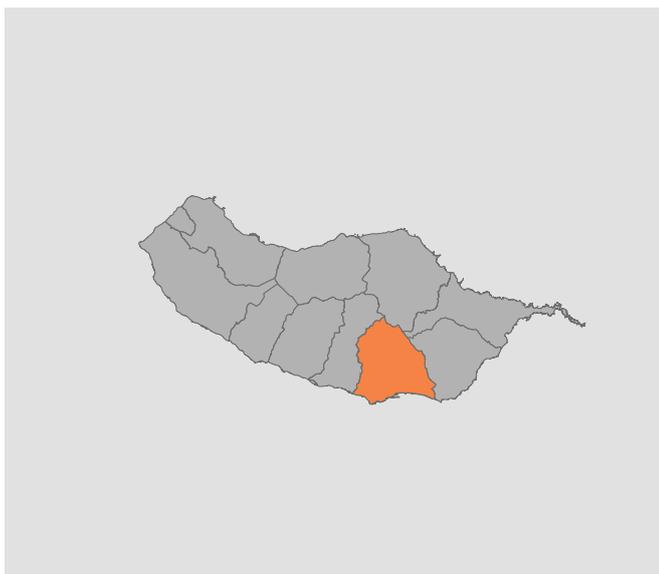


Figura 1 | Localização do concelho do Funchal

2. FICHA TÉCNICA

BI: Funchal

Região: Região Autónoma da Madeira

Período referência: 1961-1990 [Santos e Aguiar, 2006; Miranda, P. et al., 2006]; 1989-2010 [Tomé, R., 2013]

Períodos cenários: 2040-2069 [Santos e Aguiar, 2006], 2070-2099 [Santos e Aguiar, 2006; Miranda, P. et al., 2006]; 2040-2060, 2080-2100 [Tomé, R., 2013]

Modelos: HadCM3 regionalizado pelo CIELO [Santos e Aguiar, 2006; Miranda, P. et al., 2006]; EC-EARTH regionalizado pelo WRF [Tomé, R., 2013].

Resolução espacial: grelha de 100 m (CIELO) e 6km (WRF)

Projeções (Cenários de emissões): A2 e B2 [Santos e Aguiar, 2006; Miranda, P. et al., 2006]; RCP4.5 e RCP8.5 [Tomé, R., 2013]

Fontes:

- 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., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. 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*. Global and Planetary Change, 80-81, 14-20;
- Kopp et al., 2014: *Probabilistic 21st and 22nd century sea-*

level projections at a global network of tide-gauge sites. Earth's Future, 2, doi:10.1002/2014EF000239;

- Miranda, Pedro; Valente, Maria Antónia; Tomé, António; Trigo, Ricardo; Coelho, Fátima; Aguiar, Ana; Azevedo, Eduardo: *Alterações Climáticas em Portugal Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação - Projecto SIAM II*. Lisboa: Gradiva, 2006. 2 - O clima de Portugal nos Séculos XX e XXI. 989-616-081-3;
- Santos, F.D. e Aguiar R., 2006: *Impactos e Medidas de Adaptação às Alterações Climáticas no Arquipélago da Madeira*. Projecto CLIMAAT II. Direcção Regional do Ambiente da Madeira, Funchal;
- Tomé, Ricardo: *Mudanças climáticas nas Regiões Insulares*. Universidade dos Açores, Tese de Doutoramento, Orientadores científicos MIRANDA, P. & AZEVEDO, B. D. 2013;

3. PRESSUPOSTOS E INCERTEZAS

Os dados constantes nesta ficha foram compilados no âmbito do projeto ClimAdaPT.Local. As principais fontes de informação resultam de trabalhos validados cientificamente.

Os projetos SIAM II [Miranda, P. et al., 2006] e CLIMAAT II [Santos e Aguiar, 2006] utilizam um modelo global (HadCM3) que foi regionalizado com recurso ao modelo CIELO (Clima Insular à Escala Local), para dois cenários climáticos (SRES A2 e B2), correspondendo a duas projeções de emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE). No primeiro (B2), a tendência de concentração de CO₂ na atmosfera é de crescimento suave até cerca de 600 ppm de CO₂ em 2100. No segundo (A2), a tendência de crescimento é bastante rápida e acentuada, atingindo-se as 850 ppm de CO₂ no final do século.

Em complemento a estes estudos, retirou-se informação de Tomé, R. (2013) que regionalizou o modelo global EC-EARTH com recurso ao modelo WRF, obtendo dados com resolução de 6km, para dois cenários de projeção de emissão de GEE:

- **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

ao meio do século, seguida de um aumento rápido e acentuado, atingindo uma concentração de CO₂ de 950 ppm no final do século.

4. PROJEÇÕES CLIMÁTICAS (MÉDIAS)

TEMPERATURA

Santos e Aguiar (2006) e Miranda *et al.* (2006) projetam aumentos da temperatura média anual entre 1,4°C e 3,2°C para os dois cenários considerados (A2 e B2) e nos dois períodos estudados. A encosta sul é a que apresenta maiores subidas, em comparação com o resto da ilha da Madeira. Segundo Tomé (2013), a temperatura média anual na ilha da Madeira está próxima deste intervalo. Deste modo, esta poderá aumentar entre 0,92°C (RCP4.5) e 1,49°C (RCP8.5) no meio do século e entre 1,53°C (RCP4.5) e 2,85°C (RCP8.5) para 2100.

A média anual da temperatura máxima, projetada para a ilha da Madeira, rondará um aumento entre 1,04°C e 1,69°C, para os dois cenários utilizados (RCP4.5 e RCP8.5, respetivamente) e para o meio do séc. XXI [Tomé, 2013]. No final do século, o aquecimento será mais acentuado, podendo variar entre 1,63°C e 3,05°C, consoante o cenário considerado.

A temperatura máxima de verão poderá aumentar entre 0,6°C e 2,1°C no período 2040-2069 [Santos e Aguiar, 2006]. No período 2070-2099 os aumentos, no verão, poderão chegar a valores entre 1,6°C e 2,4°C no cenário B2 e entre 2,2°C e 3,2°C no cenário A2 [Miranda *et al.*, 2006].

Tomé (2013) verificou que o aumento da temperatura mínima projetado para a ilha da Madeira é inferior aos aumentos da temperatura média e máxima, o que leva a uma maior amplitude térmica. Para esta variável, as projeções para os dois cenários (RCP4.5 e RCP8.5) indicam um aumento entre 0,85°C e 1,41°C para 2050 e entre 1,46°C e 2,74°C, no final do século XXI.

A temperatura mínima de Inverno aumenta entre 0,7 e 2,1°C, no período 2040-2069 [Santos e Aguiar, 2006]. Para a mesma estação, as anomalias no final do século são entre 1,4°C e 3,2°C. As maiores subidas da temperatura mínima situam-se no interior da ilha [Miranda *et*

al., 2006].

PRECIPITAÇÃO

Qualquer dos cenários considerados projeta uma perda de precipitação anual na ilha da Madeira [Miranda *et al.*, 2006; Tomé, 2013]. No período 2040-2069 a redução de precipitação situa-se entre 5% e 30%, e para o fim do século alcança os 20% a 40%. Verifica-se que as regiões de maior altitude são as que perdem mais precipitação [Santos e Aguiar, 2006; Miranda *et al.*, 2006]. Analisando a situação em termos sazonais, verifica-se que grande parte da perda de precipitação anual deve-se à diminuição projetada para o inverno (entre 10% e 40%). A primavera sofre uma quebra acentuada de precipitação. No período 2040-2069 há perdas de precipitação entre 0% e -35%, sendo entre -30% e -65% no período 2070-2099, em ambos os cenários [Santos e Aguiar, 2006]. No verão o aumento da precipitação é percentualmente muito elevado (até 100%), mas em termos absolutos a variação é pequena, devido à precipitação ser escassa nesta estação do ano. O outono será uma estação com diminuição de precipitação, onde as variações percentuais serão um pouco inferiores às previstas para a primavera. A variação no outono poderá ir até aos -40% em 2040-2069 e até -60% em 2070-2099 [Santos e Aguiar, 2006; Miranda *et al.*, 2006].

Em coerência com as projeções anteriores, Tomé (2013) conclui que as estimativas para o meio do século XXI apontam para um decréscimo de precipitação média anual entre 19% (RCP4.5) e 24% (RCP8.5). No final do século, projeta-se uma diminuição mais acentuada da precipitação, que varia entre 27% e 32%, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5, respetivamente.

5. 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).