



INTRODUÇÃO

A Europa Meridional é considerada como um dos "hotspots" das alterações climáticas, onde têm ocorrido secas cada vez mais severas (que podem levar a um aumento do risco de incêndio, perda de biodiversidade, redução da produção agrícola, etc.); as alterações no clima futuro desta região apontam, geralmente, para condições de maior aridez e alterações na frequência, duração, e/ou magnitude de eventos extremos [1] [2] [3]. Para minimizar os riscos é crucial implementar medidas de adaptação às alterações climáticas. A informação fornecida pelos modelos climáticos pode ser limitada em termos de escala espacial, uma vez que os estudos de impacto, geralmente, requerem informação com elevada resolução. Esta ficha informativa descreve os resultados ajustados às condições climáticas da "Herdade da Sobreira". Espera-se que esta informação seja útil para os proprietários avaliarem os aspetos que serão potencialmente afetados na herdade, e assim tomarem as medidas apropriadas.

O clima da "Herdade da Sobreira" é identificado como Csa segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, caracterizado, portanto, por temperaturas amenas; os verões são quentes e secos [4].

A interceção da radiação solar é um fator determinante no desenvolvimento das culturas. Zonas a sul de Portugal, Espanha, e Itália têm a maior insolação da Europa, que pode atingir 2200 kWh/m² por ano [5] [6]. Note, contudo, que parâmetros topográficos, como por exemplo o declive e a altitude, levam a uma distribuição irregular da radiação solar global sobre a herdade (ver figuras 1, 2, 3 e 4), que pode ser relevante para o planeamento do uso do solo.

TEMPERATURA

A temperatura média anual na herdade é cerca de 16°C, variando entre 9 e 26°C, em jan/dez e em jul/ago, respetivamente.

Nas últimas décadas, as temperaturas médias anuais seguem uma tendência positiva; por exemplo, em Beja, registos de 1941 a 2006 mostram uma subida significativa de 0.12°C por década [7].

Para o futuro, as projeções obtidas pelos modelos climáticos sugerem um aumento ainda mais acentuado. Considerando o período de referência (1976-2005), as anomalias projectadas até 2075 para a temperatura média anual variam entre +0.9 e +2.3°C, dependendo do cenário e período considerado (ver tabela na próxima página).

Relativamente à distribuição mensal (figura 5), julho e agosto irão manter-se como os meses mais quentes, com temperaturas máximas até 36°C; por outro lado, é esperado que janeiro se mantenha o mês mais frio (temperaturas mínimas de ~5°C).

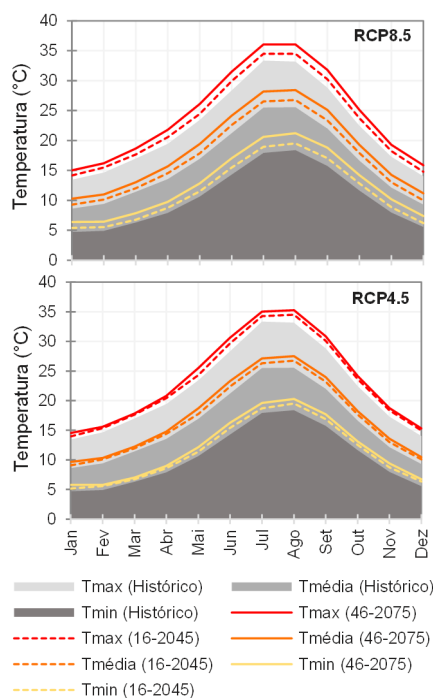


Figura 5 - Temperatura mensal: mínima, média e máxima. Projeções segundo os cenários RCP4.5 e 8.5., para curto- e longo-prazo.

O stress térmico por calor pode ter efeitos particularmente nefastos quando as altas temperaturas ocorrem durante os períodos críticos de crescimento das culturas. Uma maior atenção tem sido dedicada à análise de eventos extremos; em Portugal Continental, alguns estudos, que consideram tendências históricas e projeções futuras, mostram um aumento nos eventos extremos de temperatura [8] [9]. A escala da herdade, é também possível identificar algumas tendências; um aumento drástico do número de dias muito quentes (Tmax>35°C), até +26 dias, é estimado.

LOCALIZAÇÃO

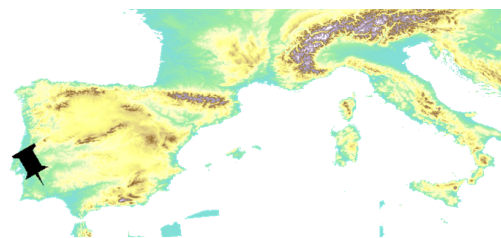


Figura 1 - Localização da "Herdade da Sobreira".

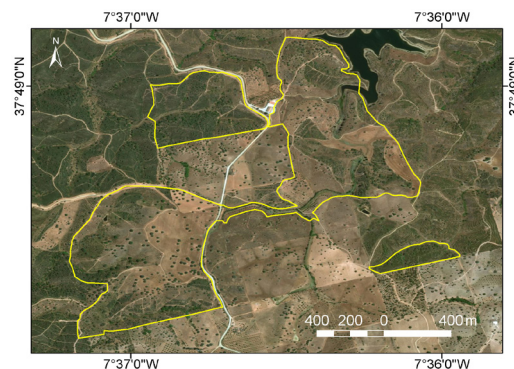


Figura 2 - Ortofotomapa.

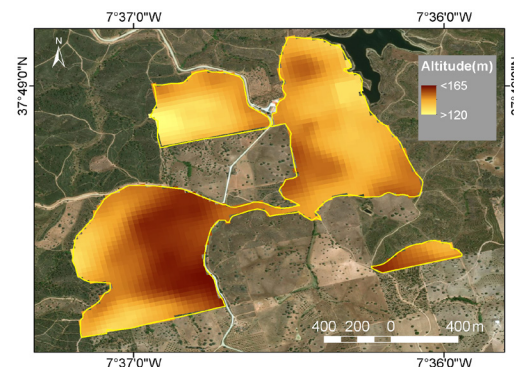


Figura 3 - Mapa orográfico.

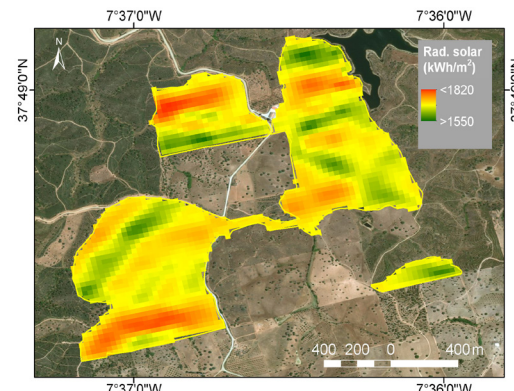


Figura 4 - Mapa da radiação global média anual.

PROJEÇÕES CLIMÁTICAS

Variáveis climáticas	Histórico (1976-2005)	Cenários	Período temporal	
			2016-2045	2046-2075
Temperatura média (°C)	16.1	RCP4.5	+0.9	+1.5
		RCP8.5	+1.0	+2.3
Temperatura máxima (°C)	22.2	RCP4.5	+1.0	+1.6
		RCP8.5	+1.1	+2.4
Temperatura mínima (°C)	10.5	RCP4.5	+0.8	+1.4
		RCP8.5	+0.9	+2.2
Nº de dias muito quentes (Tmax. >= 35°C)	27	RCP4.5	+9	+16
		RCP8.5	+10	+26
Evapotranspiração de ref. (mm/day)	3.7	RCP4.5	+0.1	+0.2
		RCP8.5	+0.1	+0.3
Precipitação total (mm)	511	RCP4.5	-17	-30
		RCP8.5	-28	-47
Nº de dias com precipitação (Pr > 1mm)	74	RCP4.5	-6	-7
		RCP8.5	-6	-10
Humidade relativa (%)	63	RCP4.5	-1	-3
		RCP8.5	-1	-2
Índice de aridez	0.38	RCP4.5	-0.02	-0.05
		RCP8.5	-0.04	-0.07

Anomalias

Tabela - Anomalias médias anuais calculadas relativamente a 1976–2005, para períodos de 30-anos, curto-prazo (2016-2045) e longo-prazo (2046-2075), segundo os cenários RCP4.5 e 8.5.

💡 **Projeções climáticas** | Respostas simuladas do sistema climático para cenários futuros de emissões ou de concentrações de gases de efeito estufa e aerossóis, geralmente obtidos a partir de modelos climáticos [1].

💡 **Cenários climáticos** | Representação plausível e simplificada do clima no futuro, tendo por base um conjunto internamente consistente de relações climatológicas. Estes têm sido desenvolvidos explicitamente para uso na investigação das consequências das alterações climáticas antropogénicas [1].

Neste estudo, dois *Representative Concentration Pathways* (RCPs) (trajetórias plausíveis com base em séries temporais de emissões e concentrações de gases de efeito

estufa e aerossóis, gases quimicamente ativos, assim como uso do solo) foram usados: RCP4.5 – trajetória intermédia de estabilização em que o forçamento radiativo estabiliza aproximadamente aos 4.5W/m²; RCP8.5 – trajetória de elevado forçamento radiativo que atinge valores acima de 8.5W/m² até 2100 e continua a aumentar durante um certo período de tempo [10].

💡 **Anomalias** | Diferença entre o clima no futuro (e.g. 2046-2075) comparativamente a um período de referência, sendo neste caso, 1976-2005.

💡 **Evapotranspiração de referência** | estima a taxa de evapotranspiração de uma cultura de referência hipotética, um campo relvado, de altura uniforme, cobrindo totalmente o solo e bem

abastecido de água. A formulação usada é de FAO-56 Penman-Monteith, que é função da velocidade do vento, radiação solar, humidade relativa, e temperatura [11][12].

💡 **Índice de Aridez** | usado como indicador para identificar áreas suscetíveis à desertificação. Segundo a UNEP (1992), o índice de aridez é definido como a razão entre a precipitação anual e a evapotranspiração potencial anual [13]; este último aqui considerado equivalente à evapotranspiração de referência.

O clima é classificado como hiper-árido (<0.03), árido (0.03-0.2), semi-árido (0.2-0.5), sub-húmido seco (0.5-0.65), e húmido (>0.65).

PRECIPITAÇÃO

A precipitação no clima mediterrânico é caracterizada por uma variabilidade intra-anual, sendo que 70 a 80% da precipitação ocorre entre outubro e março [14] [15]. Na herdade, a precipitação média anual é cerca de 510 mm (ver tabela na página anterior), ocorrendo a maioria em dezembro (~74 mm), e em menor quantidade em julho (~9 mm).

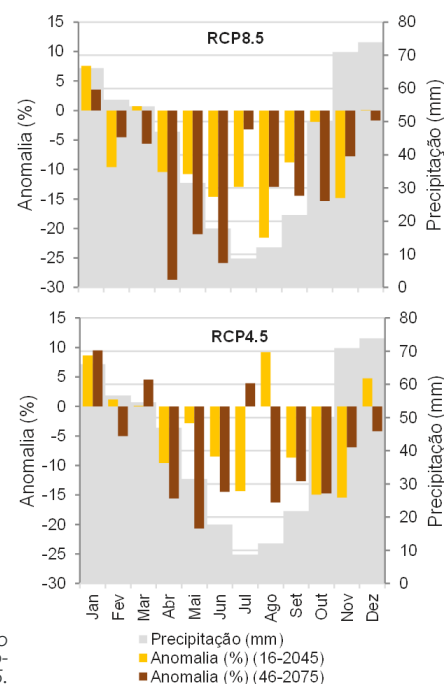
Nas últimas décadas, uma diminuição da precipitação média anual foi registada por todo o país [16]. Em relação às tendências mensais, vários estudos têm identificado um padrão comum na zona sul: na primavera, especialmente em março, uma diminuição significativa da precipitação é evidente [17] [18]; enquanto, em outubro uma tendência positiva é assinalada, apesar de ser menos marcada [7] [19].

Para o futuro, os modelos climáticos

também estimam uma redução da precipitação anual. A redução pode atingir cerca de 50 mm, e menos 10 dias de precipitação por ano. Anomalias negativas são estimadas para a maioria dos meses, apesar do declínio não ser na mesma proporção (figura 6). Estas alterações na distribuição da precipitação sazonal tendem a amplificar os impactos negativos na disponibilidade de água, uma vez que um aumento da concentração da precipitação é esperado no inverno, e a maior queda é projetada para a primavera.

Condições de maior aridez são esperadas até ao final do século XXI no sul da Europa [20] [21]. De acordo com os valores médios do índice de aridez para longo-prazo, a herdade deverá manter-se semi-árida, apesar desta condição ter tendência a ser intensificada.

Figura 6 - Precipitação média mensal para o período histórico; Anomalias para curto- e longo-prazo, segundo os cenários RCP4.5 e 8.5.



Esta ficha informativa sintetiza as potenciais alterações no clima da "Herdade da Sobreira". As projeções cobrem o período temporal de 2016 a 2075, considerando, contudo, médias de 30 anos, de forma a identificar-se o sinal da alteração climática, e não a variabilidade natural do clima. As anomalias são calculadas em relação ao período de referência de 1976 a 2005.

A informação tem por base as simulações atualmente disponíveis dos Modelos Climáticos Regionais (RCMs) (nomeadamente, CLMcom-CCLM4-8-17, CNRM-ALADIN53, SMHI-RCA4, DMI-HIRHAM5, KNMI-RACMO22E, IPSL-INERIS-WRF331F, MPI-CSC-REMO2009), que foram usadas no AR5 (Quinto Relatório de Avaliação) do IPCC. Estes RCMs foram forçados por diferentes Modelos Climáticos Globais (GCMs) (designadamente, CNRM-CERFACS-CNRM-CM5, ICHEC-EC-EARTH, IPSL-IPSL-CM5A-MR, MPI-M-MPI-ESM-LR, NCC-NorESM1-M). As projeções foram, portanto, obtidas a partir de um vasto ensemble (doze combinações de RCM-GCM) que envolve uma variedade de instituições, parâmetros, e sensibilidade climática. A resolução espacial das simulações é de $0.11^\circ \times 0.11^\circ$ (~12.5 km). Para mais informação sobre os modelos climáticos, por favor visite <http://www.cordex.org>.

Neste estudo, cada RCM e cenário RCP é considerado igualmente provável, uma vez que não existe uma forma clara e incontestável de avaliar o seu desempenho num clima que ainda não ocorreu.

O mapa da distribuição da radiação solar global média foi criado recorrendo à ferramenta de análise da radiação solar integrada no software ArcGIS 10.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] IPCC, "Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change." Cambridge University Press: Cambridge, UK and New York, NY, 2013.
- [2] IPCC, "Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change." Cambridge University Press: Cambridge, UK and New York, NY, 2014.
- [3] N. S. Diffenbaugh, F. Giorgi, "Climate change hotspots in the CMIP5 global climate model ensemble," *Clim. Change*, vol. 114, pp. 813-822, 2012.
- [4] F. Rubel, M. Kottek, "Observed and projected climate shifts 1901-2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification," *Meteorol. Zeitschrift*, vol. 19, no. 2, pp. 135-141, 2010.
- [5] C. Perpiñá Castillo, F. Batista e Silva, C. Laval, "An assessment of the regional potential for solar power generation in EU-28," *Energy Policy*, vol. 88, pp. 86-99, 2016.
- [6] S. Rodrigues, M. B. Coelho, P. Cabral, "Suitability Analysis of Solar Photovoltaic farms: A Portuguese Case Study," *Int. J. Renew. Energy Res.*, vol. 7, no. 1, pp. 243-254, 2017.
- [7] A. A. Paulo, R. D. Rosa, L. S. Pereira, "Climate trends and behaviour of drought indices based on precipitation and evapotranspiration in Portugal," *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, vol. 12, pp. 1481-1491, 2012.
- [8] A. Merino, M. L. Martín, S. Fernández-González, J. L. Sánchez, F. Valero, "Extreme maximum temperature events and their relationships with large-scale modes: potential hazard on the Iberian Peninsula," *Theor. Appl. Climatol.*, pp. 1-20, 2017.
- [9] A. M. Ramos, R. M. Trigo, F. E. Santo, "Evolution of extreme temperatures over Portugal: recent changes and future scenarios," *Clim. Res.*, vol. 48, pp. 177-192, 2011.
- [10] R. Moss, M. Babiker, S. Brinkman, E. Calvo, T. Carter, J. Edmonds, I. Elgizouli, S. Emori, L. Erda, K. Hibbard, R. Jones, M. Kainuma, J. Kelleher, J. F. Lamarque, M. Manning, B. Matthews, J. Mehl, L. Meyer, J. Mitchell, N. Nakicenovic, B. O'Neill, R. Pichs, K. Riahi, S. Rose, P. Runci, R. Stouffer, D. van Vuuren, J. Weyant, T. Wilbanks, J. P. van Ypersele, M. Zurek, "Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts and Response Strategies," Technical Summary. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, p. 25, 2008.
- [11] R. G. Allen, L. S. Pereira, D. Raes, M. Smith, "Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage." FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1998.
- [12] D. Guo, S. Westra, H. R. Maier, "An R package for modelling actual, potential and reference evapotranspiration," *Environ. Model. Softw.*, vol. 78, pp. 216-224, 2016.
- [13] UNEP, "World Atlas of Desertification." Edward Arnold, p. 69, 1992.
- [14] E. Xoplaki, J. F. González-Rouco, J. Luterbacher, H. Wanner, "Wet season Mediterranean precipitation variability: influence of large-scale dynamics and trends," *Clim. Dyn.*, vol. 23, pp. 63-78, 2004.
- [15] P. Zdruli, "Land resources of the Mediterranean: Status, pressures, trends and impacts on future regional development," *L. Degrad. Dev.*, vol. 25, no. 4, pp. 373-384, 2014.
- [16] A. N. Nunes, L. Lourenço, "Precipitation variability in Portugal from 1960 to 2011," *J. Geogr. Sci.*, vol. 25, no. 7, pp. 784-800, 2015.
- [17] S. Mourato, M. Moreira, J. Corte-Real, "Interannual variability of precipitation distribution patterns in Southern Portugal," *Int. J. Climatol.*, vol. 30, pp. 1784-1794, 2010.
- [18] J. Corte-Real, B. Qian, H. Xu, "Regional climate change in Portugal: precipitation variability associated with large-scale atmospheric circulation," *Int. J. Climatol.*, vol. 18, pp. 619-635, 1998.
- [19] M. I. P. de Lima, S. C. P. Carvalho, J. L. M. P. de Lima, "Investigating annual and monthly trends in precipitation structure: an overview across Portugal," *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, vol. 10, pp. 2429-2440, 2010.
- [20] J. Huang, H. Yu, X. Guan, G. Wang, R. Guo, "Accelerated dryland expansion under climate change," *Nat. Clim. Chang.*, vol. 6, no. 2, pp. 166-171, 2016.
- [21] A. Dai, "Increasing drought under global warming in observations and models," *Nat. Clim. Chang.*, vol. 3, no. 1, pp. 52-58, 2013.