

ÁREA FLORESTAL DE SINES

CLIMA

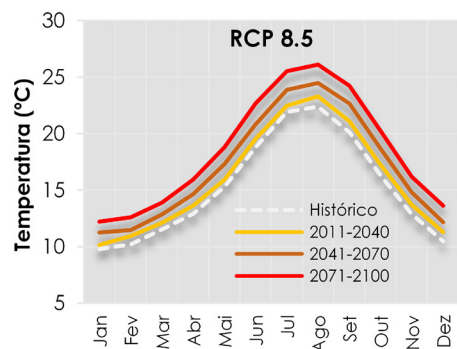
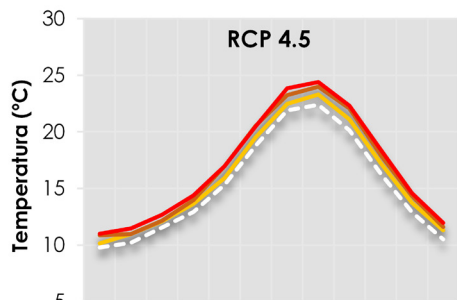
O clima da região que envolve a “Área Florestal de Sines” é identificado como Csb segundo a classificação climática de Köppen-Geiger [1], ou seja, é caracterizado por temperaturas amenas com verões secos e suaves.

O Alentejo é uma das regiões com maior insolação na Europa, podendo atingir 3200 h de sol por ano e valores de radiação solar global de 1700 kWh/m²/ano [2]. Note, contudo, que a irregularidade do relevo da herdade confere uma distribuição heterogénea da radiação solar à superfície; ver figuras na coluna à direita, designadamente, o ortofotomapa, o mapa orográfico e o mapa da radiação global média anual.

Uma outra variável climática, que oferece um maior desafio na caracterização espacial e temporal, é a precipitação; em particular no sul do país, esta é definida por uma elevada variabilidade intra e interanual [3] [4]. Tendo em conta que a maior parte da precipitação se concentra no outono e inverno, períodos críticos de défice hídrico podem ocorrer na herdade na estação de cultivo, apesar dos eventuais valores anuais elevados. Outro aspeto relevante no contexto dos impactos climáticos são os episódios de precipitação extrema, observados ao longo de todo o país, e que registam tendências (tanto positivas como negativas) altamente variáveis no espaço e no tempo [5] [6]; a sul de Portugal estes eventos são mais frequentes no outono e início do inverno [7].

TEMPERATURA

A temperatura média anual na herdade é cerca de 15°C, variando entre 6 e 29°C, em janeiro e em agosto, respetivamente. Ao longo dos últimos anos é possível observar uma tendência positiva na temperatura média anual; por exemplo, registos de 1941 a 2006, em Alcácer do Sal, Setúbal e Beja, mostram um aumento significativo a uma taxa de ~0.14°C por década [8].



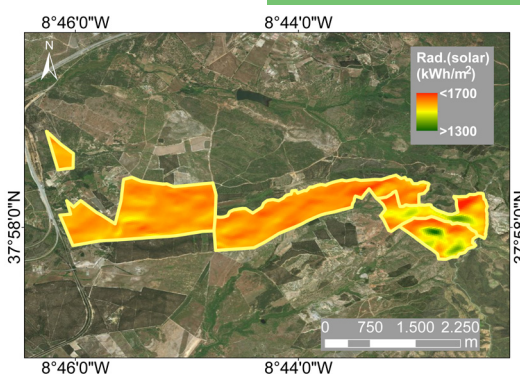
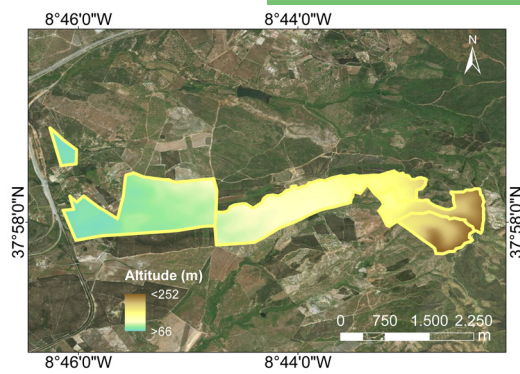
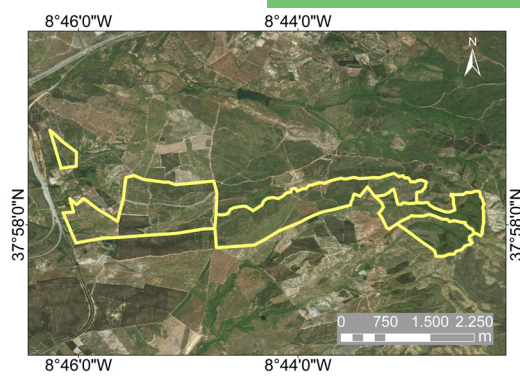
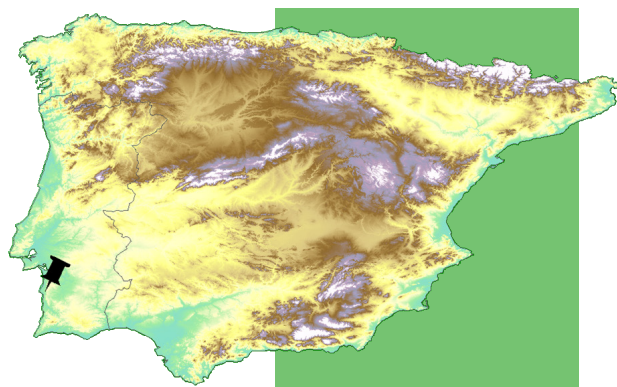
No futuro, as projeções obtidas por modelos climáticos sugerem um aumento ainda mais acentuado. Comparativamente ao período de referência (1971-2000), as anomalias projetadas para a temperatura média anual variam entre +0.7 e +3.3°C até 2100.

Em relação à distribuição mensal estimada (ver figura à esquerda), agosto continuará a ser o mês mais quente, logo seguido por julho; por outro lado, espera-se que janeiro se mantenha como o mês mais frio.

No contexto das alterações climáticas, a análise de eventos extremos de temperatura é também crucial; estudos que consideram tendências passadas e projeções futuras têm alertado para a sua intensificação em

Portugal Continental [9] [10]. Note porém, que o aumento da frequência destes eventos não será uniforme ao longo do ano; de facto, no inverno esperam-se alterações menos expressivas comparativamente com as restantes estações do ano [11]. À escala da herdade, um aumento acentuado da duração das ondas de calor (até +15 dias) é expectável, tal como a redução do número de dias de geada (que podem ser reduzidas a zero).

LOCALIZAÇÃO



PROJEÇÕES CLIMÁTICAS

Variáveis climáticas	Histórico (1971-2000)	Cenários	Anomalias (médias anuais)		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100
Temperatura (°C)	15.2	RCP4.5	+0.7	+1.3	+1.7
		RCP8.5	+0.9	+1.9	+3.3
Temperatura máxima (°C)	19.9	RCP4.5	+0.8	+1.4	+1.7
		RCP8.5	+0.9	+2.0	+3.5
Temperatura mínima (°C)	10.6	RCP4.5	+0.7	+1.2	+1.6
		RCP8.5	+0.8	+1.8	+3.1
Duração média das ondas de calor (dias)	13	RCP4.5	+6	+6	+9
		RCP8.5	+2	+12	+15
Número de dias com elevadas temperaturas (T max. >= 35°C)	5	RCP4.5	+2	+6	+6
		RCP8.5	+2	+6	+13
Número de dias de geada (T min. < 0°C)	1	RCP4.5	0	-1	-1
		RCP8.5	0	-1	-1
Precipitação total (mm)	822	RCP4.5	-44	-71	-63
		RCP8.5	-74	-91	-166
Número de dias de chuva (Pr > 1mm)	83	RCP4.5	-9	-9	-10
		RCP8.5	-10	-11	-14
Humidade relativa (%)	75	RCP4.5	-0.1	-0.9	-0.5
		RCP8.5	-0.5	-0.7	-1.4
Anomalias (médias mensais)					
Temperatura máxima de agosto (°C)	28.6	RCP4.5	+1.0	+1.7	+2.1
		RCP8.5	+1.0	+2.1	+3.7
Temperatura mínima de janeiro (°C)	6.3	RCP4.5	+0.3	+1.2	+1.2
		RCP8.5	+0.7	+1.5	+2.3

💡 **Projeções climáticas** | Respostas simuladas do sistema climático para cenários futuros de emissões ou de concentrações de gases de efeito estufa e aerossóis, ou cenários de forçamento radiativo, geralmente obtidos a partir de modelos climáticos [12].

💡 **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 [12].

Este estudo usou dois *Representative Concentration Pathways (RCPs)* (trajetórias plausíveis que levariam a uma evolução do forçamento radiativo até a um determinado nível em 2100): **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 [13].

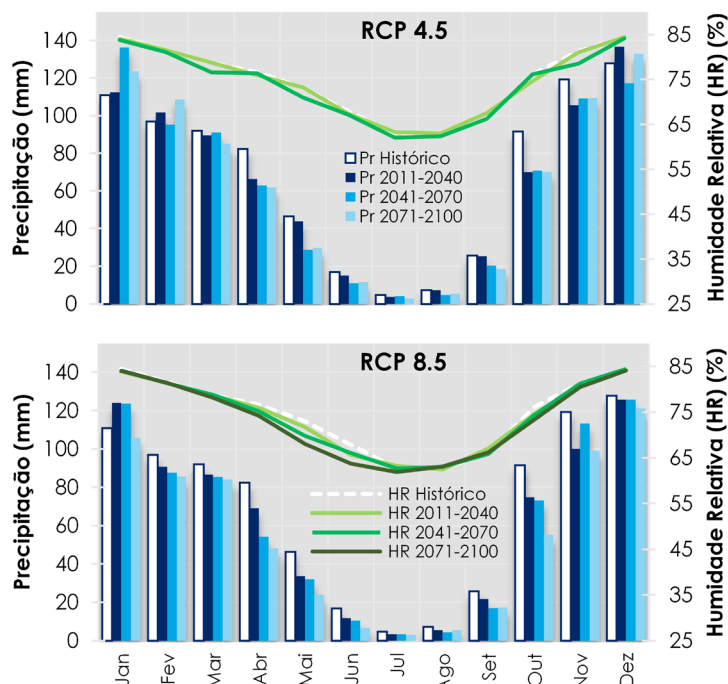
💡 **Ondas de calor** | Período de pelo menos 6 dias consecutivos em que a temperatura máxima diária é superior em 5°C ao valor médio diário no período de referência [14].

PRECIPITAÇÃO

A herdade recebe uma precipitação acumulada de cerca de 820 mm por ano. Ao longo das últimas décadas é possível observar um decréscimo da precipitação média anual por todo o país [15]. Relativamente às tendências mensais, vários estudos têm identificado na região sul, um padrão comum, em que a primavera, especialmente março, apresenta um decréscimo significativo da precipitação [16] [17]; por outro lado, em outubro é observada uma tendência positiva apesar de ser menos evidente [8] [18].

Para o futuro, os modelos climáticos também projetam uma redução da quantidade média anual acumulada. Até ao final do século, o decréscimo pode chegar a cerca de 170 mm, e sofrer uma redução anual de até 14 dias de chuva.

As estimativas mensais não mostram uma tendência clara, i.e. tendências positivas são alternadas por negativas dependendo do cenário e períodos temporais considerados (ver figura à direita). Contudo, encarados a uma escala sazonal, os resultados sugerem uma redução generalizada da precipitação da primavera ao outono, enquanto no inverno as flutuações entre aumentos, mas também diminuições da precipitação, apontam para quantidades acumuladas próximas das atuais.



Esta ficha informativa sobre o clima da “Área Florestal de Sines” apresenta uma visão geral de possíveis alterações projetadas para determinadas variáveis climáticas e intervalos de tempo selecionados. Todas as anomalias têm por base o período de referência de 1971 a 2000. A magnitude das potenciais alterações climáticas futuras é ponderada de acordo com toda a extensão da área de estudo.

A informação é obtida a partir de *ensembles* de Modelos Regionais Climáticos (RCMs), os quais foram utilizados no AR5 (5º Relatório de Avaliação) do IPCC. Estes RCMs (designadamente CLMcom-CCLM4-8-17, SMHI-RCA, DMI-HIRHAM, KNMI-RACMO22 e IPSL-INERIS-WRF331F) foram forçados por diferentes Modelos Climáticos Globais (GCMs) (designadamente CNRM-CERFACS-CNRM-CM, ICHEC-EC-EARTH, IPSL-IPSL-CM5A-MR, e MPI-M-MPI-ESM-LR) envolvendo, portanto, uma variedade de instituições, parâmetros, e sensibilidades climáticas. As simulações têm uma elevada resolução horizontal, i.e. $0.11^\circ \times 0.11^\circ$ (~12.5 km) e são posteriormente interpoladas para a herdade. Para mais informações sobre os modelos climáticos, por favor consultar as páginas web em <http://www.cordex.org>, e <http://portaldo clima-dev.ipma.pt/en/>.

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] 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.
- [2] 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.
- [3] R. M. Trigo, C. C. DaCamara, “Circulation weather types and their influence on the precipitation regime in Portugal,” *Int. J. Climatol.*, vol. 20, pp. 1559–1581, 2000.
- [4] D. S. Martins, T. Raziei, A. A. Paulo, L. S. Pereira, “Spatial and temporal variability of precipitation and drought in Portugal,” *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, vol. 12, pp. 1493–1501, 2012.
- [5] S. Bartolomeu, M. J. Carvalho, M. Marta-Almeida, P. Melo-Gonçalves, A. Rocha, “Recent trends of extreme precipitation indices in the Iberian Peninsula using observations and WRF model results,” *Phys. Chem. Earth*, vol. 94, pp. 10–21, 2016.
- [6] R. M. Durão, M. J. Pereira, A. C. Costa, J. Delgado, G. del Barrio, A. Soares, “Spatial-temporal dynamics of precipitation extremes in southern Portugal: a geostatistical assessment study,” *Int. J. Climatol.*, vol. 30, no. 10, pp. 1526–1537, 2010.
- [7] M. Fragoço, P. Tildes Gomes, “Classification of daily abundant rainfall patterns and associated large-scale atmospheric circulation types in Southern Portugal,” *Int. J. Climatol.*, vol. 28, no. 4, pp. 537–544, Mar. 2008.
- [8] 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.
- [9] 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, Jul. 2017.
- [10] 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, Aug. 2011.
- [11] C. Andrade, H. Fraga, J. A. Santos, “Climate change multi-model projections for temperature extremes in Portugal,” *Atmos. Sci. Lett.*, vol. 15, pp. 149–156, 2014.
- [12] 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.
- [13] 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. Meehl, 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.
- [14] World Meteorological Organization, “Report on the Activities of the Working Group on Climate Change Detection and related rapporteurs 1998-2001, WCDMP-47, WMO/TD-No.1071,” 2001.
- [15] A. N. Nunes, L. Lourenço, “Precipitation variability in Portugal from 1960 to 2011,” *J. Geogr. Sci.*, vol. 25, no. 7, pp. 784–800, 2015.
- [16] 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.
- [17] 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, May 1998.
- [18] 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.