

Iceland
Liechtenstein
Norway grants

EMAAC

Estratégia Municipal

ADAPTAÇÃO ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

Concelho de Almodôvar

Vulnerabilidades

Climáticas Futuras

Agosto de 2021

Município de Almodôvar

Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas de Almodôvar – EMAAC Almodôvar

Vulnerabilidades Climáticas Futuras

O presente documento foi elaborado no âmbito do desenvolvimento da “Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas de Almodôvar – EMAAC Almodôvar” e corresponde ao Relatório de “Vulnerabilidades Climáticas Futuras”, identificado como R03 na proposta de trabalhos.



Sociedade Portuguesa da Inovação

Agosto 2021

PR-04364

ÍNDICE

1. Introdução	1
1.1. Breve Enquadramento.....	1
1.2. Síntese do Relatório Anterior	6
2. CENARIZAÇÃO CLIMÁTICA	8
2.1. Cenários Climáticos a Nível Global	8
2.2. Metodologia Adotada.....	8
2.3. Anomalias de Temperatura	11
2.4. Anomalias de Precipitação	17
2.5. Novos Climas	20
2.6. Velocidade de Alteração Climática	21
2.7. Eventos Extremos de Temperaturas	21
2.8. Eventos Extremos de Precipitação.....	22
2.9. Síntese	24
3. Vulnerabilidades Climáticas Futuras	27
3.1. Introdução	27
3.2. Análise Setorial – Saúde e Qualidade de Vida.....	30
3.3. Análise Setorial – Economia.....	33
3.4. Análise Setorial – Ambiente	48
3.5. Análise Setorial – Habitação e Infraestruturas	59
4. Avaliação do Risco Climático	72
Anexo - Reuniões Realizadas com Entidades	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Baixo Alentejo.	2
Figura 2. Etapas da elaboração da EMAAC Almodôvar.	4
Figura 3. Modelo de organização temática dos trabalhos da EMAAC Almodôvar.	5
Figura 4. Capa e índice do Relatório de Vulnerabilidades Climáticas Atuais (R02).	6
Figura 5. Evolução da temperatura mínima anual (em média) até final do Séc. XXI de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5, em relação ao período de referência (1970-1999) para a região do Baixo Alentejo.	12
Figura 6. Evolução da temperatura média anual (em média) até final do Séc. XXI de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5, em relação ao período de referência (1970-1999) para a região do Baixo Alentejo.	13
Figura 7. Evolução da temperatura máxima anual (em média) até final do Séc. XXI de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5, em relação ao período de referência (1970-1999) para a região do Baixo Alentejo.	14
Figura 8. Projeção e evolução das anomalias de temperatura mínima anual (em média) até final do Séc. XXI de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5, em relação ao período de referência (1970-1999) para a região do Baixo Alentejo, com destaque para o Município de Almodôvar.	16
Figura 9. Projeção e evolução das anomalias de temperatura máxima anual (em média) até final do Séc. XXI de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5, em relação ao período de referência (1970-1999) para a região do Baixo Alentejo, com destaque para o Município de Almodôvar.	16
Figura 10. Evolução da precipitação mínima anual (em média) até final do Séc. XXI de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5, em relação ao período de referência (1970-1999) para a região do Baixo Alentejo.	17
Figura 11. Evolução da precipitação média anual (em média) até final do Séc. XXI de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5, em relação ao período de referência (1970-1999) para a região do Baixo Alentejo.	18
Figura 12. Evolução da precipitação máxima anual (em média) até final do Séc. XXI de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5, em relação ao período de referência (1970-1999) para a região do Baixo Alentejo.	18
Figura 13. Projeção e evolução das anomalias de precipitação média anual até final do Séc. XXI de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5, em relação ao período de referência (1970-1999) para a região do Baixo Alentejo, com destaque para o Município de Almodôvar.	20
Figura 14. Projeção e evolução da emergência de novos climas até final do Séc. XXI com base na similaridade do clima futuro em relação ao período de referência, segundo os RCP 4.5 e RCP 8.5 para a região do Baixo Alentejo, com destaque para o Município de Almodôvar.	20
Figura 15. Projeção e evolução da velocidade de alteração climática anual até final do Séc. XXI em relação ao período de referência (1970-1999), de acordo com os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 para a região do Baixo Alentejo, com destaque para o Município de Almodôvar.	21
Figura 16. Impactos negativos diretos e indiretos das alterações climáticas no Município de Almodôvar. ..	28
Figura 17. Fatores através dos quais as alterações climáticas afetam a saúde humana.	30
Figura 18. Culturas agrícolas predominantes em Almodôvar: a) Culturas forrageiras, b) Cereais para grão, c) Prados temporários, d) Olival, e) Frutos frescos e f) Frutos de casca rija.	34
Figura 19. Montado.	35

Figura 20. Alteração da riqueza potencial de anfíbios em dois períodos temporais (2021-2050 e 2051-2080) e segundo dois cenários de emissões (BAMBU e GRAS), relativamente ao período de referência (1961-1990) para a região do Baixo Alentejo, com destaque para o Município de Almodôvar.	51
Figura 21. Alteração da riqueza potencial de répteis em dois períodos temporais (2021-2050 e 2051-2080) e segundo dois cenários de emissões (BAMBU e GRAS), relativamente ao período de referência (1961-1990) para a região do Baixo Alentejo, com destaque para o Município de Almodôvar.	52
Figura 22. Alteração da riqueza potencial de aves em dois períodos temporais (2021-2050 e 2051-2080) e segundo dois cenários de emissões (BAMBU e GRAS), relativamente ao período de referência (1961-1990) para a região do Baixo Alentejo, com destaque para o Município de Almodôvar.	54
Figura 23. Alteração da riqueza potencial de mamíferos em dois períodos temporais (2021-2050 e 2051-2080) e segundo dois cenários de emissões (BAMBU e GRAS), relativamente ao período de referência (1961-1990) para a região do Baixo Alentejo, com destaque para o Município de Almodôvar.	55
Figura 24. <i>Triglochin laxiflora</i> (Junquinho-dos-breijos)	56
Figura 25. Habitações típicas do Município de Almodôvar.	59
Figura 26. Evolução dos acessos telefónicos por 100 habitantes.	67
Figura 27. Matriz aplicada na avaliação de risco.	73
Figura 28. Matriz de avaliação de risco atual.....	74
Figura 29. Matriz de avaliação de risco futuro	74

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Estatísticas descritivas para as anomalias de temperaturas mínima, média e máxima anuais (°C), de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5 até finais do Século XXI, em relação a 1970-1999 para a região do Baixo Alentejo.....	13
Tabela 2. Média das anomalias de temperaturas mínima, média e máxima anuais (°C), de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5 até finais do Século XXI para o Município de Almodôvar	15
Tabela 3. Estatísticas descritivas das anomalias de precipitação média anual (mm/ano), de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5 até finais do Século XXI para a região do Baixo Alentejo	19
Tabela 4. Média das anomalias de precipitação média anual (mm/ano), de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5 até finais do Século XXI para o Município de Almodôvar	19
Tabela 5. Índice sazonal de dias quentes (em média), com temperatura máxima superior a 25°C, na primavera e no verão, de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5 até finais do Século XXI para a região do Baixo Alentejo.....	22
Tabela 6. Índice sazonal de dias secos (em média), consecutivos, com precipitação diária inferior a 1 mm, no outono, inverno e primavera, de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5 até finais do Século XXI para a região do Baixo Alentejo	23
Tabela 7. Principais impactos potenciais expectáveis para áreas de pastagens, decorrentes das alterações climáticas conjeturadas para o Município de Almodôvar	37
Tabela 8. Principais impactos potenciais expectáveis para as áreas agrícolas de cerealicultura decorrentes das alterações climáticas conjeturadas para o Município de Almodôvar	38
Tabela 9. Principais impactos potenciais expectáveis para a olivicultura, decorrentes das alterações climáticas conjeturadas para o Município de Almodôvar	39
Tabela 10. Principais impactos potenciais expectáveis para a fruticultura, decorrentes das alterações climáticas conjeturadas para o Município de Almodôvar	40
Tabela 11. Atividade industrial no Município de Almodôvar (Empresas por Divisão - CAE Rev. 3)	43
Tabela 12. Alterações na composição de espécies (“Turnover”) de anfíbios, répteis, aves e mamíferos em termos absolutos (n - nº de espécies “ganhadoras” e “perdedoras”) e percentuais (% , relativas a N), para dois períodos temporais, e segundo dois cenários de emissões, para a região do Baixo Alentejo	51
Tabela 13. Impactos potenciais do cenário climático futuro do Município de Almodôvar nas infraestruturas de transporte.....	63
Tabela 14. Impactos potenciais dos cenários climáticos futuros para o Município de Almodôvar nas infraestruturas de comunicação.....	70
Tabela 15. Frequência de ocorrência dos eventos climáticos e consequência dos seus impactos nos cenários climáticos atual e futuro.....	73
Tabela 16. Reuniões realizadas com entidades	77

INTRODUÇÃO

1

1. Introdução

1.1. Breve Enquadramento

Segundo o Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (IPCC)¹, a vulnerabilidade consiste na propensão ou predisposição que determinado elemento ou conjunto de elementos possuem para serem impactados negativamente. A vulnerabilidade agrega uma variedade de conceitos, incluindo a exposição, a suscetibilidade, a severidade, a capacidade para lidar com as adversidades e a capacidade de adaptação. A vulnerabilidade climática considera os impactos possíveis causados pela combinação da exposição ao clima, da sensibilidade dos territórios e dos seus agentes, assim como da respetiva capacidade de adaptação.

Vários estudos indicam que Portugal se encontra entre os países europeus com maior vulnerabilidade relativamente aos impactos das alterações climáticas na sociedade, na economia e nos ecossistemas². Tendo isso em consideração, nos últimos anos tem vindo a ser promovido um processo com vista a reforçar as capacidades de adaptação do País às alterações climáticas. Este processo tem como principal referência a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC 2020)³.

A ENAAC 2020 foi adotada no ano de 2015, assumindo como visão contribuir para um país adaptado aos efeitos das alterações climáticas, através da contínua implementação de soluções baseadas no conhecimento técnico-científico e em boas práticas. Para alcançar a sua visão para Portugal, a ENAAC 2020 assume três objetivos principais:

- Melhorar o nível de conhecimento sobre as alterações climáticas;
- Implementar medidas de adaptação;
- Promover a integração da adaptação em políticas sectoriais.

Adicionalmente, encontra-se atualmente em elaboração o Roteiro Nacional para a Adaptação 2100 (RNA 2100), que irá estabelecer orientações sobre a adaptação às alterações climáticas para o

¹ O Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas foi estabelecido em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial e pelo Programa das Nações Unidas para o Ambiente, com o mandato de avaliar e compilar a informação científica sobre alterações climática; avaliar as respetivas consequências ambientais e socioeconómicas e formular estratégias de resposta.

² Por exemplo, o estudo Global Climate Risk Index 2017, elaborado pela Germanwatch e.V., que analisa até que ponto os diferentes países sofreram impactos de eventos climáticos extremos (tempestades, cheias, ondas de calor, etc.), coloca Portugal em 21.º lugar dos países mais afetados no período 1996-2015. Disponível em <https://germanwatch.org/en/download/16411.pdf>

³ Aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015, de 30 de julho.

planeamento territorial e setorial. A elaboração deste Roteiro é da responsabilidade da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e foi iniciada em 2020, prevendo-se a sua conclusão para 2023.

A nível regional, é de destacar o Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Baixo Alentejo (PIAAC BA) adotado em 2019 pela Comunidade Intermunicipal do Baixo Alentejo (CIMBAL) (Figura 1). Este Plano criou as bases para a elaboração de estratégias municipais e intermunicipais de adaptação às alterações climáticas em todos os municípios do Baixo Alentejo, visando a criação de uma cultura de cooperação entre os vários setores e atores, reforçando dessa forma a resiliência às alterações climáticas do território.

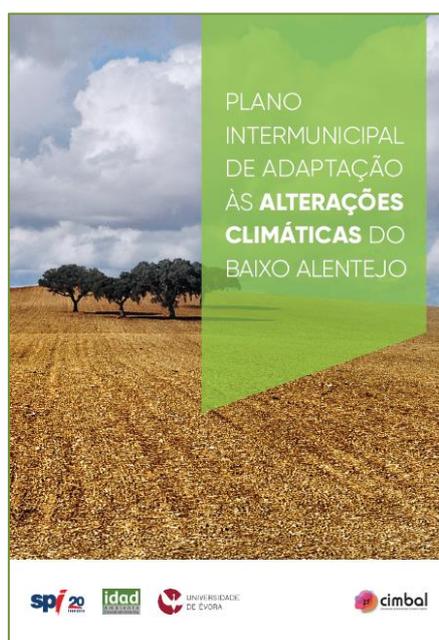


Figura 1. Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Baixo Alentejo.

Tendo em conta a importância global do processo de adaptação às alterações climáticas, o Município de Almodôvar realizou uma candidatura ao Programa EEA Grants, através do Aviso do Concurso “*Small Grant Scheme #3 – Projetos para reforçar a adaptação às alterações climáticas a nível local*”, para a elaboração da “Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas de Almodôvar – EMMAC Almodôvar”.

Com a elaboração da EMAAC Almodôvar pretende-se criar as condições para que o território e os seus agentes estejam mais preparados para os efeitos decorrentes das alterações climáticas. Para a concretização deste objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar um diagnóstico detalhado à escala concelhia, aprofundando o conhecimento sobre as vulnerabilidades locais atuais e futuras em matéria de alterações climáticas e identificando o seu caráter endógeno ou exógeno;

- Promover a participação e mobilização da comunidade local e de entidades estratégicas da esfera da ciência, política, sociedade, economia, cultura e ambiente, nomeadamente através do envolvimento, comunicação e interlocução com atores-chave e com a população em geral, no sentido de sensibilizar e corresponsabilizar para a elaboração e posterior implementação da Estratégia;
- Identificar e apoiar na seleção de opções e respetivas medidas de adaptação, tendo por base um conjunto de critérios, de forma a serem identificadas as opções prioritárias a implementar, alinhadas com os instrumentos de planeamento estratégico de escala supramunicipal, dos quais se destacam:
 - Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Baixo Alentejo (PIAAC BA);
 - Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas 2020 (ENAAC 2020);
 - Programa de Ação para a Adaptação às Alterações Climáticas (P-3AC);
 - Estratégia Europeia de Adaptação às Alterações Climáticas;
- Concretizar e detalhar as opções, medidas e ações concretas de adaptação aos impactos climáticos mais relevantes e apoiar na identificação dos meios operacionais e enquadramento financeiro necessários;
- Apoiar a integração das opções de adaptação nas atividades correntes e políticas/instrumentos de gestão das entidades locais, nomeadamente do município e outras entidades do concelho (integração da adaptação nos instrumentos de gestão territorial e demais instrumentos de planeamento e gestão à escala local);
- Definir ações de monitorização e atualização da Estratégia garantindo a adequação da metodologia e das ações adotadas a possíveis novos contextos;
- Apoiar a comunicação e capacitação das entidades locais e comunidade para a operacionalização das ações e medidas.

Os trabalhos aqui apresentados têm como base a metodologia de Apoio à Decisão em Adaptação Municipal (ADAM) desenvolvida no âmbito do projeto ClimAdaPT.Local⁴ a partir do modelo estabelecido pelo Programa do Reino Unido para os Impactos Climáticos (*UKCIP Adaptation Wizard*).

⁴ ClimAdaPT.Local: <http://climadapt-local.pt/>

Note-se que o ClimAdaPT.Local foi um projeto-piloto desenvolvido em 2015-2016, que teve como objetivo iniciar em Portugal um processo contínuo de elaboração de Estratégias Municipais de Adaptação às Alterações Climáticas (EMAAC) e a sua integração nas ferramentas de planeamento municipal. O projeto envolveu um total de 26 municípios a nível nacional.

Assim sendo, para a elaboração da EMAAC Almodôvar foram definidas as seguintes cinco Etapas distintas (Figura 2):

- **ETAPA 1.** Aprofundamento Metodológico e Identificação de Atores;
- **ETAPA 2.** Identificação de Vulnerabilidades Atuais;
- **ETAPA 3.** Identificação de Vulnerabilidades Futuras;
- **ETAPA 4.** Definição de Opções / Medidas de Adaptação;
- **ETAPA 5.** Operacionalização da Estratégia.



Figura 2. Etapas da elaboração da EMAAC Almodôvar.

O presente Relatório de Vulnerabilidades Futuras do Território apresenta os principais resultados da Etapa 3. Esta Etapa tem como objetivos perceber as vulnerabilidades futuras do Município de Almodôvar às alterações climáticas através do desenvolvimento de cenários climáticos e da análise de quatro grandes áreas. Estas quatro grandes áreas traduzem as áreas de competência

nas quais o Município de Almodôvar poderá ter uma intervenção mais concreta na promoção da adaptação local às alterações climáticas (Figura 3).



Figura 3. Modelo de organização temática dos trabalhos da EMAAC Almodôvar.

Deste modo, este Relatório apresenta de forma sistematizada os cenários climáticos previstos para o Município de Almodôvar, assim como os respetivos impactos / consequências nos setores acima referidos. Para além da presente introdução, o relatório encontra-se estruturado através dos seguintes capítulos:

- **Capítulo 2 “Cenarização Climática”**, no qual se identificam os cenários climáticos previstos para o Município de Almodôvar, decorrente das alterações climáticas, sobretudo no que diz respeito ao nível da temperatura e precipitação;
- **Capítulo 3 “Vulnerabilidades Climáticas Futuras”**, no qual se descrevem os impactos dos eventos climáticos extremos registados no Município de Almodôvar e se analisa de que forma poderão afetar as áreas da ‘Saúde e Qualidade de Vida’, ‘Economia’, ‘Ambiente’ e ‘Habitação e Infraestruturas’;
- **Capítulo 4 “Avaliação do Risco Climática”**, no qual se analisam os riscos decorrentes das alterações climáticas;

1.2. Síntese do Relatório Anterior

O presente Relatório de Vulnerabilidades Climáticas Futuras (R03) foi elaborado tendo em conta o Relatório anterior, que consistiu num detalhado trabalho de diagnóstico que deu origem a um documento autónomo (Figura 4). Nesse documento, foram analisadas as características gerais do território, bem como as vulnerabilidades climáticas mais frequentes e a capacidade de resposta a essas mesmas vulnerabilidades. Neste âmbito, importa realçar a análise que se realizou no que diz respeito à ocorrência de eventos extremos de precipitação excessiva, ondas de calor, seca, vento forte, geada e neve e partículas e poeiras através da compilação de diferentes fontes de informação.



Figura 4. Capa e índice do Relatório de Vulnerabilidades Climáticas Atuais (R02).

Os resultados demonstram uma ocorrência frequente de eventos extremos ao longo de um período de 15 anos no território, com consequências a vários níveis. Destaca-se a ocorrência de ondas de calor e períodos de seca extrema, provocando danos para a saúde humana, incêndios, alteração nos ecossistemas e danos para as cadeias de produção.

O presente documento servirá para entender de que forma os eventos extremos se irão manifestar no futuro através de cenarizações climáticas (Capítulo 2), impactando sobre diferentes setores (Capítulo 3).

CENARIZAÇÃO CLIMÁTICA

2

2. Cenarização Climática

2.1. Cenários Climáticos a Nível Global

Segundo o Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (IPCC), Portugal apresenta uma forte vulnerabilidade face aos impactos das alterações climáticas. Tais alterações têm origem antropogénica, associadas à emissão de gases de efeitos de estufa (GEE) e tenderão a acentuar-se até final do século XXI.

Para além do aumento das temperaturas, existe probabilidade de aumento de eventos extremos de ondas de calor e decréscimo da frequência de extremos de frios. Quanto à precipitação, prevê-se que os níveis de precipitação média anual tendam a diminuir em grande parte das regiões secas situadas a latitudes médias. Também os eventos extremos de precipitação tenderão a ser mais frequentes e intensos nas áreas continentais situadas a latitudes médias.

Neste âmbito, é de realçar o Município de Almodôvar que é particularmente quente e seco e acarreta igualmente consequências. Tais consequências abrangem a 'Saúde e Qualidade de Vida', a 'Economia', o 'Ambiente' e a 'Habitação e Infraestruturas', conforme será analisado no capítulo 3.

Para entender quais as vulnerabilidades climáticas a ocorrer no futuro particularmente no Município de Almodôvar, serão aqui apresentados cenários climáticos⁵, descritos nos subcapítulos seguintes.

2.2. Metodologia Adotada

A análise das alterações climáticas a partir de modelos climáticos constitui a principal ferramenta para investigar a resposta do sistema climático a diferentes tipos de trajetória de forçamento radioativo, subjacentes a diferentes alterações naturais e/ou antropogénicas. Neste sentido, a elaboração de projeções climáticas, para diferentes resoluções temporais e espaciais, pressupõe o recurso a cenários de emissões de GEE como dados de entrada dos modelos climáticos, os quais se denominam de *Representative Concentration Pathways* (RCP). Tais cenários representam possíveis evoluções socioeconómicas e respetivas emissões de GEE (IPCC, 2013).

Por conseguinte, com o objetivo de avaliar a evolução do clima ao longo do século atual para o Município de Almodôvar, o estudo dirigido neste âmbito inclui dados climáticos passados

⁵ O capítulo 2 tem em conta os cenários climáticos desenvolvidos no âmbito do Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Baixo Alentejo, uma vez que o Município de Almodôvar se insere na mesma região.

(históricos ou de referência) e dados de projeções futuras do IPCC AR5, nomeadamente os gerados a partir de simulações realizadas no âmbito do projeto CORDEX, para o domínio europeu (Euro-CORDEX11)⁶. Estes dados resultam de modelos climáticos regionais (RCM) determinados a partir do forçamento de modelos climáticos globais (GCM), que permitem que se trabalhe a uma escala mais fina e, portanto, com maior detalhe.

Neste sentido, por forma a satisfazer o quadro temporal e analítico subjacente à caracterização climática do Município de Almodôvar até final do Séc. XXI, selecionaram-se dois modelos regionalizados a partir de dois modelos globais distintos, nomeadamente:

- O RCM *RACMO22E*, forçado pelo GCM *ICHEC-EC-EARTH*, proveniente do Royal Netherlands Meteorological Institute (Holanda), disponibilizando dados diários, e
- O RCM *RCA4*, forçado pelo GCM *CNRM-CERFACS-CNRM-CM5*, proveniente do Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Rossby Centre (Suécia), disponibilizando dados mensais.

Com vista a estabelecer comparações entre o passado e o futuro climático, optou-se por subdividir a série temporal de dados num período de referência de três períodos futuros. Cada um destes períodos é definido por médias referentes a um intervalo de 30 anos consecutivos, correspondente ao número de anos considerado suficiente e adequado para definir um clima local, sendo recomendado pelo IPCC. Por conseguinte, estabeleceram-se os seguintes períodos de trinta anos:

- **Período de referência** - de Janeiro de **1970** a Dezembro de **1999**,
- **Período futuro 1** - de Janeiro de **2006** a Dezembro de **2035**,
- **Período futuro 2** - de Janeiro de **2036** a Dezembro de **2065** e,
- **Período futuro 3** - de Janeiro de **2066** a Dezembro de **2095**.

Ademais, dos quatro cenários de emissão (RCP) constantes no relatório AR5 do IPCC, foram selecionados dois, correspondentes aos tipicamente utilizados nesta linha de trabalho e investigação, em concreto:

- O **RCP 4.5** - cenário mais moderado, representado por uma trajetória de aumento da concentração de CO₂ atmosférico até 520 ppm em 2070, aumentando de forma mais lenta até ao final do século XXI, e

⁶ Disponíveis através do portal *Climate4impact* (<https://climate4impact.eu/impactportal/general/index.jsp>).

- O **RCP 8.5** - cenário mais extremo, representado por uma trajetória de crescimento semelhante ao RCP4.5 até meio do século, seguida de um aumento rápido e acentuado, atingindo uma concentração de CO₂ de 950 ppm no final do século XXI.

As simulações conduzidas no âmbito do projeto Euro-CORDEX11 estão disponíveis a uma resolução espacial de 0,11° (aprox. 12,5 km), e a diferentes resoluções temporais, nomeadamente horal, diária e mensal, abrangendo diferentes parâmetros ou variáveis climáticas. Assim, com vista ao tratamento estatístico conducente à caracterização do clima em Almodôvar, consideraram-se entre as demais disponíveis, as seguintes variáveis:

- **Precipitação (kg/m²/s)**, resolução temporal diária e mensal, unidades originais convertidas em mm/ano,
- **Temperatura mínima (K)**, resolução temporal diária e mensal, unidades originais convertidas em grau celsius (°C),
- **Temperatura média (K)**, resolução temporal mensal, unidades originais convertidas em °C,
- **Temperatura máxima (K)**, resolução temporal diária e mensal, unidades originais convertidas em °C.

Tendo em conta a informação anterior, procedeu-se ao cálculo de métricas climáticas anuais em cada período, a partir das variáveis mensais precipitação e temperaturas mínima, média e máxima. Adicionalmente, determinaram-se ainda índices climáticos sazonais, igualmente em cada período, a partir das variáveis diárias temperatura máxima e precipitação. Tais medidas permitem caracterizar a magnitude das alterações num determinado local ou região, quantificando de que forma os valores climáticos médios se alteram ao longo das várias unidades espaciais (quadrículas) que compõem uma determinada região, e ao longo do tempo.

Em concreto, as métricas em causa integram anomalias climáticas, de precipitação e temperatura (mínima, média e máxima), calculadas à escala do concelho. Por anomalia climática entende-se a diferença no valor de uma variável climática num dado período futuro, relativamente ao período de referência considerado. Assim, por exemplo, considerando a temperatura mínima anual observada entre 1970 e 1999 (i.e., no período de referência), uma anomalia de +2°C relativa a um dado período futuro significa que se prevê um aumento de 2°C na temperatura mínima desse período futuro, em relação ao período de referência.

Além destas, incluíram-se ainda duas métricas denominadas de 'Novos climas' e 'Velocidade de alteração climática'. Por 'Novos climas' entende-se a emergência de novas condições climáticas e mudanças locais nos climas médios em relação ao passado. Neste sentido, a sua determinação resulta do cálculo das distâncias euclidianas entre o tipo de clima futuro, em cada unidade espacial (quadrícula de 0,11° x 0,11°), e o clima de referência disponível em todas as quadrículas da sub-

região, conservando-se a mínima dessas distâncias. Cada quadrícula é representada por um ponto num espaço tridimensional, uma vez que o clima se encontra representado pelas variáveis temperaturas mínima e máxima e precipitação, previamente estandardizadas (média zero e variância 1). Assim, quanto maior o valor obtido menos similar ou semelhante será o clima futuro em relação ao conjunto de climas disponíveis no período de referência.

A métrica ‘Velocidade de alteração climática’ (km/ano) consiste num rácio entre o gradiente climático espacial (km) e o gradiente climático temporal (ano), indicativo da velocidade a que o clima se vai alterando no futuro em relação ao período de referência. A sua determinação envolveu o cálculo de um parâmetro multivariado, uma média dos valores de precipitação, temperaturas máxima e mínima, os quais foram padronizados para variarem entre 0 e 1. O gradiente espacial representa o declive da superfície do parâmetro multivariado entre o período atual (para cada quadrícula) e o parâmetro multivariado futuro numa vizinhança de 3 x 3 quadrículas, das quais é retirada uma média da variação latitudinal com a variação longitudinal. O gradiente temporal expressa-se para cada quadrícula como a variação climática ocorrida num determinado intervalo temporal projetado para o futuro e contabilizado a partir do período de referência.

Adicionalmente, com o propósito de compreender quantitativamente de que forma a temperatura e a precipitação tenderão a comportar-se, sazonalmente, em termos extremos, procedeu-se à seleção e cálculo de índices climáticos sazonais. Salienta-se que a variedade de índices utilizados para estudar fenómenos de eventos extremos é ampla, e a seleção dos mesmos dependerá da sua adequação às características climáticas do território de interesse, bem como dos recursos temporais disponíveis para o seu processamento, cujo caráter é moroso e intensivo.

Nesse sentido, selecionaram-se dois índices climáticos sazonais baseados em frequências absolutas, ou seja, no número de dias caracterizados por valores de temperatura máxima ou precipitação (diárias) inferiores a um valor de corte, por sua vez associado ao fenómeno climático que se pretende estudar. Com efeito, procedeu-se, assim, ao cálculo de um índice de dias quentes, o qual consiste no número médio total de dias com temperaturas máximas superiores a 25°C na primavera (março, abril e maio) e no verão (junho, julho e agosto); bem como ao cálculo de um índice de dias secos, o qual corresponde ao número máximo (médio) de dias consecutivos com precipitação inferior a 1mm, no outono (setembro, outubro e novembro), no inverno (dezembro, janeiro e fevereiro) e na primavera.

2.3. Anomalias de Temperatura

Em termos gerais, tomando os valores médios de temperaturas mínima, média e máxima para os três períodos futuros, e os seus correspondentes no período de referência, verifica-se uma

tendência generalizada de aumento de temperaturas médias anuais para todo o território do Baixo Alentejo.

Com efeito, conforme se pode observar na Figura 5, a temperatura mínima tenderá a subir até final do séc. XXI, tanto no cenário mais moderado (RCP 4.5) como no cenário mais extremo (RCP 8.5). Não obstante, em média e conforme o expectável, tal acréscimo é mais pronunciado neste último, segundo o qual a temperatura mínima anual no final do séc. XXI (aprox. 12,3°C) estará +3,2°C acima da média anual para o período de referência (aprox. 9,1°C).

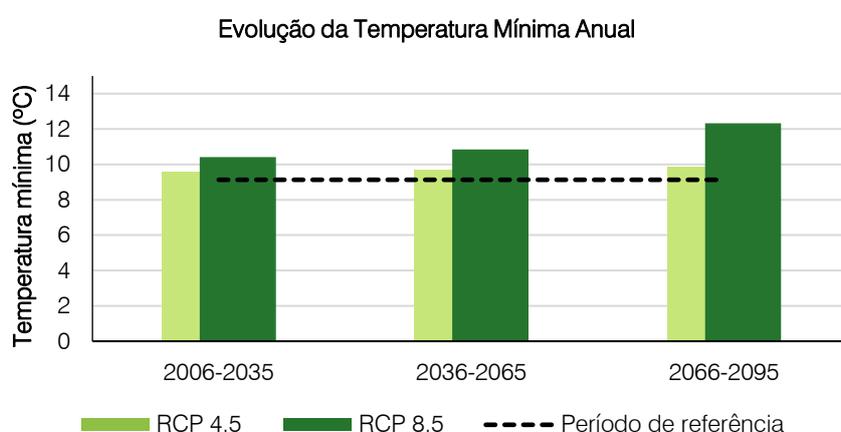


Figura 5. Evolução da temperatura mínima anual (em média) até final do Séc. XXI de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5, em relação ao período de referência (1970-1999) para a região do Baixo Alentejo.

À escala regional, e conforme se pode constatar na Tabela 1, o menor aumento médio de temperatura mínima corresponde ao início do século, sendo este na ordem dos +0,4°C (RCP 4.5), enquanto que o maior aumento médio, na ordem dos +3,2°C (RCP 8.5) corresponde aos finais do século XXI.

Tabela 1. Estatísticas descritivas para as anomalias de temperaturas mínima, média e máxima anuais (°C), de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5 até finais do Século XXI, em relação a 1970-1999 para a região do Baixo Alentejo

	Média	Mínimo	Máximo	Amplitude	Desvio Padrão	Mediana
Temperatura Mínima (°C)						
RCP 4.5 - 2006-2035	0,4	0,4	0,5	0,1	0,0	0,4
RCP 4.5 - 2036-2065	1,3	1,2	1,4	0,2	0,1	1,3
RCP 4.5 - 2066-2095	1,7	1,6	1,8	0,2	0,1	1,7
RCP 8.5 - 2006-2035	0,6	0,5	0,6	0,1	0,0	0,6
RCP 8.5 - 2036-2065	1,7	1,6	1,8	0,2	0,1	1,7
RCP 8.5 - 2066-2095	3,2	3,0	3,4	0,4	0,1	3,2
Temperatura Média (°C)						
RCP 4.5 - 2006-2035	0,4	0,4	0,5	0,1	0,0	0,4
RCP 4.5 - 2036-2065	1,4	1,3	1,5	0,1	0,0	1,4
RCP 4.5 - 2066-2095	1,7	1,6	1,8	0,2	0,0	1,7
RCP 8.5 - 2006-2035	0,5	0,5	0,6	0,1	0,0	0,5
RCP 8.5 - 2036-2065	1,8	1,7	1,8	0,2	0,0	1,8
RCP 8.5 - 2066-2095	3,3	3,1	3,4	0,3	0,1	3,2
Temperatura Máxima (°C)						
RCP 4.5 - 2006-2035	0,5	0,5	0,5	0,1	0,0	0,5
RCP 4.5 - 2036-2065	1,6	1,6	1,7	0,1	0,0	1,6
RCP 4.5 - 2066-2095	1,8	1,8	1,9	0,1	0,0	1,8
RCP 8.5 - 2006-2035	0,5	0,5	0,6	0,1	0,0	0,5
RCP 8.5 - 2036-2065	1,9	1,8	1,9	0,1	0,0	1,9
RCP 8.5 - 2066-2095	3,5	3,4	3,6	0,2	0,0	3,5

O comportamento da temperatura média anual é análogo ao da temperatura mínima anual (Tabela 1 e Figura 6), verificando-se um aumento progressivo até final do século, e mais acentuado no caso do cenário mais extremo.

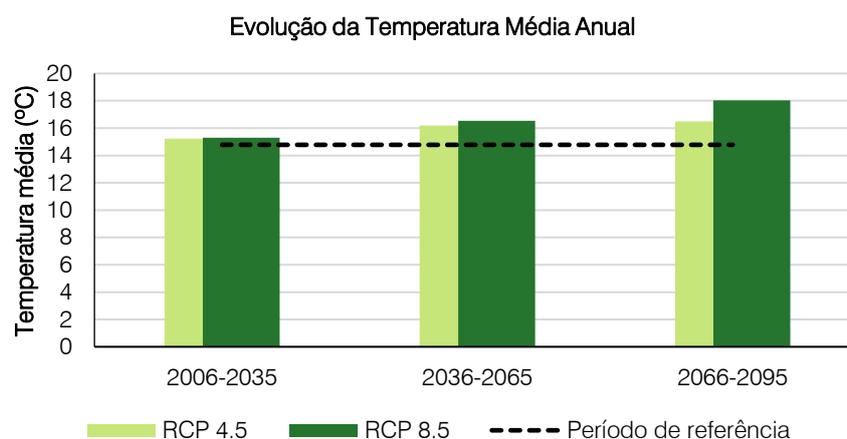


Figura 6. Evolução da temperatura média anual (em média) até final do Séc. XXI de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5, em relação ao período de referência (1970-1999) para a região do Baixo Alentejo.

Relativamente à temperatura máxima anual também se preveem aumentos ao longo do século, sendo que no seu final, e no cenário mais moderado, tais aumentos se traduzem, em média, na ordem dos $+1,8^{\circ}\text{C}$, em relação a 1970-1999 (cuja temperatura média é aprox. $20,7^{\circ}\text{C}$) (Figura 7).

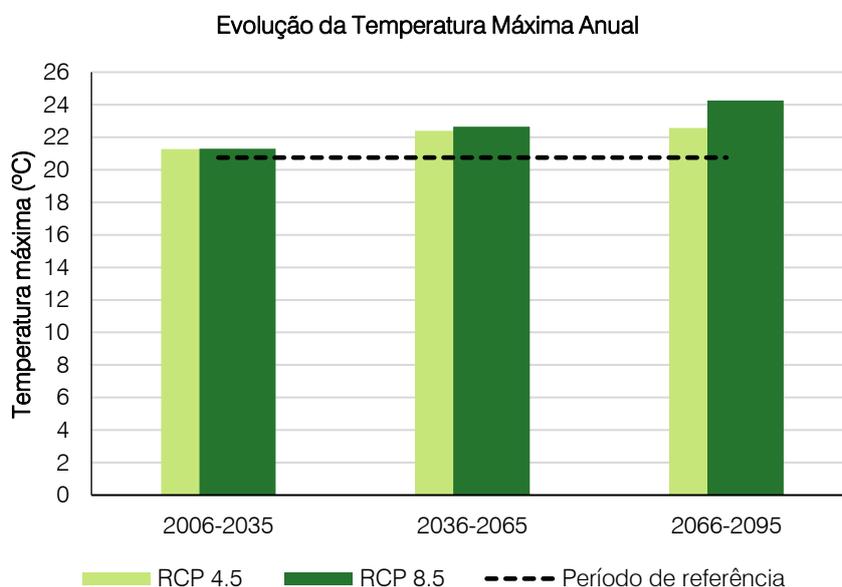


Figura 7. Evolução da temperatura máxima anual (em média) até final do Séc. XXI de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5, em relação ao período de referência (1970-1999) para a região do Baixo Alentejo.

As temperaturas mínimas, médias e máximas no Município de Almodôvar são relativamente semelhantes à escala regional. A temperatura mínima anual aumentará, em média, entre $+0,4^{\circ}\text{C}$ e $+1,6^{\circ}\text{C}$ no RCP 4.5, e entre $+0,5^{\circ}\text{C}$ e $+3,1^{\circ}\text{C}$ no RCP 8.5, desde o início do século até aos seus finais, comparativamente com o período de referência. De forma semelhante, a temperatura máxima anual aumentará, em média, entre $+0,5^{\circ}\text{C}$ e $+1,8^{\circ}\text{C}$ no RCP 4.5, e entre $+0,5^{\circ}\text{C}$ e $+3,5^{\circ}\text{C}$ no RCP 8.5 (Tabela 2).

Tabela 2. Média das anomalias de temperaturas mínima, média e máxima anuais (°C), de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5 até finais do Século XXI para o Município de Almodôvar

	Média
Temperatura Mínima (°C)	
RCP 4.5 - 2006-2035	0,4
RCP 4.5 - 2036-2065	1,2
RCP 4.5 - 2066-2095	1,6
RCP 8.5 - 2006-2035	0,5
RCP 8.5 - 2036-2065	1,7
RCP 8.5 - 2066-2095	3,1
Temperatura Média (°C)	
RCP 4.5 - 2006-2035	0,4
RCP 4.5 - 2036-2065	1,4
RCP 4.5 - 2066-2095	1,7
RCP 8.5 - 2006-2035	0,5
RCP 8.5 - 2036-2065	1,7
RCP 8.5 - 2066-2095	3,2
Temperatura Máxima (°C)	
RCP 4.5 - 2006-2035	0,5
RCP 4.5 - 2036-2065	1,6
RCP 4.5 - 2066-2095	1,8
RCP 8.5 - 2006-2035	0,5
RCP 8.5 - 2036-2065	1,9
RCP 8.5 - 2066-2095	3,5

A projeção e variação espacial das anomalias de temperaturas mínima e máxima anuais, ao longo do século e em relação a 1970-1999, podem ser visualizadas na Figura 8 e na Figura 9, respetivamente. Em tais Figuras pode observar-se que ambos os cenários projetam um aumento de temperaturas no Município de Almodôvar, até final do século XXI.

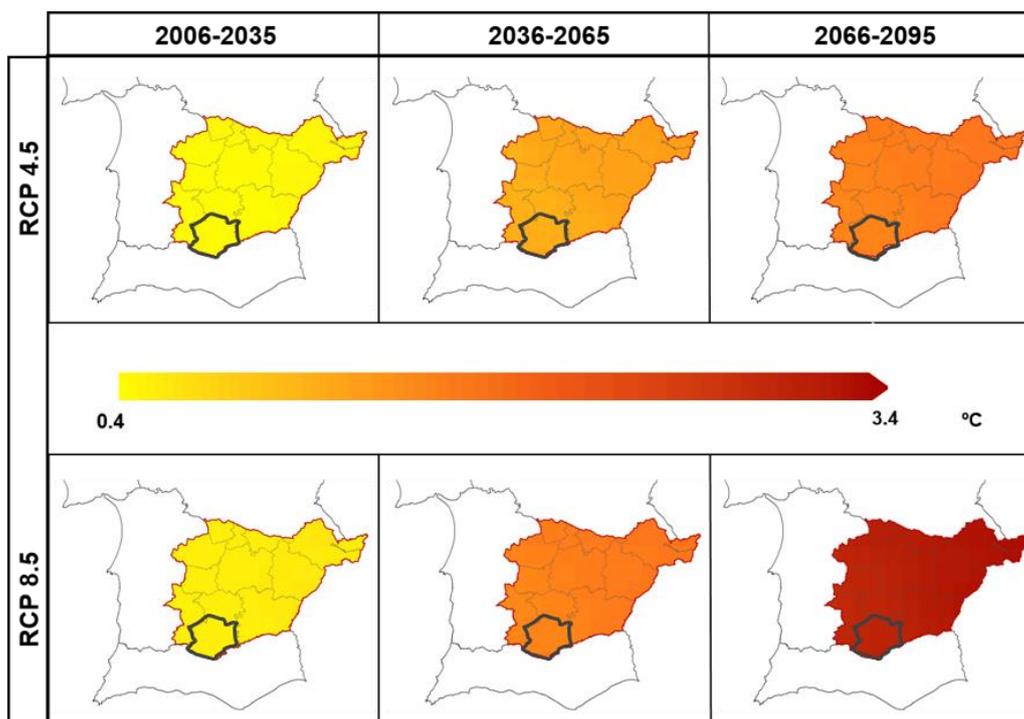


Figura 8. Projeção e evolução das anomalias de temperatura mínima anual (em média) até final do Séc. XXI de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5, em relação ao período de referência (1970-1999) para a região do Baixo Alentejo, com destaque para o Município de Almodôvar.

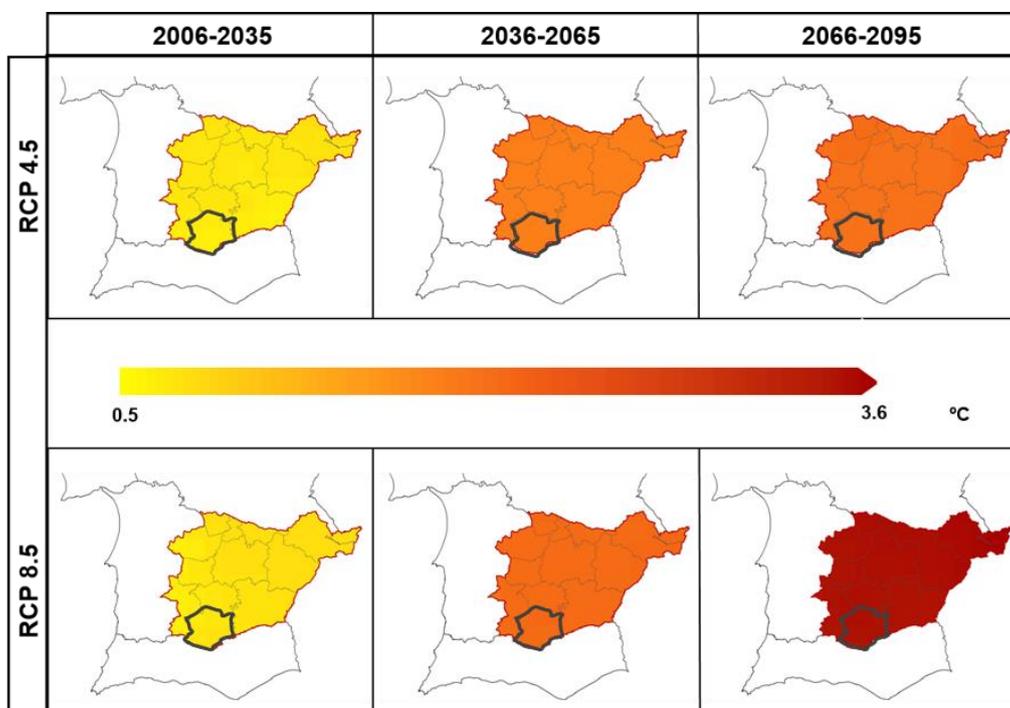


Figura 9. Projeção e evolução das anomalias de temperatura máxima anual (em média) até final do Séc. XXI de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5, em relação ao período de referência (1970-1999) para a região do Baixo Alentejo, com destaque para o Município de Almodôvar.

2.4. Anomalias de Precipitação

Numa perspetiva geral, considerando os valores médios de precipitação anual, para os três períodos futuros, e o seu correspondente no período de referência, verifica-se uma tendência generalizada de diminuição dos níveis de precipitação acumulada para todo o território do Baixo Alentejo até final do século XXI. Não obstante, os resultados apontam para um decréscimo que não ultrapassará os 10% nos finais do século, em relação ao período de referência, e de acordo com o cenário mais extremo.

Conforme se pode observar nas Figura 10, Figura 11 e Figura 12, os valores mínimos, médios e máximos de precipitação acumulada anual, respetivamente, e em média, tenderão a diminuir ao longo do tempo para ambos os cenários climáticos.

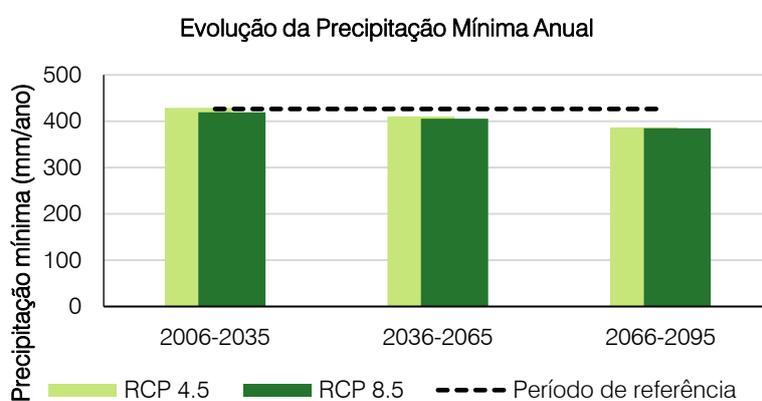


Figura 10. Evolução da precipitação mínima anual (em média) até final do Séc. XXI de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5, em relação ao período de referência (1970-1999) para a região do Baixo Alentejo.

No entanto, no início do século, a média da precipitação anual no cenário mais moderado (equivalente a aprox. 461 mm/ano) apresenta um valor ligeiramente superior ao do período de referência (aprox. 457 mm/ano) (Figura 11).

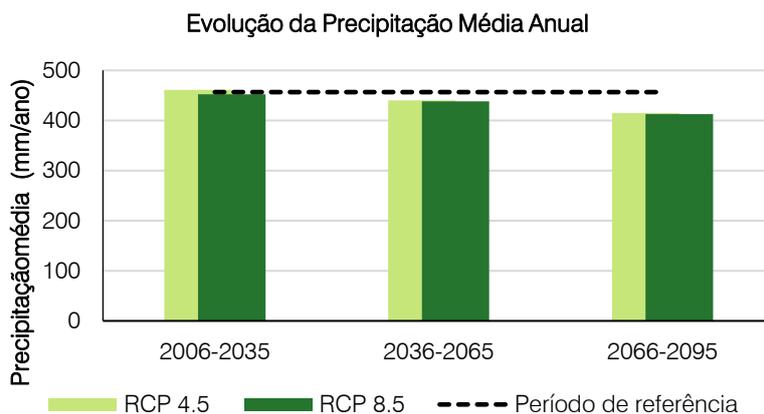


Figura 11. Evolução da precipitação média anual (em média) até final do Séc. XXI de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5, em relação ao período de referência (1970-1999) para a região do Baixo Alentejo.

No cenário mais extremo, e para finais do século, prevê-se que, em média, o valor máximo de precipitação anual caia aproximadamente 10% em relação ao período de referência (Figura 12), o que equivale em média a um decréscimo de aproximadamente 43 mm/ano (Tabela 3).

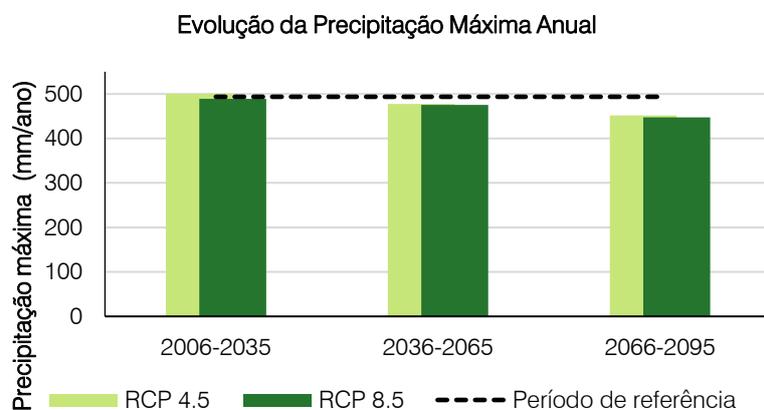


Figura 12. Evolução da precipitação máxima anual (em média) até final do Séc. XXI de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5, em relação ao período de referência (1970-1999) para a região do Baixo Alentejo.

Tabela 3. Estatísticas descritivas das anomalias de precipitação média anual (mm/ano), de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5 até finais do Século XXI para a região do Baixo Alentejo

	Média	Minímo	Máximo	Amplitude	Desvio Padrão	Mediana
Precipitação (mm/ano)						
RCP 4.5 - 2006-2035	1,0	-19,4	24,7	44,2	11,2	2,3
RCP 4.5 - 2036-2065	-16,5	-35,0	-5,7	29,3	7,0	-15,0
RCP 4.5 - 2066-2095	-41,7	-63,5	-30,7	32,8	8,4	-41,1
RCP 8.5 - 2006-2035	-6,5	-17,1	5,3	22,4	5,9	-4,3
RCP 8.5 - 2036-2065	-20,3	-44,8	-3,6	41,1	10,1	-17,2
RCP 8.5 - 2066-2095	-42,6	-76,2	-25,2	51,0	14,3	-38,4

À escala do concelho, e para finais do século, o Município de Almodôvar sofrerá perdas médias de precipitação anual mais significativas de aproximadamente entre os 50 mm (RCP 4.5) e os 66 mm (RCP 8.5) (Tabela 4).

Tabela 4. Média das anomalias de precipitação média anual (mm/ano), de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5 até finais do Século XXI para o Município de Almodôvar

	Média
Precipitação (mm/ano)	
RCP 4.5 - 2006-2035	-9,3
RCP 4.5 - 2036-2065	-20,1
RCP 4.5 - 2066-2095	-50,1
RCP 8.5 - 2006-2035	-6,3
RCP 8.5 - 2036-2065	-33,6
RCP 8.5 - 2066-2095	-65,9

A variação espacial das anomalias de precipitação média anual ao longo do século, e em relação a 1970-1999, podem ser visualizadas na Figura 13, a qual evidencia o decréscimo de precipitação no Município de Almodôvar do início ao final do século.

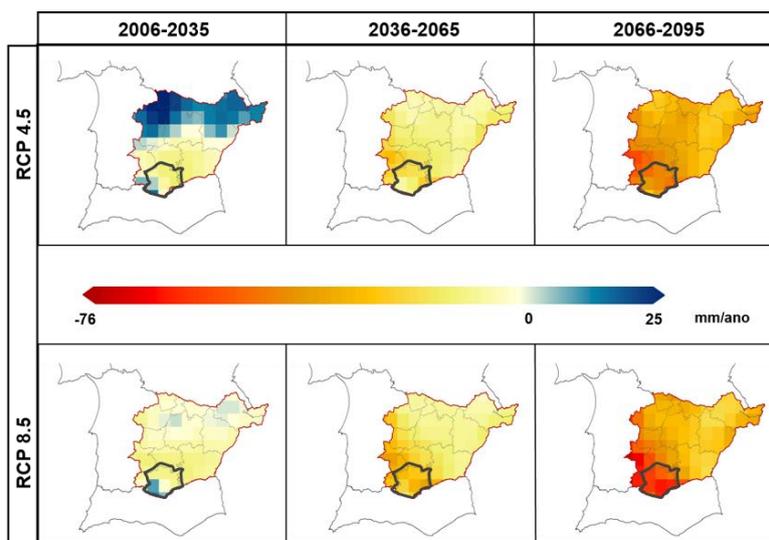


Figura 13. Projeção e evolução das anomalias de precipitação média anual até final do Séc. XXI de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5, em relação ao período de referência (1970-1999) para a região do Baixo Alentejo, com destaque para o Município de Almodôvar.

2.5. Novos Climias

A emergência de novas condições climáticas, e de alterações locais nos climas médios relativamente à variabilidade climática passada, evidencia uma tendência relativamente estável no início do século no Município de Almodôvar (Figura 14). Nos finais do século, a dissimilitude aumenta, segundo os dois RCP, associada a reduções de precipitação anual mais acentuadas.

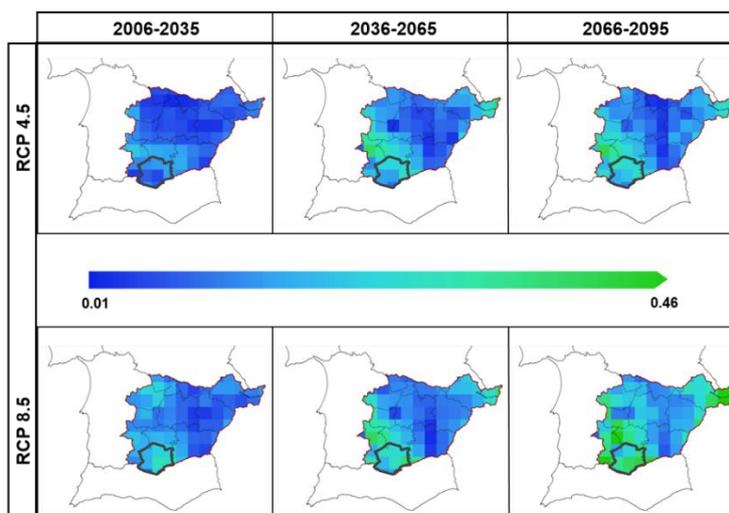


Figura 14. Projeção e evolução da emergência de novos climas até final do Séc. XXI com base na similaridade do clima futuro em relação ao período de referência, segundo os RCP 4.5 e RCP 8.5 para a região do Baixo Alentejo, com destaque para o Município de Almodôvar

2.6. Velocidade de Alteração Climática

Considerando os dois cenários, a velocidade de alteração climática mantém-se relativamente uniforme até finais do séc. XXI no Município de Almodôvar (Figura 15).

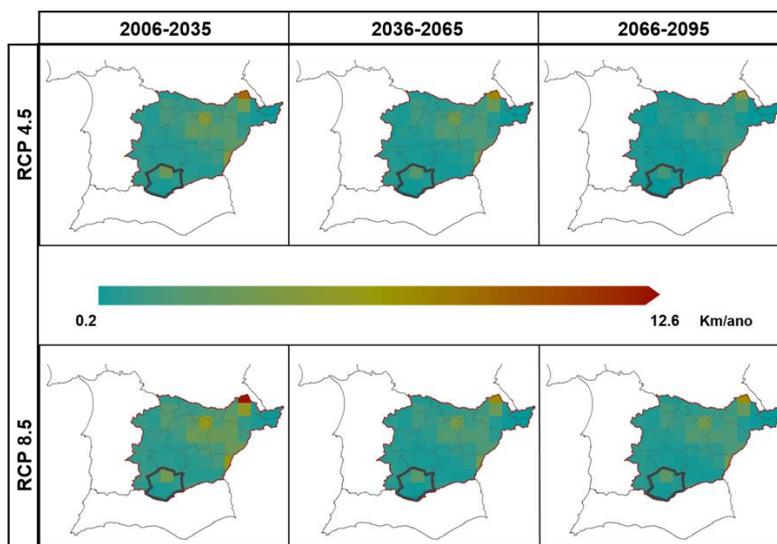


Figura 15. Projeção e evolução da velocidade de alteração climática anual até final do Séc. XXI em relação ao período de referência (1970-1999), de acordo com os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 para a região do Baixo Alentejo, com destaque para o Município de Almodôvar

2.7. Eventos Extremos de Temperaturas

O número de dias quentes com temperatura máxima superior a 25°C tenderá a aumentar especialmente na primavera, de acordo com ambos os cenários de alteração climática, e comparativamente com o período de referência (cujo número médio são 16 dias) (Tabela 5).

Muito embora as projeções não apresentem, quanto à primavera, uma tendência inequívoca ao longo do século, uma vez que se verificam oscilações dentro de cada um dos RCP e entre os três períodos considerados (p.e. um aumento no 1º período, seguido de um decréscimo no 2º período, seguido de um aumento no 3º período), os resultados sugerem que nesta estação passarão a existir mais dias quentes. Por exemplo, e em média, tal incremento situar-se-á, nos finais do século, entre os 31% (i.e. +5 dias) e os 75% (i.e. +12 dias), de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5, respetivamente (Tabela 5).

Tabela 5. Índice sazonal de dias quentes (em média), com temperatura máxima superior a 25°C, na primavera e no verão, de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5 até finais do Século XXI para a região do Baixo Alentejo

	Dias quentes (Temp. máx. > 25° C)	Desvio Padrão
Primavera (Março - Abril - Maio)		
Período de Referência - 1970-1999	16	2
RCP 4.5 - 2006-2035	42	5
RCP 4.5 - 2036-2065	16	2
RCP 4.5 - 2066-2095	21	2
RCP 8.5 - 2006-2035	29	4
RCP 8.5 - 2036-2065	18	2
RCP 8.5 - 2066-2095	28	3
Verão (Junho-Julho-Agosto)		
Período de Referência - 1970-1999	81	2
RCP 4.5 - 2006-2035	82	3
RCP 4.5 - 2036-2065	84	2
RCP 4.5 - 2066-2095	87	1
RCP 8.5 - 2006-2035	84	2
RCP 8.5 - 2036-2065	87	2
RCP 8.5 - 2066-2095	89	1

O incremento médio de dias quentes com temperatura superior a 25° C nos finais do século é contrastante com os resultados obtidos para o início do século, já que neste caso será o cenário mais moderado a prever um maior número de dias quentes, acima do dobro no período de referência (i.e. +26 dias), ao passo que no cenário mais extremo se prevê um acréscimo de +13 dias. Para meados do século ambos os RCP projetam menos dias quentes que no período anterior e posterior, todavia igual (RCP 4.5) ou superior (+2 dias, RCP 8.5) ao número de dias no período de referência (Tabela 5).

No verão, prevê-se um aumento do número médio de dias quentes em relação ao período de referência (cujo número médio são 81 dias) (Tabela 5), um acréscimo cuja amplitude é inferior comparativamente com a da primavera (p.e., de +8 dias no RCP 8.5 e no final do século). Tal comportamento estará, naturalmente, subjacente às características climáticas e sazonais do período do ano em causa, as quais se pautam, entre outras, pela predominância de temperaturas máximas diárias mais elevadas.

2.8. Eventos Extremos de Precipitação

Em termos sazonais, e de acordo com o RCP 8.5, até ao final do século projeta-se um acréscimo médio no número de dias secos consecutivos (com precipitação diária inferior a 1mm): +2 dias consecutivos, no outono e no inverno, e +4 dias na primavera, em relação ao período de referência, cujos valores são, em média, 26, 18 e 23 dias, respetivamente (Tabela 6).

Tabela 6. Índice sazonal de dias secos (em média), consecutivos, com precipitação diária inferior a 1 mm, no outono, inverno e primavera, de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5 até finais do Século XXI para a região do Baixo Alentejo

	Máximo de dias secos consecutivos (Prec. < 1mm)	Desvio Padrão
Outono (Setembro- Outubro - Novembro)		
Período de Referência - 1970-1999	26	1
RCP 4.5 - 2006-2035	26	2
RCP 4.5 - 2036-2065	28	2
RCP 4.5 - 2066-2095	27	1
RCP 8.5 - 2006-2035	25	1
RCP 8.5 - 2036-2065	24	1
RCP 8.5 - 2066-2095	28	1
Inverno (Dezembro - Janeiro - Fevereiro)		
Período de Referência - 1970-1999	18	1
RCP 4.5 - 2036-2065	19	1
RCP 4.5 - 2036-2065	20	1
RCP 4.5 - 2066-2095	20	1
RCP 8.5 - 2006-2035	20	1
RCP 8.5 - 2036-2065	22	1
RCP 8.5 - 2066-2095	20	1
Primavera (Março - Abril - Maio)		
Período de Referência - 1970-1999	23	1
RCP 4.5 - 2036-2065	21	1
RCP 4.5 - 2036-2065	21	1
RCP 4.5 - 2066-2095	23	1
RCP 8.5 - 2006-2035	24	2
RCP 8.5 - 2036-2065	23	1
RCP 8.5 - 2066-2095	27	1

De acordo com o RCP 4.5., prevê-se um acréscimo médio no número de dias secos consecutivos até ao final do século mais suave: +1 dia no outono, e + 2 dias consecutivos no inverno (na primavera perspectiva-se igual número de dias secos consecutivos ao período de referência).

Salienta-se a tal respeito que os períodos de seca terão uma duração semelhante no outono e na primavera, em especial de acordo com o RCP 8.5 (como também apontam as projeções sazonais para o período de referência).

Assim, aparentemente, o aumento sazonal do número dias consecutivos com precipitação inferior a 1 mm não parece sugerir um aumento acentuado da duração sazonal dos períodos de seca, em relação ao passado (1970-1999), sendo necessário investigar, futuramente, eventuais relações entre a frequência e a intensidade de precipitação, com vista a esclarecer melhor de que forma a

distribuição e a quantidade de chuva poderão contribuir para o aumento de fenómenos de seca extrema e/ou de risco de inundações.

Não obstante, dado que as temperaturas anuais (mínima e máxima) tenderão a subir, que na primavera se prevê um aumento do número de dias quentes, e que a precipitação média anual tenderá a diminuir significativamente, a conjugação de tais fatores poderá resultar num risco agravado das condições de aridez para o Baixo Alentejo e particularmente para o município e Almodôvar, o qual aumentará ao longo do século.

2.9. Síntese

As projeções climáticas para o Município de Almodôvar, apontam para um clima em evolução até final do Séc. XXI. Salienta-se um aumento médio (no período) das temperaturas mínima, média e máxima anuais. No final do século a temperatura mínima poderá subir, em média, e comparativamente com o período de referência entre 1,6°C e 3,1°C, conforme cenários moderado e extremo, respetivamente. Quanto à temperatura máxima, prevê-se que esta, em relação a 1970-1999 (aprox. 20,7°C), aumente entre os 1,8°C e os 3,5°C, de acordo com o RCP 4.5 e o RCP 8.5, respetivamente. No que respeita à precipitação (acumulada) anual, prevê-se um decréscimo de 50,1mm e de -65,9mm nos cenários mais moderado e mais extremo, respetivamente.

Da análise realizada com o objetivo de estudar o comportamento da temperatura máxima e da precipitação em termos de frequência diária, e enquanto indicadores da probabilidade de ocorrência de eventos extremos (calor extremo e/ou seca), enfatiza-se o aumento do número de dias quentes (com temperatura máxima superior a 25°C) na primavera. Em média, tal incremento situar-se-á, nos finais do século, entre os 31% (i.e. +5 dias) e os 75% (i.e. +12 dias), de acordo com os RCP 4.5 e RCP 8.5, respetivamente. No início do século é para o cenário mais moderado que se prevê um maior número de dias quentes, acima do dobro no período de referência (i.e. +26 dias).

No que concerne à projeção do número médio de dias consecutivos com precipitação inferior a 1mm, verifica-se que este não se afasta substancialmente do previsto sazonalmente no período de referência, projetando-se um acréscimo médio de +2 dias, no outono e no inverno, e de +4 dias na primavera, em relação a este, de acordo com o cenário mais extremo e para o final do século. Por conseguinte, os resultados não apontam, à partida, para um aumento acentuado da duração sazonal dos períodos de seca, no futuro, comparativamente com o passado.

Todavia, dado que as temperaturas anuais (mínima e máxima) tenderão a subir, que na primavera se prevê um aumento do número de dias quentes, e que a precipitação média anual tenderá a diminuir significativamente, a conjugação de tais fatores poderá resultar num risco agravado das

condições de aridez para o Baixo Alentejo e, particularmente, para o Município de Almodôvar, o qual aumentará ao longo do século.

VULNERABILIDADES CLIMÁTICAS FUTURAS

3

3. Vulnerabilidades Climáticas Futuras

3.1. Introdução

Ao longo do capítulo anterior foram identificados os principais cenários climáticas que ocorrerão no território do Baixo Alentejo e no Município de Almodôvar, em particular. Por conseguinte, as tendências climáticas descritas poderão vir a traduzir-se num diversificado conjunto de impactos, vulnerabilidades e riscos climáticos que importa analisar, na área da 'Saúde e Qualidade de Vida', 'Economia', 'Ambiente' e 'Habitação e Infraestruturas'.

A identificação das principais alterações climáticas teve como objetivo compreender como poderá a vulnerabilidade climática atual modificar-se, a médio prazo. Assim, procurou-se promover os seguintes aspetos:

- Identificação dos principais eventos climáticos (diretos e indiretos) que poderão afetar o território, tendo em atenção as projeções climáticas;
- Identificação e descrição dos principais impactos das alterações climáticas tanto em termos de impactos negativos (ameaças) como positivos (oportunidades);
- Identificação e avaliação dos riscos climáticos que a região já enfrenta (riscos climáticos atuais prioritários) e o seu potencial agravamento ou desagravamento em cenários de alterações climáticas (riscos climáticos futuros prioritários).

- Impactos negativos

Os resultados obtidos para as projeções climáticas desenvolvidas para este território geográfico apontam para que os principais impactos climáticos negativos estejam geralmente associados aos seguintes eventos climáticos:

1. Aumento da temperatura média;
2. Ondas de calor mais frequentes;
3. Picos frequentes de precipitação intensa;
4. Diminuição da precipitação média anual.
5. Seca: a ocorrência de seca depende do total de precipitação e também da sua distribuição temporal. O aumento da temperatura média contribuirá para o aumento da evapotranspiração. Deste modo, apesar das incertezas associadas com a variabilidade climática da precipitação, é de considerar a possibilidade de aumento de frequência de condições de seca.

Os impactos negativos, diretos e indiretos destes eventos climáticos estão compilados na Figura 16.

EVENTO CLIMÁTICO	IMPACTOS OBSERVADOS
Precipitação excessiva	Cortes de estradas Danos materiais (ex. edifícios e viaturas, provocados por cheias e inundações) Danos para as cadeias de produção (nas culturas agrícolas) Outros impactos (alteração nos estilos de vida, por cancelamento de atividades previstas)
Onda de calor	Danos para a saúde humana Incêndios Alteração nos ecossistemas Danos para as cadeias de produção (em especial na agricultura)
Seca	Restrições ou interrupções no abastecimento de água Necessidade de transporte de água por meios alternativos para garantir abastecimento das populações Danos para as cadeias de produção (agricultura e pecuária) Degradação dos ecossistemas. Incêndios
Vento forte	Danos materiais Congestionamentos nas estradas Alterações nos estilos de vida
Geada e neve	Danos para as cadeias de produção (agricultura e florestas)
Partículas e poeiras	Danos para a saúde humana

Figura 16. Impactos negativos diretos e indiretos das alterações climáticas no Município de Almodôvar.

- Impactos positivos

A reflexão sobre os efeitos das alterações climáticas constrói-se maioritariamente sobre os efeitos negativos e sobre a necessidade de desenvolver esquemas de adaptação às suas consequências. Apesar destes impactos negativos é possível, desejável e necessário identificar igualmente as oportunidades decorrentes das alterações climáticas, constituindo estas fatores possibilidades de desenvolvimento futuro do território. As alterações climáticas colocam à prova a capacidade de mudança e adaptação, podendo constituir por si só, a motivação e desafio de investigação e experimentação de novas práticas de uso e gestão do território.

No território em estudo identificam-se os seguintes potenciais impactos positivos:

- Redução do número de dias de geada;
- Diminuição da ocorrência de ventos intensos - em termos de extremos de velocidade do vento, estudos publicados no âmbito do projeto Climadapt.Local projetam uma diminuição no número (médio) de dias com vento moderado a forte ou superior, até ao final do século XXI para a região do Baixo Alentejo; estes dados devem ser interpretados com algum cuidado, pois existe uma incerteza associada à modelação desta variável;
- Redução das necessidades de aquecimento no inverno.

Seguidamente, será realizada uma análise dos impactos climáticos identificados no capítulo anterior, com especial enfoque nos setores da 'Saúde e Qualidade de Vida', 'Economia', 'Ambiente' e 'Habitação e Infraestruturas', procedendo-se à descrição de impactos climáticos futuros de acordo com ameaças e oportunidades que podem vir a representar para estes setores.

3.2. Análise Setorial – Saúde e Qualidade de Vida

Dados científicos comprovam a relação entre as alterações climáticas e riscos para a saúde humana. Estes riscos podem ser complexos de analisar, pois muitas das vezes não existe uma relação direta entre a ocorrência de um evento climático extremo e o aparecimento de doenças graves ou mortes. O exemplo disso é a ocorrência de ondas de calor cujos efeitos na saúde humana se podem prolongar no tempo até 15 dias após a sua ocorrência e causar consequências na saúde humana.

É importante referir que existem várias variáveis que influenciam a vulnerabilidade de riscos para a saúde humana e individual, interagindo com os riscos potenciados pelas alterações climáticas, incluindo as condições ambientais, económicas e sociais dos territórios, bem como da fisiologia e perfil de saúde dos indivíduos (Figura 17).



Figura 17. Fatores através dos quais as alterações climáticas afetam a saúde humana

Fonte: SPI - Adaptado do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (2014).

Tendo em conta o esquema apresentado na Figura 17, é de realçar o fator 'localização geográfica' com forte influência neste âmbito. O Relatório do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas de 2014 refere que os trabalhadores ao ar livre em países mais quentes será mais facilmente afetada pelo aquecimento global, do que trabalhadores em países mais frios. Este é um fator importante de analisar, tendo em conta que o Município de Almodôvar se insere numa região quente e seca.

Outro fator importante analisado relaciona-se com a saúde mental. Segundo o estudo “Advances in Experimental Social Psychology” (2000), o calor tende a deixar as pessoas mais irritadas e instáveis psicologicamente, tornando-se mais desconfortáveis e agressivas nas suas relações interpessoais. Um estudo mais recente que analisa os dados do crime em Los Angeles, nos EUA, demonstra que o crime violento aumenta quando as temperaturas aumentam para os 65°/ 70° Fahrenheit (o que corresponde a 18°/ 21° Celsius), o que reforça o argumento anteriormente dado (Gupta, 2021)⁷.

No que diz respeito às doenças infecciosas, o IPCC prevê a permanência de doenças infecciosas em adultos e crianças sobretudo na África subsaariana e no sul da Ásia. Assim, é importante compreender que os eventos extremos climáticos podem promover a transmissão de certas doenças infecciosas e a vulnerabilidade das populações a essas doenças dependerá dos níveis básicos patogénicos e seus vetores. Neste âmbito, estudos epidemiológicos indicam um incremento no expectável aumento destas doenças quando ocorre um incremento da temperatura média e aumento do período de meses quentes, tal como se perspectiva para Almodôvar.

Estima-se, igualmente, que o risco de doenças transmitidas por vetores venha a aumentar na sequência da alteração da sua distribuição geográfica e na extensão do período de época de transmissão. De facto, estudos recentes indicam que face às novas condições climáticas e ambientais, doenças como Dengue, Malária e outras típicas de zonas tropicais tendem a migrar para zonas temperadas, que se encontram em aquecimento progressivo, tendo-se detetado nomeadamente na Toscânia, em Itália e pode afetar Portugal. O caso do aparecimento da malária detetada em 1975 em Portugal, na Ribeira do Roxo e que se alastrou essencialmente pelo litoral alentejano, de Palmela a Odemira.

As alterações climáticas têm também aumentado a prevalência de doenças do sistema respiratório (sinusites, bronquites, alergias, asma, etc.), essencialmente em ambiente urbano, onde a concentração de poluentes e “smog” urbano é mais intensa. Têm sido desenvolvidos vários estudos epidemiológicos neste âmbito, que evidenciam um incremento do risco associado a doenças respiratórias e cardiovasculares, assim como da mortalidade associada a poluentes presentes na atmosfera.

É, por isso, essencial estimular o contacto com a biodiversidade. Os utilizadores dos espaços verdes urbanos possuem maior longevidade, melhor saúde e bem-estar, menor prevalência de doenças circulatorias e menor índice de problemas de saúde respiratórios relacionados com

⁷ Gupta, S. (2021). *How extreme heat from climate change distorts human behavior*. Science News. Disponível em: [How extreme heat from climate change distorts human behavior | Science News](#)

agentes poluentes atmosféricos. Assim, a presença de espaços verdes numa determinada área pode mesmo ser considerada como uma vitamina, pelo seu papel amortizador de doenças (sendo designada Vitamina G, “*Green Vitamine*”).

Não só em casos de eventos extremos de calor, mas também na sequência de períodos intensos de fenómenos de precipitação excessiva, prevê-se que o risco de doenças transmitidas pela água aumente, principalmente por surtos de Criptosporidiose. Esta doença é protozoária, considerada uma ameaça à saúde pública, sendo uma das principais causas de doenças transmitidas pela água, provocando consequências nefastas para a saúde da população, especialmente em crianças e indivíduos imuno-comprometidos. Paralelamente, a ocorrência de chuvas intensas e em curtos períodos de tempo aumenta a disseminação de doenças como hepatites virais e cólera.

Segundo a literatura existente, as alterações climáticas perspectivadas para Portugal indicam que, nos casos em que as doenças são endémicas (como a Leishmaniose Visceral), o principal fator de risco seja a temperatura, e para aquelas que não o são, seja a introdução de vetores infetados, o que enfatiza a relação entre os riscos ambientais e os possíveis impactos na saúde humana. Neste âmbito, destaca-se a projeção de um acréscimo das temperaturas média, mínima e máxima até final do séc. XXI em Almodôvar, sendo que a temperatura máxima anual poderá subir até 3,5 °C, o que poderá incrementar o risco de propagação de doenças endémicas.

Tendo em consideração as novas dinâmicas apresentadas, devem ser adotadas medidas de adaptação e prevenção que possibilitem à população minimizar impactos negativos na sua saúde e que promovam ações eficientes e eficazes tais como naturalizar o ambiente urbano e torná-lo mais agradável com sombreamentos e zonas de atividade física. Adicionalmente, deve-se divulgar informação relevante que promova a autoproteção da população ao longo de todo o ano, nomeadamente evitar o contato com águas contaminadas, não tratadas ou paradas.

3.3. Análise Setorial – Economia

As alterações climáticas podem causar impactos nos setores de atividade económica, gerando nomeadamente custos acrescidos derivados das cheias, incêndios florestais e destruição de bens e infraestruturas. Torna-se, neste âmbito, importante analisar o setor no Município de Almodôvar e perceber os impactos que poderão ser causados pelas alterações climáticas.

Em 2018, estavam sediadas em Almodôvar 877 empresas, correspondendo a 5,65% do tecido empresarial da região do Baixo Alentejo, onde existiam 15.520 empresas. Quando se observa o conjunto das empresas sediadas pela respetiva classificação económica, verifica-se que o setor primário e o setor terciário dominavam a economia local.

Uma análise mais detalhada permite refletir que, em 2018, as principais atividades económicas do Município de Almodôvar enquadravam-se na “Agricultura, produção animal, caça, floresta e pesca” e no “Comércio por grosso e a retalho; reparação de veículos automóveis e motociclos” com, respetivamente, 337 e 130 empresas sediadas. Seguidamente, as atividades económicas mais relevantes correspondiam ao “Alojamento, restauração e similares” (93 empresas), à “Construção” (63 empresas) e às “Atividades administrativas e dos serviços de apoio (47 empresas).

O conjunto deste tecido económico foi responsável por um volume de negócios que, em 2018, atingiu cerca de 71.459€. Destacam-se, a este nível, as atividades relacionadas com “Comércio por grosso e a retalho; reparação de veículos automóveis e motociclos”; “Construção”; “Agricultura, produção animal, caça, floresta e pesca” e “Indústrias transformadoras”, que geraram, respetivamente, 35.857€, 11.327€, 6.928€ e 6.851€, correspondendo a cerca de 2,75% do total da região do Baixo Alentejo.

De seguida, serão apresentados os principais impactos decorrentes das alterações climáticas no **setor agrícola**, que constitui uma das principais atividades económicas em Almodôvar, bem como no **setor industrial** e no **setor do turismo**.

- Setor agrícola

As projeções climáticas para o Município de Almodôvar apresentadas no capítulo anterior, são pautadas por diversas mudanças, que irão desempenhar novas pressões sobre a agricultura, decorrentes essencialmente do aumento de temperatura mínima, média e máxima anual, do decréscimo da precipitação média acumulada, do aumento do número de dias quentes na primavera e de fenómenos climáticos extremos. Adicionalmente, o incremento do número de dias quentes na primavera, associado à redução da precipitação média anual e ao incremento da

temperatura média anual poderá resultar num risco agravado das condições de seca e aridez, o que provocará graves impactos no setor agrícola.

Assim, torna-se relevante planear para este setor, tendo em conta a relevância para a estruturação e valorização do território, contribuindo para a manutenção da paisagem, dos agroecossistemas e do ambiente.

De uma forma geral, o cenário agrícola de Almodôvar é caracterizado por solos com declives acentuados, secos e com perímetros agrícolas mais pequenos face a outras zonas alentejanas. Analisando os dados estatísticos, face aos restantes municípios da região do Baixo Alentejo, Almodôvar apresentava, em 2019, uma reduzida Superfície Agrícola Utilizada (SAU) (6,9%) (INE, 2019).

No que concerne às principais culturas temporárias de Almodôvar (INE, 2019), destacam-se as culturas forrageiras, embora também possuem relevância a produção de cereais para grão e os prados temporários. Já no que diz respeito às culturas permanentes de Almodôvar, destaca-se com grande relevo a produção de olival (88% do total de explorações permanentes). Não obstante, a produção de frutos frescos (exceto citrinos) e frutos de casca rija são também culturas importantes para o território (Figura 18).



Figura 18. Culturas agrícolas predominantes em Almodôvar: a) Culturas forrageiras, b) Cereais para grão, c) Prados temporários, d) Olival, e) Frutos frescos e f) Frutos de casca rija.

É ainda de especial importância no setor agrícola de toda a região do Baixo Alentejo e de Almodôvar em particular, a presença do montado. Trata-se de um sistema agro-silvo-pastoril que possui elevado valor em termos de diversidade biológica, qualidade paisagística e valor produtivo, combinando diferentes formas de utilização do solo, dos recursos e dos meios de produção, com vista à obtenção de bens agrícolas, animais e florestais (Figura 19). Sendo composto essencialmente por azinheiras, sobreiros e carvalhos, o montado encontra-se associado a uma biodiversidade muito rica e diversa, desempenhando um importante fundamental para a conservação da Natureza.



Figura 19. Montado⁸

Tendo com conta este panorama agrícola de Almodôvar, é importante perceber que o aumento da temperatura mínima, média e máxima anual previsto para o território irá aumentar o *stress* térmico das culturas agrícolas, produzindo consequências negativas a nível quantitativo e qualitativo. A fitossanidade das culturas será também afetada, prevendo-se que o incremento da temperatura origine impactos diretos, cuja intensidade irá variar de espécie para espécie. O incremento da temperatura irá provocar alterações na fenologia das espécies (nomeadamente no período de floração e frutificação), prevendo-se modificações intensas nas épocas de reprodução, tempo de crescimento e maturação. Conjetura-se que o aumento da temperatura média anual altere o ciclo vegetativo de espécies infestantes, pragas e doenças, bem como a eficácia de produtos fitofarmacêuticos.

As ondas de calor mais intensas na primavera poderão induzir a um forte rebentamento vegetal, posteriormente sujeito a eventuais frios e geadas. As ondas de calor conduzirão a quebras de produtividade e problemas de armazenamento, bem como aumento das necessidades de rega pelo maior *stress* térmico e hídrico verificado. Note-se que as ondas de calor incrementam também

⁸ Fonte da imagem: <https://montadodesobroecortica.pt/o-montado/o-territorio/>

o risco meteorológico de incêndio, sendo que a ocorrência de incêndios produz graves prejuízos para as explorações agrícolas.

O aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos como períodos de precipitação intensa e períodos de seca produzirão também efeitos particularmente negativos na atividade agrícola, tal como se tem já verificado na atualidade. Note-se que a ocorrência de eventos climáticos extremos pode ultrapassar limites de tolerância de algumas espécies agrícolas, resultando em avultadas perdas agrícolas. Os fenómenos de precipitação intensa irão produzir graves impactos na fruticultura, olivicultura e culturas arvenses, conduzindo à perda parcial ou total de culturas, produções, instalações e equipamentos. A ocorrência de inundações em terrenos agrícolas afeta diretamente a produção agrícola, conduzindo à destruição de culturas e ao encharcamento das terras durante épocas críticas, condicionando as atividades agrícolas como as sementeiras e outras operações culturais.

A ocorrência de períodos de seca produz avultados impactos económicos, sociais e ambientais, denotando-se que na região do Baixo Alentejo e em Almodôvar em particular, estes períodos têm vindo a ocorrer cada vez mais frequentemente e com maior severidade. Os períodos de seca provocam deficiência hídrica no solo e conseqüente *stress* hídrico, designadamente em culturas agrícolas menos adaptadas a climas secos. Tal resulta numa redução da biomassa e do rendimento das culturas, bem como numa redução das áreas cultivadas, dificuldades de germinação e diminuição da produtividade. Note-se que um determinado período de seca pode repercutir impactos negativos em culturas permanentes também no ano seguinte à ocorrência do evento.

Paralelamente, as descritas vulnerabilidades climáticas produzirão impactos negativos diretos sobre os solos e em particular sobre a matéria orgânica, que constitui uma componente de especial importância para o desempenho de funções ambientais e ecológicas edáficas, afetando a produtividade agrícola. O aumento da temperatura previsto, associado a condições de maior seca terá como consequência a diminuição do *input* de matéria orgânica, o que em solos já vulneráveis a potenciará a intensificação da erosão e desertificação, que na atualidade são bastante preocupantes. De facto, um dos efeitos expectáveis mais preocupantes para o setor agrícola de Almodôvar decorrentes das alterações climáticas relaciona-se com a escassez de disponibilidade hídrica.

Tendo em consideração os impactos indicados na atividade agrícola apresentados na Estratégia de Adaptação da Agricultura e das Florestas às Alterações Climáticas (2013)⁹ e os cenários climáticos apresentados no capítulo anterior, serão indicados de seguida os principais impactos potenciais conjeturados para diferentes tipos de cultura agrícola deste território.



Culturas forrageiras/ Prados temporários: As áreas de pastagens irão sofrer novas pressões decorrentes das alterações climáticas (Tabela 7). Os impactos expectáveis para estas áreas incluem a diminuição da produção de matéria seca e da qualidade alimentar e valor nutritivo das pastagens, bem como o aumento do risco de abandono da atividade, conduzindo a uma maior área de matos e risco de incêndios.

Tabela 7. Principais impactos potenciais expectáveis para áreas de pastagens, decorrentes das alterações climáticas conjeturadas para o Município de Almodôvar

Evolução Climática	Principais Impactos Potenciais
Aumento de Temperatura Média Anual	<ul style="list-style-type: none"> - O aumento de temperatura durante o inverno é importante, dependendo da sua magnitude. Permite um aumento da produção de matéria seca (MS) e o conseqüente aumento de carga animal durante este período (dezembro e janeiro), bem como uma diminuição das necessidades de utilização de alimentos conservados. - Maior incidência de doenças características de zonas subtropicais. - Aumento do risco de abandono da atividade cuja expressão no território é muito relevante e que, do ponto de vista ambiental, conduz ao aumento da área de matos e do risco de incêndios.
Aumento da intensidade e frequência de ondas de calor	<ul style="list-style-type: none"> - Afetação das pastagens irrigadas; a produção de MS decrescerá, pois as pastagens são constituídas por plantas em C3.
Diminuição da precipitação	<ul style="list-style-type: none"> - A menor quantidade de chuva a partir de março implicará: menor produção de MStotal nas pastagens, por menor quantidade de água no período em que a temperatura é mais favorável ao crescimento das plantas e aumento do período de tempo em que os animais necessitam de alimentos conservados. - Aumento da área de matos nas regiões mais áridas de Portugal, onde as condições para o desenvolvimento arbóreo sejam mais difíceis pelo aumento da estação seca (primavera/verão).

⁹ Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território (2013). *Estratégia de Adaptação da Agricultura e das Florestas às Alterações Climáticas – Portugal Continental*. 88 pp.

Aumento da intensidade e frequência de períodos de seca	- A qualidade alimentar da erva seca (conservada “em pé”) para consumo durante o final da primavera e verão vai diminuindo mais aceleradamente: as folhas das pratenses vão caindo, fazendo diminuir o valor nutritivo e a ingestão voluntária dos animais.
---	---

Fonte: Adaptado de Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território (2013).



Cereais para grão: Os principais impactos expectáveis para as áreas de cerealicultura encontram-se indicados na Tabela 8 e incluem reduções da produtividade que podem ser de aproximadamente 10%, bem como perdas de parte ou totalidade da produção.

Tabela 8. Principais impactos potenciais expectáveis para as áreas agrícolas de cerealicultura decorrentes das alterações climáticas conjeturadas para o Município de Almodôvar

Evolução Climática	Principais Impactos Potenciais
Aumento de Temperatura Média Anual	<ul style="list-style-type: none"> - Alteração do ciclo vegetativo. - Redução do potencial produtivo das culturas, com uma redução global de 9,4%, que seria até 30% sem o efeito do aumento do CO₂. - Cereais de Outono/Inverno (trigo, cevada, triticale, aveia): encurtamento do ciclo e grandes perdas na produtividade (redução do peso do grão) e na qualidade (redução do rendimento em farinha) devido a temperaturas altas, sobretudo na fase de enchimento do grão. - Espécies C4 (milho): a temperatura é particularmente limitante na fase da floração. - A amplitude térmica diária, que parece ter uma tendência para se reduzir, tem vindo a revelar impacto negativo nas culturas.
Aumento da intensidade e frequência de ondas de calor	- Ondas de calor podem ser particularmente perigosas se ocorrerem em fases cruciais para a determinação da produção, isto é, se no caso dos cereais de Outono/Inverno a temperatura máxima subir bruscamente durante o enchimento do grão podem acontecer reduções da produção superiores a 50%. Igual situação se verifica para o milho, se essas ondas acontecerem durante a fase da floração/fecundação.
Diminuição da precipitação	- Da redução da precipitação e do aumento da temperatura resulta que o balanço hídrico seja dramaticamente afetado, conduzindo a situações de aridez, sendo as plantas em regime de sequeiro seriamente afetadas.
Aumento da intensidade e frequência de períodos de seca	- Perda de parte ou totalidade da produção e aumento da variação interanual das produções

Fonte: Adaptado de Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território (2013).



Olival: Os impactos no olival (Tabela 9) incluem antecipação do início do ciclo vegetativo, alterações na fenologia da espécie, condicionamento do crescimento vegetativo e diminuição da produtividade e qualidade da azeitona. Destaca-se o efeito do aumento da intensidade e frequência de períodos de seca, que pode conduzir a perda da produção.

Tabela 9. Principais impactos potenciais expectáveis para a olivicultura, decorrentes das alterações climáticas conjeturadas para o Município de Almodôvar

Evolução Climática	Principais Impactos Potenciais
<p>Aumento de Temperatura Média Anual e aumento da intensidade e frequência de ondas de calor</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Antecipação do início do ciclo vegetativo. - O crescimento vegetativo é condicionado pela temperatura e pelas disponibilidades hídrica e nutritiva. A atividade tem início na primavera e a temperatura ótima está compreendida entre os 10 °C e os 30 °C. No verão com as temperaturas acima dos 35 °C as oliveiras regulam a sua transpiração fechando os estomas. - A data de floração é influenciada pela evolução da temperatura no inverno e na primavera e difere entre cultivares. A duração de floração é também influenciada pela temperatura no período de floração. No BA, em anos com temperaturas mais elevadas, a floração é antecipada e algumas cultivares podem não satisfazer os requisitos de frio o que, conseqüentemente, pode dar origem a perdas de produção. - Nas primeiras fases de crescimento da azeitona – divisão celular - as temperaturas elevadas (> 32°C) condicionam fortemente a acumulação de gordura. - Alterações na maturação da azeitona.
<p>Diminuição da precipitação</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Redução da produção: durante a formação de inflorescências, o stress hídrico reduz o nº de flores por inflorescência e condiciona a qualidade da flor, criando flores imperfeitas; nas primeiras fases de crescimento da azeitona, o stress hídrico condiciona fortemente o desenvolvimento do fruto e o rendimento em gordura.
<p>Aumento da intensidade e frequência de períodos de seca</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Perda de parte ou totalidade da produção.

Fonte: Adaptado de Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território (2013).



Frutos frescos/ Frutos de casca rija: No que concerne às áreas de fruticultura, as projeções climáticas para a região irão produzir impactos variados (Tabela 10). Os impactos potenciais expectáveis para estas culturas agrícolas incluem alterações na fenologia das espécies, antecipação do ciclo vegetativo, aumento da incidência de pragas e doenças, quebras de produção, aumento da necessidade de rega e redução da produtividade e qualidade dos frutos.

Tabela 10. Principais impactos potenciais expectáveis para a fruticultura, decorrentes das alterações climáticas conjeturadas para o Município de Almodôvar

Evolução Climática	Principais Impactos Potenciais
Aumento de Temperatura Média Anual	<ul style="list-style-type: none"> - Antecipação do início do ciclo vegetativo, afetando negativamente a quantidade e a qualidade da produção, incluindo a sua capacidade de conservação. Estes efeitos já estão a ocorrer em pomares de pereira cv. 'Rocha', no BA. - Associada a uma redução de precipitação na primavera poderá inviabilizar a exploração de muitos dos pomares de sequeiro. Estima-se que cerca de 40% dos pomares de pereira e 30% dos de macieira sejam de sequeiro. - Para as espécies com maiores necessidades em frio, condicionamento da sua produtividade levando ao recurso a cultivares menos exigentes, cujo interesse económico pode ser distinto das existentes. - Aumento da incidência de doenças e favorecimento da ocorrência de pragas, como a mosca da fruta, e maior desenvolvimento do <i>fogo bacteriano</i>. - Aumento do consumo hídrico na produção de citrinos, figueiras e nespereiras.
Aumento da intensidade e frequência de ondas de calor	<ul style="list-style-type: none"> - Quebras de produção, que têm atingido, já nos últimos anos, os 20%.
Diminuição da precipitação	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento do consumo de água para rega, e aumento dos custos de produção; degradação da qualidade da água devido à sobre exploração dos aquíferos.
Aumento da intensidade e frequência de períodos de seca	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento do consumo de água para rega, e aumento dos custos de produção associados a outros efeitos acima referidos.
Efeito conjugado das diferentes variáveis climáticas	<ul style="list-style-type: none"> - Menor produção unitária. - Menor qualidade da produção. - Maiores custos de produção. - Redução da área de produção de fruteiras. - Redução do grau de auto-aprovisionamento em fruta. - Menor rentabilidade das estruturas existentes (centrais fruteiras). - Menor rendimento dos produtores.

Fonte: Adaptado de Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território (2013)

No que diz respeito às áreas de montado, as alterações climáticas criarão novas situações de pressão e desequilíbrio para estes sistemas. Embora a vegetação presente nos montados evidencie grande capacidade de adaptação e de resistência às condições de secura e aridez, os novos cenários climáticos irão potenciar e acelerar os processos de degradação do arvoredo e de desertificação, caso não sejam adotadas medidas de adaptação.

É ainda de notar que os povoamentos de sobreiro e azinheira presentes na região apresentam uma idade avançada, uma baixa densidade e uma incidência preocupante de pragas, constituindo as

alterações climáticas um promotor de alteração significativo nestes sistemas, aumentando a sua vulnerabilidade a outros fatores de perturbação.

Importante perceber que a azinheira domina em zonas em que a precipitação varia entre os 300 e os 600 mm e o sobreiro depende de uma precipitação anual superior a 600 mm. Dado que os cenários climáticos incluem um aumento de temperatura, associado à diminuição de precipitação, conjetura-se um incremento da deficiência hídrica e *stress* hídrico, aumentando as condições de aridez, podendo ultrapassar limites de tolerância destas espécies.

De acordo com os resultados do projeto SIAM (*Climate Change in Portugal – Scenarios, Impacts and Adaptation Measures*), irá ocorrer um aumento significativo da produtividade primária líquida do sobreiro nas regiões a norte, com diminuição significativa nos solos com menor capacidade de retenção hídrica, designadamente no Baixo Alentejo. Considerando a distribuição atual desta espécie, o impacto económico decorrente da diminuição será substancial. Prevê-se um alargamento do período de crescimento do sobreiro, bem como um menor crescimento do lenho e da cortiça devido à distribuição da Produtividade Primária Líquida para a reconstituição da copa após período de seca intensa. Prevê-se um aumento da dificuldade na regeneração de povoamentos de sobreiro, bem como um maior *stress* ambiental, conduzindo a uma preocupante possibilidade de mortalidade acentuada em regiões quentes e secas do interior, como o Baixo Alentejo e, particularmente, Almodôvar. A possibilidade de evolução das áreas de montado para cenários de produtividade suberícola abaixo do limiar de rendibilidade constitui uma ameaça significativa, conjeturando-se uma tendência de declínio da espécie caso não sejam adotadas medidas de adaptação específicas.

Por sua vez, a azinheira irá sofrer um aumento significativo da sua vulnerabilidade, prevendo-se uma sustentabilidade reduzida de povoamentos desta espécie face a um cenário climático mais severo, podendo esta espécie desaparecer em várias áreas de montado, levando à sua substituição por formações vegetais de matagais mediterrânicos. É nas regiões atualmente ocupadas por montado que se esperam os impactos mais severos das alterações climáticas nesta espécie, conjeturando-se um aumento da dificuldade da regeneração dos povoamentos de azinheira. A sua frutificação será afetada pelo aumento de temperatura e pela diminuição da precipitação, o que diminuirá o tamanho das bolotas e a sua produção total. O expectável declínio da espécie nas áreas de montado, decorrente das alterações climáticas previstas para o Baixo Alentejo e para o Município de Almodôvar é bastante preocupante, podendo ocorrer uma diminuição do interesse da espécie para produção de alimentação animal.

Os impactos nas áreas de montado irão aumentar a suscetibilidade do território à desertificação, pondo em causa a flora existente, colocando também em causa a biodiversidade de fauna, conjeturando-se uma redução do grau de conservação dos habitats florestais classificados que

integram estes ecossistemas, bem como alterações acentuadas nas comunidades faunísticas a eles associados.

Além disso, as alterações climáticas irão também aumentar a suscetibilidade das espécies presentes em sistemas agrícolas e agro-silvo-pastoris ao ataque por parte de agentes bióticos nocivos, designadamente pragas, doenças e espécies invasoras.

Note-se que fatores meteorológicos atuam sobre as pragas e doenças de forma diferencial, sendo a temperatura do ar um dos principais elementos que influenciam decisivamente o desenvolvimento de doenças e de insetos nas suas várias fases evolutivas. A atividade biológica dos agentes patogénicos depende da temperatura atmosférica, e cada fase evolutiva dos insetos também depende da temperatura base e constante térmica verificada. A humidade do ar e do solo também influencia o desenvolvimento de pragas e doenças agrícolas. Verifica-se que geralmente existe uma relação positiva entre a concentração de humidade e o desenvolvimento destes agentes. Deste modo, a redução de precipitação e aumento de períodos de seca conjeturados poderia limitar o desenvolvimento de pragas e doenças, mas o aumento de temperatura terá uma relação maioritariamente positiva no seu desenvolvimento.

É assim de destacar a influência dos parâmetros biometeorológicos no desenvolvimento de insetos e fitopatogéneos, que correspondem a limites de temperatura do ar ou do solo, humidade atmosférica, edáfica e precipitação pluviométrica que favorecem ou inibem o desenvolvimento das diversas fases evolutivas das pragas e doenças agrícolas. As projeções climáticas previstas para o Município de Almodôvar irão promover o desenvolvimento de pragas e doenças designadamente em culturas hortícolas, vitícolas e frutícolas, sendo também expectável o aparecimento de novas pragas e doenças pela alteração dos habitats. No caso dos montados de sobro e de azinho, salienta-se o expectável aumento de surtos de carvão do entrecasco (*Biscogniauxia mediterranea*), da doença da tinta (*Phytophthora cinnamomi*), e ainda o favorecimento de diversas pragas devido ao superior *stress* hídrico.

As alterações climáticas perspetivadas para o Município de Almodôvar irão também criar novas condições climáticas favoráveis à colonização de espécies invasoras, com impactos negativos nos ecossistemas agrícolas e silvícolas. Note-se que as invasões biológicas, intencionais ou acidentais, são consideradas a segunda maior causa de perda de biodiversidade a nível mundial, a seguir à destruição de habitat, devendo, portanto, ser implementadas medidas de adaptação às alterações climáticas neste âmbito.

A ameaça que as espécies invasoras apresentam decorre da sua competição pelos recursos naturais, comportando-se como competidores superiores, e das alterações nos processos edáficos e ciclos dos nutrientes, cujos efeitos em direção e magnitude são dependentes da composição da comunidade recetora e fatores ambientais, tais como o tipo de solo. Destes efeitos

destaca-se a alteração da atividade das comunidades microbianas edáficas, afetando a atividade de organismos simbióticos e não simbióticos fixadores de azoto associados às espécies presentes. Devem ser assim adotadas medidas de prevenção e adaptação que evitem a ameaça das espécies invasoras, tendo em conta as novas projeções climáticas perspetivadas.

Em suma, as alterações climáticas previstas criarão várias ameaças para o setor agrícola do Município de Almodôvar. Neste âmbito, torna-se urgente a adoção de medidas de adaptação. Sugere-se a exploração de oportunidades, tais como o aproveitamento do efeito positivo da diminuição do número de dias com geada para as culturas agrícolas e entre outras medidas a serem detalhadamente consolidadas no âmbito do Relatório R04, a desenvolver em fase posterior da EMAAC Almodôvar.

- Setor industrial

No que diz respeito à atividade industrial, a Tabela 11 demonstra os principais segmentos industriais do Município de Almodôvar: alojamento e restauração e similares, construção e indústrias transformadoras.

Tabela 11. Atividade industrial no Município de Almodôvar (Empresas por Divisão - CAE Rev. 3)

Atividade económica industrial	Nº total
Indústrias transformadoras	38
Indústrias alimentares	15
Indústria das bebidas	3
Fabricação de têxteis	1
Indústrias da madeira e da cortiça e suas obras, exceto mobiliário; Fabricação de obras de cestaria e de espartaria	6
Fabricação de produtos químicos e de fibras sintéticas ou artificiais, exceto produtos farmacêuticos	1
Fabricação de produtos metálicos, exceto máquinas e equipamentos	9
Fabrico de mobiliário e de colchões	1
Outras indústrias transformadoras	1
Reparação, manutenção e instalação de máquinas e equipamentos	1
Eletricidade, gás, vapor, água quente e fria e ar frio	2
Construção	57
Promoção imobiliária (desenvolvimento de projetos de edifícios); construção de edifícios	23
Engenharia civil	1
Atividades especializadas de construção	33
Alojamento, restauração e similares	96
Alojamento	21
Restauração e similares	75

Fonte: INE, 2019.

As alterações climáticas apresentam uma série de impactos diretos e indiretos para o setor industrial, entre eles alterações nas cadeias de produção e falta de regularidade no abastecimento de água causando a maior instabilidade das próprias atividades produtivas, uma vez que em sua grande maioria são profundamente dependentes do abastecimento de água. Já entre os impactos indiretos pode-se referir as alterações nos estilos de vida da população e a conseqüente mudança nos hábitos de consumo.

A produção de azeite poderá ser comprometida pela combinação de altas temperaturas e de escassez hídrica. No caso da azeitona, a acumulação de gordura (de óleos) no fruto fica comprometida, o que terá também implicações no produto final.

No que concerne às indústrias transformadoras, denotam-se vários impactos decorrentes das alterações climáticas. Devido ao aumento global de temperatura, a componente energética industrial encontra-se em constante necessidade de inovação, para promover uma melhor adaptação e mitigação das alterações climáticas. As alternativas biológicas neutras em carbono, em oposição ao uso de combustíveis fósseis, constituem uma estratégia de especial importância neste âmbito, tendo-se verificado um incremento acentuado de uso de energias renováveis, nomeadamente energia solar, que se podem tornar os geradores de energia dominantes no futuro.

- Setor do turismo

O setor do turismo demonstra apresentar um panorama favorável, com uma taxa de crescimento médio anual de 7,2% nas dormidas, nos últimos 9 anos em Portugal. Para além dos impactos positivos para a economia é também relevante salientar os seus impactos ao nível da preservação do património cultural e natural. Por outro lado, existem diferentes tipos de impactos causados pelas alterações climáticas no setor do turismo, em especial decorrentes do aumento da temperatura, secas e ondas de calor, com incidência direta na atividade turística.

Almodôvar apresenta um reduzido número de dormidas (3% do total de dormidas na região do Baixo Alentejo em 2019), embora exista um relevante potencial do Município ao nível do património cultural e natural. O património cultural é caracterizado pela presença de vários sítios arqueológicos, capelas, igrejas e museus. Destacam-se aqui os Palheiros de Veio e a Estação Arqueológica de Mesas do Castelhinho, apresentados na página seguinte.



Palheiros de Veio¹⁰

Estruturas primitivas, pequenas, de formato circular e com um telhado coberto de colmo. Podem ser encontradas no Monte das Figueiras, no Monte Branco do Vascão e em Corte de Ouro.



Estação Arqueológica das Mesas do Castelinho¹¹

Através dos trabalhos realizados nesta estação, comprovou-se a existência no passado de um povoado com características defensivas no Monte Novo do Castelinho, verificadas a partir das ruínas de uma muralha e de um castelo.

Ao nível de património natural, constituem exemplos os Sítios da Rede Natura 2000 “Caldeirão” e “Guadiana” e as Zonas de Proteção Especial “Castro Verde” e “Piçarras” e as diversas espécies de fauna e flora que nelas integram. Destacam-se, neste âmbito, a Serra do Caldeirão e a Barragem do Monte Clérigo:



Serra do Caldeirão¹²

Repleta de espécies diversas, é de realçar a presença dos extensos montados de sobro e as áreas de esteval e, nos seus cursos hídricos, o saramugo.



Barragem do Monte Clérigo¹³

Local de beleza incontornável onde é permitida a prática de pesca desportiva, canoagem e outras modalidades e com potencial de praia fluvial. Da riqueza de flora e fauna, destacam-se os galeirões, mergulhões-pequenos e garças-brancas.

¹⁰ Fonte da imagem: <https://www.portugalnummapa.com/palheiros-de-veio/>

¹¹ Fonte da imagem: <https://www.guiadacidade.pt/pt/poi-estacao-arqueologica-de-mesas-do-castelinho-16360>

¹² Fonte da imagem: <https://megasporttravel.com/pt/passeios-diarios/algarve-portugal/caminhadas/caminhada-na-serra-do-caldeirao>

¹³ Fonte da imagem: <https://www.visitarportugal.pt/beja/almodovar/almodovar/barragem-monte-clerigo>

Neste âmbito, é importante salientar que qualquer fenómeno extremo decorrente das alterações climáticas, tais como alterações no solo (níveis de humidade e erosão) podem promover a perda de ativos arqueológicos e outros recursos naturais. Assim, a implementação de medidas de salvaguarda deve ser pensada no âmbito dos Planos de Adaptação às Alterações Climáticas como o que está a ser elaborado para o Município de Almodôvar, no âmbito da presente Estratégia.

Neste contexto, é ainda importante referir que a promoção da atividade turística em locais de património natural tais como a Serra do Caldeirão, pode ser benéfica do ponto de vista de preservação, o possibilitando monitorizar os terrenos e prevenir futuros incêndios em épocas de ondas de calor, tendo em conta que os fogos florestais, cada vez mais frequentes e de maior dimensão, poderão causar a perda da iconografia das paisagens naturais de destinos turísticos. Contudo, esta atividade deve ser limitada e altamente regulamentada para não gerar conflito entre Homem-Natureza.

Ainda neste âmbito, salienta-se a importância da exploração das relações de proximidade e complementaridade em relação aos polos turísticos envolventes, que se traduzem em oportunidades de relevo na dinamização do setor turístico da sub-região, nomeadamente com o Algarve, por possuir igualmente uma percentagem significativa da Serra do Caldeirão.

O aumento da frequência e da intensidade de períodos de precipitação intensa não só causa riscos no património, como também poderá aumentar o risco para as instalações turísticas, aumentando também os custos dos seguros do setor e incorrendo no aumento dos custos empresariais de manutenção da atividade.

Posto isto, é importante ter em consideração não só a importância da promoção da atividade turística para a preservação do património, mas também o impacto que a atividade causa no ambiente conforme referido inicialmente, sendo que existe uma relação forte e direta do turismo de massas com o clima. Os fluxos turísticos têm predominado de norte para o sul da Europa, durante o verão, sendo expectável que a indústria do turismo continue a crescer em busca de um clima mais quente (a sazonalidade constitui uma das questões mais críticas da atividade turística).

Neste âmbito, denotam-se impactos futuros a curto e médio prazo bastante significativos na atividade turística. A aridez do território, aliada à alteração na sazonalidade dos destinos e novos padrões climáticos (períodos mais quentes na primavera e outono e verão com temperaturas demasiado elevadas) pode repercutir avultados impactos no setor do turismo. As alterações climáticas poderão também causar a menor atratividade em determinados períodos do ano, introduzindo assim importantes mudanças nos fluxos turísticos.

Todos estes impactos decorrem não só dos novos padrões climáticos, como também de variáveis indiretas derivadas das alterações climáticas (perda de biodiversidade, erosão dos solos, abandono agrícola, desertificação, etc.). Ainda como impactos indiretos, são de referir os impactos das políticas de mitigação na mobilidade turística e os impactos na sociedade (alteração nos estilos de vida, da época de férias, do risco de segurança interna e externa, entre outros).

Assim, visiona-se que o setor do turismo opte por uma gestão e planeamento integrado assente numa política de qualidade e num modelo de desenvolvimento sustentável, de forma a mitigar e se adaptar às presentes implicações provocadas pelas alterações climáticas. Porém, os destinos turísticos nunca podem ser compreendidos de forma isolada do território em que estão inseridos, e por isso, torna-se necessária a existência de uma boa cultura de ordenamento do território, de forma a implementar medidas e soluções holísticas e consistentes.

É ainda de salientar a necessidade de otimizar os serviços e a oferta turística da região, numa ótica de produto, de modo a melhor gerir e organizar a oferta, através de uma promoção direcionada de atrativos em segmentos adaptados às características regionais, nomeadamente turismo em espaço rural, turismo de Natureza, *touring* cultural e paisagístico, gastronomia e vinhos, entre outros.

3.4. Análise Setorial – Ambiente

As alterações climáticas projetadas para o século XXI constituem uma ameaça para os ecossistemas, particularmente para a biodiversidade que, segundo vários especialistas, sentem já na atualidade os efeitos das alterações climáticas.

A vulnerabilidade climática das espécies resulta da magnitude das alterações climáticas que as afetam e da sua capacidade adaptativa. Os impactos poderão ser diretos ou indiretos. Os diretos ocorrerão quando as alterações do clima afetarem diretamente a distribuição, abundância ou sobrevivência das espécies. Serão os casos, por exemplo, de alterações climatológicas, como seja a redução permanente de recursos hídricos ou o aumento de temperaturas por cima dos limites de tolerância das espécies, que obrigarão espécies a deslocar-se para regiões onde possam encontrar condições climáticas idóneas à sua persistência. Os impactos indiretos ocorrerão quando os impactos se fizerem sentir sobre aspetos dos ecossistemas que colateralmente influenciem os elementos de biodiversidade que forem de interesse. É o caso, por exemplo, de alterações ambientais que afetem a propagação de doenças ou espécies invasoras que, por sua vez, afetam os elementos da fauna e flora nativas de interesse.

- Fauna

De acordo com um estudo realizado no âmbito do projeto “Iberia Change” (Araújo *et al.*, 2012)¹⁴, com o objetivo de avaliar os impactos potenciais das alterações climáticas em quatro grupos de vertebrados terrestres (anfíbios, répteis, aves e mamíferos) na Península Ibérica, estima-se que exista uma forte e consistente tendência de contração da distribuição potencial da grande maioria das espécies.

Considerando o cenário moderado de emissões de gases com efeito estufa (i.e., BAMBU - “Business as Might Be Usual”) estima-se que, para o período de 2051-2080, metade das espécies de anfíbios da Península Ibérica perderá mais de 30% da sua distribuição potencial, sendo este valor superior a 27% para os répteis, 63% para os mamíferos e 39% para as aves. Num cenário de emissões mais severo (i.e., GRAS – “Growth Applied Strategy”), metade dos répteis e anfíbios perderá mais de 38% da sua distribuição potencial, enquanto que para os mamíferos e as aves se estimam perdas com um valor superior a 78% e 56%, respetivamente.

¹⁴ Araujo, M.B., Guilhaumon F., Neto D. R., Pozo, I., & Calmaestra R. (2012) Biodiversidade e Alterações Climáticas /Biodiversidad y Alteraciones Climáticas. Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território & Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Lisboa /Madrid. 658 páginas. Disponível em: http://www.maraujolab.eu/projects/iberia-change/data_iberia/

Tendo em conta que o território do Baixo Alentejo, onde se insere Almodôvar, se encontra inserido a Sul da Península Ibérica, e que a análise das projeções climáticas conduzida no âmbito deste projeto é indicativa de um clima em evolução até final do Séc. XXI (aumento de temperaturas mínima, média e máxima e redução de precipitação), será, portanto, expectável que os impactos das alterações do clima se façam sentir (também) a nível da diversidade biológica que atualmente dele faz parte.

Assim, com base nos dados de distribuição das espécies de anfíbios, répteis, aves e mamíferos produzidos no contexto do projecto “Iberia Change”, obtiveram-se cenários de “ganhos” e “perdas” de espécies no Baixo Alentejo, e particularmente, no município de Almodôvar. No âmbito desta análise foram considerados dois (dos três) cenários de emissões disponíveis:

- O cenário **BAMBU**, mais moderado ou intermédio, e
- O cenário **GRAS**, um cenário mais intensivo ou extremo.

Por seu turno e para ambos os cenários foram tidos em conta os dois horizontes temporais ou períodos futuros disponíveis:

- **Período futuro 1:** 2021-2050,
- **Período futuro 2:** 2051-2080.

Adicionalmente, a situação climática de referência diz respeito ao período compreendido entre 1961-1990.

Das 292 espécies de vertebrados terrestres modeladas para a PI, cujo registo de ocorrências no sistema UTM de coordenadas de 10 x 10 km é igual ou superior a 15, 189 ocorrem no Baixo Alentejo:

- **13** espécies de **anfíbios**,
- **16** espécies de **répteis**,
- **133** espécies de **aves**,
- **27** espécies de **mamíferos**.

A descrição completa dos dados biológicos, dos dados e cenários climáticos e dos modelos bioclimáticos utilizados para esta análise, encontra-se em Araújo *et al.* (2012)¹⁵, bem como toda a base de dados gerada no âmbito do projeto.

¹⁵ Informação disponível online em <http://www.ibiochange.mncn.csic.es/iberiachange/pt/atlas>

Assim, tendo em conta a informação supracitada, o estudo das alterações na distribuição das espécies que ocorrem no território do Baixo Alentejo teve por base a determinação de duas medidas: i) alteração da riqueza específica e, ii) *turnover*, segundo os dois cenários de emissão e os dois períodos futuros. A primeira diz respeito à diferença entre a riqueza específica potencial futura e atual (i.e., associada às condições climáticas que se adequam às características e necessidades das espécies no futuro e no presente potencial), e expressa as alterações no número total de espécies, de cada um dos quatro grupos taxonómicos, ao longo do tempo. A segunda, complementar da primeira, é indicativa da composição potencial das espécies no futuro em relação à sua ocorrência atual. Por outras palavras, procedeu-se à determinação do número de espécies potencialmente ganhas (“espécies ganhadoras”), pressupondo que as espécies podem colonizar as novas áreas climáticas disponíveis de forma imediata e sem qualquer tipo de constrangimentos biológicos ou espaciais, bem como do número de espécies que potencialmente se perdem (“espécies perdedoras”), no território e ao longo do tempo. O cálculo da alteração de riqueza foi efetuado em cada uma das unidades espaciais (quadrículas de 10 km) subjacentes ao território do Baixo Alentejo, ao passo que o de *turnover* foi realizado considerando toda a área territorial relativa a este.

- Anfíbios

Os anfíbios encontram-se entre os grupos faunísticos mais vulneráveis às alterações do clima, na medida em que dependem de corpos de água e apresentam uma limitada capacidade de dispersão. A análise visual da Figura 20 permite verificar que, no cenário mais moderado (BAMBU), o Município de Almodôvar conserva o mesmo número de espécies. Já no cenário mais intensivo (GRAS), verifica-se uma perda ligeira de espécies.

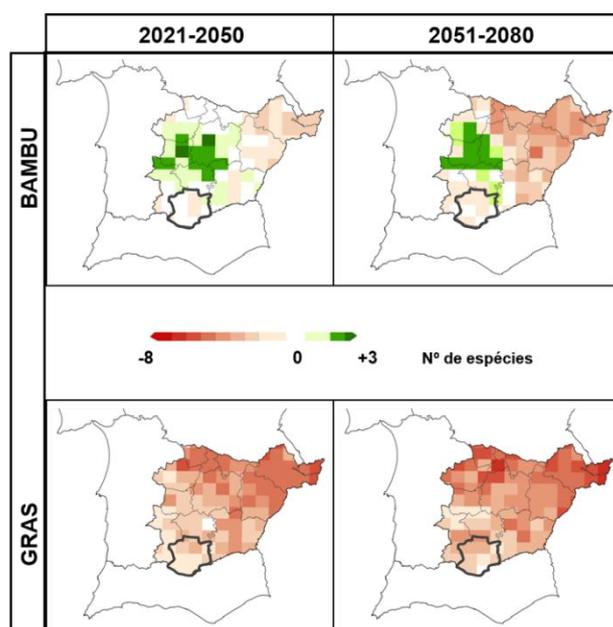


Figura 20. Alteração da riqueza potencial de anfíbios em dois períodos temporais (2021-2050 e 2051-2080) e segundo dois cenários de emissões (BAMBU e GRAS), relativamente ao período de referência (1961-1990) para a região do Baixo Alentejo, com destaque para o Município de Almodôvar.

Relativamente à composição de espécies (“turnover”) de anfíbios também se prevêem alterações, todavia a sua magnitude não varia nem entre cenários, nem entre períodos (Tabela 12, coluna 1).

Tabela 12. Alterações na composição de espécies (“Turnover”) de anfíbios, répteis, aves e mamíferos em termos absolutos (n - nº de espécies “ganhadoras” e “perdedoras”) e percentuais (% , relativas a N), para dois períodos temporais, e segundo dois cenários de emissões, para a região do Baixo Alentejo

Turnover	BAMBU							
	Anfíbios (N=13)		Répteis (N=16)		Aves (N=133)		Mamíferos (N=27)	
	n	%	n	%	N	%	n	%
	2021-2050							
Ganhadoras	1	7.7	2	12.5	4	3.0	2	7.4
Perdedoras	1	7.7	0	0.0	27	20.3	7	25.9
	2051-2080							
Ganhadoras	1	7.7	1	6.3	3	2.3	2	7.4
Perdedoras	1	7.7	0	0.0	49	36.8	8	29.6
Turnover	GRAS							
	Anfíbios		Répteis		Aves		Mamíferos	
	n	%	n	%	N	%	n	%
	2021-2050							
Ganhadoras	1	7.7	1	6.3	4	3.0	3	11.1
Perdedoras	1	7.7	0	0.0	53	39.8	8	29.6
	2051-2080							
Ganhadoras	1	7.7	1	6.3	4	3.0	2	7.4
Perdedoras	1	7.7	0	0.0	58	43.6	8	29.6

- Répteis

Os répteis são também organismos ectotérmicos, cujos ciclos de vida são particularmente afetados pela temperatura. Se por um lado o seu aumento poderá ter um efeito positivo para várias espécies (e.g. promovendo o seu crescimento e a atividade diária), por outro poderá ter impactos bastante negativos em espécies cujos limiares superiores de temperatura sejam superados. Alterações da época reprodutiva, do padrão de dispersão e das taxas de crescimento e sobrevivência são exemplos de consequências, as quais tenderão a ser mais gravosas se coincidirem com outros eventos ecológicos desfasados, como por exemplo a ocorrência de insetos que lhe servem de alimento.

De acordo com a análise realizada, e conforme se pode observar na Figura 21, no cenário mais moderado (BAMBU) prevê-se a manutenção do número de espécies, embora com uma ligeira diminuição entre o período de 2051-2080. Já o cenário mais intensivo (GRAS) prevê claramente uma diminuição do número de espécies no Município de Almodôvar.

Os resultados apontam para a estabilidade a nível da composição de espécies de répteis (*turnover*) para ambos os cenários de emissão, não sugerindo que alguma espécie se venha a “perder” no território do Baixo Alentejo ao longo do tempo (Tabela 12, coluna 2).

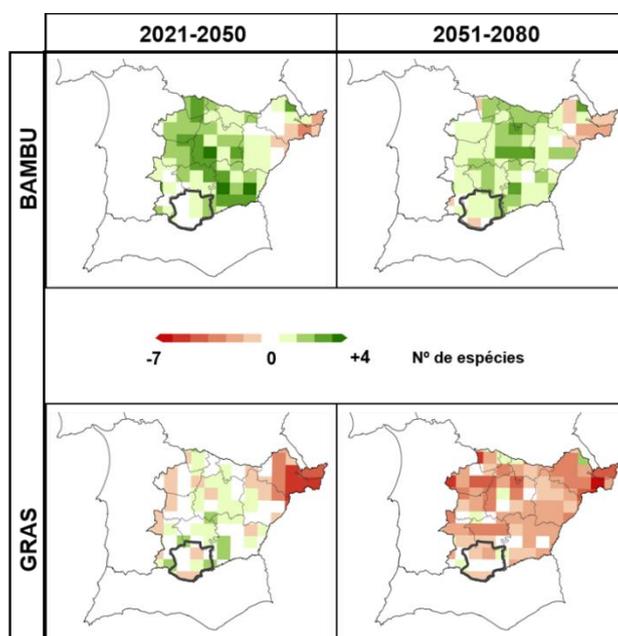


Figura 21. Alteração da riqueza potencial de répteis em dois períodos temporais (2021-2050 e 2051-2080) e segundo dois cenários de emissões (BAMBU e GRAS), relativamente ao período de referência (1961-1990) para a região do Baixo Alentejo, com destaque para o Município de Almodôvar.

- Aves

O grupo das aves apresenta uma elevada capacidade de dispersão e, por conseguinte, consegue mover-se entre áreas menos adequadas e chegar a outras mais favoráveis. Especialistas referem que aquecimento global é um dos fatores que alterou o comportamento das aves migradoras, tornando-se mais sedentárias. É o caso da cegonha-branca e do britango, que migravam porque não tinham condições para passar o inverno, mas que agora já têm. Estes são fenómenos complexos que geram conflitos com a disponibilidade de alimentos e tempo de nidificação (Lusa, 2021)¹⁶.

Em Almodôvar, e conforme se pode observar na Figura 22, os modelos bioclimáticos apontam para uma contração generalizada da riqueza específica, particularmente mais acentuada entre 2051-2080. A contração da riqueza será mais pronunciada no cenário mais intensivo e no último período. Verifica-se assim, que apesar da sua plasticidade fenotípica, o grupo taxonómico das aves é o que evidencia impactos das alterações do clima mais pronunciados.

Com efeito, a contração generalizada da riqueza é acompanhada de alterações significativas na composição das espécies de aves. No final da década de 2070, e a respeito do cenário mais extremo, verifica-se que o *turnover* toma valores na ordem dos 44% quanto a espécies “perdedoras” (Tabela 12, coluna 3), ou seja, que poderão desaparecer do território do Baixo Alentejo face às novas condições climáticas predominantes no futuro.

¹⁶ Fonte de informação: [Aquecimento global muda vida e hábitos de plantas e animais em Portugal | Alterações climáticas | PÚBLICO \(publico.pt\)](#)

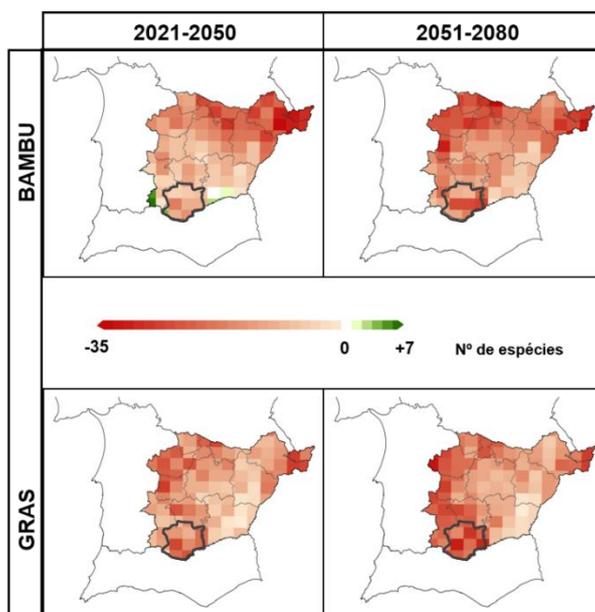


Figura 22. Alteração da riqueza potencial de aves em dois períodos temporais (2021-2050 e 2051-2080) e segundo dois cenários de emissões (BAMBU e GRAS), relativamente ao período de referência (1961-1990) para a região do Baixo Alentejo, com destaque para o Município de Almodôvar.

- Mamíferos

Em termos genéricos, os mamíferos são animais com necessidades territoriais superiores relativamente aos restantes grupos taxonómicos analisados. Também para este grupo se espera que ocorram impactos derivados das alterações climáticas, e entre os já documentados para várias espécies, salientam-se mudanças subjacentes aos ciclos de vida, sucesso reprodutivo e taxas de sobrevivência.

Para o Município de Almodôvar, os modelos bioclimáticos sugerem que poderão existir alterações na distribuição da riqueza específica, a qual será predominantemente caracterizada pelo aumento do número de espécies em ambos os cenários de emissões e períodos (Figura 23).

Adicionalmente, no final da década de 2070, os resultados apontam para que cerca de 30% das espécies de mamíferos possam vir a desaparecer do território (Tabela 12, coluna 4). Os mamíferos que figuram nesta estimativa são 8, nomeadamente: *Meles meles* (Texugo), *Mustela putorius* (Toirão), *Martes foina* (Fuinha), *Lutra lutra* (Lontra), *Talpa occidentalis* (Toupeira-ibérica), *Felis silvestris* (Gato-bravo), *Microtus cabrerae* (Rato-de-Cabrera) e *Arvicola sapidus* (Rato-de-água). Qualquer uma destas espécies encontra-se abrangida por medidas de adaptação às alterações climáticas, propostas no âmbito do projeto “Iberia Change”, as quais incluem a sua proteção jurídica e a sua conservação *in situ*.

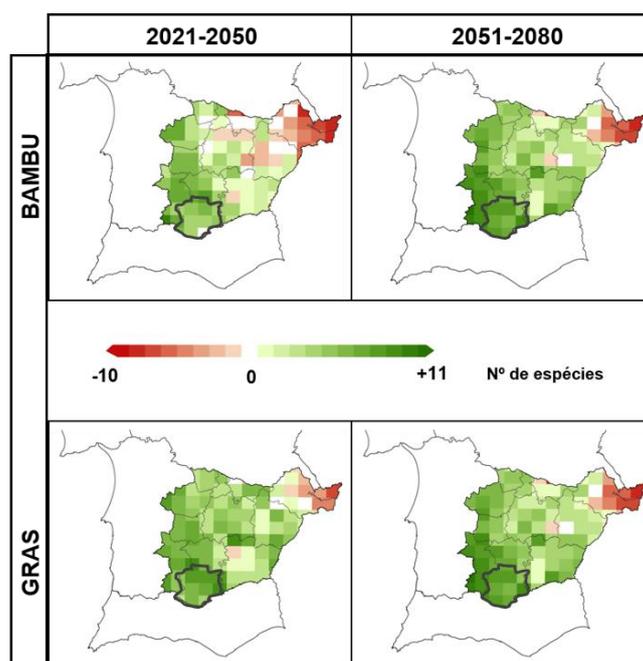


Figura 23. Alteração da riqueza potencial de mamíferos em dois períodos temporais (2021-2050 e 2051-2080) e segundo dois cenários de emissões (BAMBU e GRAS), relativamente ao período de referência (1961-1990) para a região do Baixo Alentejo, com destaque para o Município de Almodôvar.

Em suma, os modelos bioclimáticos apontam para alterações na distribuição da riqueza específica e composição potencial das comunidades bióticas, estimando-se que entre os anfíbios, répteis, aves e mamíferos, sejam os répteis o grupo taxonómico menos afetado. O grupo das aves figura como aquele em que os impactos das alterações do clima mais se evidencia. No cenário climático mais extremo estima-se que cerca de 40% das aves que atualmente ocorrem no território (N = 133) possam vir a perder condições climáticas idóneas à sua persistência.

- Flora

À semelhança do que tem vindo a ocorrer com as espécies faunísticas, as mudanças na distribuição de espécies de flora também se têm vindo a verificar.

Segundo o projeto “Lista Vermelha da Flora Vasculare de Portugal Continental” publicado em 2020, 381 plantas vasculares encontram-se ameaçadas atualmente em Portugal continental. Neste âmbito destaca-se a *Triglochin laxiflora* (Junquinho-dos-breijos) (Figura 24) que é um planta que ocorre noutras localidades de que importa referir o Município de Almodôvar. Segundo este estudo, observa-se uma tendência de declínio desta espécie de flora, apresentando apenas uma área de ocupação inferior a 100km². Assim, sugere-se a implementação de um plano de ação dirigido à planta, que integre medidas de conservação e estudos que aferiam a sua distribuição, bem como a monitorização regular dos seus núcleos populacionais.



Figura 24. *Triglochin laxiflora* (Junquinho-dos-breijos)

Fonte: Lista Vermelha da Flora Vascular de Portugal Continental (2020)

As árvores surgem como espécies chave, na medida em que garantem a sobrevivência de muitas outras formas de vida e providenciam um amplo espectro de serviços ecossistémicos com implicações a nível dos fatores bióticos e abióticos. A Península Ibérica, inserida na região Mediterrânica, constitui o *hotspot* de biodiversidade mais importante da Europa, com características paisagísticas e climáticas que diferem de região para região. De uma forma geral, as previsões apontam para aumentos de temperatura e diminuição de precipitação e, por conseguinte, para impactos pronunciados nas suas florestas e ecossistemas. Alguns estudos são já indicativos de que o desenvolvimento das plantas da Bacia Mediterrânica, atualmente, decorre no limite do seu ótimo de temperatura.

O projeto SIAM (*Climate Change in Portugal – Scenarios, Impacts and Adaptation Measures*) incluiu uma análise para a distribuição potencial das principais espécies florestais no final do século XXI em território nacional aponta para diferentes alterações na distribuição geográfica potencial das espécies e alterações significativas na produtividade primária líquida dos povoamentos. De acordo com os trabalhos desenvolvidos no âmbito deste projeto, irão ocorrer as seguintes alterações específicas decorrentes das alterações climáticas, no território do Baixo Alentejo:

- Diminuição da produtividade primária líquida do sobreiro;
- Aumento da vulnerabilidade dos povoamentos de azinheira;
- Redução da área de distribuição potencial dos carvalhos.

Adicionalmente, o estudo SIAM conjectura um aumento significativo de risco de incêndios florestais e de prevalência de agentes bióticos nocivos, que terão impactos mais visíveis e imediatos nas espécies florestais. Note-se que os agentes bióticos nocivos incluem pragas, doenças e espécies exóticas invasoras que produzem impactos avultados nos ecossistemas florestais e tornam as árvores e ecossistemas mais vulneráveis a outros fatores de perturbação.

No caso do sobreiro (*Quercus suber*) e azinheira, a proteção destas espécies em Portugal é favorável, uma vez que se encontram protegidas com legislação própria. Note-se que o sobreiro é uma das espécies mais emblemáticas do bioma Mediterrânico, representante de muitos ecossistemas agro-florestais (montados de sobro) e também a espécie mais seletiva em termos de temperatura, solo e precipitação. Se por um lado, suporta uma grande diversidade de espécies de aves, por outro suporta vários processos ecológicos fundamentais (e.g. armazenamento de carbono, proteção do solo, retenção de água). Ademais, assume no panorama económico nacional particular relevância, na medida em que constitui a matéria-prima da indústria de produção e transformação da cortiça.

Sob efeito das alterações climáticas prevê-se para as espécies florestais uma elevada taxa de mortalidade nos limites da atual distribuição geográfica, perdas acentuadas de área e de produtividade, uma maior incidência de pragas e doenças, redução da capacidade de sequestro de carbono, bem como migração e extinção de espécies importantes. No caso do sobreiro, o stress hídrico constitui um fator de agravamento da capacidade de regeneração dos seus povoamentos, os quais têm vindo a sofrer de perda de vitalidade, a qual, por seu turno, pode acentuar-se com o aumento do ataque por parte de agentes bióticos com consequências a nível do aumento da taxa de mortalidade.

Segundo os resultados obtidos no âmbito do “Programa Regional de Ordenamento Florestal” (PROF) para o Alentejo (ICNF, 2017), desenvolvidos pela Universidade de Évora, espera-se que entre 55% a 63% da região contenha áreas de aptidão “Baixa” para povoamentos de sobreiro até 2050, considerando o cenário mais moderado (RCP 4.5) e o mais extremo (RCP 8.5), respetivamente. Tais resultados encontram-se em linha com os encontrados por Correia *et al.* (2018), os quais apontam para perdas de adequabilidade climática na Península Ibérica na ordem dos 60%, considerando o RCP 8.5, sobretudo nas áreas Sul da atual distribuição que incluem, no território português, o Alentejo e o Algarve.

De acordo com a mesma fonte, a regressão da área de distribuição potencial do sobreiro nas regiões mais áridas poderá ser acompanhada pela sua substituição pela azinheira nas situações mais favoráveis, ou por formações arbustivas dominadas por matos temperados xerófitos. A respeito da azinheira, os resultados dos modelos apontam para que na região do Alentejo, e até

2050, as áreas de Aptidão “Boa” e “Regular” aumentem para 77% e 72%, de acordo com o cenário mais moderado (RCP 4.5) e o mais extremo (RCP 8.5), respetivamente.

Assim, o delineamento de estratégias de adaptação às alterações climáticas deverá ter em conta as áreas territoriais que no futuro perderão adequabilidade climática, mas também as que manterão e ganharão condições favoráveis à ocorrência das espécies. As áreas de refúgios climáticos serão particularmente pertinentes para preservar a biodiversidade existente, funcionando ainda como potenciais focos de regeneração e fonte de propágulos para colonização de áreas adjacentes e, neste sentido, deverão ser prioritizadas em termos de conservação.

Já o aumento da adequabilidade climática, a longo prazo, em novas áreas territoriais, beneficiará de medidas de florestação. Contudo, será sempre necessário ponderar a dinâmica social, económica e ecológica relativa ao passado e ao presente e, portanto, considerar as necessidades da população local, a matriz de usos do solo e a sua componente produtiva e económica, a vegetação nativa, bem como a própria rede de espaços protegidos, numa perspetiva de minimização de conflitos e otimização de benefícios. Ademais, a suplementação de água em condições de aumento de aridez, e relativamente aos povoamentos especialmente mais exigentes neste recurso, como no caso dos de sobreiro, deverá ainda ser ponderada tendo em conta a viabilidade associada à disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos face às necessidades de distribuição global dos mesmos.

Assim, as medidas de adaptação poderão passar pela aquisição de proteção legal, pela ampliação da rede de espaços protegidos, pela criação de corredores ecológicos e pela promoção da gestão adaptativa das áreas de conservação.

3.5. Análise Setorial – Habitação e Infraestruturas

As alterações climáticas constituem um risco ao nível da habitação e infraestruturas, uma vez que indicam consequências físicas que influenciarão o modo de construção e utilização das habitações, bem como exploração e gestão das infraestruturas.

- Habitação

Atualmente, considerando a presença de fenómenos climáticos de calor ou frio intenso de carácter cada vez mais frequente, o cenário das alterações climáticas é dominante e motivou uma maior exigência em relação aos padrões de conforto humano, devendo ser adotadas medidas de *design* bioclimático em edifícios, de modo a promover a eficiência energética dos mesmos e adaptá-los às alterações climáticas descritas. Dessa forma, a matéria Habitação e Infraestruturas assume um carácter relevante para a elaboração da estratégia EMAAC Almodôvar. Note-se que as habitações em Almodôvar (Figura 25) frequentemente tratam-se de construções antigas, sem os materiais adequados que têm vindo a ser desenvolvidos nos últimos anos, e com reduzida eficiência energética, possuindo um elevado consumo de energia (o Município de Almodôvar consome 1 291,3 kWh por habitante de energia elétrica para uso doméstico face a 1 266,6 kWh a nível nacional). Assim, o incremento de medidas que visem adotar comportamentos mais sustentáveis de consumo de energia deve ser uma prioridade na presente Estratégia.

Neste âmbito, e de acordo com os dados mais recentes dos Censos 2011, predomina ainda uma percentagem extremamente reduzida de alojamentos familiares de residência habitual que utiliza fontes de energia renovável em toda a região do Alentejo (abaixo de 1%), o que releva ser um panorama ainda pouco favorável para adaptação do território às alterações climáticas.



Figura 25. Habitações típicas do Município de Almodôvar.

Fonte: Google Maps.

De facto, tem-se verificado um aumento do consumo energético, uma maior libertação de gases de efeito de estufa e um aumento de fenómenos climáticos extremos, que podem ser associados

ao uso indiscriminado de sistemas mecânicos de climatização. Assim, as técnicas de Arquitetura Bioclimática que interligam o clima e o contexto geográfico local afirmam-se como ferramentas intrínsecas essenciais para os projetos arquitetónicos.

O conceito de Arquitetura Bioclimática define-se como uma tipologia de arquitetura que aborda o clima como uma variável importante no processo projetual e considera que as variáveis climáticas locais existentes no local como o sol, o vento e a água, devem interagir com o edifício de forma positiva, devido a técnicas de arquitetura aplicadas, que originará as condições de conforto térmico adequadas a cada espaço. A Arquitetura Bioclimática promove não apenas um aumento da eficiência energética do edifício como também um aumento do conforto ambiental interno, utilizando energia que pode ser diretamente obtida das condições ambientais, levando a uma maior independência das energias fósseis. Os fatores climáticos e ambientais revelam-se, assim, absolutamente decisivos no projeto bioclimático, por razões ecológicas e ambientais e por influenciarem os comportamentos do ser humano.

Relativamente ao conforto térmico, este não constitui um conceito exato, uma vez que engloba um conjunto de fatores associados a elementos quantificáveis (temperatura do ar, radiação solar, humidade e deslocação do ar) e fatores não quantificáveis (estado mental, emocional, educação e cultura). Assim, o conforto térmico varia consoante a aclimação individual ao local onde está inserido e à envolvência intelectual e social local. De um modo geral, a sensação de conforto térmico está associada a um estado de neutralidade térmica, induzido pelo balanço térmico das trocas de calor entre o corpo humano e o meio que as rodeia, através de quatro processos: radiação, condução, convecção e evaporação.

Com base no apresentado, a construção de edifícios que promovam um conforto térmico geral, nomeadamente em períodos de calor intenso, que podem conduzir a graves distúrbios metabólicos, constitui um desafio. Adicionalmente, devem ser projetados edifícios que não produzam tensões negativas sobre o mecanismo interno de compensação de calor do corpo humano.

A transmissão de conhecimento e o aperfeiçoamento das técnicas de Arquitetura Bioclimática tem permitido gerar respostas para os desafios climáticos que se colocam, através da implementação de várias técnicas de desenho passivo, que promovem o aproveitamento de recursos naturais. Os sistemas passivos classificam-se em sistemas de aquecimento ou arrefecimento passivo e são parte integrante dos edifícios, promovendo uma transformação do edifício num sistema de captação, controlo, regulação, acumulação e distribuição de energia, indispensável ao conforto interior dos seus utilizadores, sem acrescentar custos adicionais na construção.

Mais especificamente, os sistemas de aquecimento passivo são mecanismos que desempenham o papel de coletores solares e acumuladores de energia solar neles incidentes, ou correspondem

a agentes de distribuição de energia-calor por processos naturais de transferência. Por sua vez, os sistemas de arrefecimento passivo incluem soluções que visam a atenuação de ganhos de calor e que promovem uma dissipação do calor. Estas soluções representam estratégias importantes para assegurar o aumento das condições de segurança e do conforto térmico dentro do edifício.

Uma vez que as variáveis climáticas que possuem mais influência na transferência de calor são a temperatura do ar exterior e a radiação solar, devem ser adotadas soluções para que os edifícios sejam termicamente resilientes, atingindo baixas temperaturas internas durante períodos quentes, e evitando que se sejam atingidas temperaturas muito baixas nos períodos mais frios. Dessa forma, será também possível minimizar o uso de energia para a refrigeração/aquecimento dos edifícios.

- Infraestruturas de transporte

Já no que diz respeito às infraestruturas, é relevante analisar aquelas que são vitais para o desenvolvimento económico e social do território, para garantir o acesso às necessidades e serviços básicos, como para estimular o comércio e o fornecimento de bens.

No que diz respeito às infraestruturas relacionadas com o transporte de água, segundo os dados mais recentes do INE, Almodôvar tem 23 Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETA's). Neste âmbito, é importante referir que se encontra em vigor um projeto que ambiciona estender a Barragem de Alqueva à Barragem do Monte da Rocha, permitindo transportar 1,5m³ de água por segundo e abastecer o Município de Almodôvar e outros 5 concelhos.

Ao nível de transportes rodoviários, em Almodôvar predomina uma estrutura de transporte iminentemente rodoviária, que se materializa através de um eixo principal - A2 – e de um eixo estruturante – N2 - que fornecem boas acessibilidades relativamente à restante região do Baixo Alentejo e regiões de proximidade como Lisboa e Algarve.

Ao nível de transporte marítimo, Almodôvar está dependente do Porto de Sines e ao nível de transporte aéreo está dependente do Aeroporto de Beja, Terminal Civil de Beja, Aeródromo de Figueira de Cavaleiros e Aeródromo de Ferreira do Alentejo.

No domínio do transporte ferroviário, destaca-se a Linha do Sul, pelo que não intersesta com o Município, mas tem como estações ferroviárias mais próximas 'Pereiras' e 'Santa Clara de Sabóia', embora a 75km de distância. Face ao baixo investimento neste tipo de transporte, verifica-se atualmente uma deterioração dos equipamentos e infraestruturas, diminuindo o grau de satisfação dos utentes e, conseqüentemente a procura por este tipo de transporte.

Tendo em conta este enquadramento em que se verifica que a rede rodoviária é a principal estrutura de Almodôvar, os dados dos Censos 2011 indicam que existe uma forte dependência do veículo

automóvel, indicando que o meio de transporte mais utilizado nos movimentos pendulares da população de Almodôvar é essencialmente o automóvel ligeiro (51%).

De facto, os transportes são fontes de pressão ambiental e que contribuem para as alterações climáticas, sendo que territórios tais como o Município de Almodôvar devem optar por modos de mobilidade mais suaves. Neste âmbito, uma componente importante consiste nos transportes rodoviários coletivos, sendo que importa aqui destacar o serviço inter-regional, inter-concelhio e municipal. A nível inter-regional, os serviços de carreiras expresso realizam ligações rápidas entre a região do Baixo Alentejo e o restante território nacional, com ligações diretas diárias com Lisboa, Almada, Évora, Setúbal, Faro, Albufeira, Grândola, Portel, Santiago do Cacém e Sines. A nível inter-concelhio, o território é servido pela operadora Rodoviária do Alentejo que efetua ligações entre Beja e Moura, Serpa, Aljustrel, Almodôvar, Mértola, Castro Verde, Alvito e Vidigueira, entre Cuba e Vidigueira, bem como com Ferreira do Alentejo.

No que diz respeito às vulnerabilidades climáticas perspetivadas para a rede de transportes, é de notar que as infraestruturas de transportes são muito vulneráveis aos fenómenos climáticos que previsivelmente irão aumentar de frequência e magnitude com as alterações climáticas. De facto, este tipo de infraestruturas são mais sensíveis às condições climáticas extremas do que à alteração das médias climáticas.

A vulnerabilidade de cada infraestrutura de transporte às alterações climáticas tem em conta não só os riscos climáticos, numa determinada região, mas também a importância da infraestrutura para todo o sistema de transportes. Assim, se no sistema existirem várias componentes ou troços alternativos (por exemplo, vias em paralelo), que facilitam a circulação entre um ponto A e B, essa vulnerabilidade é baixa. Pelo contrário, a vulnerabilidade sistémica associada a um troço é maior quando esse troço é importante física e funcionalmente, mas sobretudo quando não há alternativas de capacidade similar.

Seguidamente, descrevem-se com maior detalhe os impactos das alterações climáticas para cada tipologia de infraestrutura de transporte em Almodôvar, com análise da sua vulnerabilidade (Tabela 13).

Tabela 13. Impactos potenciais do cenário climático futuro do Município de Almodôvar nas infraestruturas de transporte

Tipo de transporte	Riscos físicos/ameaças	Impactos operacionais
Rodoviário	Degradação do asfalto (fendas, deformações)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Redução da velocidade de circulação ■ Deterioração dos pneus e sobreaquecimento dos veículos ■ Aumento da necessidade de manutenção das vias ■ Limitação aos períodos de construção/obras
	Deterioração das fundações rodoviárias	
	Inundações das vias	
Aéreo	Degradação do asfalto	<ul style="list-style-type: none"> ■ Redução da mercadoria transportada ■ Aumento da necessidade de controlo das condições das pistas ■ Aumento da necessidade de manutenção das pistas
	Incêndios florestais	
Ferroviário	Movimento dos <i>rails</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Redução da velocidade de exploração ■ Redução da mercadoria transportada ■ Aumento da necessidade de controlo da temperatura dos rails ■ Aumento da necessidade de manutenção das ferrovias
	Incêndios florestais	

No que concerne às infraestruturas rodoviárias, o seu estado de conservação é especialmente sensível aos fenómenos físicos extremos que compõem as alterações climáticas. Desta forma, a conjugação do aumento das temperaturas com a redução da precipitação conduz à redução da humidade do solo, o que leva à aceleração da deterioração dos materiais, estruturas e fundações rodoviárias. No caso das superfícies rodoviárias, o asfalto sofre fenómenos de colapso e dispersão (consequências visíveis a olho nu através da ocorrência de fendas e buracos), levando a uma redução do seu período de vida, em especial com o aumento da radiação solar. Já as fundações rodoviárias são particularmente afetadas pelos movimentos de terras e alterações dos níveis das águas subterrâneas, podendo sofrer deformações e falhas estruturais.

Aos referidos fenómenos climáticos acrescem os casos de precipitação extrema em curtos períodos. Estes fenómenos, que serão mais frequentes no território contribuem, por um lado, para acelerar os danos significativos nas infraestruturas, e por outro, são uma fonte importante de deslizamento de terras.

Para além dos custos de reparação, o agravamento do estado de conservação das infraestruturas pode trazer uma série de impactos negativos operacionais, incluindo reduções de velocidade de circulação, efeitos adversos nos veículos, como a deterioração dos pneus e o sobreaquecimento dos veículos, e a perturbação dos serviços de transporte com impactos económicos significativos.

Aponta-se, igualmente, para um impacto negativo das temperaturas elevadas no comportamento dos motoristas, verificando-se um aumento do desconforto e maior risco de acidentes devido a condições de *stress* de calor. De facto, pode apontar-se um aumento dos riscos de saúde e de segurança do trabalho relacionados com o calor extremo aos trabalhadores das instalações e fornecedores deste setor (comuns a todas as tipologias de transporte).

Relativamente ao decréscimo de precipitação, os cenários climáticos indicam que o Município de Almodôvar sofrerá, em ambos os cenários, as perdas médias de precipitação anual mais significativas. Este facto reveste-se de significativa importância, tendo em conta que o concelho é atravessado pela autoestrada A2. Como tal, é premente preparar este troço da via para um acréscimo das condições de degradação física dos seus materiais, estruturas e fundações.

À semelhança do indicado para as infraestruturas rodoviárias, o aumento de temperaturas e da radiação solar conduz a danos nas estradas e nas pistas das infraestruturas aeroportuárias. Estas podem sofrer uma aceleração da taxa de deterioração do asfalto, bem como uma deformação das fundações das pistas devido à redução da humidade do solo. Este aumento de temperatura provoca, igualmente, a expansão de juntas de betão, dos revestimentos de proteção e dos vedantes. Aos fenómenos climáticos referidos acrescem os casos de precipitação extrema, que contribuem para os danos significativos no estado de conservação das infraestruturas provocados pelas inundações.

Em termos operacionais, os aeroportos/aeródromos poderão ser afetados pelo aumento dos incêndios florestais, com atrasos no tráfego aéreo em consequência da diminuição da visibilidade no ar. Este fenómeno acarreta custos crescentes na gestão dos atrasos e remarcação de voos.

O setor de aviação está a sofrer avanços tecnológicos que procuram compensar o impacto negativo das alterações climáticas. Assim, encontram-se em desenvolvimento tecnologias que procuram resolver a redução da impulsão aerostática e ineficiência dos motores quando em situações de aumento de temperaturas.

A vulnerabilidade do sistema aeroportuário às alterações climáticas está relacionada com a sua relevância no panorama nacional. Considerando a situação atual, quer o Aeroporto de Beja quer os dois aeródromos privados aqui existentes possuem baixa importância no sistema de transportes nacional, pelo que, a manter-se esta situação, qualquer interferência provocada pelas alterações climáticas não será relevante para o funcionamento do sistema aeroportuário a nível nacional e regional.

Segundo os cenários climáticos na componente da temperatura, estes indicam um aumento da temperatura.

Relativamente ao decréscimo de precipitação, os cenários climáticos indicam que o Município de Almodôvar sofrerá, em ambos os cenários, as perdas médias de precipitação anual mais significativas. Neste caso, com uma localização (Beja e Ferreira do Alentejo) fora da zona mais problemática, o risco para as infraestruturas deste tipo é menor, embora não negligenciável.

Quanto às infraestruturas ferroviárias, as alterações climáticas assumem-se particularmente significativas para a integridade das vias férreas. Assim, o aumento da temperatura e as ondas de calor provocam um aumento do *stress* estrutural através da dilatação ou contração do aço dos carris, resultando em movimentos das vias férreas.

Para além do custo de reparação deste dano físico, a situação pode provocar impactos de ordem operacional, incluindo a redução das velocidades de operação, a redução da carga útil e a possível interrupção total do serviço.

Outros fenómenos associados às alterações climáticas podem trazer um aumento da degradação das infraestruturas, falhas no funcionamento e necessidade de substituição das estruturas dos carris. Os incêndios florestais e a precipitação extrema, ao gerar inundações, são exemplos de fenómenos interligados pelas alterações climáticas que podem contribuir para aumentar a degradação das infraestruturas e a inoperacionalidade do serviço.

Importa notar que o sistema ferroviário do Baixo Alentejo se limita a um baixo número de corredores, com um nível de redundância nula. Por este motivo, qualquer interrupção no serviço devido a riscos físicos aumentados pelas alterações climáticas, tem consequências relevantes na operacionalidade do serviço.

Segundo os cenários climáticos elaborados, existirá um claro aumento da temperatura, sendo que as infraestruturas ferroviárias das três linhas do Baixo Alentejo (duas linhas mais próximas de Almodôvar) serão afetadas de igual forma pelo risco acrescido de aumento de temperatura.

Relativamente ao decréscimo de precipitação, os cenários climáticos indicam que o concelho de Almodôvar sofrerá as perdas médias de precipitação anual mais significativas. Neste caso, este concelho que é servido pelas linhas ferroviárias do Ramal de Neves-Corvo e da Linha do Sul, exigível uma estratégia adicional de preparação das infraestruturas de transporte de passageiros e de mercadorias destas duas linhas a este risco significativo.

Do ponto de vista operacional, a principal ameaça à adaptação do setor dos transportes às alterações climáticas está relacionada com a falta de investimento na preparação dos sistemas de infraestruturas aos eventos extremos. Desta forma, o investimento nas infraestruturas de transporte deve ser canalizado para duas abordagens:

- Tornar cada componente do sistema de transporte (terrestre e aéreo) mais resistente a qualquer tipo de ameaça; para tal, deve-se estudar quais são as vulnerabilidades mais

importantes e preparar o sistema para resistir melhor a essas ameaças, aumentando a resiliência do sistema no futuro;

- Fazer com que o sistema consiga funcionar normalmente, mesmo que um elemento não opere apropriadamente (redundância física); para tal, é necessário garantir a independência entre as componentes que recebem o apoio do elemento redundante e garantir a equivalência na capacidade do elemento redundante.

Uma importante oportunidade provocada pelas alterações climáticas, a longo prazo, é a sua influência nas estruturas operacionais e no comportamento dos utilizadores. As alterações climáticas irão provocar uma modificação dos principais fluxos de viajantes e de mercadorias, com forte incidência em diversos setores económicos como o turismo e a agricultura, que influenciarão a procura pela mobilidade entre áreas geográficas.

A localização e exploração de futuras infraestruturas constitui uma oportunidade de tornar as infraestruturas mais resilientes, exigindo alterações significativas no planeamento, conceção, construção, exploração e manutenção dos sistemas de transportes. Como tal, é fundamental adotar medidas de adaptação às alterações climáticas neste âmbito.

- Infraestruturas de comunicação

No que concerne ao setor das comunicações, é de notar que estes constituem elementos fundamentais para o funcionamento efetivo da economia e para a conectividade de um território. Um aspeto crucial da sua relevância é o facto de as comunicações fornecerem ferramentas críticas para gerir respostas de emergência em períodos de desastres e eventos climáticos extremos. No atual mundo digital, as comunicações podem ser vistas como um contributo para reduzir as emissões de gases de efeito de estufa ao funcionarem como alternativas às deslocações físicas.

Uma das tecnologias das comunicações com maior destaque é o serviço telefónico em local fixo. O número total de acessos telefónicos tem vindo a aumentar em todo o país (Figura 26), devido à propagação das tecnologias de Internet (VoIP/VoB) e móveis (GSM/UMTS)¹⁷. Em termos numéricos, em 2019, o Município de Almodôvar apresentava um valor médio de 38,47 acessos telefónicos por 100 habitantes, valor abaixo da média nacional (47,19) e regional (41,16), assim como uma evolução mais lenta.

¹⁷ VoIP - Voice over Internet Protocol; VoB – Voice over Broadband. GSM - Global System for Mobile (2ª geração de telecomunicações) e UMTS - Universal Mobile Telecommunications System (3ª geração de telecomunicações).

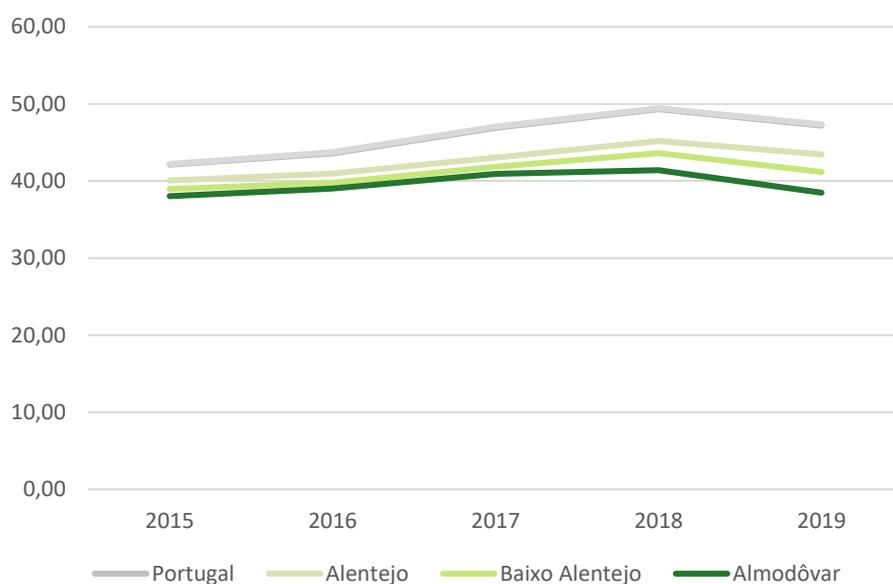


Figura 26. Evolução dos acessos telefónicos por 100 habitantes.

Fonte: INE.

Em termos de infraestruturas, as tecnologias de comunicações atualmente existentes em Portugal funcionam em redes por cabo ou redes sem cabos (*wireless*). As redes por cabo podem ser dos seguintes tipos: redes de cobre, redes de TV por cabo e redes de fibra ótica.

As tecnologias sem cabos (*wireless*) incluem a rede de telemóveis, banda larga e satélite. No caso das tecnologias de redes de comunicações eletrónicas terrestres (telemóveis), estas possuem uma rede constituída por meios radioelétricos e por equipamentos terminais móveis. Estas redes surgiram em 1989 em Portugal, tendo sofrido várias evoluções tecnológicas, desde as redes 2G às atuais 5G, a quinta geração móvel. O serviço de acesso à Internet pode ser através da rede de cobre com serviço ADSL, por banda larga fixa ou por banda larga móvel. No caso da banda larga, o Município de Almodôvar apresentava em 2019, 29,72 acessos à Internet de banda larga por 100 habitantes perante 20,18 em 2011. Apesar da evolução positiva, o valor encontra-se abaixo da média nacional (38,57) e regional (35,66) em 2019.

À semelhança das infraestruturas de transporte, a integridade das infraestruturas e a produtividade das componentes críticas das redes de comunicação é afetada negativamente pela variabilidade climática que resulta das alterações climáticas, colocando em causa a economia e a conectividade do território.

Em períodos de desastre ou de eventos climáticos extremos, podem-se verificar alterações na capacidade de comunicação ou no acesso a informação que geram constrangimentos à administração local, empresas e cidadãos e levam a uma incapacidade de comunicar que põe em

risco a segurança humana e económica. Importa salientar que o setor das comunicações possui extrema importância quer durante como após a ocorrência de fenómenos climáticos extremos.

No caso do Município de Almodôvar, os cenários das projeções climáticas apontam para aumento médio das temperaturas anuais mínima, média e máxima, para todo o território e um decréscimo da precipitação. Apesar da previsão do decréscimo da precipitação, prevê-se que ocorram períodos de chuva extrema com mais frequência.

Considerando os fenómenos de calor extremo, os principais impactos climáticos podem ser desagregados por tipologia (aérea ou subterrânea), mas também comuns às duas tipologias como o aumento dos riscos de saúde e segurança no trabalho dos trabalhadores das instalações e fornecedores.

O aumento da temperatura e a ocorrência de ondas de calor aumentam o risco de mau funcionamento ou falhas, assim como, o sobreaquecimento dos equipamentos nas estações e centrais diminuem as taxas de operação e geram um aumento das necessidades de arrefecimento. Quanto ao aumento da radiação solar, este acelera o processo de degradação dos cabos aéreos de transmissão, reduzindo o período de vida das infraestruturas, aumentando os custos de manutenção, podendo gerar falhas durante a ocorrência de eventos extremos.

Os eventos extremos de tempestades, devido aos movimentos de terras, alterações nos níveis freáticos que afetam a estrutura química das fundações e fadiga das estruturas, podem também levar ao declínio da estabilidade das estruturas e fundações das comunicações. A ocorrência mais frequente de eventos extremos de tempestades terá impacto no custo mais elevado do fornecimento e manutenção das infraestruturas devido à maior frequência e duração de interrupções de rede e serviços de comunicação. Em particular, os eventos extremos de precipitação aumentam também o risco de inundações e alagamento, bem como maior erosão e danos que podem expor os cabos das infraestruturas de telecomunicações subterrâneas (cabos enterrados) e instalações de baixa volumetria.

De notar que o aumento de frequência e duração das perturbações nas redes de comunicações causam transtornos aos serviços nas populações, empresas e entidades públicas, afetando significativamente também a resposta dos serviços de emergência e esforços de coordenação em situações de emergência.

No que concerne às infraestruturas que compõem redes sem cabos, o aumento da frequência e intensidade de eventos extremos de vento, raios e incêndios florestais pode causar danos relevantes às infraestruturas e serviços de transmissão acima do solo, como as torres de comunicações móveis e antenas. Em relação às comunicações móveis, os eventos extremos de

precipitação pluviométrica podem afetar as bandas de frequência fazendo com que alguns sinais não sejam recebidos, ou que não o sejam de forma clara.

No setor das Comunicações, o reduzido período de vida das infraestruturas conjugado com o desenvolvimento tecnológico acelerado vivido nos dias de hoje, garante uma flexibilidade e uma capacidade de resposta rápida às alterações climáticas, fornecendo algum nível de resiliência. Porém, o setor não integra um planeamento de longo prazo, maioritariamente justificado pela elevada competição uma vez que, em Portugal a indústria das comunicações é inteiramente de propriedade privada, traduzindo-se numa gestão muito focada no lucro e numa análise de mercado de curto prazo ao invés da definição de estratégias de longo prazo que tenham em consideração as alterações climáticas futuras.

Por fim, o aumento da temperatura e a redução da precipitação, com períodos de chuva extrema, serão os eventos climáticos que terão maior impacto nas infraestruturas de transportes e comunicações em Almodôvar. Em suma, os dois tipos principais de impactos provocados pelas alterações climáticas em ambos os tipos de infraestruturas são a aceleração do desgaste das infraestruturas, ao nível do estado de conservação dos pavimentos, fundações estruturais e materiais, provocando uma redução da vida útil das infraestruturas e perturbações no serviço prestado. Tal deve-se à ocorrência de incidentes operacionais/avarias devido, por exemplo, ao *stress* térmico dos *rails* ferroviários ou à ineficiência das redes de cabos sobreaquecidos que gera maiores necessidades de manutenção assim como reparações dispendiosas.

Também impactos indiretos como o aumento dos riscos de saúde e de segurança do trabalho relacionados com o calor extremo aos trabalhadores das instalações e fornecedores ou a redução da visibilidade devido aos incêndios florestais são de elevada importância. Na Tabela 14 apresentam-se os resumos dos impactos operacionais potenciais da evolução climática nas infraestruturas de transporte e comunicações identificados para o Município de Almodôvar.

Em síntese, o setor dos transportes e comunicações que possui uma elevada importância para a economia, funcionalidade e conectividade de um território, mostra vulnerabilidades significativas consequentes das alterações climáticas, nomeadamente dos eventos climáticos extremos. No caso do setor dos transportes, o sistema é composto por infraestruturas de grande dimensão, na sua maioria resultado de investimento público e com um período de vida prolongado. No entanto, verifica-se que como o investimento tem sido limitado ao longo dos anos, as situações de degradação de infraestruturas são cada vez mais presentes, assim como a reduzida vida útil e obsolescência técnica. Dessa forma, a incorporação das alterações climáticas na definição de estratégias de gestão sustentável do sistema contribui para um sistema com melhor operacionalidade e mais resiliente.

Tabela 14. Impactos potenciais dos cenários climáticos futuros para o Município de Almodôvar nas infraestruturas de comunicação

Tipo de rede	Riscos físicos/ameaças	Impactos operacionais
Redes por cabo	Sobreaquecimento dos equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> ■ Reduções nos níveis de serviço ■ Aumento significativo no custo do fornecimento e manutenção das infraestruturas ■ Perda de serviços de comunicação em situações de emergência geradas por eventos climáticos extremos
	Degradação dos cabos	
	Declínio na estabilidade das estruturas e fundações	
	Danos provocados por tempestades	
	Alagamento de infraestruturas subterrâneas	
Redes <i>wireless</i>	Afetação das bandas de frequência onde funcionam as comunicações sem fios	<ul style="list-style-type: none"> ■ Reduções nos níveis de serviço ou interrupções do serviço

Por outro lado, o setor das comunicações está assente em infraestruturas de menor dimensão e com menor período de vida, geridas por investimento privado. Como tal, possuem maior flexibilidade e capacidade de resposta às alterações climáticas, porém esta resposta está condicionada pela lógica de obtenção de lucro a curto prazo, e menos na sustentabilidade do sistema a longo prazo. Como tal, é importante sensibilizar os operadores para o aumento da resiliência das infraestruturas, considerando as alterações climáticas como uma oportunidade económica.

AVALIAÇÃO DO RISCO CLIMÁTICO

4

4. Avaliação do Risco Climático

A avaliação do risco climático no Município de Almodôvar será desenvolvida para os eventos climáticos elencados na Tabela 15. Para a determinação do risco futuro utilizar-se-á tanto a informação de grande resolução espacial desenvolvida neste estudo como informação climática apresentada no Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Baixo Alentejo. Sempre que a informação disponível não apresenta tendências de sinal claro, adotar-se-á uma visão conservativa, valorizando os efeitos mais críticos.

O nível de risco é determinado com base numa matriz de cruzamento entre a frequência de ocorrência do evento climático e a consequência dos impactos do evento. A frequência de ocorrência do evento climático é classificada como:

1. Média: passível de ocorrer de 5 em 5 anos;
2. Alta: passível de ocorrer de 2 em 5 anos;
3. Muito alta: passível de ocorrer em pelo menos cada 2 anos.

No que diz respeito à classificação das consequências dos fenómenos climáticos adotou-se igualmente uma subdivisão em três classes:

1. Pouco grave: passível de causar danos em infraestruturas. É possível reverter rapidamente e com baixos custos à situação original;
2. Grave: passível de provocar acidentes localizados. A reparação exige investimentos à escala do município;
3. Muito grave: passível de provocar acidentes de grande escala. A reparação exige a intervenção da administração central.

O risco climático é determinado pelo produto entre as classificações da frequência e da consequência, conforme apresentado na Figura 27.

No quadrante inferior esquerdo encontram-se os eventos de menor risco e de baixa prioridade enquanto no quadrante oposto (superior direito) se posicionam os eventos de maior risco e consequentemente, prioridade elevada.

Para a classificação da frequência de ocorrência dos eventos climáticos assim como das suas consequências não se recorreu à realização de estudos específicos mas sim, aos registos de eventos passados e à opinião de peritos envolvidos no presente estudo.

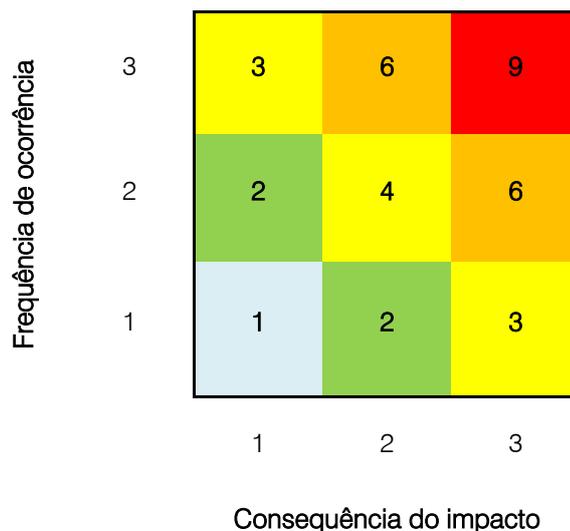


Figura 27. Matriz aplicada na avaliação de risco.

Na Tabela 15 inclui-se a evolução da frequência de ocorrência do evento climático e das suas consequências entre a situação atual e a projetada para meados do século.

Tabela 15. Frequência de ocorrência dos eventos climáticos e consequência dos seus impactos nos cenários climáticos atual e futuro

Evento climático	ID	Frequência		Consequência	
		Atual	Futura	Atual	Futura
Aumento da temperatura média	TM	1	3	1	2
Ondas de calor	OC	1	2	2	2
Precipitação Intensa	PPI	2	3	2	2
Seca	SC	2	3	2	3
Geadas	GE	1	1	1	1
Ventos intensos	VI	1	1	1	1
Partículas e poeiras	PP	1	2	1	1

Da análise efetuada, conclui-se que os riscos climáticos que apresentam um potencial de aumento mais acentuado e preocupante, logo os mais prioritários, são os relacionados com o aumento da temperatura média anual (TM) e as ondas de calor (OC), a precipitação intensa (PPI) e a seca (SC).

No que diz respeito a estes eventos considera-se que haverá em paralelo um agravamento tanto da frequência da sua ocorrência como das potenciais consequências danosas resultantes.

Relativamente aos eventos de vento intenso considerou-se a manutenção da frequência de ocorrência e da magnitude das consequências. O risco climático associado à ocorrência de geada

mantém-se inalterado. Finalmente admitiu-se o aumento da frequência de partículas e poeiras e uma manutenção das potenciais consequências danosas resultantes.

A incorporação destes pressupostos na matriz de risco climático para a situação atual e para a projeção para meados do século é representada nas Figura 28 e Figura 29.

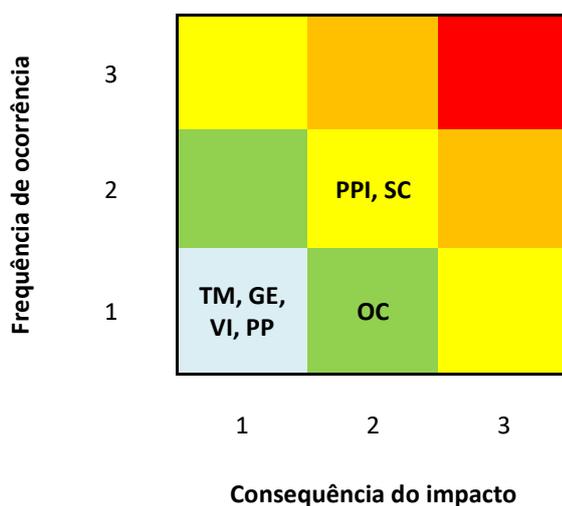


Figura 28. Matriz de avaliação de risco atual

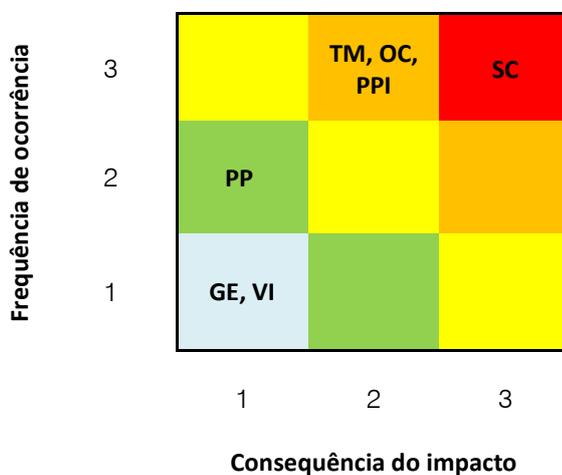


Figura 29. Matriz de avaliação de risco futuro

Da comparação destas duas Figuras observa-se um agravamento dos riscos climáticos potenciais suportados por esta região geográfica com o surgimento de dois eventos (temperatura média, ondas de calor e precipitação intensa) no nível de risco 6 e um evento (seca) no nível máximo de risco (nível 9).

Considerando como critério de priorização todos os eventos climáticos, e consequentes impactos, que apresentam um nível de risco superior a 4, regista-se um total de 4 eventos que merecem uma atenção redobrada.

Esta avaliação de risco sugere a da necessidade de adaptação para os eventos para os quais se projetam riscos de maior magnitude no futuro, nomeadamente:

- Seca;
- Aumento da temperatura média;
- Ondas de calor;
- Precipitação intensa.

Para estes eventos é fundamental avaliar as opções de atuação já existentes e identificar novas opções de adaptação caso se considere necessário. Estas novas opções adaptativas deverão ser avaliadas e priorizadas.

ANEXOS

5

Anexo - Reuniões Realizadas com Entidades

Nesta etapa do trabalho, foram realizadas reuniões com diferentes *stakeholders* de forma a recolher contributos para a EMAAC Almodôvar. As reuniões contaram com as entidades mencionadas na Tabela 16 e realizaram-se nas seguintes datas:

Tabela 16. Reuniões realizadas com entidades

Entidade	Data
Julho	
Sociedade Mineira de Neves Corvo (SOMINCOR)	12/07/2021
Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva (EDIA)	14/07/2021
Águas Públicas do Alentejo (AGDA)	15/07/2021
Direção Geral da Saúde (DGS)	16/07/2021
Direção Regional de Agricultura e Pescas do Alentejo (DRAPAL)	16/07/2021
Liga para a Proteção da Natureza (LPN)	21/07/2021
Meteo Alentejo	26/07/2021
Associação de Agricultores do Campo Branco (AACB)	27/07/2021
Agência Portuguesa do Ambiente (APA)	28/07/2021
Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo (CCDRA)	30/07/2021
Agosto	
Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF)	17/08/2021
Associação Sistema Terrestre Sustentável (ZERO)	25/08/2021