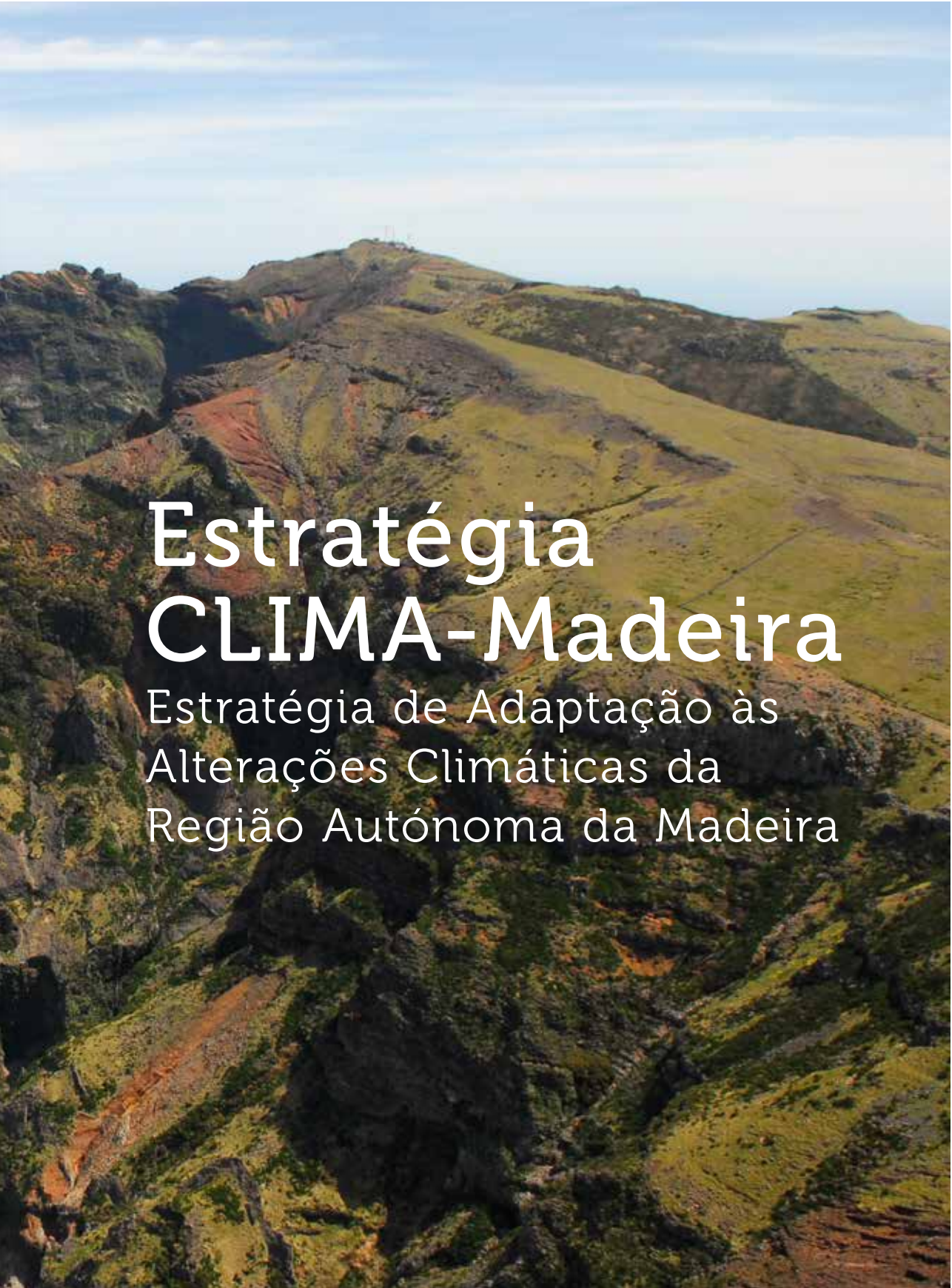


Estratégia CLIMA-Madeira

Estratégia de Adaptação às Alterações Climáticas da Região Autónoma da Madeira

EDITORES

Ana Gomes*

David Avelar*

Filipe Duarte Santos*

Hugo Costa*

Pedro Garrett*

*CCIAM (Climate Change, Impacts, Adaptation and Modelling Research Group), CE3C (Centre for Ecology, Evolution and Environmental Changes), FCUL (Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa)

NOTA DOS EDITORES

A Estratégia de Adaptação às Alterações Climáticas da Região Autónoma da Madeira foi elaborada pelos editores com base nos relatórios finais do projeto CLIMA-Madeira disponíveis na plataforma de informação e acompanhamento da estratégia denominada "Observatório CLIMA-Madeira". Os objetivos e limite de extensão condicionaram naturalmente os conteúdos e estilo da mesma, pelo que se chama a atenção do leitor de que as adaptações de textos da presente estratégia são da responsabilidade dos editores. Também se realça que, pelas mesmas restrições, na maior parte dos casos as figuras e tabelas só se referem ao período 2070-99 e a um dos cenários do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (sigla inglesa, IPCC). Contudo os trabalhos efetuados também incluíram com o mesmo detalhe outros cenários e outros horizontes temporais. Os relatórios finais do projeto são as publicações de cariz científico que devem ser sempre consultadas para aprofundar as questões tratadas nesta publicação.

EQUIPAS SETORIAIS

AGRICULTURA E FLORESTAS

Alexandre Vaz Correia, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa

José Lima Santos, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa

João Santos Pereira, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa

BIODIVERSIDADE

Maria João Cruz, Grupo de Investigação CCIAM, Universidade de Lisboa

David Avelar, Grupo de Investigação CCIAM, Universidade de Lisboa

Andreia Sousa, Grupo de Investigação CCIAM, Universidade de Lisboa

Filipa Vasconcelos, Grupo de Investigação CCIAM, Universidade de Lisboa

Mário Pulquério, Grupo de Investigação CCIAM, Universidade de Lisboa

Roberto Jardim, Universidade da Madeira

ENERGIA

Ricardo Aguiar, investigador na Direção-Geral de Energia e Geologia / consultor do projeto CLIMA-Madeira

Carlos Magro, técnico superior no Laboratório Regional de Engenharia Civil / consultor do projeto CLIMA-Madeira

RECURSOS HÍDRICOS

Susana Prada, Faculdade de Ciências Exatas e da Engenharia, Universidade da Madeira

Joana André Reis, Faculdade de Ciências Exatas e da Engenharia, Universidade da Madeira

Vítor Barreto, Universidade da Madeira

Paulo Freitas, Faculdade de Ciências Exatas e da Engenharia, Universidade da Madeira

Rosário Carvalho, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Universidade de Lisboa

RISCOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS

Eusébio Reis, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa

Rafaello Bergonse, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa

Eduardo Simões, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa

Paulo Filipe, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa

SAÚDE HUMANA

Elsa Casimiro, INFOTOX – Consultores de Riscos Ambientais & Tecnológicos, Lda.

José Calheiros, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade da Beira Interior

Carla Selada, Grupo de Investigação CCIAM, Universidade de Lisboa

TURISMO

Hugo Costa, Grupo de Investigação CCIAM, Universidade de Lisboa

DESIGN

vivóeusébio - www.vivoeusebio.com

DATA

Setembro de 2015

ISBN

978-989-95709-6-2

CITAÇÃO

Gomes, A., Avelar, D., Duarte Santos, F., Costa, H. e Garrett, P. (Editores) (2015). Estratégia de Adaptação às Alterações Climáticas da Região Autónoma da Madeira. Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais.

PROMOTOR

Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais

Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente

LIGAÇÃO COM O PROMOTOR

Henrique Rodrigues, Diretor de Serviços da Qualidade do Ambiente

Carina Freitas, Técnica Superior da Direção de Serviços da Qualidade do Ambiente

REVISORES

Ângela Antunes, CCIAM, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Beatriz Jardim, Empresa de Eletricidade da Madeira, S.A.

Filipe Oliveira, Agência Regional da Energia e Ambiente da Região Autónoma da Madeira

Madalena Fugaréu, Águas e Resíduos da Madeira, S.A.

Nélia Sousa, Águas e Resíduos da Madeira, S.A.

Victor Prior, Delegação Regional da Madeira do Instituto Português do Mar e da Atmosfera

REVISÃO LINGUÍSTICA

Joana Marto Godinho

CRÉDITOS FOTOGRAFIAS

Virgílio Gomes, Hugo Costa

Índice

15 Prefácio

17 Agradecimentos

19 I – Enquadramento

21 Alterações Climáticas
22 Momento da Adaptação
23 Contexto Europeu e Nacional
24 Estratégia CLIMA-Madeira e a Política Regional da RAM
25 Observatório CLIMA-Madeira

27 II – Estratégia CLIMA-Madeira

29 1. Introdução

32 1.1. Motivação
32 1.2. Visão
32 1.3. Objetivos
33 1.4. Abordagem

37 2. Alterações climáticas na RAM

39 2.1. Clima observado
41 2.2. Cenários climáticos futuros

51 3. Abordagem setorial

53 3.1. Vulnerabilidades às alterações climáticas
55 3.2. Vulnerabilidades setoriais
55 3.2.1. Agricultura
58 3.2.2. Florestas
62 3.2.3. Biodiversidade
70 3.2.4. Energia
76 3.2.5. Recursos hídricos
87 3.2.6. Riscos Hidrogeomorfológicos
90 3.2.7. Saúde humana
96 3.2.8. Turismo

103 4. Abordagem transversal

105 4.1. Necessidade de adaptação
108 4.2. Economia da adaptação
109 4.3. Princípios
111 4.4. Áreas transversais

111 4.4.1. Investigação e inovação
117 4.4.2. Resiliência aos atuais extremos climáticos
118 4.4.3. Prevenir tendências de longo prazo
121 4.4.4. Comunicação e capacitação

127 5. Implementação e monitorização
129 5.1. Estruturas de apoio à estratégia
131 5.2. Financiamento da adaptação
132 5.3. Monitorização
137 5.4. Avaliação e revisão

139 Anexo

Índice de figuras

34 **Figura 1.** Abordagem de apoio à decisão no processo de adaptação às alterações climáticas.
40 **Figura 2.** Distribuição da temperatura média anual para a Ilha da Madeira entre o período de 1970 e 1990.
40 **Figura 3.** Distribuição da precipitação média diária para a Ilha da Madeira entre o período de 1970 e 1990.
42 **Figura 4.** Anomalia da precipitação de Inverno (a), Primavera (b), Verão (c) e Outono (d) para o cenário A2 entre 2070-2099 em relação ao período de referência 1970-1990 na ilha da Madeira.
43 **Figura 5.** Anomalia da temperatura de Inverno (a), Primavera (b), Verão (c) e Outono (d) para o cenário A2 entre 2070-2099 em relação ao período de referência 1970-1990 na ilha da Madeira.
44 **Figura 6.** Distribuição sazonal da temperatura média da ilha da Madeira para o período 2070-2099.
44 **Figura 7.** Distribuição sazonal da variação média mensal da precipitação em relação à precipitação total do período de referência na ilha da Madeira para o período 2070-2099.
45 **Figura 8.** Distribuição sazonal da temperatura média da ilha do Porto Santo para o período 2070-2099.
45 **Figura 9.** Distribuição sazonal da variação média mensal da precipitação em relação à precipitação total do período de referência na ilha do Porto Santo para o período 2070-2099.
53 **Figura 10.** Esquema conceptual da metodologia aplicada transversalmente no projeto CLIMA-Madeira
56 **Figura 11.** a) Distribuição potencial atual das culturas de bananeira e vinha na Ilha da Madeira; b) Distribuição potencial da cultura da bananeira na Ilha da Madeira no cenário A2 para 2077-2099; c) Distribuição potencial da cultura da vinha na Ilha da Madeira no cenário A2 para 2077-2099;
59 **Figura 12.** Área ardida na Ilha da Madeira entre 2006 e 2013. Fonte: DROTA
60 **Figura 13.** Produtividade primária líquida (gC m^{-2} ano^{-1}) da floresta natural no cenário de referência (a) e no cenário futuro A2 (b) entre 2070 e 2099.
64 **Figura 14.** Séries de vegetação natural potencial da ilha da Madeira (Capelo et al, 2004)
70 **Figura 15.** Instrumentos de conservação da biodiversidade na Ilha da a) Madeira e b) Porto Santo.
70 **Figura 16.** Distribuição das infraestruturas de produção de energia elétrica: a) Madeira; b) Porto Santo
71 **Figura 17.** Consumos mensais de energia para climatização no hotel simulado para o cenário A2, para os períodos de 2040-2069 e 2070- 2099. Fonte: CLIMAAT II
77 **Figura 18.** Hidrogeologia da Ilha da Madeira (Simões Duarte, 1994)
86 **Figura 19.** Localização e vulnerabilidade para caudais das galerias, nascentes e tuneis; nível de cloretos e nível piezométrico nos furos na Ilha da Madeira.

87 **Figura 20.** Suscetibilidade à ocorrência de cheias na ilha da Madeira. Fonte do tema dos aluviões: COSRAM 2007.
88 **Figura 21.** Suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos (superiores a 100 m²) para ilha a Madeira. Fonte: Filipe, 2015.
91 **Figura 22.** Número de possíveis episódios de onda de calor entre abril e outubro para o período de 1970 a 1990.
92 **Figura 23.** Número de possíveis episódios de onda de calor prováveis de ocorrer entre abril e outubro para o cenário A2 para o período de 2070 a 2099.
97 **Figura 24.** Infraestruturas turísticas e pontos de interesse turístico a) Madeira; b) Porto Santo
129 **Figura 25.** Estrutura da Comunidade de Adaptação da Região Autónoma da Madeira

Índice de tabelas

41 **Tabela 1.** Variação da precipitação e temperatura na Ilha da Madeira relativa ao período de referência entre 1970 e 1990.
46 **Tabela 2.** Variação de temperatura e precipitação para os cenários A2 e B2 entre 2070 e 2099 e o período de referência 1970-1999 para a ilha da Madeira.
47 **Tabela 3.** Variação de temperatura e precipitação para os cenários A2 e B2 entre 2070 e 2099 e o período de referência 1970-1999 para Porto Santo.
54 **Tabela 4.** Escala de vulnerabilidade do projeto CLIMA-Madeira.
55 **Tabela 5.** Escala de confiança com base na Concordância e Evidência.
57 **Tabela 6.** Matriz de vulnerabilidade simplificada para o setor Agrícola.
62 **Tabela 7.** Matriz de vulnerabilidade simplificada para o setor das Florestas.
65 **Tabela 8.** Matriz de vulnerabilidade simplificada para o setor da Biodiversidade.
73 **Tabela 9.** Matriz de vulnerabilidade simplificada para o setor da Energia.
78 **Tabela 10.** Matriz de vulnerabilidade simplificada para a qualidade da água subterrânea.
81 **Tabela 11.** Matriz de vulnerabilidade simplificada para a disponibilidade de água subterrânea nos níveis piezométricos dos furos.
83 **Tabela 12.** Matriz de vulnerabilidade simplificada para a disponibilidade de água subterrânea, caudais de galerias, tuneis e nascentes.
89 **Tabela 13.** Matriz de vulnerabilidade simplificada para as cheias e aluviões, movimentos de massa em vertentes e nível médio das águas do mar.
93 **Tabela 14.** Evolução dos períodos favoráveis do risco de transmissão da dengue para os municípios do Funchal e Machico em diferentes cenários climáticos
94 **Tabela 15.** Matriz de vulnerabilidade simplificada para a saúde humana
98 **Tabela 16.** Resposta dos mercados emissores a alterações no conforto térmico humano para o Funchal e Porto Santo no cenário A2 (CLIMAAT II, 2006).
99 **Tabela 17.** Matriz de vulnerabilidade simplificada para o turismo
113 **Tabela 18.** Prioridades de investigações identificadas para o Clima e para os setores da Agricultura e Florestas, Biodiversidade, Energia, Recursos Hídricos, Riscos Hidrogeomorfológicos, Saúde Humana e Turismo.
117 **Tabela 19.** Medidas de adaptação prioritárias para aluviões e fogos florestais.
118 **Tabela 20.** Medidas de adaptação para os perigos climáticos considerados: aumento da temperatura, chuvas torrenciais, fogos florestais, ondas de calor, secas, nível médio do mar e tempestades.
122 **Tabela 21.** Grupos-alvo, processos de comunicação e entidades responsáveis pelas ações de comunicação e capacitação
133 **Tabela 22.** Indicadores de processo da Estratégia CLIMA-Madeira
135 **Tabela 23.** Indicadores de conteúdo da Estratégia CLIMA-Madeira

Prefácio

Susana Luísa Rodrigues Nascimento Prada
Secretária Regional do Ambiente e Recursos Naturais

A Região Autónoma da Madeira, região insular de origem vulcânica, devido às suas caraterísticas e especificidades, possui uma particular vulnerabilidade aos impactes das alterações climáticas, nomeadamente ao aquecimento global e diminuição da precipitação, à elevação do nível do mar e eventos climáticos extremos.

Neste cenário, a estratégia passará, indubitavelmente, por adotar medidas que permitam a adaptação, respondendo a um imperativo global, mas com concretização à escala local.

Assim, face à relevância do tema das Alterações Climáticas e à importância de adotar uma atitude proactiva, foi elaborada a Estratégia Regional de Adaptação às Alterações Climáticas, Estratégia CLIMA-Madeira.

A Estratégia CLIMA-Madeira, que integra o conhecimento sobre a influência do clima com vários setores - Agricultura e Florestas, Biodiversidade, Energia, Recursos Hídricos, Riscos Hidrogeomorfológicos, Saúde Humana e Turismo - define uma abordagem integrada enunciando medidas orientadoras que permitem a adaptação da Região às alterações climáticas, com a redução da sua vulnerabilidade aos impactes das mesmas.

Reitero que considero particularmente importante que se sustentem as medidas governativas na investigação e no conhecimento científico, colocando-o ao serviço da coisa pública, em benefício de todos.

A Estratégia CLIMA-Madeira constitui-se como uma ferramenta fundamental para responder e apoiar as políticas do Governo que exijam um enquadramento para responder de forma concertada e célere aos impactes decorrentes das alterações climáticas.

Agradecimentos

A Estratégia CLIMA-Madeira ambiciona ter um "real envolvimento da sua sociedade", ou seja, dos vários atores da Região Autónoma da Madeira. Assim, este documento é o resultado do trabalho e da colaboração de muitas pessoas, pelo que os editores gostariam de reconhecer a sua dedicação e envolvimento, agradecendo: aos autores dos relatórios setoriais pelo seu empenho e contributos científicos e pela sua integração na metodologia do projeto CLIMA--Madeira; aos participantes dos *workshops* pela partilha de conhecimentos e contributos que muito enriqueceram o projeto; aos revisores, pela sua disponibilidade e contribuições muito importantes para a estratégia nas suas áreas específicas de trabalho; à Reitoria da Universidade da Madeira pelo apoio na organização dos dois *workshops* do projeto; à Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa pelo apoio administrativo; e à Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais e à Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente pela confiança depositada nesta equipa e o apoio continuado ao longo do projeto.

Alterações Climáticas

Momento da Adaptação

Contexto Europeu e Nacional

Estratégia CLIMA-Madeira e a Política Regional da RAM

Observatório CLIMA-Madeira

Enquadramento

Alterações Climáticas

As alterações climáticas antropogénicas, ou seja, as causadas por algumas atividades humanas, constituem um dos maiores desafios ambientais à escala global no século XXI.

Os riscos situam-se sobretudo a médio e longo prazo, da ordem de 50 a 100 anos, embora existam já alguns sinais de mudanças climáticas e de impactes em alguns setores socioeconómicos e sistemas biofísicos, como, por exemplo, nos ecossistemas terrestres e marinhos. As alterações climáticas antropogénicas são provocadas pelas emissões de gases com efeito de estufa (GEE) em diversas atividades humanas. Os principais GEE são o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O). Destes três, aquele que provoca um maior forçamento radiativo na atmosfera é o CO_2, cujas emissões resultam, principalmente, da queima de combustíveis fósseis – carvão, petróleo e gás natural – e da desflorestação (20 a 25% das emissões globais de CO_2).

O planeta Terra tem sido, desde a sua formação, palco de alterações climáticas naturais de período longo, na ordem dos 100 000 anos, cujas causas são relativamente bem conhecidas. A estas sobrepõem-se agora as alterações climáticas antropogénicas que remontam cerca de 150 anos, segundo o Quarto Relatório do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas[1]. Para efeitos de simplificação de texto, passarão a ser designadas, doravante, por alterações climáticas.

As alterações climáticas manifestam-se, principalmente, por uma tendência da subida da temperatura média global da baixa atmosfera ou troposfera. De acordo com a Agência Europeia do Ambiente[2], este aumento da temperatura não é espacialmente uniforme, sendo mais acentuado nas regiões polares. O aumento da temperatura média anual na área terrestre da Europa, desde a época pré-industrial até 2007, foi de 1,2ºC, valor que é superior ao aumento da temperatura média global que, para o mesmo período, foi de 0,8ºC. Em Portugal Continental, o aumento da temperatura média anual, por década, no período de 1976 a 2006, foi próximo de 0,5ºC, segundo a mesma fonte.

1 IPCC, 2007, Intergovernmental Panel on Climate Change, Contributions of Working Groups I, II and III to the IPCC Fourth Assessment Report, Cambridge University Press

2 European Environmental Agency,2008, Impacts of Europe's Changing Climate – 2008 Indicator-based Assessment, EEA Report no 4/2008

Outra característica importante das alterações climáticas é a tendência para o aumento da frequência e intensidade de fenómenos climáticos e meteorológicos extremos, tais como: ondas de calor, secas e precipitação intensa em períodos curtos.

À semelhança do que ocorreu a 20 de Fevereiro de 2010, na ilha da Madeira, as inundações podem provocar perdas de vidas, deslocação de populações, danos patrimoniais e ambientais, e comprometer a atividade económica. Os riscos de inundações ganharam uma importância crescente nas últimas décadas, especialmente nas zonas urbanas, devido à conjugação do aumento da intervenção humana em zonas inundáveis com estes fenómenos de precipitação extrema em curtos períodos de tempo.

Neste contexto, há ainda a considerar a subida do nível médio do mar provocada indiretamente pelas alterações climáticas. Esta subida resulta da dilatação das águas superficiais oceânicas, motivada pelo aumento da sua temperatura média, do degelo dos glaciares das montanhas e, uma pequena parte, do degelo dos glaciares e campos de gelo situados acima do nível do mar, nas regiões polares. Durante o século XX, o aumento médio global do nível médio do mar foi 17 cm, próximo do valor de 15 cm observado em Portugal Continental (referenciado nos projetos SIAM I[3] e SIAM II[4]). Durante os últimos 15 anos, o nível médio do mar subiu, à escala global, para uma taxa anual de 3,1 mm superior à média do século passado (1,7 mm/ano).

Momento da Adaptação

Os estados membros da União Europeia (UE) estão em diferentes fases de preparação, desenvolvimento e implementação de estratégias nacionais de adaptação às alterações climáticas. No caso de Portugal, os projetos SIAM I (2002) e II (2006) foram pioneiros na avaliação integrada dos impactes das alterações climáticas em Portugal Continental, com base em cenários climáticos futuros em diferentes setores prioritários. Em 2006, foram também realizados estudos do mesmo tipo para a Região Autónoma da Madeira através do projeto CLIMAAT[5], onde se realizaram estudos de impacte e medidas de adaptação às alterações climáticas em vários setores de atividade.

Em 2014, segundo um relatório publicado pela Agência Europeia do Ambiente[6], 21 países Europeus já tinham adotado uma estratégia nacional de adaptação às alterações climáticas e 12 já tinham desenvolvido um plano nacional de adaptação. As opções e medidas de adaptação

3 SIAM I, 2002, Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures, SIAM Project, F.D. Santos, K. Fores and R. Moita (Editors), Gradiva, Lisboa

4 SIAM II, 2006, Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação, Projecto SIAM II, F.D. Santos e P. Miranda (Editores), Gradiva, Lisboa

5 CLIMAAT, 2006, Impactos e Medidas de Adaptação às Alterações Climáticas no Arquipélago da Madeira, Projecto CLIMAAT II, F.D. Santos e R. Aguiar (Editores), Direcção Regional do Ambiente da Madeira, Funchal

6 European Environmental Agency. 2014. National adaptation policy processes in European countries - 2014. EEA Report 4/2014

variam conforme o país e a região, de acordo com as suas especificidades e as diversas vulnerabilidades setoriais. Há várias iniciativas para desenvolver planos estratégicos de adaptação às alterações climáticas a nível regional e local, como é o caso do projeto ClimAdaPT.Local que irá elaborar 26 estratégias municipais de adaptação às alterações climáticas, até 2016, entre os quais se encontra o município do Funchal.

Importa salientar que a adaptação às alterações climáticas é, essencialmente, um processo com temporalidade indefinida, cujo objetivo é melhorar a capacidade de se adaptar às mesmas, diminuindo a vulnerabilidade dos sistemas e aumentando a sua capacidade de recuperação.

A vantagem de desenvolver a capacidade de adaptação à escala regional e autárquica é evidente, dado o carácter local da adaptação às alterações climáticas. Neste processo, é desejável envolver, logo de início, todas as partes interessadas, tanto as entidades públicas locais e setoriais, como as empresas e as organizações não governamentais.

Melhorar a capacidade adaptativa às alterações climáticas é um processo que envolve incertezas significativas nas avaliações de impactes, na identificação e seleção das medidas de adaptação, e nos cenários socioeconómicos que permitem definir os quadros de referência futuros dos vários setores. Para que o processo possa ser bem-sucedido, é, pois, necessário sujeitá-lo a uma avaliação contínua e assumir a sua natureza cíclica.

Contexto Europeu e Nacional

A Região Autónoma da Madeira é uma das nove regiões ultraperiféricas da União Europeia e a Estratégia Europeia de Adaptação às Alterações Climáticas, adotada em Abril de 2013, refere que as especificidades destas regiões requerem atenção especial, já que são particularmente vulneráveis aos impactes destas alterações, nomeadamente no que se refere à elevação do nível do mar e aos eventos climáticos extremos.

A nível nacional, o Quadro Estratégico para a Política Climática (QEPiC) define a visão e os nove objetivos da política nacional de alterações climáticas, tendo como horizonte 2030. De entre estes, importa 'Reforçar a resiliência e as capacidades nacionais de adaptação', através do empenho internacional, conhecimento, governação, comunicação, financiamento e monitorização. No âmbito do QEPiC, é criada a Comissão Interministerial para o Ar e Alterações Climáticas, na qual estarão integrados representantes das Regiões Autónomas, que será responsável por 'providenciar orientações de carácter político no âmbito das Alterações Climáticas e do Ar; promover a articulação e integração das políticas de alterações climáticas nas políticas setoriais; e acompanhar a implementação das medidas, programas e ações setoriais relevantes que vierem a ser adotados'.

As regiões autónomas estão também representadas no Grupo de Coordenação da Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC), que se encontra na segunda fase, e

que apresenta três objetivos para o horizonte 2020: i) Melhorar o nível de conhecimento sobre as alterações climáticas; ii) Implementar medidas de adaptação; iii) Promover a integração da adaptação em políticas setoriais.

No âmbito da ENAAC 2020, serão destacadas a cooperação e a articulação com as Regiões Autónomas, nomeadamente, no que respeita às exigências europeias e internacionais de reporte nacional em matéria de alterações climáticas.

Assim, a visão estratégica e os objetivos da Estratégia CLIMA-Madeira vão ao encontro das orientações europeias e da estratégia nacional, mas enquadrados no que são as especificidades e necessidades do território da RAM.

Estratégia CLIMA-Madeira e a Política Regional da RAM

A contextualização da relação da Estratégia CLIMA-Madeira nos instrumentos de política regional é de extrema relevância, dado que um dos objetivos do processo de adaptação é promover a integração de medidas de adaptação nos planos e programas existentes na RAM.

O 'Compromisso Madeira@2020' é o documento estratégico de referência para a política pública da RAM no período 2014-2020 e tem como objetivo operacionalizar os Fundos Europeus Estruturais e de Investimento, no âmbito do Quadro Estratégico Comum da União Europeia para 2014-2020. Este define um modelo de estruturação de eixos de intervenção assente num 'Diamante Estratégico' da RAM, no horizonte 2020, em que um dos vértices de atuação é a 'Sustentabilidade ambiental e Coesão territorial', que tem como pressupostos 'qualificar as redes e sistemas de suporte às atividades humanas, com adaptação às alterações climáticas e prevenção e minimização de riscos naturais, contribuindo para atenuar as assimetrias territoriais'.

O 'Compromisso Madeira@2020' apresenta, também, a formulação de objetivos específicos de política pública no horizonte 2020, entre os quais, o desenvolvimento sustentável como uma das prioridades temáticas (prioridade temática 3.4). As alterações climáticas inserem-se nesta prioridade, realçando a importância de aumentar o conhecimento científico sobre a vulnerabilidade climática atual e as alterações climáticas futuras, a integração em redes nacionais e internacionais de investigação, a promoção da partilha e transferência de conhecimento e o envolvimento e a contextualização das diferentes tutelas regionais na adaptação às alterações climáticas.

A integração da adaptação nas políticas setoriais e nos instrumentos de planeamento e ordenamento do território da RAM, bem como no processo de avaliação ambiental estratégica, é um passo essencial para o sucesso da mesma. Durante o desenvolvimento da Estratégia CLIMA-Madeira, foi identificado um conjunto de planos que poderão apoiar a adaptação na RAM, nomeadamente: o Plano Regional de Ordenamento do Território da RAM; o Plano de Desenvolvimento Rural para a RAM 2020; o Plano de Ação para o controlo do Nemátodo da Madeira de Pinheiro na RAM; o Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira; o Plano

de Ordenamento Florestal da RAM; os Planos de Ordenamento e Gestão de Áreas Protegidas da RAM; os Planos de Ação para a Energia Sustentável da Ilha da Madeira, da Ilha do Porto Santo e dos Municípios da RAM; o Plano de Gestão de Risco de Inundação; o Plano Regional de Emergência de Proteção Civil; os Planos Diretores Municipais; os Planos de Ordenamento da Orla Costeira; a Estratégia Mar Madeira 2030.

Observatório CLIMA-Madeira

Para suportar a Estratégia CLIMA-Madeira e para integrar a informação existente em projetos e estudos passados relevantes para a Adaptação da RAM, foi criada a **"Plataforma de informação e acompanhamento da Estratégia CLIMA-Madeira"** denominada **"Observatório CLIMA-Madeira"**.

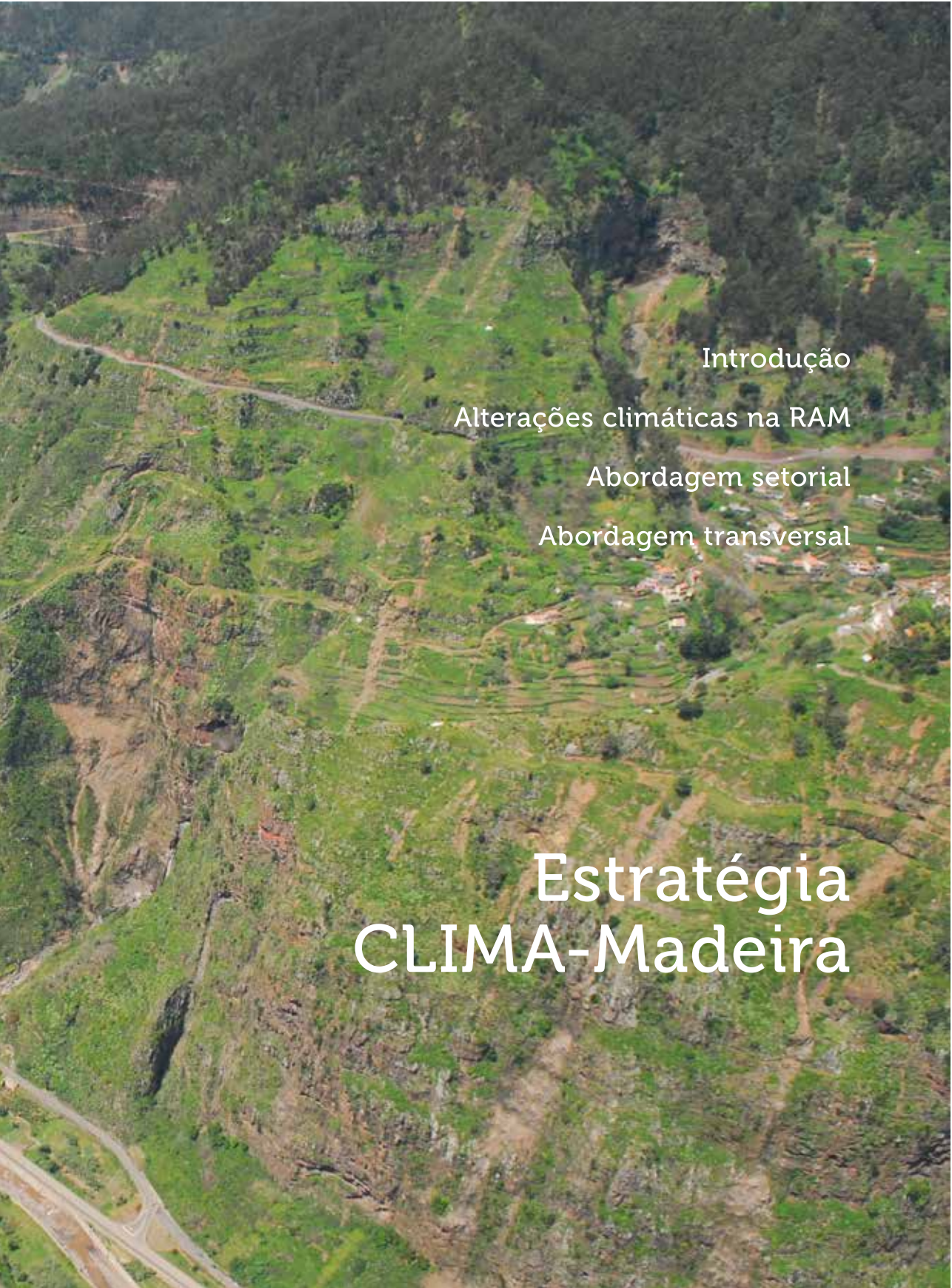
O Observatório CLIMA-Madeira é uma plataforma informática multiutilizador para recolha, partilha, tratamento e divulgação de informação entre as partes interessadas, que detêm dados relevantes para a construção e atualização de cenários climáticos e de impactes setoriais na RAM.

Esta plataforma foi construída com base em ferramentas *open-source* robustas e que permitem, com relativa facilidade, realizar atualizações dos diversos componentes, bem como adicionar novos. Os principais componentes que constituem a plataforma são:

› um portal de *internet* para o público em geral, que serve de ponto de acesso de referência a toda a informação sobre impactes, vulnerabilidades e adaptação da RAM, sendo o principal veículo de disseminação do trabalho realizado;

› um visualizador/servidor de mapas, onde se poderá ver e obter toda a informação de base geográfica em forma de mapas *web* interativos, bem como editar os mapas existentes e adicionar novos;

› um portal de gestão de acesso diferenciado, onde os diferentes agentes podem introduzir ou atualizar os dados.



Introdução

Alterações climáticas na RAM

Abordagem setorial

Abordagem transversal

Estratégia CLIMA-Madeira

1

Introdução

1. Introdução

O Governo Regional da Madeira, através da sua Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais, decidiu dotar a região com a **"Estratégia de Adaptação às Alterações Climáticas da Região Autónoma da Madeira – Estratégia CLIMA-Madeira"**, desenvolvida no decorrer do projeto CLIMA-Madeira.

Esta estratégia foi elaborada para o arquipélago da Madeira e tem em conta vários horizontes temporais: a situação atual (relativas ao período de referência 1970-1999), o curto prazo (2020-2039), o médio prazo (2040-2069) e o longo prazo (2070-2099).

A Estratégia CLIMA-Madeira está estruturada em diversos capítulos com diferentes propósitos:

No **Capítulo 1**, pretende-se introduzir a motivação principal que suporta a estratégia, a sua visão de longo prazo, bem como os objetivos de curto e médio prazo e a abordagem seguida.

No **Capítulo 2**, explora-se o tema das alterações climáticas na RAM, tanto a nível do clima observado, como os vários cenários climáticos futuros para os vários horizontes temporais.

O **Capítulo 3** segue uma abordagem setorial, onde são apresentadas, de forma sucinta, as principais vulnerabilidades às alterações climáticas para os setores considerados prioritários na RAM (Agricultura, Florestas, Biodiversidade, Energia, Recursos Hídricos, Riscos Hidrogeomorfológicos, Saúde, Turismo). Para todos os setores foram realizados estudos científicos sobre a vulnerabilidade e a adaptação às alterações climáticas que se encontram disponíveis no Observatório CLIMA-Madeira.

O **Capítulo 4** segue uma abordagem transversal e aprofundada da temática da adaptação às alterações climáticas na RAM, evidenciando esta necessidade à sua dimensão económica e aos princípios orientadores da estratégia. Termina com a proposta de algumas medidas de adaptação segundo, a lógica de áreas transversais.

O **Capítulo 5** foca-se na implementação e monitorização da estratégia, propondo uma estrutura

organizacional de apoio à mesma, indicando algumas formas de suporte financeiro e alguns indicadores de supervisão do seu progresso e eficácia.

1.1. Motivação

A Região Autónoma da Madeira (RAM) tem, nas suas ilhas, uma grande riqueza paisagística de ecossistemas e de biodiversidade, apresentando um elevado número de endemismos, o que a torna uma região única e, por isso, de alta prioridade de preservação. As regiões insulares em geral, devido ao isolamento, exiguidade territorial e dependência do exterior, apresentam algumas condicionantes na sua capacidade adaptativa, sendo particularmente vulneráveis aos impactes das alterações climáticas.

As características climáticas e hidrogeomorfológicas da RAM fazem com que esta região seja particularmente vulnerável ao aumento da temperatura, redução da precipitação, à ocorrência de eventos meteorológicos extremos e à subida do nível médio do mar.

Face ao seu contexto insular e aos impactes potenciais das alterações climáticas, já identificados no estudo "Impactos e Medidas de Adaptação às Alterações Climáticas no Arquipélago da Madeira - CLIMAAT II", justifica-se a necessidade de desenvolver e implementar a Estratégia de Adaptação às Alterações Climáticas da Região Autónoma da Madeira – Estratégia CLIMA-Madeira, enquadrando-a nas políticas e orientações preconizadas a nível Nacional, e pela União Europeia, nesta matéria.

1.2. Visão

De forma a consubstanciar um desenvolvimento integrador a uma implementação eficaz, a Estratégia CLIMA-Madeira apresenta a seguinte visão:

"Uma região adaptada às alterações climáticas com real envolvimento da sua sociedade e integração do seu ambiente".

A estratégia reflete, na sua visão, a ambição de tornar a RAM e os seus vários subsistemas resilientes à variabilidade e alteração climática, incluindo, no processo de adaptação, o seu capital social e valorizando o seu capital natural.

1.3. Objetivos

A Estratégia CLIMA-Madeira define seis objetivos principais que guiam o seu desenvolvimento e tornam objetiva a sua implementação:

› **Melhorar o conhecimento sobre a relação do sistema climático com o sistema natural e humano da RAM.** É fundamental alicerçar a Estratégia CLIMA-Madeira no melhor conhecimento sobre as relações diretas e indiretas que o clima e a sua alteração têm sobre os

vários subsistemas da RAM, em especial, nos setores considerados prioritários (Agricultura, Florestas, Biodiversidade, Energia, Recursos Hídricos, Riscos Hidrogeomorfológicos, Saúde Humana e Turismo);

› **Reduzir a vulnerabilidade da RAM aos impactes das alterações climáticas.** Uma das motivações principais para o desenvolvimento e implementação da Estratégia CLIMA-Madeira é reduzir os efeitos adversos do clima no bem-estar social da RAM, através do aumento da sua capacidade adaptativa;

› **Explorar as oportunidades.** As alterações climáticas são um tema transversal que poderá criar oportunidades em alguns segmentos socioeconómicos, sendo fundamental estar atento a estas e potenciá-las, sempre que possível;

› **Promover a adaptação com base na evidência demonstrada por estudos científicos e boas práticas.** Uma boa forma de lidar com a incerteza inerente à complexidade deste tema e de tornar a Estratégia CLIMA-Madeira eficaz, evitando a má adaptação, é apoiar a mesma em evidências científicas e práticas.

› **Integrar a adaptação nos instrumentos governativos vigentes na RAM.** A Estratégia CLIMA-Madeira pretende operacionalizar o processo de adaptação, através do uso dos instrumentos governativos existentes, integrando neles as suas propostas.

› **Promover o envolvimento e potenciar as sinergias entre as várias partes interessadas no processo de adaptação.** Dada a complexidade do processo de adaptação e do seu carácter urgente e transversal, a Estratégia CLIMA-Madeira apela à participação no seu processo e inclui decisões que incorporem a diversidade de pontos de vista sobre o problema e que sejam suportadas pelos agentes regionais.

1.4. Abordagem

A abordagem proposta para a adaptação na RAM é dinâmica, dado que pressupõe um processo de melhoria contínua (Figura 1) e compreende várias etapas organizadas em três fases distintas: 1) estruturar o problema; 2) avaliar as soluções; 3) implementar e monitorizar.

O desenvolvimento da Estratégia CLIMA-Madeira deu importantes contributos para as duas primeiras fases e propõe indicações para o desenvolvimento da terceira e última fase.

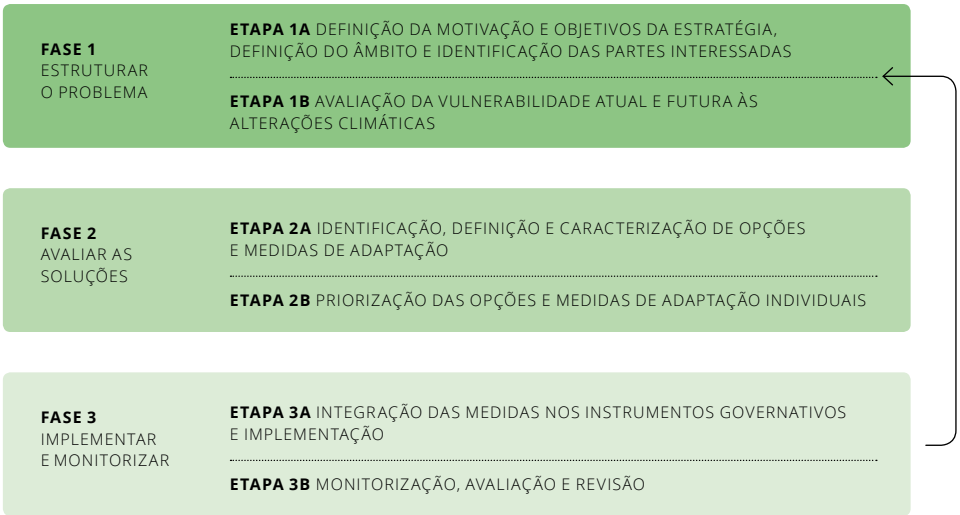


Figura 1. *Abordagem de apoio à decisão no processo de adaptação às alterações climáticas*[7].

A primeira fase pretende clarificar quais os limites do desafio que a Estratégia CLIMA-Madeira pretende abordar, pelo que se centrou na estruturação do problema, que começou por (etapa 1A) definir os objetivos e ambição da estratégia de adaptação, identificar a motivação e decidir o âmbito geográfico e temporal da mesma. Nesta etapa, identificaram-se também as partes interessadas a envolver no processo de decisão e definiram-se os conceitos base inerentes a todo o processo.

A avaliação da vulnerabilidade ao clima atual e aos cenários futuros (etapa 1B) permitiu compreender de que forma é que a RAM tem sido afetada por eventos climáticos observados, em termos sociais, económicos e ambientais, e qual a sua atual capacidade de resposta. A avaliação da vulnerabilidade atual e futura foi realizada num processo que envolveu uma equipa de especialistas multidisciplinares focados em diferentes setores (ver Capítulo 3), incluindo as diversas partes interessadas.

Após realizado o diagnóstico e definida a visão da estratégia, na segunda fase foram propostas e priorizadas medidas de adaptação. A primeira etapa da segunda fase (etapa 2A) envolveu a identificação, definição e caracterização de opções e medidas de adaptação face às vulnerabilidades identificadas.

Identificado o leque de opções de adaptação, procedeu-se à priorização das medidas de adaptação (etapa 2B), com a participação das várias partes interessadas. Este processo teve uma

7 Adaptado de Ranger et al. 2010. Adaptation in the UK: a Decision-making Process. London. e de Willows and Connell 2003. Climate Adaptation: Risk, Uncertainty and Decision-making. Oxford

abordagem setorial e transversal, permitindo, para as medidas prioritárias, identificar os instrumentos de governança e as entidades que poderão facilitar a implementação dessas medidas.

Depois de realizadas as duas primeiras fases, e com a validação da estratégia pelo Governo Regional da Madeira, estão reunidas as condições para se iniciar a terceira fase, a fase de implementação, monitorização e revisão.

Sendo a adaptação às alterações climáticas um processo interativo e dinâmico, as diferentes etapas estão ligadas entre si para permitir a incorporação de nova e melhor informação.

Envolvimento das partes interessadas

Atendendo à importância da participação dos agentes regionais nas diferentes etapas de desenvolvimento da Estratégia CLIMA-Madeira, foi realizado o mapeamento dos agentes, com o objetivo de determinar quais os que deveriam ser envolvidos no processo de adaptação. O mapeamento foi dividido em quatro fases: Identificação (listar os grupos, organizações e pessoas relevantes); Análise (identificar as perspetivas e interesses dos diferentes agentes); Visualização (visualizar as relações entre os agentes e os objetivos); Priorização (classificar os agentes quanto à prioridade).

Os agentes identificados foram divididos em três grupos: peritos setoriais, agentes internos e agentes externos. O grupo "peritos setoriais" integra investigadores de reconhecido mérito na sua área da especialidade e que são responsáveis pela componente científica do projeto. O grupo "agentes internos" integra os responsáveis das entidades promotoras do projeto, nomeadamente a Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais, e a Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente. O grupo "agentes externos" integra indivíduos e entidades potencialmente interessadas, bem como responsáveis com influência no processo de adaptação às alterações climáticas na RAM. Os agentes externos foram ainda agrupados em cinco categorias (poder regional, poder local, conhecimento local, sociedade civil e setor privado) e, para cada uma, foi identificado um conjunto de entidades.

O envolvimento das partes interessadas foi realizado pelos peritos, durante o desenvolvimento dos trabalhos setoriais, e teve lugar em dois *workshops* dedicados:

› 12 Fevereiro de 2015 - *workshop* intitulado "Vulnerabilidade da Região Autónoma da Madeira às Alterações Climáticas", cujos objetivos foram: (1) apresentar os impactes potenciais das alterações climáticas nos setores da Agricultura e Florestas, Biodiversidade, Energia, Recursos Hídricos, Riscos Hidrogeomorfológicos, Saúde Humana e Turismo; (2) validar as vulnerabilidades setoriais perante a variabilidade climática atual; e (3) discutir a vulnerabilidade futura perante as alterações climáticas.

› 21 de Abril de 2015 - *workshop* dedicado à adaptação às alterações climáticas na Região Autónoma da Madeira, cujos objetivos foram: (1) reflexão sobre as medidas de adaptação disponíveis; (2) priorização das medidas mais relevantes; e (3) discussão sobre a sua implementação.

2

Alterações climáticas na RAM

2. Alterações climáticas na RAM

2.1. Clima observado

O Arquipélago da Madeira situa-se geograficamente na região subtropical, apresentando um clima ameno, tanto no inverno como no verão, exceto nas zonas mais elevadas, onde são observadas temperaturas mais baixas. O efeito moderador do mar nas temperaturas faz-se sentir na reduzida amplitude térmica observada nas ilhas. Alguns sistemas depressionários que atravessam o Atlântico descem até à latitude da Madeira durante os meses de inverno, observando-se igualmente a formação de depressões na vizinhança do arquipélago, podendo dar origem a precipitação abundante. No verão, predominam ventos com rumo do quadrante norte associados ao ramo leste do anticiclone dos Açores.

A ilha da Madeira possui um relevo bastante acidentado, dominado por montanhas de altitude elevada, separadas por ravinas profundas, onde se pode encontrar muitos microclimas relacionados com o relevo complexo da ilha. A ilha do Porto Santo, que se localiza a cerca de 40 km a nordeste da ilha da Madeira, apresenta uma orografia mais suave, sendo o ponto mais alto a cerca de 500 metros de altitude.

Com base na Normal Climática relativa ao período 1961-1990, a temperatura média anual na Madeira varia entre um mínimo de 8ºC, nos picos mais elevados, e 19ºC nas zonas costeiras. A região do Funchal, situada na vertente sul a jusante dos ventos dominantes, é a zona mais quente da ilha. No inverno, a média das temperaturas mínimas desce um pouco abaixo dos 4ºC, nas regiões elevadas, e, junto da costa, é ligeiramente superior a 13ºC. No verão, observa-se, em média, 16ºC de temperatura máxima nos picos mais elevados e 23ºC nas zonas costeiras. No Porto Santo, os meses mais frios são janeiro e fevereiro, e a temperatura mais elevada registada no período 1961-1990 foi de 35,3ºC, em agosto. Em relação à temperatura mínima absoluta, Porto Santo registou 7,4ºC. A temperatura média no Porto Santo (18,4ºC) é ligeiramente mais baixa do que no Funchal (18,7ºC).

A média da precipitação acumulada anualmente na Madeira atinge um máximo próximo dos 3400 milímetros (mm), nos picos mais elevados, e um mínimo na zona do Funchal (menos de 600 mm).

Observa-se, na distribuição da precipitação anual, uma assimetria norte-sul, com bastante mais precipitação, à mesma altitude, na costa norte.

A Figura 2 representa a distribuição da temperatura média anual para a Ilha da Madeira entre o período de 1970 e 1990.

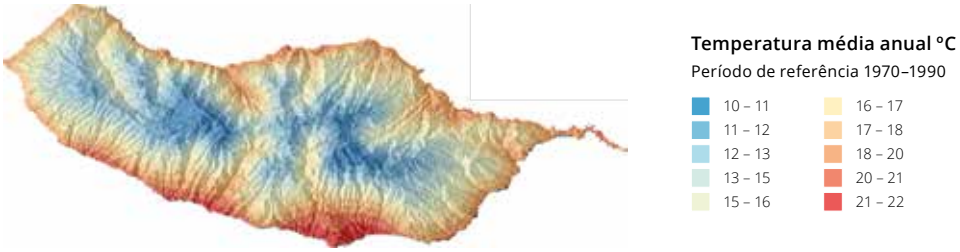


Figura 2. *Distribuição da temperatura média anual para a Ilha da Madeira entre o período de 1970 e 1990.*

A assimetria norte-sul da distribuição da precipitação acumulada não é tão acentuada no inverno comparando com a escala anual, embora continue a ser uma das características significativas da distribuição espacial. Nas zonas mais altas, a precipitação acumulada, no inverno, ultrapassa ligeiramente os 1200 mm, enquanto nas regiões do Funchal e do vale do Machico é cerca de 300 mm.

A Figura 3 representa a distribuição da precipitação média diária para a Ilha da Madeira entre o período de 1970 e 1990.

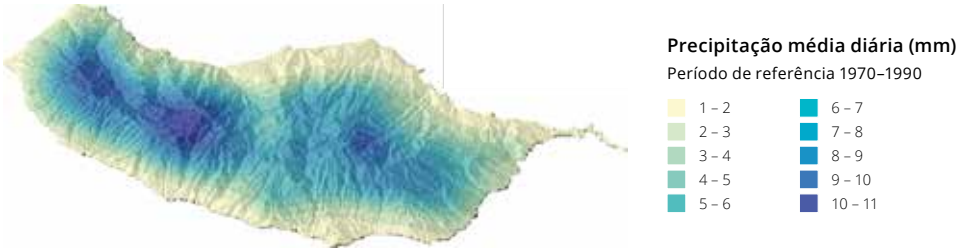


Figura 3. *Distribuição da precipitação média diária para a Ilha da Madeira entre o período de 1970 e 1990.*

Nos meses de verão, observa-se cerca de 150 mm de precipitação nas zonas elevadas (exceto Arieiro) e valores ligeiramente inferiores a 50 mm na costa sul da ilha, tornando-se, assim, mais

evidente a assimetria norte-sul na distribuição da precipitação nesta estação do ano. O facto de chover mais na parte norte da Madeira durante o verão está claramente associado ao rumo dominante do vento (norte) nesta estação e ao facto de a precipitação ser essencialmente orográfica. Em contraste, a ilha do Porto Santo, apesar de afetada pelos mesmos sistemas meteorológicos, é substancialmente mais seca, com uma precipitação anual média de 384 mm.

2.2. Cenários climáticos futuros

As projeções climáticas para o Arquipélago da Madeira foram regionalizadas recorrendo aos cenários de emissões do *"Special Report on Emissions Scenarios"*[8] para o séc. XXI, propostos pelo Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC, sigla inglesa) em 2001, cobrindo um espectro diversificado de situações económicas, sociais, demográficas e ambientais, divididas nas famílias A1, A2, B1 e B2. Estes cenários têm correspondência com os novos cenários do IPCC (os *"Representative Concentration Pathways)* que pode ser consultada no Observatório CLIMA-Madeira. O cenário com menores emissões é o cenário B1 (com concentrações de dióxido de carbono (CO_2) menores do que 600 partes por milhão em volume (ppmv), durante todo o séc. XXI), enquanto o cenário mais extremo é o A1 (com concentrações superiores a 900 ppmv, em 2100). No cenário A2, a concentração de CO_2 ultrapassa 800 ppmv no fim do séc. XXI, enquanto no cenário B2 é de cerca de 600 ppmv, em 2100. Como referência, note-se que, em 2015, a concentração média de CO_2 na atmosfera era de 402 ppmv[9].

Este estudo teve por base os resultados do projeto CLIMAAT II que, recorrendo a métodos de regionalização dinâmica, usou o modelo de circulação global HadCM3 para os cenários A2 e B2, obtendo uma grelha, com uma resolução espacial de 1 km para a ilha da Madeira, de dados diários de precipitação e temperatura até ao final do século XXI.

Os resultados indicam um aumento generalizado da temperatura média, entre 1,3 e 3 °C, e uma diminuição da precipitação anual em cerca de 30% no final do século XXI. As variações anuais para o curto, médio e longo prazo encontram-se descritas na Tabela 1.

Tabela 1. *Variação da precipitação e temperatura na Ilha da Madeira relativa ao período de referência entre 1970 e 1990.*

	PRECIPITAÇÃO		TEMPERATURA	
	CENÁRIO A2 (%)	CENÁRIO B2 (%)	CENÁRIO A2 (°C)	CENÁRIO B2 (°C)
2010-2039	[-28;-9]	[-28;-9]	[0.5;0.9]	[0.5;0.9]
2040-2069	[-40;-14]	[-31;-6]	[0.9;1.5]	[0.8;1.3]
2070-2099	[-48;-22]	[-44;-23]	[2.0;3.0]	[1.3;1.9]

8 SRES, 2000. A Special Report on Emissions Scenarios of Working Group III of the IPCC, Cambridge University Press, Cambridge.

9 www.CO2now.org

A Figura 4 (a,b,c,d) e a Figura 5 (a,b,c,d) representam a variação espacial das anomalias de precipitação e temperatura, respetivamente, para o cenário A2 entre 2070 e 2099 quando comparado com a normal climatológica do período de referência entre 1970 e 1990.

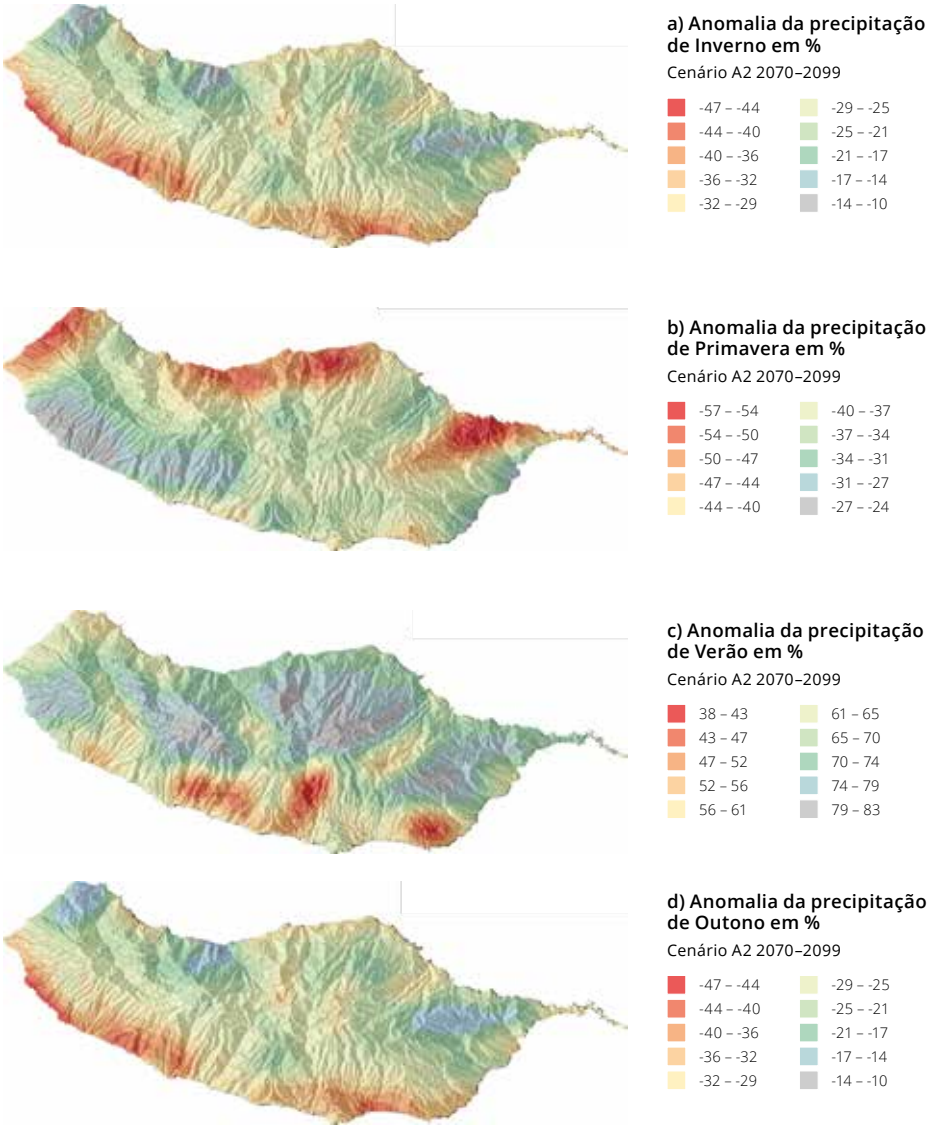


Figura 4. *Anomalia da precipitação de Inverno (a), Primavera (b), Verão (c) e Outono (d) para o cenário A2 entre 2070-2099 em relação ao período de referência 1970-1990 na ilha da Madeira.*

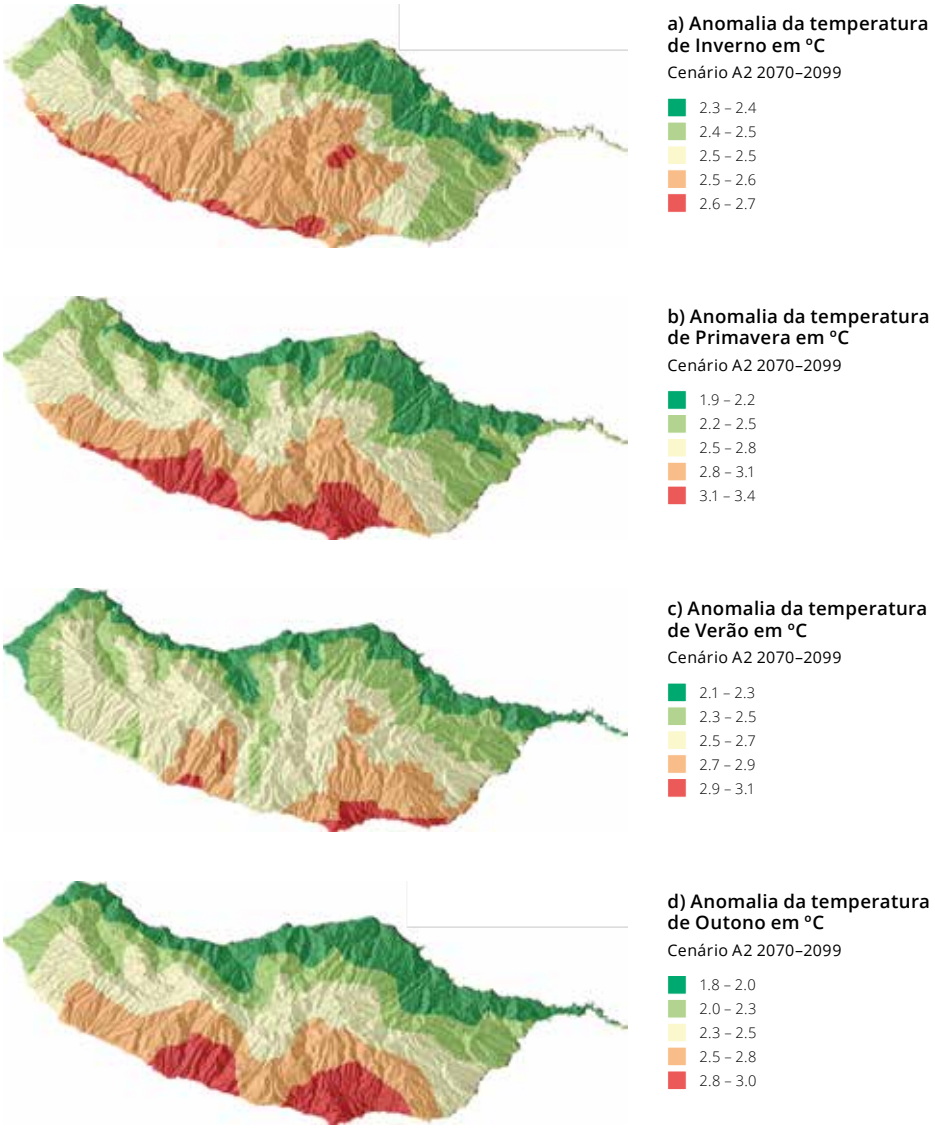


Figura 5. *Anomalia da temperatura de Inverno (a), Primavera (b), Verão (c) e Outono (d) para o cenário A2 entre 2070-2099 em relação ao período de referência 1970-1990 na ilha da Madeira.*

As variações mensais de longo prazo (2070-2099), para a precipitação e temperatura nos cenários A2 e B2 relativas ao período de referência 1970-1999, são apresentadas na Figura 6 e na Figura 7 para a ilha da Madeira, e na Figura 8 e na Figura 9 para a ilha do Porto Santo.

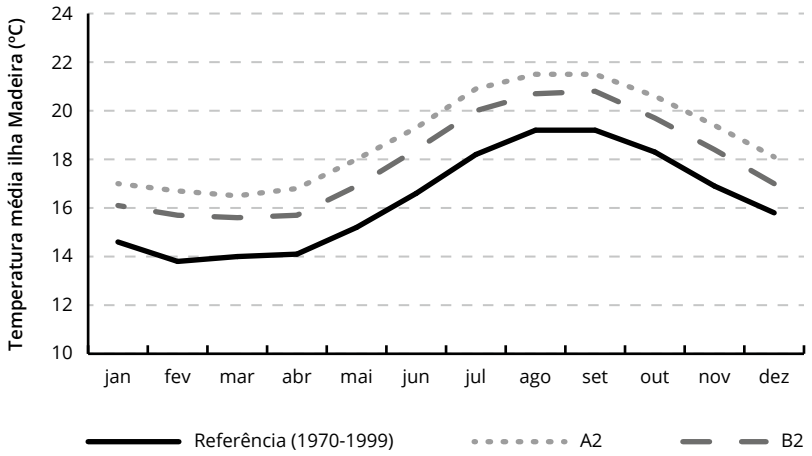


Figura 6. Distribuição sazonal da temperatura média da ilha da Madeira para o período 2070-2099.

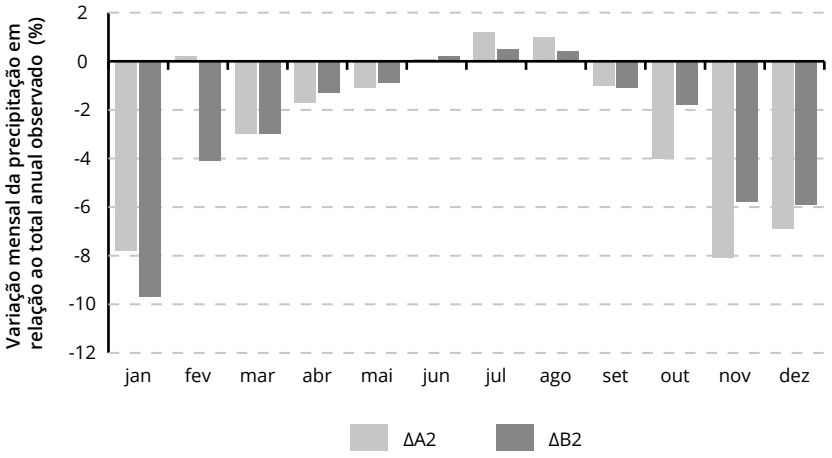


Figura 7. Distribuição sazonal da variação média mensal da precipitação em relação à precipitação total do período de referência na ilha da Madeira para o período 2070-2099.

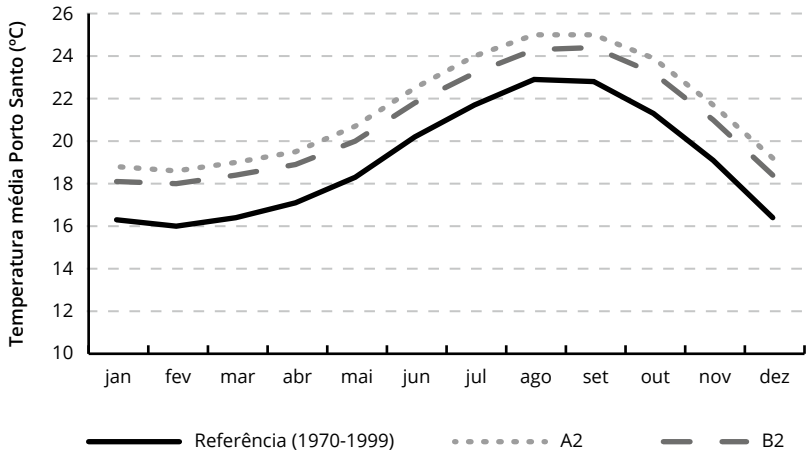


Figura 8. Distribuição sazonal da temperatura média da ilha do Porto Santo para o período 2070-2099.

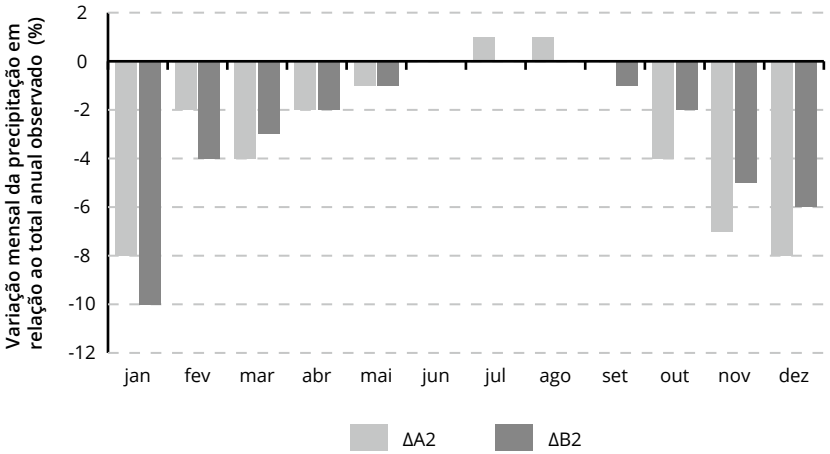


Figura 9. Distribuição sazonal da variação média mensal da precipitação em relação à precipitação total do período de referência na ilha do Porto Santo para o período 2070-2099.

As projeções sazonais indicam um aumento mais significativo da temperatura, durante a primavera, na ilha da Madeira e, no inverno, na ilha do Porto Santo. Verifica-se, também, uma maior diminuição da precipitação entre o outono e a primavera em ambas as ilhas. Quando analisada a variação da precipitação mensal em relação ao total anual do período de referência (Figura 6 e Figura 9), projeta-se que o mês de janeiro seja dos mais afetados, com diminuições relativas entre os 8 e 10%, quer para a ilha da Madeira, quer para a ilha do Porto Santo. Em termos homólogos, ou seja, comparando a média da precipitação mensal entre o cenário projetado e o período de referência para o mês de janeiro, essa variação situa-se entre os 34 e os 40% na Madeira e entre os 35 e 44% no Porto Santo. A Tabela 2 e a Tabela 3 descrevem com mais detalhe as variações mensais, sazonais e anuais entre os cenários de longo prazo (2070-2099) e o período de referência, para as ilhas da Madeira e do Porto Santo.

Tabela 2. *Variação de temperatura e precipitação para os cenários A2 e B2 entre 2070 e 2099 e o período de referência 1970-1999 para a ilha da Madeira.*

	TEMPERATURA		PRECIPITAÇÃO	
	ΔA2 °C	ΔB2 °C	ΔA2 (%)	ΔB2 (%)
JANEIRO	2.4	1.5	-34	-40
FEVEREIRO	2.8	1.8	-0.5	-34
MARÇO	2.5	1.6	-33	-32
ABRIL	2.7	1.6	-39	-30
MAIO	2.8	1.7	-61	-48
JUNHO	2.7	1.8	9	23
JULHO	2.6	1.7	92	33
AGOSTO	2.3	1.5	94	34
SETEMBRO	2.3	1.6	-33	-37
OUTUBRO	2.3	1.4	-56	-25
NOVEMBRO	2.5	1.5	-53	-40

	TEMPERATURA		PRECIPITAÇÃO	
	ΔA2 °C	ΔB2 °C	ΔA2 (%)	ΔB2 (%)
DEZEMBRO	2.3	1.2	-34	-30
INVERNO	2.5	1.5	-27	-35
PRIMAVERA	2.6	1.6	-38	-33
VERÃO	2.5	1.7	67	30
OUTONO	2.3	1.5	-52	-36
ANUAL	2.5	1.6	-32	-33

Tabela 3. *Variação de temperatura e precipitação para os cenários A2 e B2 entre 2070 e 2099 e o período de referência 1970-1999 para Porto Santo.*

	TEMPERATURA		PRECIPITAÇÃO	
	ΔA2 °C	ΔB2 °C	ΔA2 (%)	ΔB2 (%)
JANEIRO	2.5	1.9	-35	-44
FEVEREIRO	2.6	2.0	-13	-33
MARÇO	2.5	1.9	-41	-34
ABRIL	2.3	1.8	-47	-32
MAIO	2.3	1.7	-60	-54
JUNHO	2.3	1.6	10	32
JULHO	2.3	1.5	93	32
AGOSTO	2.1	1.4	92	28
SETEMBRO	2.2	1.6	-16	-22

	TEMPERATURA		PRECIPITAÇÃO	
	ΔA2 °C	ΔB2 °C	ΔA2 (%)	ΔB2 (%)
OUTUBRO	2.5	1.8	-56	-29
NOVEMBRO	2.6	1.8	-52	-40
DEZEMBRO	2.8	2.0	-39	-31
INVERNO	2.6	1.9	-32	-37
PRIMAVERA	2.4	1.8	-45	-36
VERÃO	2.2	1.5	69	31
OUTONO	2.4	1.7	-49	-34
ANUAL	2.4	1.7	-34	-34

De acordo com o relatório de 2007[10] do IPCC, os cenários projetam uma subida do nível médio do mar de 35 cm até final deste século. No contexto do estudo CLIMAAT II[11], os autores consideram razoável assumir um aumento de 50 cm até ao final do séc. XXI. Atualmente, e segundo o último relatório do IPCC[12], o nível médio global do mar pode subir até um valor máximo de 82 cm no final do século.

Contudo, há publicações científicas que apontam para valores superiores a 100 cm. Especificamente para o arquipélago da Madeira, Kopp e colegas[13] projetam um valor de 75 cm até 2100, no cenário RCP 8.5 do IPCC (equivalente ao cenário A1).

10 IPCC, 2007, Intergovernmental Panel on Climate Change, Contributions of Working Groups I, II and III to the IPCC Fourth Assessment Report, Cambridge University Press

11 CLIMAAT, 2006, Impactos e Medidas de Adaptação às Alterações Climáticas no Arquipélago da Madeira, Projecto CLIMAAT II, F.D. Santos e R. Aguiar (Editores), Direcção Regional do Ambiente da Madeira, Funchal

12 IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp

13 Kopp, R.E. et al. 2014, Probabilistic 21st and 22nd century sea-level projections at a global network of tide gauge sites. Earth's Future 2: 287–306, doi:10.1002/2014EF000239

3

Abordagem setorial

3. Abordagem setorial

3.1. Vulnerabilidades às alterações climáticas

No contexto da Estratégia CLIMA-Madeira, foi avaliada a vulnerabilidade, em relação ao clima atual e aos cenários climáticos futuros, dos setores da Agricultura, Florestas, Biodiversidade, Energia, Recursos Hídricos, Riscos Hidrogeomorfológicos, Saúde Humana e Turismo (Figura 1, Etapa 1B). Após esta avaliação, ocorreu a identificação, definição e caracterização de opções e medidas de adaptação face às vulnerabilidades identificadas (Figura 1, Etapa 2A). A avaliação das vulnerabilidades setoriais atuais e futuras seguiu a metodologia representada na Figura 10:

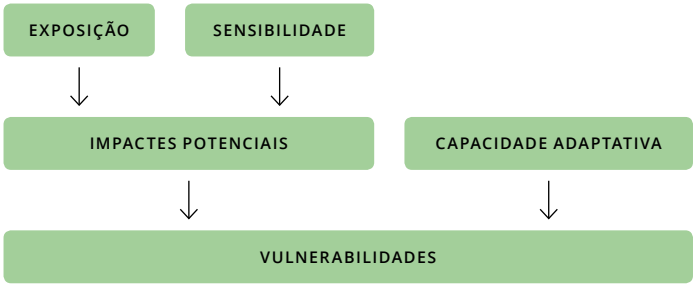


Figura 10. *Esquema conceptual da metodologia aplicada transversalmente no projeto CLIMA-Madeira*

Esta metodologia assenta nos seguintes pressupostos:

a) A **Exposição** está diretamente ligada aos fatores climáticos, referindo-se ao carácter, magnitude e à taxa de mudança e variação do clima. Os fatores de exposição típicos incluem temperatura, precipitação, evapotranspiração, bem como eventos extremos, como precipitação intensa e secas;

b) A **Sensibilidade** é determinada na forma como o sistema em análise possa ser afetado adversa ou beneficamente por uma determinada exposição aos fatores climáticos;

c) O **Impacte Potencial** é uma função da Sensibilidade e da Exposição;

d) A **Capacidade Adaptativa** representa a capacidade de os sistemas humanos se ajustarem a alterações climáticas, moderarem potenciais danos, aproveitarem as oportunidades ou lidarem com as consequências;

e) A **Vulnerabilidade** é uma função do Impacte Potencial e da Capacidade Adaptativa.

Para se avaliar a vulnerabilidade futura do sistema, consideram-se os impactes potenciais identificados para os vários cenários climáticos (exposição) em três horizontes temporais - curto prazo (2020-2039), médio prazo (2040-2069) e longo prazo (2070-2099) -, e a capacidade adaptativa atual do sistema.

Para que as vulnerabilidades possam ser comparadas inter e intrassetorialmente, estas foram classificadas com uma das categorias presentes na Tabela 4.

Tabela 4. *Escala de vulnerabilidade do projeto CLIMA-Madeira.*

	ESCALA	DEFINIÇÃO
OPORTUNIDADE	MUITO POSITIVA	As alterações climáticas são uma clara oportunidade a explorar.
	POSITIVA	O impacte potencial poderá vir a ser positivo, ou seja, existem oportunidades a explorar.
	NEUTRA	Face ao conhecimento atual, não se esperam alterações nem positivas nem negativas.
VULNERABILIDADE	NEGATIVA	Espera-se que o impacte seja tendencialmente negativo.
	MUITO NEGATIVA	O impacte potencial será claramente negativo com repercussões graves no sistema.
	CRÍTICA	Se nada se fizer, os impactes causados poderão forçar o sistema para pontos sem retorno.

Para assegurar a comunicação das incertezas associadas aos resultados e melhorar o apoio ao processo de decisão em adaptação, foi efetuado um tratamento consistente das incertezas em todos os setores. Na avaliação das vulnerabilidades às alterações climáticas, foi atribuída, pelos peritos setoriais, uma classificação da confiança associada à incerteza. A confiança de determinada vulnerabilidade foi classificada em cinco categorias, dependendo da concordância e evidência científica (Tabela 5). A Concordância é o grau de coerência entre as várias fontes utilizadas, variando entre baixa, média e alta. A Evidência é o grau em que os dados/observações suportam o resultado, variando entre limitada, média e robusta.

Tabela 5. *Escala de confiança com base na Concordância e Evidência[14].*

CONCORDÂNCIA ↑ / EVIDÊNCIA →		
MÉDIA Concordância Alta Evidência Limitada	**ALTA** Concordância Alta Evidência Média	**MUITO ALTA** Concordância Alta Evidência Robusta
BAIXA Concordânca Média Evidência Limitada	**MÉDIA** Concordância Média Evidência Média	**ALTA** Concordância Média Evidência Robusta
MUITO BAIXA Concordância Baixa Evidência Limitada	**BAIXA** Concordância Baixa Evidência Média	**MÉDIA** Concordância Baixa Evidência Robusta

3.2. Vulnerabilidades setoriais

3.2.1. Agricultura

Do ponto de vista climático, a agricultura na Madeira poderá sofrer alterações na produtividade devido ao aumento da temperatura, à redução da precipitação e ao aumento da concentração atmosférica de CO^2. Considerado isoladamente, o aumento da temperatura pode, por si só, ter efeitos benéficos sobre a produtividade, pois pode amplificar o período de produção e aumentar as taxas de crescimento. A redução da disponibilidade hídrica esperada para os períodos futuros é o fator limitante e determinante para a vulnerabilidade da agricultura na Madeira. A disponibilidade de água determina o contexto de rega das culturas agrícolas: na vertente sul, as necessidades de rega são superiores, devido a uma menor quantidade de precipitação e a temperaturas atmosféricas mais elevadas; o clima mais pluvioso e fresco da vertente norte determina menores necessidades de rega.

14 Adaptado de Mastrandrea et al. (2010). Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties

As culturas analisadas foram a bananeira e frutos subtropicais, vinha, hortícolas e batata. Para todas, foi avaliada a vulnerabilidade futura da extensão das suas áreas potenciais, das necessidades de rega e da produtividade.

No caso da **banana e frutos subtropicais**, o aumento da temperatura poderia beneficiar estas culturas, permitindo o aumento da produtividade e da sua área potencial. Contudo, a bananeira é, também, a cultura com maiores necessidades de água. A distribuição da cultura da bananeira e vinha pode ser visualizada na Figura 11.

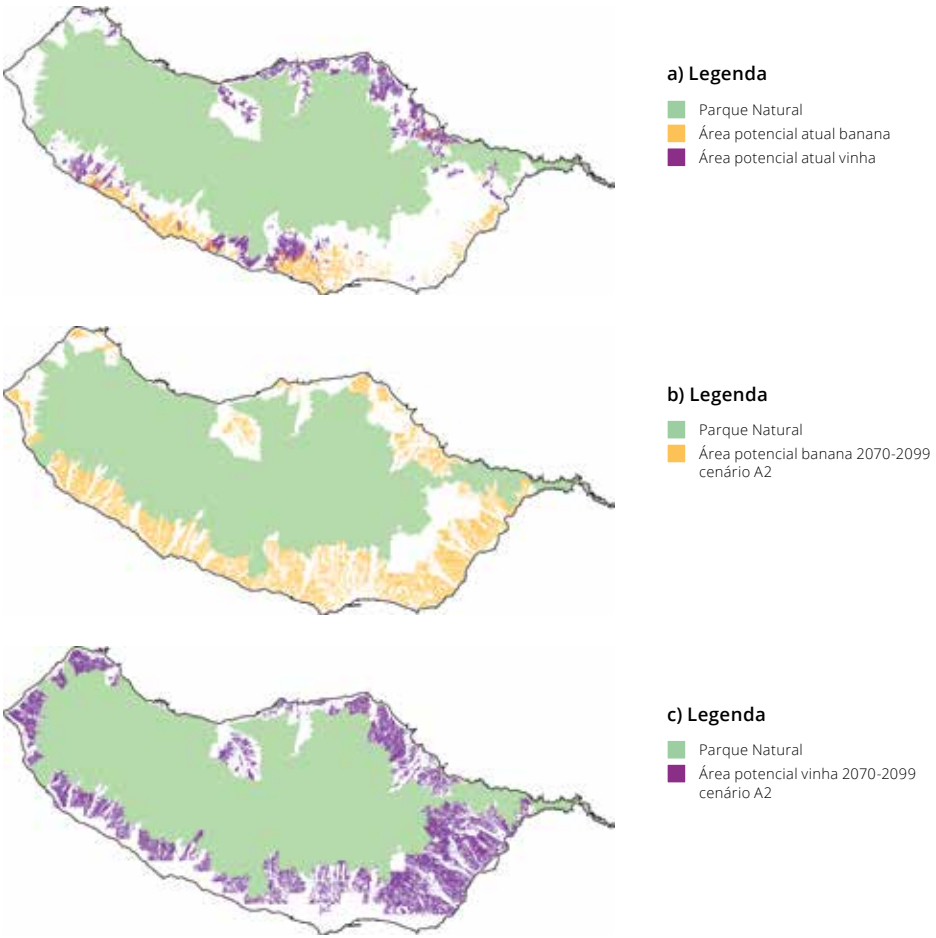


Figura 11. *a) Distribuição potencial atual das culturas de bananeira e vinha na Ilha da Madeira; b) Distribuição potencial da cultura da bananeira na Ilha da Madeira no cenário A2 para 2077-2099; c) Distribuição potencial da cultura da vinha na Ilha da Madeira no cenário A2 para 2077-2099;*

Devido à grande redução da sua disponibilidade para rega em cenários futuros, a vulnerabilidade da extensão da área, da sua produtividade e das necessidades de rega dos frutos subtropicais é muito negativa.

Relativamente à **vinha**, embora seja estimado um aumento da área potencial desta cultura e as necessidades de rega sejam baixas (graças às suas características mediterrânicas), os elevados custos associados à sua implantação, aliados à redução acentuada da disponibilidade de água, resultam na vulnerabilidade futura da distribuição potencial de vinha que pode ser negativa. A vulnerabilidade futura da produtividade da vinha acaba por ser, por isso, neutra.

As culturas **hortícolas** poderiam beneficiar do aumento da temperatura, mas, devido à grande redução da água disponível para rega e à grande extensão da área deste tipo de culturas, a vulnerabilidade futura da distribuição potencial e da produtividade de culturas hortícolas é muito negativa.

Para o período de 2070 a 2099, a vulnerabilidade futura, associada às necessidades de rega, é muito negativa para todas as culturas, devido à maior intensidade da necessidade de rega, em particular na vertente sul, e à redução da disponibilidade de água para rega.

O aumento da temperatura projetado para a Madeira poderá aumentar a expansão de organismos prejudiciais, afetando culturas que, atualmente, beneficiam das menores temperaturas em cotas mais elevadas. O aumento da temperatura pode também aumentar o número de gerações, por ano, destes organismos ou aumentar a sua sobrevivência no inverno. As pragas, doenças e infestantes são responsáveis por importantes perdas de produção nos sistemas agrícolas, e a sua prevenção e combate implica custos significativos para os produtores. A vulnerabilidade futura a pragas, doenças e infestantes é negativa, devido ao potencial agravamento dos danos causados por estes organismos.

A matriz apresentada na Tabela 6 sintetiza as vulnerabilidades às alterações climáticas, no setor da Agricultura para a RAM.

Tabela 6. *Matriz de vulnerabilidade simplificada para o setor Agrícola.*

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Produtividade e distribuição potencial da cultura de **hortícolas**, **bananeira** (**e outros frutos subtropicais**)	ATUAL	BAIXA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	ALTA	MUITO NEGATIVA

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Produtividade e distribuição potencial da **vinha**	ATUAL	BAIXA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	BAIXA	NEGATIVA
Risco de ocorrência de **pragas** e doenças na agricultura	ATUAL	BAIXA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	BAIXA	MUITO NEGATIVA

As principais opções para a adaptação da agricultura às alterações climáticas são: a disponibilização de água e a capacidade e eficiência da rega; a manutenção da fertilidade do solo e a prevenção da erosão; a gestão de risco face aos eventos extremos e à maior variabilidade climática; a alteração dos sistemas fitossanitários face ao ambiente potencialmente favorável à existência de organismos prejudiciais às culturas; bem como a disponibilidade de património genético adaptado às novas condições climáticas.

Especial atenção deve ser dada às necessidade hídricas que, face à expectável redução da disponibilidade de água, as opções de adaptação passam por aumentar a disponibilidade a montante do setor da agricultura, isto é, aumentar a capacidade de armazenamento de água em altitude, com vista à regularização diária e sazonal. A par desta, é necessário aumentar a eficiência dos sistemas de captação, transporte e armazenamento e distribuição de água (ver subcapítulo dos Recursos Hídricos), através da reabilitação e recuperação da rede de distribuição, assim como a impermeabilização e controlo do assoreamento dos sistemas de armazenamento de água. Além disto, afigura-se necessário reduzir as necessidades de água no setor agrícola, por meio da implementação de métodos de rega mais eficientes, e disciplinar o uso da água de rega. Adicionalmente, são também importantes para este setor, medidas que promovam a simplificação dos processos administrativos dos programas de apoio ao desenvolvimento e valorização do meio rural, sem prejuízo de outras medidas que possam ser consideradas.

3.2.2. Florestas

A área florestal da RAM compreende cerca de 16 000 hectares de floresta natural, 16 500 hectares de floresta plantada e 1 500 hectares de outras áreas arborizadas. A floresta natural é constituída, quase na totalidade, por floresta Laurissilva e a floresta plantada é constituída maioritariamente por pinheiro-bravo e eucalipto. O principal risco para a floresta na RAM são

os incêndios florestais que, nos últimos anos, têm atingido proporções catastróficas. O histórico recente é tão preocupante que, mesmo num cenário onde a vulnerabilidade futura não aumentasse, a necessidade de adotar medidas para a redução dos incêndios florestais continuaria a ser urgente, já que representam elevados danos.

No período de 2040 a 2069, verifica-se um aumento **do risco meteorológico de incêndio** na vertente sul, em ambos os cenários, com maior intensidade e expansão em altitude no cenário B2. Note-se que as zonas de maior aumento do risco de incêndio coincidem com as áreas de floresta plantada. Na vertente norte, é no cenário A2 que há um ligeiro aumento do risco meteorológico de incêndio florestal, nas zonas costeiras. No período de 2070 a 2099, as tendências invertem-se para a vertente sul, passando a ser no cenário A2 que se verifica um maior aumento do risco meteorológico de incêndio. Na vertente norte, o cenário B2 é onde se verifica uma maior área do crescente risco de incêndio, ainda que ligeiro, enquanto, no cenário A2, a área é menor em relação ao período anterior.

A vulnerabilidade da floresta a **incêndios** é condicionada pelas condições meteorológicas predominantes, o risco meteorológico de incêndio florestal e pelas condições estruturais das áreas florestais, em particular, o declive, o tipo de ocupação florestal e a continuidade ao nível da paisagem. Tanto a floresta Laurissilva, como a floresta plantada, encontram-se em áreas de acentuados declives, o que favorecem a propagação do fogo, dificultando o seu combate. Na vertente sul, onde predomina a floresta plantada, o clima é mais seco que na vertente norte, aumentando o risco de incêndios. Dadas estas condicionantes naturais e o histórico recente de incêndios florestais, a vulnerabilidade atual da floresta a incêndios é classificada como negativa.

O aumento do risco meteorológico de incêndio em todos os cenários futuros considerados aumenta a vulnerabilidade da floresta a incêndios, em particular da floresta plantada, para muito negativa no longo prazo. A distribuição da área ardida na Ilha da Madeira no período de 2006 a 2013 pode ser visualizada na Figura 12.

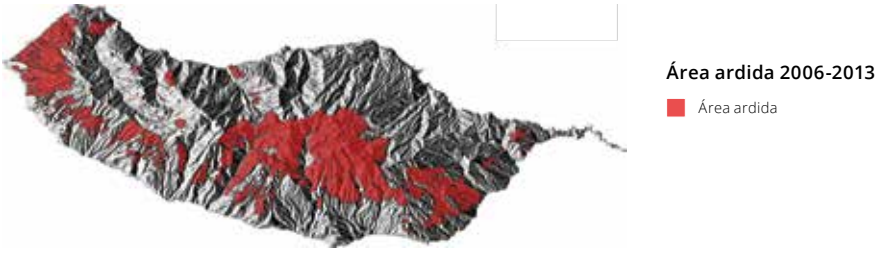


Figura 12. *Área ardida na Ilha da Madeira entre 2006 e 2013. Fonte: DROTA*

De igual forma, a frequência e duração de dias consecutivos com risco de incêndio florestal muito elevado e crítico aumentam em todos os cenários climáticos futuros.

A vulnerabilidade atual da **floresta natural** a alterações de produtividade é neutra, dado que se encontra bem adaptada às condições climáticas atuais e às pressões exercidas pela ocupação humana, sendo o maior fator de risco os incêndios florestais. A vulnerabilidade futura da produtividade tende a diminuir, devido ao aumento estimado da produtividade primária líquida, pelo que se considera haver oportunidades a explorar. Quanto à distribuição potencial futura da floresta natural, originada pelas alterações climáticas, estima-se ser possível a expansão para zonas de maior altitude, onde as condições climáticas atuais são limitantes, possibilidade essa que é também confirmada pelo aumento esperado da produtividade primária.

A Figura 13 representa a produtividade primária líquida da floresta natural para o período de referência e o cenário A2 entre 2070 e 2099.

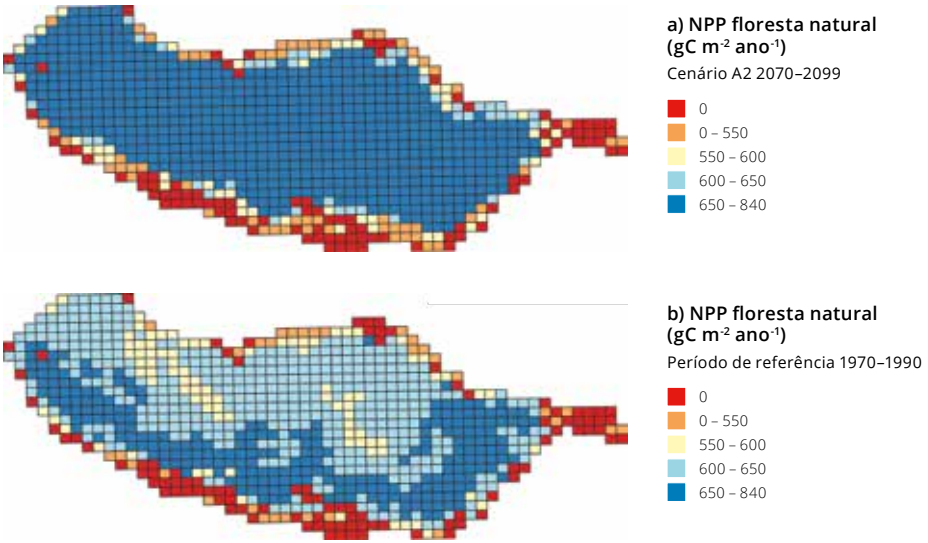


Figura 13. Produtividade primária líquida (gC m^{-2} ano^{-1}) da floresta natural no cenário de referência (a) e no cenário futuro A2 (b) entre 2070 e 2099.

A vulnerabilidade atual da **floresta plantada** a alterações na produtividade é negativa, devido à presença na ilha do Nemátodo da Madeira do Pinheiro, que afeta principalmente o pinheiro-bravo, a mais expandida espécie deste tipo de floresta, e que deverá conduzir a uma progressiva substituição por outra espécie no futuro. Para a restante floresta plantada, a vulnerabilidade seria neutra. Embora se estime um aumento potencial da produtividade primária para este tipo

de floresta, a vulnerabilidade da floresta plantada, no longo prazo, a alterações na produtividade é muito negativa, devido sobretudo ao aumento futuro do risco meteorológico de incêndio na vertente sul. Os impactes indiretos resultantes dos incêndios, como a erosão do solo ou a degradação do estado sanitário das árvores sobreviventes, aumentam a sua suscetibilidade a pragas e doenças, e condicionam fortemente a produtividade primária.

A vulnerabilidade atual da floresta plantada a alterações na distribuição potencial é neutra, dado que não se verificam atualmente nenhuns fenómenos que a possam alterar. A presença do Nemátodo da Madeira do Pinheiro não constitui uma ameaça à floresta plantada, apenas a uma das suas espécies. A vulnerabilidade futura da distribuição potencial da floresta plantada às alterações climáticas é muito negativa no longo prazo, devido ao aumento do risco meteorológico de incêndio. Apesar de se estimar um aumento da área potencial, para zonas de maior altitude, o aumento do risco meteorológico de incêndio na vertente sul é um forte condicionante dessa expansão, não só pela eventual destruição dos povoamentos florestais, como também pelo desinvestimento na floresta que as constitui. Um outro fator que contribui para a vulnerabilidade negativa é o reduzido interesse económico pela floresta plantada na Madeira, que limita ainda mais a atratividade do investimento florestal e desincentiva à limpeza e manutenção da floresta.

A elevada presença de **espécies lenhosas exóticas invasoras** constitui uma das maiores ameaças às comunidades vegetais autóctones da Madeira. A vulnerabilidade atual a plantas invasoras exóticas é negativa, dada a sua expansão territorial atual.

A vulnerabilidade futura a espécies de plantas exóticas invasoras é muito negativa e os fatores que mais pesam nesta classificação são indiretos: a sua expansão territorial atual, que potencia a sua expansão futura; o aumento da produtividade primária líquida, que potencia o seu crescimento; e o risco de incêndio florestal, que potencia a sua expansão.

As **pragas e doenças** são fortemente influenciadas pelo clima, em particular a temperatura, por acelerar o seu desenvolvimento, pela precipitação e pela humidade, que é essencial para muitos agentes patogénicos. As alterações climáticas têm efeitos diretos no desenvolvimento, reprodução e sobrevivência destes organismos.

A vulnerabilidade atual a pragas e doenças é negativa, devido à presença do Nemátodo da Madeira do Pinheiro. A vulnerabilidade futura a pragas e doenças no longo prazo é muito negativa, uma vez que, no caso particular do Nemátodo do Pinheiro da Madeira, prevê-se o agravamento da sua patogenicidade devido às alterações climáticas e ao potencial efeito da temperatura sobre os organismos prejudiciais, em particular, os insetos vetores da doença.

A matriz apresentada na Tabela 7 sintetiza as vulnerabilidades a alterações climáticas no setor das florestas para a RAM.

Tabela 7. Matriz de vulnerabilidade simplificada para o setor das Florestas.

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Produtividade e distribuição potencial da **floresta plantada**	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	BAIXA	MUITO NEGATIVA
Produtividade e distribuição potencial da **floresta natural**	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	MÉDIA	POSITIVA
Risco de **incêndio**	ATUAL	ALTA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	ALTA	MUITO NEGATIVA
Risco de expansão de **plantas invasoras exóticas** e de ocorrência de **pragas e doenças** na floresta	ATUAL	ALTA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	MÉDIA	MUITO NEGATIVA

Atualmente, já existem medidas no programa de apoio ao desenvolvimento rural que visam promover a defesa contra incêndios florestais, mas um Plano Regional de Defesa da Floresta Contra Incêndios poderia melhorar a eficácia dessas medidas. Por outro lado, podem ser consideradas medidas que visem, tanto o controlo das espécies invasoras e monitorização de pragas e agentes patogénicos florestais, como o planeamento florestal e a simplificação dos processos administrativos dos programas de apoio ao desenvolvimento e valorização do meio rural, sem prejuízo de outras medidas que possam ser consideradas.

3.2.3. Biodiversidade

O arquipélago da Madeira apresenta uma fauna e flora únicas, sendo considerado um 'hot-spot' de biodiversidade mediterrânica. Localizado na região biogeográfica da macaronésia, tem um elevado número de endemismos e habitats ricos com uma elevada diversidade de espécies

terrestes e marinhas. As alterações climáticas forçam a deslocação dos ecossistemas em altitude, com a potencial extinção local de algumas espécies cujo limiar fisiológico (ou mesmo fenológico) seja ultrapassado ou devido ao impacte de eventos extremos.

Foi avaliada a vulnerabilidade atual e futura às alterações climáticas dos vários grupos taxonómicos, terrestres e marinhos, presentes no arquipélago da Madeira. Foram avaliados 8 grupos de fauna e flora terrestre (líquenes, briófitos, plantas vasculares, moluscos, artrópodes, répteis, aves e mamíferos) e 3 grupos de fauna marinha (cetáceos, peixes e invertebrados), num total de 74 espécies representantes desses grupos e dos vários habitats das várias ilhas do arquipélago. Em termos da vulnerabilidade atual às alterações climáticas, visto que as espécies se encontram adaptadas ao clima existente, esta foi considerada como neutra para todas as espécies, muito embora se considere que possam já existir alguns efeitos das alterações climáticas que ainda não foram documentados.

Biodiversidade Terrestre

De entre os grupos terrestres, os briófitos, as plantas vasculares e os moluscos apresentaram o maior número de espécies com uma vulnerabilidade considerada crítica. Em oposição, as espécies que poderão beneficiar com as alterações do clima, havendo oportunidades a explorar no cenário A2 para o longo prazo, pertencem sobretudo ao grupo dos répteis e dos artrópodes. Em geral, as espécies exóticas apresentaram vulnerabilidades neutras ou oportunidades, independentemente do grupo em análise.

As espécies mais vulneráveis às alterações climáticas na RAM são: i) ectotérmicas e cujo limiar térmico já se encontra perto do seu limite máximo, ou dependentes de eventos de perturbação cíclica; ii) dependentes de fatores climáticos que despoletem o início das suas atividades ou intervenham nos seus sincronismos biológicos e ecológicos; iii) especializadas em nichos ambientais singulares ou cuja capacidade de dispersão é bastante limitada; iv) dependentes de interações bióticas específicas, tanto no caso de simbioses e relações positivas, como no caso de predação ou competição (por exemplo, com espécies invasoras); v) aquelas cujo habitat é atualmente bastante reduzido ou se encontra fragmentado (não conectado); vi) aquelas cujas populações estão bastante ameaçadas devido a outras pressões antropogénicas.

Destacam-se as espécies endémicas, pela sua importância óbvia para o património natural mundial e porque serão das espécies mais afetadas, quando comparadas com as restantes. Em termos gerais, são as espécies ainda pouco conhecidas que exploram nichos ecológicos específicos, por vezes degradados, com baixos efetivos populacionais e áreas de distribuição restritas.

Os grupos dos briófitos, plantas vasculares, moluscos e artrópodes poderão sofrer uma redução ao nível do número de espécies e de indivíduos, sobretudo os que possuam baixa capacidade de dispersão ou populações muito fragmentadas. Os restantes grupos serão, no geral, menos impactados negativamente pelas alterações climáticas.

Os mamíferos, apesar de se terem estudado espécies potencialmente sensíveis, como os morcegos, devido à sua ecologia única, parecem ter uma capacidade adaptativa intrínseca robusta, dado que não aparentam ser sensíveis às alterações climáticas.

As aves, devido à sua capacidade de dispersão e distribuição ao longo do arquipélago, são classificadas com vulnerabilidade neutra. Apenas as duas espécies de Freiras avaliadas, devido à elevada especificidade do seu habitat de nidificação, foram consideradas vulneráveis.

Biodiversidade Marinha

As espécies de cetáceos mais vulneráveis são o cachalote e a baleia comum, na classe muito negativa. Espécies como a baleia tropical e o golfinho roaz, associados à ilha da Madeira, apresentam uma vulnerabilidade negativa. Relativamente aos peixes e invertebrados marinhos, poderão surgir tanto impactes negativos (como a redução das populações de espécies de climas mais frios), como impactes positivos, com o aumento da abundância de espécies com afinidades tropicais ou subtropicais e o aparecimento de novas espécies.

Habitats

Os habitats avaliados foram o Maciço Montanhoso Central (caracterizado pela série de vegetação do urzal de altitude), a Floresta Laurissilva (caracterizado pela série de vegetação da Laurissilva mediterrânica e temperada), o Matagal Marmulano (caracterizado pela série de vegetação *Mayteno umbeliatae – Oleo madenrensis*), o Zambujal Madeirense (caracterizado pela série de vegetação *Helichryso melaleuci – Sideroxylo marmulanae*), como representado na Figura 14, e as ilhas desertas e selvagens (não caracterizados).

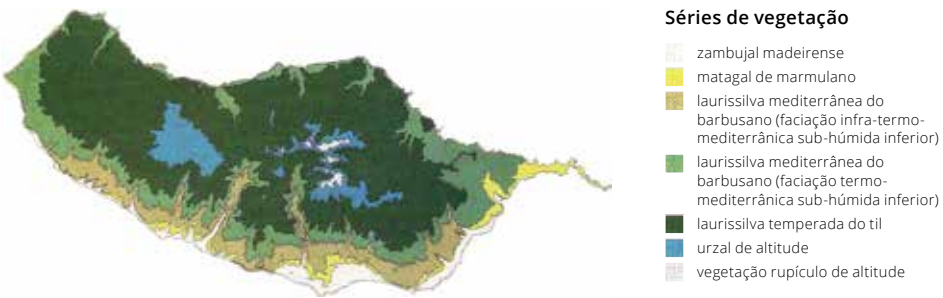


Figura 14. *Séries de vegetação natural potencial da ilha da Madeira (Capelo et al, 2004)*[15]

Em termos gerais, as alterações climáticas irão promover a deslocação destes habitats em altitude. No entanto, esta deslocação poderá estar limitada pelas pressões antropogénicas (como a pressão urbanística e poluição), fragmentação (como vales, montanhas e oceano, no caso das

15 Capelo, J. (Ed.), 2004 – A paisagem vegetal da ilha da Madeira. Quarcetea 6: 3-200. FCT

ilhas desertas e selvagens), espécies exóticas (com características invasoras) e eventos climáticos compostos extremos (como secas ou fogos florestais).

O Maciço Montanhoso Central está condicionado ao topo de ilha da Madeira pelo que não se poderá deslocar em altitude. Casos semelhantes, mas com séries de vegetação diferentes, são os vários habitats das ilhas Desertas e Selvagens por serem relativamente pequenos e confinados.

A Laurissilva tenderá a ganhar território ao habitat do Maciço Montanhoso Central, tal como referido no setor das Florestas. No entanto, ao contrário do setor das Florestas, que considerou a produtividade e distribuição potencial das suas espécies lenhosas, neste setor considerou-se a deterioração da qualidade deste habitat, em termos de riqueza específica (devido à elevada vulnerabilidade das várias espécies analisadas dos diferentes grupos taxonómicos que fazem parte deste habitat), a degradação da diversidade funcional e da estrutura ecológica deste ecossistema, bem como a interação negativa da pressão climática com outras pressões antropogénicas, considerando-se por isso, que a sua vulnerabilidade tenderá a ser muito negativa.

No caso dos habitats do Zambujal Madeirense e Matagal Marmulano, estes têm distribuição atual extremamente reduzida, fortemente condicionados pela pressão urbana, agrícola e florestal das zonas costeiras da ilha da Madeira, pelo que se considerou a sua vulnerabilidade futura crítica.

A matriz apresentada na Tabela 8 sintetiza as vulnerabilidades às alterações climáticas no setor da biodiversidade para a RAM.

Tabela 8. *Matriz de vulnerabilidade simplificada para o setor da Biodiversidade.*

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
HABITATS (QUALIDADE)			
Maciço Montanhoso Central Tenderá a deslocar-se em altitude (ex.: *Sorbus maderensis e Armeria maderensis*), ficando cada vez mais confinado no topo da ilha da Madeira.	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	ALTA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	ALTA	CRÍTICA

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Floresta Laurissilva Desloca-se em altitude (sobretudo Laurissilva do Til, ex.: *Pittosporum coriaceum e Polystichum drepanum*), estando condicionada pela topografia e substrato.	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	ALTA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	ALTA	MUITO NEGATIVA
Matagal Marmulano Tende a deslocar-se em altitude, estando condicionado pela forte pressão urbana e fragmentação do habitat.	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	MÉDIA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	MÉDIA	CRÍTICA
Zambujal Madeirense A subida do nível médio do mar irá forçar o habitat a deslocar-se em altitude, no entanto, este encontra-se altamente fragmentado e condicionado pela pressão urbana.	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	MÉDIA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	MÉDIA	CRÍTICA
TERRESTRES (DIVERSIDADE)			
Aves O habitat da Freira da Madeira irá degradar-se devido a eventos extremos (ex. incêndios). As restantes espécies beneficiam devido à sua capacidade de dispersão e por terem um caráter generalistas no habitat.	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	ALTA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	ALTA	POSITIVA

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Briófitos Alterações do regime hídrico dos ecossistemas terão impacto negativo, que será ampliado pela baixa capacidade de dispersão das espécies, desflorestação por incêndios ou aparecimento de espécies invasoras.	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	ALTA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	ALTA	CRÍTICA
Mamíferos Redução da disponibilidade de insetos e alteração dos picos de alimento, e reprodução de mamíferos insectívoros. Não são vulneráveis, pois têm uma boa capacidade de dispersão e são endotérmicos.	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	ALTA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	ALTA	NEUTRA
Plantas Vasculares Impactes causados, sobretudo, pelas alterações do regime hídrico, que é limitado, devido à baixa capacidade de dispersão das espécies, já que há maior fragmentação do habitat, aumento de distúrbios ou aparecimento de espécies invasoras.	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	ALTA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	ALTA	CRÍTICA
Répteis Impactes devido à redução da disponibilidade de insetos e o aumento de espécies invasoras. Espécies beneficiam devido aos limites fisiológicos não ultrapassados e boa capacidade de dispersão.	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	MUITO ALTA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	MUITO ALTA	POSITIVA

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Artrópodes O aumento da temperatura e diminuição da humidade relativa terão impacte nos limites fisiológicos térmicos e hídricos das espécies, potenciado com a redução dos habitats e o aumento de espécies invasoras.	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	ALTA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	ALTA	NEGATIVA
Moluscos As espécies tenderão a des-locar-se, estando, no entanto. limitadas pela geomorfologia das ilhas, fragmentação do habitat e espécies competidoras.	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	MUITO ALTA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	MUITO ALTA	CRÍTICA
Líquenes O aumento da temperatura e diminuição da humidade relativa irão afetar os limites térmicos e hidrológicos dos ecossistemas. São bons bioindicadores das condições microclimáticas e detêm uma boa capacidade de dispersão.	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	ALTA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	ALTA	NEUTRA
MARINHOS (DIVERSIDADE)			
Cetáceos Alteração na distribuição das espécies, redução da imunidade das espécies, perda de habitat para espécies associadas a áreas específicas (e.g. zona costeira) e competição com atividades humanas.	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	ALTA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	ALTA	NEGATIVA

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Peixes A área de distribuição das espécies tenderá a alterar-se, ocorrendo uma perda de espécies mediterrâneo-atlânticas e ganho de um conjunto de espécies tropicais. Expectáveis alterações na abundância, na fenologia e no crescimento das espécies.	ATUAL	MUITO BAIXA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	MUITO BAIXA	VARIÁVEL
	LONGO (2070-2099)	MUITO BAIXA	VARIÁVEL
Invertebrados Impacto na distribuição, abundância, fenologia e crescimento das espécies. Espécies não indígenas podem encontrar condições para se introduzirem e estabelecerem, podendo vir a competir com espécies nativas.	ATUAL	MUITO BAIXA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	MUITO BAIXA	VARIÁVEL
	LONGO (2070-2099)	MUITO BAIXA	VARIÁVEL

As opções de adaptação neste setor passam por: medidas de conservação *per se* para as espécies e habitats mais vulneráveis; melhoria da conectividade entre habitats, para facilitar o carácter dinâmico introduzido pela variabilidade e alteração climática; monitorização e avaliação constante do estado e evolução da biodiversidade no arquipélago da Madeira; e o aumento do conhecimento para aquelas espécies e habitats cuja incerteza na resposta às alterações climáticas seja elevada.

Algumas das medidas que poderão promover a adaptação da biodiversidade, sem prejuízo de outras que possam ser consideradas, são: a revisão dos estatutos regionais de ameaça de espécies, com base nos critérios definidos pela IUCN; a criação ou manutenção de áreas de proteção, considerando os efeitos das alterações climáticas; garantir a existência de uma paisagem diversificada que suporte uma eficaz rede de corredores ecológicos; e a revisão, implementação e fiscalização de planos de gestão e ação para espécies e habitats vulneráveis e áreas classificadas.

Os instrumentos de proteção da biodiversidade Ilha da Madeira e Porto Santo podem ser visualizados na Figura 15.

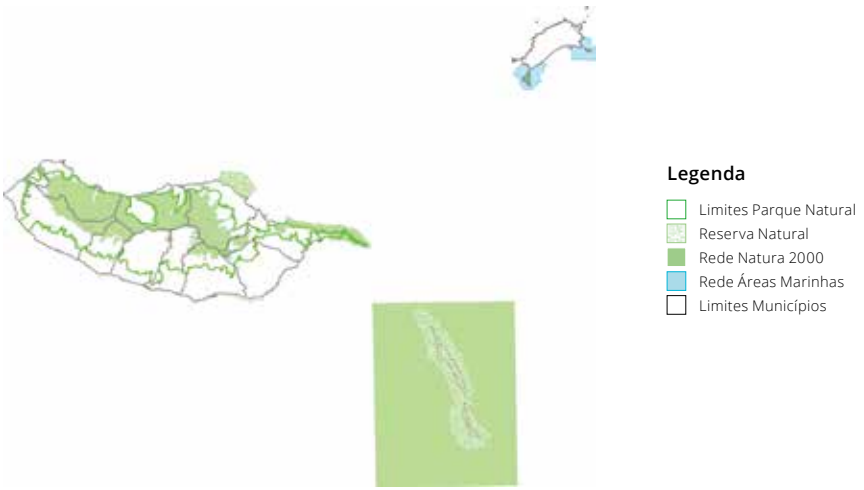


Figura 15. Instrumentos de conservação da biodiversidade na Ilha da a) Madeira e b) Porto Santo.

3.2.4. Energia

Os impactes das alterações climáticas foram examinados para a procura e a oferta de energia, térmica e elétrica. Surge, em primeiro lugar, a questão da procura de energia ser sensível ao clima. O impacte é positivo para o aquecimento de águas, uma vez que, aumentando a temperatura da água de abastecimentos, diminui a elevação de temperatura requerida para atingir uma certa temperatura-alvo. Também a elevação da temperatura ambiente leva a uma redução das necessidades de aquecimento e um aumento das necessidades de arrefecimento em edifícios, que podem ser satisfeitas via ar condicionado (elétrico), com um balanço anual que depende muito do tipo de edifício e da sua localização. É menos evidente o impacte do clima noutros tipos de necessidades de energia, elétrica ou térmica, direta ou indiretamente, até porque os sistemas tecnológicos e a regulamentação evoluem continuamente.

As principais infraestruturas relacionadas com a produção de energia elétrica na ilhas da Madeira e Porto Santo podem ser visualizadas na Figura 16.

Figura 16. Distribuição das infraestruturas de produção de energia elétrica: a) Madeira; b) Porto Santo

Quanto à oferta de energia, na RAM, a situação é dominada pela insularidade. A RAM depende em cerca de 95% de combustíveis fósseis importados. Embora esta dependência esteja a recuar, representa uma vulnerabilidade fundamental na segurança do abastecimento a partir do exterior, e, depois, no armazenamento e na distribuição dos combustíveis dentro das próprias ilhas. A variabilidade climática pode condicionar a oferta segura e a preço razoável de energia na RAM, designadamente através de eventos extremos: tempestades no oceano que impeçam ou demorem o abastecimento de combustíveis, e cheias, aluviões, inundações, ou fogos que atinjam locais de armazenamento de combustíveis e/ou perturbem o seu transporte dentro das ilhas. No caso do sistema elétrico, a insularidade acrescenta outros problemas: as centrais termoelétricas (duas na Madeira e uma no Porto Santo), além de serem a fonte principal de energia elétrica, são, também, essenciais ao funcionamento da rede elétrica isolada em cada ilha, já que asseguram o controlo de parâmetros do sistema elétrico de forma contínua (frequência, tensão, potência ativa e reativa), fazendo face à variação da produção das centrais, que aproveitam fontes de energia renovável intermitente, e à variação do consumo. No caso da ilha do Porto Santo, a indisponibilidade da central termoelétrica acarreta a indisponibilidade total de energia na rede. No caso da ilha da Madeira, o impacte não seria tão grave, podendo, em princípio, abastecer as zonas de qualidade de serviço I e II, mesmo em situação de paragem da maior central, a da Vitória.

Os consumos mensais de energia para climatização simulados para um hotel na Ilha da Madeira podem ser visualizados na Figura 17.

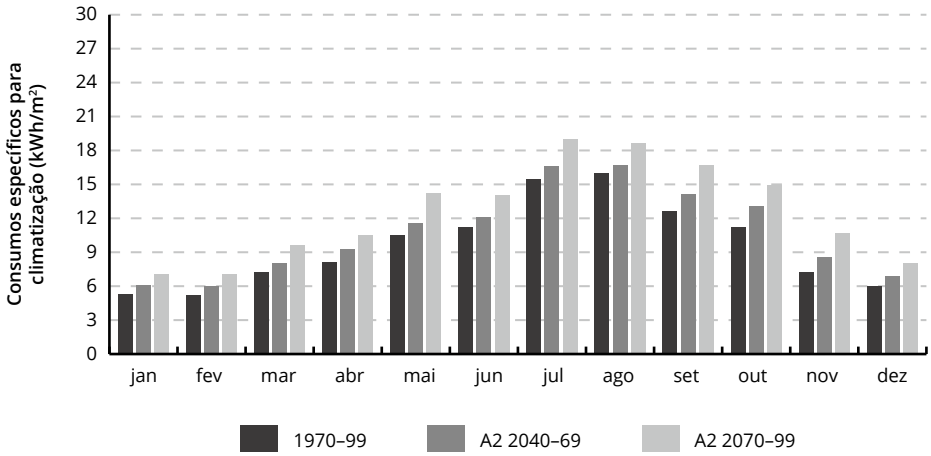


Figura 17. Consumos mensais de energia para climatização no hotel simulado para o cenário A2, para os períodos de 2040-2069 e 2070- 2099. Fonte: CLIMAAT II

As flutuações de disponibilidade das energias renováveis e da procura de eletricidade são compensadas pelas centrais térmicas, o que torna ainda mais importante conhecer quaisquer vulnerabilidades que possam ter: não apenas as relativas ao abastecimento de combustível, mas também ameaças físicas às instalações, designadamente, eventos extremos que possam resultar em aluviões, deslizamentos e inundações. A questão da elevação paulatina do nível do mar também se põe, dada a localização das centrais junto ao mar.

Quanto aos sistemas de energias renováveis, são sensíveis ao clima pelo próprio facto de transformarem, direta ou indiretamente, a energia proveniente da radiação solar, vento, precipitação, etc.. Há alguma sensibilidade a eventos extremos, mas essencialmente à variabilidade dos recursos renováveis em todas as escalas de tempo, em particular ao nível interanual, sazonal e diário. As oscilações de produção das turbinas eólicas e das instalações fotovoltaicas são exemplos evidentes disto. Contudo, na Madeira, o caso da energia hídrica é o mais importante: as flutuações anuais, mensais e nas sequências de dias sem precipitação têm reflexo direto, embora eventualmente diferido, nos caudais disponíveis para turbinar, uma vez que não existe (atualmente) capacidade significativa de armazenamento de água. Note-se, no entanto, que os sistemas de Fontes de Energia Renováveis (FER) e o próprio sistema energético da RAM estão desenhados e dimensionados para lidar com esta variabilidade, pelo que estão adaptados ao clima atual (vulnerabilidade neutra).

Os impactes climáticos identificados nos sistemas FER são, de uma forma geral, ligeiros, com a exceção, única, mas importante, da hidroeletricidade.

O aproveitamento da energia solar poderá beneficiar de um pequeno aumento da disponibilidade de radiação solar. Esse benefício é amplificado pela elevação da temperatura ambiente no caso dos sistemas solares térmicos, pela redução de perdas térmicas e indiretamente, mas de forma muito significativa, pela elevação da temperatura da água de abastecimento, levando a uma oportunidade a longo prazo. Pelo contrário nos sistemas fotovoltaicos, a elevação de temperatura implica a redução de eficiência de conversão, pelo que a vulnerabilidade se mantém neutra.

O aproveitamento do recurso eólico parece ser pouco vulnerável às alterações climáticas. A nível sazonal identifica-se uma redução de velocidade média nos meses de fevereiro, março e agosto, e aumento nos meses de abril e dezembro. Apesar de se preverem perdas no contexto geral das ilhas, são muito pouco significativas, especialmente dentro do contexto do desenvolvimento tecnológico.

A disponibilidade de recursos de biomassa e resíduos florestais depende da produtividade primária, que tenderá a aumentar com o aumento da temperatura e a diminuir com a redução da precipitação. Estima-se, então, que a produtividade aumentará, mas, essencialmente, nas cotas mais elevadas, acima de 600 a 700 metros, onde a distância e o terreno tornam a recolha pouco viável. Assim, as alterações climáticas não parecem vir a resultar, em termos práticos, num aumento do potencial explorável de biomassa. Apenas se pode considerar uma oportunidade

para o caso das lenhas para aquecimento de edifícios, mas não para o abastecimento à central de incineração da Meia Serra.

Finalmente, aborda-se a exceção a este panorama de impactes baixos e vulnerabilidade neutra ou, até, de oportunidades, que é a redução de produção de eletricidade pela via hídrica, devido a uma diminuição da precipitação nas zonas elevadas. A redução da disponibilidade de água deverá traduzir-se numa redução global da produção hidroelétrica, em particular, das centrais que aproveitam fluxos em excesso de outras utilizações prioritárias da água, particularmente da água captada em zonas altas. As centrais de primeira queda (Calheta, Fajã da Nogueira, Ribeira da Janela) são vulneráveis do ponto de vista geral do sistema electroprodutor (impacte sistémico). As demais centrais, que dependem de segundas quedas e caudais excedentes destinados a outros usos, serão diretamente vulneráveis devido à redução dos caudais excedentes. No entanto, os efeitos mais gravosos só surgem no longo prazo, sendo que, já a curto prazo, estão a ser planeadas e construídas bacias de armazenamento de água, integradas em novos aproveitamentos, com vista a reforçar os sistemas adutores de aproveitamento existentes, permitindo tirar partido da potência instalada nessas centrais e aumentar, significativamente, a produção das mesmas. Assim, estima-se que a vulnerabilidade só se torne negativa a longo prazo.

A matriz apresentada na Tabela 9 sintetiza as vulnerabilidades às alterações climáticas no setor da energia para a RAM.

Tabela 9. *Matriz de vulnerabilidade simplificada para o setor da Energia.*

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
IMPACTES NA PROCURA DE ENERGIA			
Aquecimento de águas Para a mesma temperatura-alvo de consumo, as necessidades de energia dependem da temperatura da água de abastecimento.	ATUAL	MUITO ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	MUITO ALTA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	MUITO ALTA	POSITIVA

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Climatização Diminuição geral das necessidades de aquecimento, aumento geral das necessidades de arrefecimento. O balanço depende do tipo e localização do edifício.	ATUAL	MUITO ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	ALTA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	MÉDIA	NEUTRA
IMPACTES NA OFERTA DE ENERGIA			
Solar térmico A produção de energia depende da radiação solar e, secundariamente, da temperatura ambiente e da água de abastecimento.	ATUAL	MUITO ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	ALTA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	ALTA	POSITIVA
Solar fotovoltaico A produção de energia depende, essencialmente, da radiação solar e, muito secundariamente, da temperatura ambiente e do vento.	ATUAL	MUITO ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	ALTA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	ALTA	NEUTRA
Biomassa A produção de calor depende da disponibilidade de sobrantes de sistemas florestais e agrícolas, que variam com a área ocupada dos sistemas, a sua produtividade, a viabilidade e a capacidade de recolha e transporte.	ATUAL	MUITO ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	ALTA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	MÉDIA	NEUTRA

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Hídrica As centrais hidreléctricas dependem das afluências disponíveis e da capacidade de armazenamento de água, que estão diretamente influenciadas pela precipitação (incluindo a oculta), pela localização das captações e pelas perdas.	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	MÉDIA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	MÉDIA	NEGATIVA
Eólica A produção das turbinas eólicas depende de forma complexa da intensidade do vento. É também proporcional à densidade do ar, pelo que a temperatura e humidade têm alguma influência. Variações de rumo podem resultar em variações da turbulência, que prejudica o desempenho.	ATUAL	MUITO ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	ALTA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	MÉDIA	NEUTRA
Segurança do abastecimento de combustíveis Problemas nos portos de origem ou tempestades podem atrasar as entregas no abastecimento de combustíveis por via marítima (ex.: terminal de gás natural no Caniçal), tal como o transporte dentro da RAM.	ATUAL	MUITO ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	ALTA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	MÉDIA	NEUTRA
Centrais Termoelétricas Potencialmente sensíveis a uma combinação de subida do nível do mar, maré e sobrelevação de tempestade (e aluviões, no caso da CT Vitória).	ATUAL	MÉDIA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	ALTA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	MÉDIA	NEUTRA

Este é um dos setores cujas medidas de adaptação têm maior potencial de contribuir para a mitigação das alterações climáticas, através da melhoria da eficiência energética, do aproveitamento das fontes de energias renováveis e do aumento da capacidade de armazenamento de energia. Estas medidas já fazem parte da política energética regional e estão expressas nos instrumentos de planeamento energético e instrumentos legislativos, incluindo planos e regulamentos nacionais, planos regionais, como os Plano de Ação para a Energia Sustentável da Ilha da Madeira, do Porto Santo e dos Municípios, para além dos planos de investimento da Empresa de Eletricidade da Madeira, e iniciativas de outras entidades, como a Agência Regional da Energia e Ambiente da RAM.

Adicionalmente às medidas já previstas nos instrumentos de política energética em vigor, e sem prejuízo de outras que possam ser consideradas em interligação com planos de adaptação de outros setores, podem ser consideradas medidas dedicadas ao aumento do conhecimento sobre armazenamento de energia - avaliação mais exaustiva da capacidade potencial de armazenamento de energia hídrica, com vista à construção de um maior número de pequenas albufeiras em altitude, e acompanhamento de tecnologias inovadoras de armazenamento de energia em grandes quantidades, para possível utilização futura na RAM.

3.2.5. Recursos hídricos

Na Ilha da Madeira, os recursos hídricos subterrâneos constituem a principal fonte de abastecimento, satisfazendo, em grande parte, as necessidades de consumo da população. A água subterrânea, disponível mesmo na estação seca, quando o escoamento superficial é reduzido ou inexistente, é, no caso particular da ilha da Madeira, relativamente acessível, uma vez que o maior volume provém da descarga natural das nascentes, sendo recolhida e transportada pelo sistema de levadas. Este estudo não abrangeu a ilha do Porto Santo, onde, devido à sua escassez hídrica, o abastecimento de água se faz quase exclusivamente à custa de uma central dessalinizadora, cuja operação não deverá ser significativamente afetada pelas alterações climáticas.

A análise dos impactes das alterações climáticas nos recursos hídricos subterrâneos da Madeira incidiu na qualidade e disponibilidade da água subterrânea. Quanto à qualidade, foi realizada uma avaliação à salinização dos aquíferos costeiros, mediante análise dos 21 furos de captação. Para a avaliação da disponibilidade, foram considerados os níveis piezométricos e os caudais de galerias, túneis e nascentes.

Qualidade da água subterrânea: salinização dos aquíferos

A hidrogeologia da Ilha da Madeira pode ser visualizada na Figura 18.

Tipo de aquífero

- Locais e descontínuos de elevada produtividade
- Moderada a elevada produtividade, com reservas somente locais
- Áreas favoráveis à infiltração
- Pouco produtivos ou eventualmente de boa produtividade em zonas muito localizadas

Figura 18. Hidrogeologia da Ilha da Madeira (Simões Duarte, 1994[16])

O impacte potencial analisado, relativo à qualidade, foi a salinização dos aquíferos, para o qual se avaliou a vulnerabilidade atual e futura de 21 furos. O aumento da temperatura média anual e a diminuição da precipitação anual média serão determinantes para uma redução da recarga e, consequentemente, dos caudais de escoamento subterrâneo, que são responsáveis por contrariar o fenómeno de intrusão salina. Foi também considerado o agravamento provocado pela elevação do nível médio do mar a longo prazo.

A vulnerabilidade atual, e de curto prazo, de todos os furos está associada à concentração de cloretos, enquanto a determinação da posição da interface salina, após redução da recarga e subida do nível médio do mar, define a vulnerabilidade a longo prazo. Seria expectável que, a ocorrer uma variação da classificação da vulnerabilidade, esta fosse sempre no sentido do agravamento das condições de qualidade da água por aumento da concentração de cloretos, mas só é, efetivamente, verificado para longo prazo em 9 dos furos analisados.

A vulnerabilidade resultante deste impacte situou-se essencialmente entre a muito negativa e a crítica, a longo prazo, sendo que o grau de confiança associado foi baixo. Concluiu-se que, dos 21 furos analisados, ocorrerá um provável agravamento do teor de cloretos em apenas 6, para o período atual e de curto prazo, encontrando-se todos os furos da Ribeira dos Socorridos e Ribeira de Machico com vulnerabilidade neutra. Ainda que haja uma influência das alterações climáticas na concentração de cloretos, motivada pela diminuição da recarga, verifica-se que o efeito da extração de água dos furos, para suprir parcialmente as necessidades de consumo, é o fator determinante na sua evolução.

16 Simões Duarte, R., 1994, Hidrologia Subterrânea da Madeira. Atlas Digital do Ambiente – DGA

A matriz apresentada na Tabela 10 sintetiza as vulnerabilidades às alterações climáticas na qualidade da água subterrânea.

Tabela 10. *Matriz de vulnerabilidade simplificada para a qualidade da água subterrânea.*

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA: SALINIZAÇÃO DOS AQUÍFEROS			
Furo da Ribeira de João Gomes (JK18) e Furo da Ribeira de São João (JK19)	ATUAL	MUITO ALTA	NEGATIVA
	CURTO (2020-2039)	BAIXA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
Furo 1 da Ribeira do Porto Novo (JK9) e Furo da Ribeira de Santa Luzia (JK20)	ATUAL	MUITO ALTA	NEGATIVA
	CURTO (2020-2039)	BAIXA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
Furo 2 da Ribeira do Porto Novo (JK10), Furo 1 da Ribeira de Santa Cruz (JK14) e Furo da Ribeira do Caniço (JK23)	ATUAL	MUITO ALTA	NEGATIVA
	CURTO (2020-2039)	BAIXA	MUITO NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Furo 2 da Ribeira de Santa Cruz (JK15) e Furo 1 da Ribeira da Boaventura (JK17)	ATUAL	MUITO ALTA	MUITO NEGATIVA
	CURTO (2020-2039)	BAIXA	CRÍTICA
	LONGO (2070-2099)	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
Furo 2 da Ribeira da Boaventura (JK21)	ATUAL	MUITO ALTA	CRÍTICA
	CURTO (2020-2039)	BAIXA	CRÍTICA
	LONGO (2070-2099)	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
Furo 1 do Santo da Serra (JK11) e Furo 2 do Santo da Serra (JK22)	ATUAL	MUITO ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	BAIXA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
Furos da Ribeira dos Socorridos (JK1, JK2, JK3 e JK5) e Furos da Ribeira de Machico (JK7 e JK12)	ATUAL	MUITO ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	BAIXA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	BAIXA	CRÍTICA

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Furo 4 da Ribeira dos Socorridos (JK4)	ATUAL	MUITO ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	BAIXA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	BAIXA	MUITO NEGATIVA
Furo 6 da Ribeira dos Socorridos (JK16)	ATUAL	MUITO ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	BAIXA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	BAIXA	CRÍTICA

Disponibilidade de água subterrânea: níveis piezométricos

Para a disponibilidade de água subterrânea nos níveis piezométricos dos furos, o estudo incidiu na análise de 12 desses sistemas de extração de água. A vulnerabilidade resultante para o período atual e futuro foi neutra e negativa. Qualquer exploração que conduza a diferenças de cotas, entre o nível piezométrico e o fundo do furo, menores do que 5 metros resultará numa suspensão da captação de água. Caso ocorra uma sobre-exploração, impedindo a recuperação natural das reservas de água nos aquíferos costeiros, a decorrente redução do nível significará a inutilização das captações nos furos comprometidos.

Perspetiva-se uma elevada diminuição do nível piezométrico estático, mas sem que ocorra o comprometimento a médio e/ou longo prazo do funcionamento dos furos. No entanto, a evolução dos níveis piezométricos denuncia que as disponibilidades de água subterrânea, junto ao litoral, ficarão diminuídas e comprometidas.

A médio e longo prazo, verifica-se que apenas dois furos da Ribeira dos Socorridos (JK16 e JK25) e um furo da Ribeira de Machico (JK12) apresentarão um cenário de vulnerabilidade negativa. No cenário B2, só a longo prazo se verificará a mesma classificação para outro furo da Ribeira de Machico (JK7). Em todos os outros furos, para todos os períodos e para todos os cenários climáticos, a classificação atribuída foi neutra. O furo JK12 é o único furo da Ribeira de Machico que apresentará um agravamento da sua classificação atual, de neutra para negativa a médio e longo prazo.

A matriz apresentada na Tabela 11 sintetiza as vulnerabilidades às alterações climáticas na disponibilidade de água subterrânea nos níveis piezométricos dos furos.

Tabela 11. *Matriz de vulnerabilidade simplificada para a disponibilidade de água subterrânea nos níveis piezométricos dos furos.*

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
DISPONIBILIDADE DE ÁGUA SUBTERRÂNEA: NÍVEIS PIEZOMÉTRICOS DOS FUROS			
Furo da Ribeira de João Gomes (JK18) e Furo da Ribeira de Santa Luzia (JK20	ATUAL	MÉDIA	NEUTRA
	CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
Furos da Ribeira dos Socorridos (JK1, JK2, JK3, JK4 e JK5)	ATUAL E CURTO PRAZO	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
	MÉDIO (2040-2069)	MUITO BAIXA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	MUITO BAIXA	NEUTRA
Furo 6 da Ribeira dos Socorridos (JK16) e Furo da Ribeira dos Socorridos (JK25)	ATUAL E CURTO PRAZO	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
	MÉDIO (2040-2069)	MUITO BAIXA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	MUITO BAIXA	NEGATIVA

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Furo 2 da Ribeira de Machico (JK7)	ATUAL	MÉDIA	NEUTRA
	CURTO (2040-2069)	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
	MÉDIO (2040-2069)	MUITO BAIXA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	MUITO BAIXA	NEGATIVA
Furo 3 da Ribeira de Machico (JK12)	ATUAL	MÉDIA	NEUTRA
	CURTO (2040-2069)	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
	MÉDIO (2040-2069)	MUITO BAIXA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	MUITO BAIXA	NEGATIVA
Furo 5 da Ribeira de Machico (JK8)	ATUAL	MÉDIA	NEUTRA
	CURTO (2040-2069)	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
	MÉDIO (2040-2069)	MUITO BAIXA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	MUITO BAIXA	NEUTRA

Disponibilidade de água subterrânea: caudais de galerias, túneis e nascentes

Relativamente à disponibilidade de água subterrânea, caudais de galerias, túneis e nascentes, determinou-se a vulnerabilidade atual de oito galerias e túneis. Apenas o Túnel 4 - Tornos

- apresentou uma vulnerabilidade atual negativa, sendo que as restantes galerias e túneis registaram uma classe neutra. A vulnerabilidade futura a médio e longo prazo apresentou classes entre a negativa e a crítica e com confiança associada média. As galerias e grupos de nascentes situadas nas cotas mais elevadas do Paúl da Serra, acima dos 1000 metros, são as mais vulneráveis à redução da recarga, uma vez que, à medida que o nível piezométrico baixa, começa por afetar os caudais das captações mais elevadas, cuja situação se torna crítica no caso das nascentes acima da cota dos 1000 metros e nas galerias do Rabaçal e Rabaças.

Os resultados da modelação denunciam reduções significativas nos caudais drenados, quer pelas nascentes, quer pelas galerias. Na situação mais extrema de redução da recarga, em 46% do volume médio atual, o caudal das nascentes acima dos 1300 metros é drasticamente reduzido, podendo a maioria das nascentes secar. Neste caso, fica, no entanto, favorecido o fluxo vertical descendente para zonas mais profundas. Como resultado, verifica-se um ligeiro aumento do nível piezométrico a cotas inferiores e consequente aumento dos caudais drenados por essas galerias.

O comportamento futuro da precipitação oculta, num cenário de alterações climáticas, é ainda muito incerto. A diminuição significativa da água retida, através deste fenómeno, poderá levar a uma diminuição dos caudais das nascentes, galerias e túneis.

A matriz apresentada na Tabela 12 sintetiza as vulnerabilidades às alterações climáticas na disponibilidade de água subterrânea, caudais de galerias, túneis e nascentes.

Tabela 12. *Matriz de vulnerabilidade simplificada para a disponibilidade de água subterrânea, caudais de galerias, tuneis e nascentes.*

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
DISPONIBILIDADE DE ÁGUA SUBTERRÂNEA: CAUDAIS DE GALERIAS, TÚNEIS E NASCENTES			
Rabaçal (1020m)	**ATUAL**	MÉDIA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
	MÉDIO (2040-2069)	MÉDIA	MUITO NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	MÉDIA	CRÍTICA

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Rabaças (1010m)	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
	MÉDIO (2040-2069)	MÉDIA	MUITO NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	MÉDIA	NEGATIVA
Nascentes (1000m)	ATUAL E CURTO PRAZO	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
	MÉDIO (2040-2069)	MÉDIA	MUITO NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	MÉDIA	CRÍTICA
Túnel da Levada do Seixal (835m)	ATUAL E CURTO PRAZO	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
	MÉDIO (2040-2069)	MÉDIA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	MÉDIA	MUITO NEGATIVA
Nascentes (800m)	ATUAL E CURTO PRAZO	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
	MÉDIO (2040-2069)	MÉDIA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	MÉDIA	NEGATIVA

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Fajã da Ama (630m)	ATUAL	MÉDIA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
	MÉDIO (2040-2069)	MÉDIA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	MÉDIA	NEGATIVA
Túnel Encumeada (450m)	ATUAL	MÉDIA	NEUTRA
	CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
Túnel 4 - Tornos (600m)	ATUAL	BAIXA	NEGATIVA
	CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
Porto Novo (600m), Fontes Vermelhas (350m) e Túnel do Norte (260m)	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL

Tem havido uma política ativa no sentido de contrariar os impactes sentidos nos recursos hídricos, promovendo assim a adaptação autónoma deste setor. Deverá, por isso, ser salvaguardada a continuidade das ações implementadas, fomentando a criação de condições favoráveis para o seu funcionamento e melhorando os resultados.

A localização e vulnerabilidade associada aos caudais das galerias, nascentes e tuneis, bem como o nível de cloretos e o nível piezométrico nos furos da Ilha da Madeira podem ser visualizados na Figura 19.

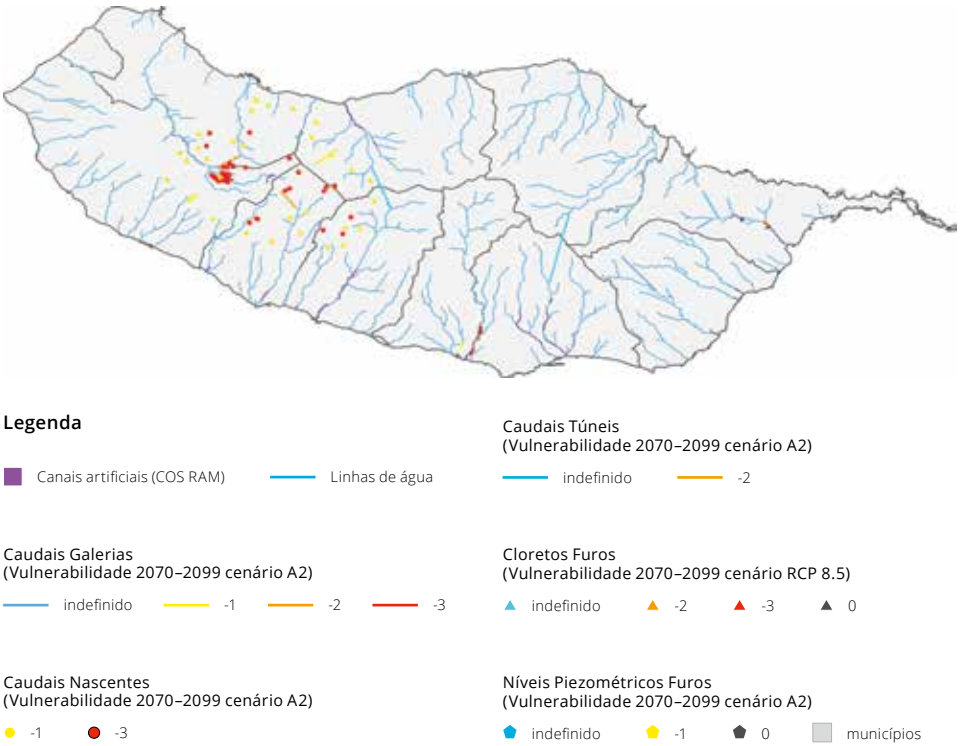


Figura 19. *Localização e vulnerabilidade para caudais das galerias, nascentes e tuneis; nível de cloretos e nível piezométrico nos furos na Ilha da Madeira.*

As opções de adaptação passam por reduzir as perdas de água no transporte e distribuição, na eficiência e racionalização dos consumos (sobretudo nos tipos de uso com maior procura, como são o agrícola e doméstico), no aumento da qualidade da água e na monitorização e aumento do conhecimento sobre as vulnerabilidades deste setor perante alterações climáticas.

Algumas das medidas que poderão ser consideradas para a adaptação neste setor, sem prejuízo de outras medidas, são: a instalação de equipamentos de medição para monitorização mais precisa dos caudais e da qualidade, ao nível das captações e pontos de entrega; a elaboração e implementação de um Programa Regional para o Uso Eficiente da Água, que promova o investimento em soluções e campanhas de poupança de água; a recarga artificial; a reflorestação adequada (espécies indígenas) de zonas degradadas; a prevenção da destruição do coberto vegetal endémico e controlo de espécies invasoras, sobretudo nas zonas identificadas como de máxima infiltração; a determinação de perímetros de proteção das captações de água, destinadas ao consumo humano.

3.2.6. Riscos Hidrogeomorfológicos

Dadas as suas características naturais e as especificidades na ocupação do território, a ilha da Madeira é particularmente vulnerável a diversos fenómenos naturais e, naturalmente, a alterações que possam induzir modificações nas condições dos sistemas. Torna-se, assim, premente promover a avaliação dos impactes provocados pelas alterações climáticas sobre esses fenómenos na Madeira, nomeadamente cheias e aluviões, movimentos de massa em vertentes, e subida do nível médio das águas do mar.

Cheias e aluviões

Tipicamente, as cheias na RAM estão associadas a episódios de precipitação intensa, em períodos de apenas algumas horas. A ilha de Porto Santo (em particular, a cidade) é também afetada por cheias, embora com menor relevância do que na ilha da Madeira. No contexto das projeções para a ocorrência de cheias e aluviões, não é possível concluir sobre uma tendência clara acerca da perigosidade das mesmas, pois os modelos climáticos regionalizados para a Madeira não permitem, ainda, fazer projeções fiáveis, pelo que os utilizados subestimam os valores elevados de precipitação em curtos períodos de tempo (horários, por exemplo). No entanto, a vulnerabilidade atual é já crítica, dados os impactes observados resultantes destes fenómenos.

A suscetibilidade a cheias das principais ribeiras na Ilha da Madeira pode ser visualizada na Figura 20.

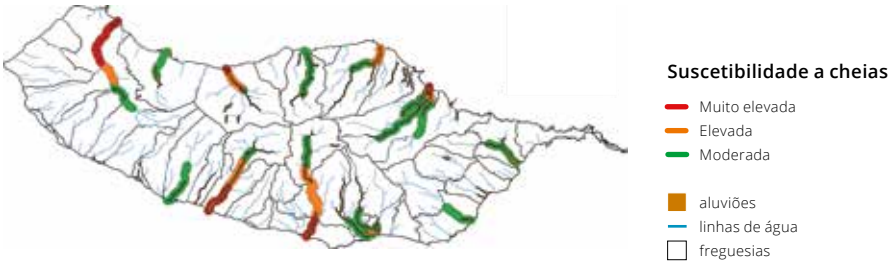


Figura 20. *Suscetibilidade à ocorrência de cheias na ilha da Madeira. Fonte do tema dos aluviões: COSRAM 2007.*

No contexto das projeções realizadas, foi identificada uma potencial diminuição futura da frequência de dias com precipitações elevadas, o que implica uma diminuição da frequência de episódios subdiários com precipitações elevadas. No entanto, uma menor frequência de eventos de precipitação elevada poderá implicar uma acumulação superior de depósitos nas vertentes e nos leitos fluviais, podendo fazer com que as cheias/aluviões adquiram uma severidade aumentada pela quantidade de material disponível, pelo efeito de estrangulamento dos leitos e pela evolução futura da erosão do solo. Importa considerar que este fenómeno é influenciado pelo coberto vegetal, sobretudo, através do seu efeito sobre os movimentos de massa associados às aluviões (também influenciando os movimentos de massa em vertentes). A evolução futura dos

setores florestal e agrícola poderá, portanto, contrariar a ocorrência do fenómeno (aumentando a área florestada ou coberta por vegetação densa) ou promovê-la (diminuindo a área florestada e aumentando as áreas de reduzido coberto vegetal). A evolução futura da frequência e intensidade dos incêndios florestais é também um fator a ter em atenção, neste contexto, dada a sua capacidade para alterar de forma drástica o coberto vegetal em áreas extensas.

Movimentos de massa em vertentes

Estes movimentos assumem, na sua maioria, importância a dois níveis: por um lado, pelo impacte potencialmente danoso que provocam no local de ocorrência; por outro, pelo contributo fundamental que têm na produção de material sólido, de diversas dimensões, que chega aos fundos dos vales e alimenta os caudais, durante os períodos de precipitações intensas.

Os eventos de precipitação relativamente intensa são o fator desencadeante essencial da ocorrência de movimentos de vertente na Madeira. Ao mesmo tempo, há um conjunto de fatores condicionantes do fenómeno que inclui, entre os principais, o declive, as caraterísticas dos materiais (superficiais e subsuperficiais) e o coberto vegetal.

A distribuição dos declives mais elevados e a presença de formações superficiais pouco consolidadas têm forte influência na distribuição espacial da suscetibilidade à ocorrência deste tipo de movimentos de vertente e na avaliação do potencial de transporte sólido em situação de cheias rápidas.

A suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos na Ilha da Madeira pode ser visualizada na Figura 21.

Figura 21. *Suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos (superiores a 100 m²) para ilha a Madeira. Fonte: Filipe, 2015*[17].

Atualmente, a suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertente é muito negativa. Para a mesma frequência e duração, será de esperar uma diminuição dos valores atingidos

17 Filipe, P. (2015) - Avaliação e cartografia da suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos na Ilha da Madeira. Relatório de estágio do Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Modelação Territorial Aplicados ao Ordenamento, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa.

por episódio de precipitação. Uma vez que a forte precipitação acumulada, conjugada com a ocorrência de episódios de precipitação intensa, é o fator desencadeante essencial para os movimentos de vertente na Madeira, os impactes a esperar serão, em igualdade dos restantes fatores, no sentido de uma diminuição da frequência deste fenómeno.

Inundações de influência marítima

De forma geral, os cenários climáticos para a região da Madeira preveem uma subida do nível médio do mar de 35 cm, até final deste século. No contexto do projeto CLIMAAT II, os autores consideraram razoável assumir um aumento de 50 cm até ao final do séc. XXI.

A subida do nível médio do mar aumenta severamente a vulnerabilidade às inundações, nos concelhos da Ribeira Brava e do Machico, onde as áreas urbanas costeiras se situam a cotas muito baixas, sem possibilidade de escoamento de águas em períodos de precipitação intensa e de marés vivas. Esta situação poderá agravar-se em períodos em que haja coincidência temporal e espacial de tempestades marítimas e cheias. A interação entre as tempestades e as cheias levará à intensificação dos impactes destas últimas nos aglomerados urbanos costeiros atravessados por ribeiras.

Neste contexto, deve ser dada atenção particular à ilha de Porto Santo, devido à existência de condições litorais específicas, com uma faixa costeira de praia e dunas de muito baixa altitude, que se estende ao longo da maior parte do setor sudeste da ilha.

A matriz apresentada na Tabela 13 sintetiza as vulnerabilidades às alterações climáticas dos riscos hidrogeomorfológicos estudados.

Tabela 13. *Matriz de vulnerabilidade simplificada para as cheias e aluviões, movimentos de massa em vertentes e nível médio das águas do mar.*

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Suscetibilidade à ocorrência de cheias depende da intensidade da precipitação e da acumulação, dos declives e das condições de permeabilidade e ocupação do solo, e da existência de infraestruturas hidráulicas.	ATUAL	ALTA	CRÍTICA
	CURTO (2020-2039)	BAIXA	CRÍTICA
	LONGO (2070-2099)	BAIXA	CRÍTICA

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes depende da intensidade da precipitação e da acumulação, do declive, do tipo de solo, litologia, a forma das vertentes, ocupação do solo e dos taludes.	ATUAL	ALTA	MUITO NEGATIVA
	CURTO (2020-2039)	BAIXA	MUITO NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	BAIXA	NEGATIVA
Suscetibilidade à ocorrência de inundações marítimas importa considerar os fatores associados à morfologia da costa (litologia, altitude, orientação).	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	ALTA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	ALTA	MUITO NEGATIVA

Da avaliação das vulnerabilidades atuais e futuras, emerge a noção clara de que é fundamental investir no aprofundamento dos conhecimentos e na monitorização dos processos. Aliás, esta necessidade está já presente em estudos anteriores, mas, ao contrário das obras mais "pesadas", está ainda longe de ser cumprida.

Tendo em conta a diversidade de propostas, já enquadradas em estudos anteriores, mais do que apresentação de novas medidas, retomam-se algumas das já identificadas, em alguns casos amplificando-as e aprofundando-as, numa perspetiva integrada que se considera essencial no contexto dos fenómenos naturais aqui analisados.

As medidas consideradas prioritárias para este setor, sem prejuízo de outras que possam ser consideradas, estão relacionadas com: a atuação, no sentido de disciplinar e ordenar a ocupação do território; a existência de sistemas de monitorização e de alerta contra cheias e movimentos de massa em vertente; a realização de ações de formação e sensibilização sobre riscos naturais na RAM; e o aumento do conhecimento.

3.2.7. Saúde humana

A avaliação dos impactes das alterações climáticas na saúde humana dos residentes na ilha da Madeira, com vista a reduzir a sua vulnerabilidade a doenças associadas às alterações climáticas, centrou-se nos impactes na saúde associados às ondas de calor, à qualidade do ar (partículas

inaláveis – PM10, ozono troposférico e pólenes) e às doenças transmitidas por vetores (mosquitos e carraças).

Ondas de calor

Os resultados obtidos mostram que, relativamente ao cenário de referência (1970-1999), em todos os cenários futuros, a temperatura aumenta, enquanto a precipitação diminui. Tendo por base a definição de onda de calor da Organização Meteorológica Mundial, na qual se considera que ocorre uma onda de calor quando, num intervalo de pelo menos seis dias consecutivos, as temperaturas máximas do ar são 5ºC superiores à média das temperaturas máximas no período de referência (1971-2000), conclui-se que, atualmente, o impacte na saúde resultante de episódios de onda de calor é muito baixo (vulnerabilidade atual neutra). A longo prazo (2070-2099), é esperado um aumento significativo de episódios de onda de calor. Apesar de o aumento ser mais evidente no cenário A2, o padrão global é similar para ambos os cenários avaliados. É provável que ocorram episódios de onda de calor em todos os concelhos, mas com maior significância na Ponta do Sol e Ribeira Brava, seguidos de Calheta e Funchal. Abril e maio serão os meses mais afetados, enquanto julho e agosto serão os menos afetados. O impacte na saúde é expetável que seja muito negativo para o cenário B2, admitindo-se que possam ocorrer níveis críticos para o cenário A2.

A Figura 22 indica o número de ondas de calor no período de 1970 a 1990 e a Figura 23 no cenário A2 entre 2070 e 2099.

Figura 22. Número de possíveis episódios de onda de calor entre abril e outubro para o período de 1970 a 1990.

Figura 23. Número de possíveis episódios de onda de calor prováveis de ocorrer entre abril e outubro para o cenário A2 para o período de 2070 a 2099.

Qualidade do ar

Os impactes associados à qualidade do ar foram apenas avaliados para o Funchal. Em relação à concentração de partículas inaláveis – PM10 –, verificou-se que este poluente tem uma vulnerabilidade atual muito negativa, sendo expectável o agravamento desta situação no futuro. Em contraste com as PM10, as concentrações de ozono atuais não têm tido um impacte significativo na saúde (vulnerabilidade atual neutra). É provável que no futuro venha a verificar-se um aumento gradual dos impactes na saúde, associados com as concentrações mais elevadas de PM10 e também de ozono, com maior nível de preocupação a longo prazo para ambos os cenários. Os impactes na saúde, com origem nos pólenes, também poderão ser uma preocupação no futuro, associados a uma distribuição sazonal diferente da atual (vulnerabilidade atual negativa).

Doenças transmitidas por vetores

As doenças que oferecem uma maior preocupação, numa perspetiva de saúde pública, são as transmitidas pelas espécies de mosquito - *Aedes aegypti* e *Culex pipiens* e carraça - *Ixodes ricinus*. É expectável que, no futuro, a Madeira esteja especialmente vulnerável a estes impactes, devido ao seu clima ameno, à sua rica flora e fauna e à sua localização geográfica.

O mosquito *Aedes aegypti* foi detetado pela primeira vez na Madeira em 2005 e atualmente não se encontra infetado com nenhum dos vírus considerados preocupantes para a saúde pública (dengue, febre-amarela, chikungunya). Contudo, encontrou no passado recente condições favoráveis à sua proliferação e foi responsável pelo surto de febre de dengue de 2012/2013. No cenário de referência, assumindo que a população de mosquitos está infetada, o risco estimado de transmissão da dengue é baixo (vulnerabilidade atual negativa). O risco de transmissão tenderá a aumentar, sendo máximo no cenário climático A2 de longo prazo.

A figura seguinte avalia os períodos favoráveis à transmissão de dengue para a situação de referência e os vários cenários futuros nos municípios do Funchal e Machico.

Tabela 14. Evolução dos períodos favoráveis do risco de transmissão da dengue para os municípios do Funchal e Machico em diferentes cenários climáticos

FUNCHAL		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
BASELINE		0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	5%	8%	1%	0%	0%
CURTO PRAZO (2010–2039)	A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	32%	23%	2%	0%	0%
MÉDIO PRAZO (2040–2069)	A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%	49%	37%	6%	0%	0%
	B2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	34%	29%	4%	0%	0%
LONGO PRAZO (2070–2099)	A2	0%	0%	0%	0%	0%	12%	69%	85%	73%	30%	3%	0%
	B2	0%	0%	0%	0%	0%	2%	36%	61%	56%	10%	0%	0%

MACHICO		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
BASELINE		1%	0%	0%	0%	1%	1%	3%	13%	21%	17%	7%	2%
CURTO PRAZO (2010–2039)	A2	1%	0%	1%	1%	1%	2%	7%	33%	60%	43%	10%	4%
MÉDIO PRAZO (2040–2069)	A2	1%	1%	1%	1%	1%	4%	18%	56%	69%	52%	16%	6%
	B2	2%	1%	1%	1%	1%	2%	20%	47%	59%	44%	21%	6%
LONGO PRAZO (2070–2099)	A2	7%	5%	2%	3%	5%	22%	73%	94%	97%	88%	54%	22%
	B2	4%	1%	2%	2%	2%	8%	39%	75%	85%	64%	25%	8%

Atualmente, os estudos disponíveis revelam que o mosquito *Culex pipiens* não está infetado com o vírus do oeste do Nilo e, consequentemente, o risco atual desta doença é insignificante. Dada a possibilidade da população de *Culex pipiens* ficar infetada, considera-se haver risco de transmissão da febre do oeste do Nilo (vulnerabilidade atual negativa), prevendo-se um aumento do risco em cenários de longo prazo.

A carraça *Ixodes ricinus* está atualmente infetada com vários agentes patogénicos, incluindo a *Borrelia lusitaniae*, a bactéria responsável pela doença de Lyme (ou Borreliose). No presente, existe o risco de transmissão da doença de Lyme, pelo que se considera que a vulnerabilidade

atual é muito negativa. No futuro, o risco de transmissão desta doença é provável que se mantenha, podendo as alterações climáticas vir a alterar os períodos sazonais favoráveis para a transmissão da doença.

As alterações climáticas na ilha da Madeira aumentarão, muito provavelmente, o risco de transmissão das doenças transmitidas por mosquitos, em todos os concelhos. Tendo em conta o elevado número de pessoas que visitam a ilha, e o intercâmbio de bens, é razoável assumir que existe um risco real de introdução destes vírus na Madeira e da sua propagação nos próximos anos. Uma vez que estes vírus são transmitidos pelo mesmo vetor, assume-se que os riscos de transmissão das doenças serão idênticos para todas.

A matriz apresentada na Tabela 15 sintetiza as vulnerabilidades às alterações climáticas na saúde humana.

Tabela 15. *Matriz de vulnerabilidade simplificada para a saúde humana*

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Morbilidade e mortalidade associadas a **ondas de calor**	ATUAL	MÉDIA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	MÉDIA	MUITO NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	MÉDIA	CRÍTICA
Mortalidade e morbilidade associada à exposição de partículas **PM10**	ATUAL	MÉDIA	MUITO NEGATIVA
	CURTO (2020-2039)	MÉDIA	MUITO NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	MÉDIA	CRÍTICA

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Mortalidade e morbilidade associada à exposição a **Ozono**	ATUAL	MÉDIA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	MÉDIA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	MÉDIA	CRÍTICA
Morbilidade associada à exposição a **pólens**	ATUAL	ALTA	NEGATIVA
	CURTO (2020-2039)	MÉDIA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	MÉDIA	MUITO NEGATIVA
Desenvolvimento e sobrevivência do mosquito que transmite o vírus do **Dengue**, replicação viral e contacto vetor/hospedeiro	ATUAL	ALTA	NEGATIVA
	CURTO (2020-2039)	ALTA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	ALTA	CRÍTICA
Desenvolvimento e sobrevivência da carraça que transmite a doença de **Lyme**, replicação viral e contacto vetor/hospedeiro	ATUAL	ALTA	MUITO NEGATIVA
	CURTO (2020-2039)	ALTA	MUITO NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	ALTA	MUITO NEGATIVA

Considerando o impacte significativo que as doenças transmitidas por mosquitos podem ter na saúde pública, é fundamental que as medidas de controlo do mosquito, assim como os programas de vigilância dos mosquitos e dos hospedeiros, sejam reforçados e avaliados periodicamente.

Globalmente, as medidas de adaptação às alterações climáticas no setor da saúde humana têm vindo a desenvolver-se nos últimos anos, associadas a alguns dos recentes eventos climáticos extremos, por exemplo, ondas de calor e inundações. Uma das principais medidas de adaptação é o sistema de aviso e alerta, prevenindo as autoridades de saúde competentes, e a população em geral, para os riscos relacionados com as alterações climáticas.

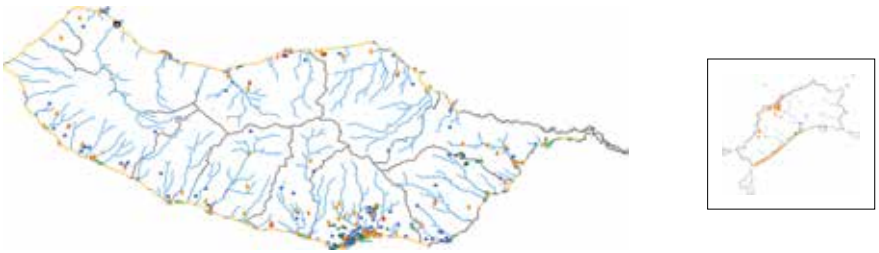
Outras medidas passam por fortalecer os cuidados de saúde primários para o possível aumento de doenças cardiorrespiratórias e/ou transmitidas por vetores, promover campanhas de sensibilização para os profissionais de saúde, população em geral e comunicação social sobre os riscos associados às alterações climáticas, ou/e, ainda, tornar a informação de sensibilização e alerta mais acessível, utilizando diversos canais de divulgação (por exemplo: Televisão, rádio, mensagens SMS, aplicativos móveis, entre outros).

3.2.8. Turismo

Para o turismo na RAM (ilhas da Madeira e do Porto Santo), promoveu-se a avaliação da vulnerabilidade do sistema turístico às alterações climáticas, no sentido de propor as medidas de adaptação mais adequadas para minimizar os efeitos potencialmente gravosos e explorar oportunidades.

Neste contexto, o trabalho desenvolveu-se através da identificação de impactes em quatro tipologias de oferta turística (Funchal e património cultural; Natureza e paisagem terreste; Natureza e paisagem marinha; e Porto Santo), nas infraestruturas associadas ao turismo e na procura de turismo na RAM (enquadrados na avaliação dos impactes potenciais e na quantificação da vulnerabilidade às alterações climáticas). Na definição das vulnerabilidades associadas à procura, considera-se a análise dos padrões de conforto térmico dos turistas (nacionalidades) que visitam a Madeira, para além da quantificação da alteração, na procura para cada impacte, associada ao produto turístico, e de aspetos relacionados com a comunicação e imagem associadas ao turismo. Este setor é ainda analisado transversalmente, tendo em conta os impactes e vulnerabilidades de setores considerados chave para o Turismo, como a Biodiversidade, Energia, Agricultura e Floresta.

Na Figura 24 podem ser visualizadas algumas infraestruturas relevantes do ponto de vista turístico e pontos de interesse turístico.



Legenda

- linhas de água
- lagos e lagoas interiores naturais
- lagos e lagoas interiores artificiais
- aeroporto
- campos de golfe
- canais artificiais
- equipamentos culturais e zonas históricas
- marinas e docas secas
- terminais portuários de mar e de rio
- parques de campismo
- praias, dunas e areais costeiros
- praias, dunas e areais interiores
- parques e jardins
- museus
- hospitais
- empreendimentos turísticos
- municípios

Figura 24. Infraestruturas turísticas e pontos de interesse turístico a) Madeira; b) Porto Santo

A cidade do Funchal apresenta-se já muito vulnerável, principalmente devido à ocorrência de cheias e movimentos de vertente, sendo que, no curto prazo, este nível de vulnerabilidade se deverá manter. A longo prazo, a subida do nível do mar, conjugada com outros fatores, promoverá um aumento da vulnerabilidade para crítico.

O sistema que permite a fruição da atual paisagem da Região Autónoma da Madeira, com as características atuais, que atrai turistas, apresenta, genericamente, uma vulnerabilidade com tendência negativa. Esta vulnerabilidade está associada à degradação de alguns habitats (como a Laurissilva), ao abandono da agricultura como atividade económica relevante, à destruição de espécies endémicas e a vários riscos de ação cumulativa – incêndios, pragas e expansão de plantas invasoras exóticas.

O aumento da suscetibilidade à ocorrência de inundações marítimas, na ilha do Porto Santo, deve-se à subida do nível médio do mar. As áreas mais vulneráveis a esta sobreposição de fenómenos, às quais se soma a pressão humana, são as zonas costeiras mais baixas e arenosas. Assim, a vulnerabilidade do Porto Santo poderá atingir o nível crítico a longo prazo, acompanhando a tendência de subida do nível do mar.

As estruturas rodoviárias potencialmente relevantes, do ponto de vista turístico, são atualmente vulneráveis, existindo uma tendência para agravamento, a curto prazo, e manutenção a longo. Este comportamento deve-se ao aumento do risco de incêndio e o consequente aumento de material sólido disponível para ser transportado, bem como à manutenção dos níveis de vulnerabilidade associados à suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes, e de cheias para o curto prazo. A longo prazo projeta-se uma diminuição da suscetibilidade

à ocorrência de movimentos de massa em vertentes, que contribuirá para a diminuição da vulnerabilidade destas estruturas.

As estruturas marítimas (ex: portos e marinas), relevantes do ponto de vista turístico, apresentam uma vulnerabilidade neutra, não apresentando tendência para agravamento a curto prazo, sendo que a longo prazo a vulnerabilidade será muito negativa, fruto da subida no nível médio do mar.

No contexto do conforto térmico, para a ilha da Madeira (Funchal), a vulnerabilidade terá tendência para aumentar ao longo do tempo, devido à subida da temperatura, até ao nível muito negativo para o final do século.

A vulnerabilidade da ilha do Porto Santo, no contexto do conforto térmico, genericamente, é assinalada como uma eventual oportunidade a médio prazo e negativa a longo prazo. O efeito positivo do aumento da temperatura deve-se, essencialmente, ao mercado francês e português.

A Tabela 16 sintetiza a resposta dos mercados emissores associada ás alterações no conforto térmico humano, para o Funchal e Porto Santo para o cenário cenários climáticos futuro A2.

Tabela 16. *Resposta dos mercados emissores a alterações no conforto térmico humano para o Funchal e Porto Santo no cenário A2 (CLIMAAT II, 2006).*

POPULAÇÃO TURÍSTICA		CENÁRIO A2 PARA 2070–99											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
FUNCHAL	UK/DE	↑	↑	↑	=	↓	↓	↓	↓	↓	↓	=	↑
	PT/FR	↑	↑	↑	=	=	↓	↓	↓	↓	=	↑	↑
	FI	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑
PORTO SANTO	UK/DE	↑	↑	↑	↑	=	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↑
	PT/FR	=	=	↑	↑	↑	↑	=	=	=	↑	↑	=
	FI	↑	↑	=	=	↓	↓	↓	↓	↓	↓	=	↑

Os resultados da agregação das diversas vulnerabilidades resultaram numa matriz de vulnerabilidade, transposta na Tabela 17.

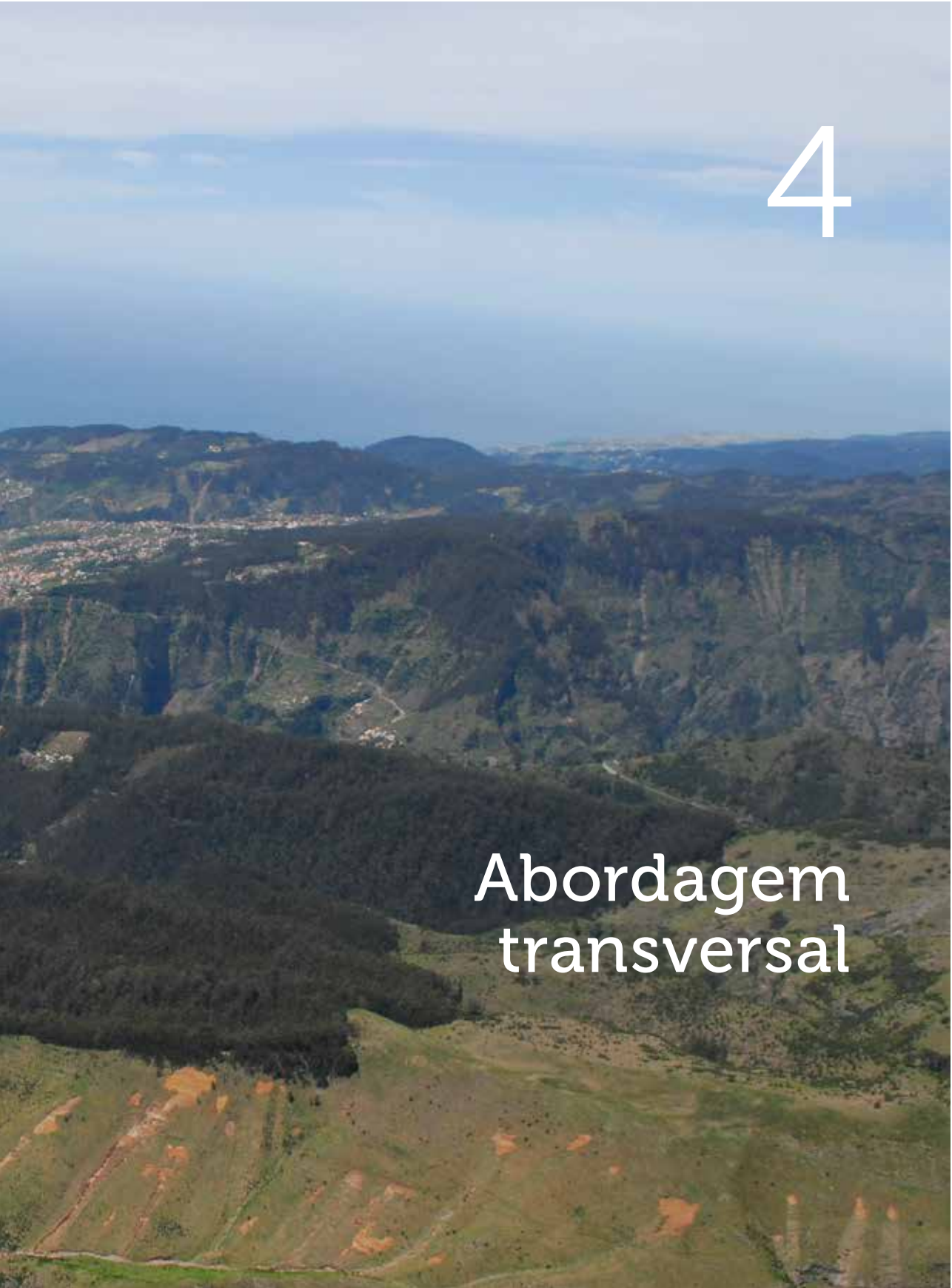
Tabela 17. Matriz de vulnerabilidade simplificada para o turismo

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Cidade do Funchal Ocorrência de aluviões no Funchal; doenças transmitida por vetores; ocorrência de inundações marítimas; qualidade e disponibilidade de água para o Turismo.	ATUAL	ALTA	NEGATIVA
	CURTO (2020-2039)	BAIXA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	BAIXA	CRÍTICA
Natureza / Paisagem Terrestre e Marinha Doenças transmitida por vetores; alterações no mosaico paisagístico florestal e agrícola.	ATUAL	BAIXA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	MUITO BAIXA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	MUITO BAIXA	CRÍTICA
Porto Santo Aumento da suscetibilidade de ocorrência de inundações marítimas.	ATUAL	BAIXA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	MUITO BAIXA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	MUITO BAIXA	CRÍTICA
Infraestruturas Rodoviárias Sistema de vias turísticas afetação da atividade excursionista, afetação da mobilidade, diminuição da satisfação do turista; alterações no mosaico paisagístico florestal e agrícola; recursos hídricos e disponibilidade no turismo.	ATUAL	ALTA	MUITO NEGATIVA
	CURTO (2020-2039)	MUITO BAIXA	CRÍTICA
	LONGO (2070-2099)	MUITO BAIXA	MUITO NEGATIVA

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Infraestruturas Marítimas Afetação das estruturas e da operacionalidade; aumento da suscetibilidade à ocorrência de inundações marítimas.	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	MUITO BAIXA	NEUTRA
	LONGO (2070-2099)	MUITO BAIXA	MUITO NEGATIVA
Infraestruturas aeroportuárias Afetação das estruturas e da operacionalidade.	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	CURTO (2020-2039)	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
	LONGO (2070-2099)	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL
Conforto térmico Ilha da Madeira (Funchal)	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	MÉDIO (2040-2069)	MUITO BAIXA	NEGATIVA
	LONGO (2070-2099)	MUITO BAIXA	MUITO NEGATIVA
Conforto térmico Ilha do Porto Santo	ATUAL	ALTA	NEUTRA
	MÉDIO (2040-2069)	MUITO BAIXA	POSITIVA
	LONGO (2070-2099)	MUITO BAIXA	NEUTRA

Sendo o setor do turismo transversal a todos os outros setores, as vulnerabilidades identificadas são dependentes das vulnerabilidades dos setores já mencionados. Assim, também a sua adaptação está ligada à adaptação levada a cabo para cada setor.

No entanto, algumas medidas específicas podem ser ponderadas, tanto para a procura como oferta dos vários produtos turísticos da Madeira, nomeadamente: a gestão e manutenção de infraestruturas rodoviárias e marítimas, dimensionadas ao novo contexto climático; a utilização de espécies vegetais autóctones e adaptadas às condições edafoclimáticas - reflorestação enquadrada com a preservação da floresta Laurissilva e dos valores naturais associados ao turismo de natureza; o Programa de "Turismo Sustentável" - certificação de responsabilidade ambiental, incluindo a otimização na utilização dos recursos hídricos e energéticos, monitorização e criação de cotas para estruturas turísticas com necessidades intensivas de água (campos de golf; piscinas e outros); a diminuição da sazonalidade, através da estimulação da procura nos meses de inverno; o reforço do peso da Cultura no ordenamento estratégico do Turismo; a integração da adaptação no observatório do Turismo; os Programas "Mais Natureza", com hierarquização dos percursos pedonais, comunicação dos seus riscos (nomeadamente, as aluviões), o desenvolvimento e melhoria das infraestruturas para a prática de atividades de natureza; a transferência de recursos do Turismo para a agricultura, tendo em vista a preservação das levadas e paisagem agrícola (apoio à agricultura, para a manutenção das estruturas, que são disponibilizadas aos turistas (eventual tarifa), principalmente nas levadas).



4

Abordagem transversal

4. Abordagem transversal

4.1. Necessidade de adaptação

Adaptar os sistemas naturais e humanos às alterações e variabilidade climática não é algo completamente novo na Região Autónoma da Madeira. A sociedade está habituada a lidar com a variabilidade climática de forma autónoma, e muitas são as ações que visam lidar com os seus impactes, sobretudo decorrentes de eventos meteorológicos extremos. Assim, a adaptação autónoma às alterações climáticas pode e está a acontecer a diferentes escalas, desde o cidadão à intervenção em grandes infraestruturas. No entanto, dado o conhecimento atual sobre os cenários climáticos futuros, urge a necessidade de se integrar estas projeções climáticas de forma antecipatória, ou seja, planeada no processo de adaptação.

De acordo com as mais recentes revisões do estado da ciência das alterações climáticas, pelo Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas[18], dada a quantidade de gases com efeito de estufa existentes na atmosfera e a inércia do sistema terrestre, as alterações climáticas serão, em certa medida, já inevitáveis.

Para além disso, os esforços para a redução de gases com efeito de estufa (mitigação) têm estado aquém dos desejáveis, para um Planeta climaticamente estável. Deste modo, existem várias razões para começar imediatamente o processo de adaptação às alterações climáticas, entre as quais se destaca as seguintes:

As alterações climáticas não podem ser totalmente evitadas. Devido ao continuado aumento das emissões de gases com efeito de estufa, para a atmosfera, e a inércia dos sistemas terrestres, o aquecimento global irá provavelmente agravar-se. Os efeitos desse aquecimento já se fazem sentir e este é um processo que irá inevitavelmente continuar nos próximos anos.

É cada vez mais desadequado tomar decisões com base no clima histórico. Dado que

18 IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp

o clima está em mudança, os modelos que incorporem decisões baseadas em critérios que integram o clima observado estão a tornar-se obsoletos. Perante a evidência científica de que os padrões climáticos estão a mudar, é necessário incorporar esta mudança, sobretudo em grandes investimentos e em infraestruturas de média e longa duração.

A adaptação planeada é mais eficaz do que a reativa (**ou autónoma**). Alguns dos impactes potenciais, como ondas de calor, incêndios não controlados, seca extrema e cheias, são, pela sua natureza, difíceis de modelar e, como tal, de projetar. Enquanto a adaptação reativa ocorre depois do impacte acontecer, a planeada, dado que tem mecanismos de incorporar as incertezas, pode reduzir a exposição ou aumentar a capacidade de resposta durante os eventos, podendo, dessa forma, evitar graves perdas de bens materiais e naturais, bem como a rutura temporária de serviços públicos essenciais (água e eletricidade), ou *in extremis* a perda de vidas humanas.

Haverá uma exigência crescente para que os riscos climáticos sejam considerados nas decisões de planeamento. Com a publicação da Estratégia Europeia de Adaptação às Alterações Climáticas e a crescente importância desta temática, tudo indica que cada vez mais haja uma exigência das diversas entidades públicas para integrar a adaptação nas suas políticas. O desenvolvimento de estratégias de adaptação planeada a nível local, nacional, europeu e internacional faz, agora, parte do conjunto de políticas climáticas associadas à necessidade de responder a este desafio.

Geralmente são as pessoas e grupos sociais mais vulneráveis que sofrem os principais impactes das alterações climáticas. Isto acontece devido à sua limitada capacidade de resposta, pelo que a resposta dos sistemas tem de acautelar as suas necessidades. É importante ter em conta que as alterações climáticas nem sempre ocorrem de forma linear e gradual, devendo os sistemas estar preparados para lidar com a possibilidade de mudanças abruptas.

A implementação de medidas de adaptação pode promover benefícios indiretos imediatos. A adaptação de determinado sistema pode assentar em ações que beneficiam, não só o próprio sistema, tornando-o mais apto a lidar com a variabilidade climática e eventos extremos, como, ao mesmo tempo, outras áreas ou setores. Muitos estudos reforçam a importância da adaptação se focar na implementação de medidas benéficas para os diferentes sistemas humanos e naturais, favorecendo, por isso, o recurso a medidas "sempre positivas". Por outro lado, não adaptar resulta no desaproveitamento dessas oportunidades.

Os tipos e níveis da Adaptação

Na literatura científica da especialidade, são geralmente considerados dois tipos de adaptação:

› **Autónoma** (espontânea ou reativa) - Não constitui uma resposta consciente aos estímulos climáticos, mas é desencadeada por mudanças ecológicas, em sistemas naturais, e por mudanças de mercado ou bem-estar, em sistemas humanos.

› **Planeada** (antecipatória) - Resulta de uma deliberada opção política, baseada na perceção de que determinadas condições foram modificadas ou estão prestes a sê-lo, e que existe a necessidade de atuar de forma a regressar, manter ou alcançar o estado desejado.

No desenvolvimento da Estratégia CLIMA-Madeira, foi analisada a "adaptação autónoma" e a "adaptação planeada". A "adaptação autónoma" foi abordada através da análise da capacidade adaptativa atual dos vários sistemas, que é tida em conta na avaliação da vulnerabilidade (capítulo 3). A "adaptação planeada" é o foco da Estratégia Regional, construindo-se sobre a "adaptação autónoma", integrando as perspetivas das diferentes partes interessadas, e tendo em conta os cenários climáticos, os recursos disponíveis dos sistemas humanos e seus impactes socioeconómicos, estruturais, institucionais e as suas capacidades e características tecnológicas.

A adaptação planeada materializa-se em diferentes níveis, dependendo da escala em causa e das especificidades do sistema em questão. Assim, podem ser definidos desde o nível estratégico das opções até ao nível da medida.

As **estratégias de adaptação** definem linhas orientadoras, que apoiam a priorização das opções, e medidas de adaptação identificadas, que permitam atingir objetivos de longo prazo. As estratégias adotadas, para fazer face às vulnerabilidades identificadas, tiveram em conta os princípios anteriormente referidos, face aos recursos disponíveis para a adaptação e a incerteza associada, podendo ser genericamente descritas como:

› **Viver com os riscos** – aceitar que os sistemas, comportamentos ou atividades atuais deixaram de ser sustentáveis; que não existem recursos ou interesse em adaptar; que os impactes não afetam valores socioculturais prioritários, pelo que se podem perder.

› **Prevenir os impactes** – relocalizar, alterando o que está exposto; ou aumentar a resiliência climática, melhorando a capacidade adaptativa, de forma a permitir a continuação das atividades; ou estar bem preparado para o caso de ocorrer impacte, ajudando a recuperar o sistema rapidamente.

› **Partilhar responsabilidades** – compensar as perdas com recurso a seguros, partilhando, assim, a responsabilidade e custos da resposta adaptativa.

› **Explorar oportunidades** – retirar vantagens da alteração das condições climáticas, potenciando os produtos e atividades atuais ou introduzindo novas.

› **Transformação** – em vez de proteger ou restaurar um determinado estado ambiental ou social, promover uma mudança mais fundamental no sistema, para um estado completamente novo.

As **opções de adaptação** são conjuntos de ações que definem possíveis linhas de atuação para a operacionalização de uma estratégia de adaptação. Na Estratégia CLIMA-Madeira, são consideradas cinco dimensões para as opções de adaptação:

› **Aumentar o conhecimento** – refere-se aos níveis de educação e consciencialização, bem como a iniciativas de disseminação de informação e formação, acerca das alterações climáticas, dos impactes potenciais e das medidas de adaptação.

› **Investir em tecnologia** – diz respeito à disponibilidade e ao acesso de opções tecnológicas para a adaptação, e ao estádio de desenvolvimento tecnológico do sistema.

› **Melhorar a governança** – engloba aspetos legais, institucionais e de governação, incluindo a capacidade e a eficiência das instituições-chave, transparência de processos e de tomada de decisão, aplicação de leis ambientais, podendo também ser incluídos os processos de participação.

› **Impulsionar a socioeconomia** – engloba medidas que possam contribuir para o desenvolvimento socioeconómico da RAM, seja através de envolvimento da sociedade, seja através de ferramentas económicas, como a criação de emprego.

› **Trabalhar com a natureza** – estão incluídas as medidas baseadas em ecossistemas que dizem respeito ao uso da biodiversidade e dos serviços de ecossistemas para apoiar a adaptação.

As **medidas de adaptação** são ações específicas, mensuráveis, atingíveis, realistas e monitorizáveis, que visam lidar com os impactes, ou explorar as oportunidades identificadas, e que se integram nas opções de adaptação definidas anteriormente. Na Estratégia CLIMA-Madeira, são listadas e sugeridas algumas medidas consideradas prioritárias, sem prejuizo de outras que possam surgir no decorrer do processo de adaptação.

4.2. Economia da adaptação

Segundo estimativas que suportaram a Estratégia Europeia de Adaptação, por cada euro gasto em proteção de cheias, podem ser poupados seis euros, dando argumentos económicos que motivam a ação. Por outro lado, uma boa adaptação é baseada no entendimento dos custos e benefícios económicos da ação *versus* a inação, o que nem sempre é possivel, dada a escassez de informação e de evidência.

No caso da RAM, o ano de 2010 é um ano de referência, quanto a fenómenos climáticos extremos. As aluviões de fevereiro de 2010 provocaram 42 vítimas, 6 desaparecidos, 120 feridos, cerca de 900 desalojados e elevados danos materiais, com custos a rondarem os 1000 milhões de euros (considerando apenas os danos associados às infraestruturas e excluindo as perdas de vidas humanas, de biodiversidade e de habitats), ou seja, cerca de 20% do Produto Interno Bruto (PIB) da RAM em 2010. Segundo Sauter e colaboradores[19], após as aluviões de Fevereiro de 2010, o número de turistas decresceu 10%, traduzindo-se numa queda de 14% nas receitas.

19 Sauter, R., ten Brink, P., Withana, S., Mazza, L., Pondichie, F. with contributions from Clinton, J., Lopes, A, Bego, K. (2013) Impacts of climate change on all European islands, A report by the Institute for European Environmental Policy (IEEP) for the Greens/EFA of the European Parliament. Final Report. Brussels. 2013

Em agosto desse ano, os incêndios consumiram uma área superior a 8000 hectares, ou seja, da mesma ordem de grandeza da área ardida acumulada entre 1992 e 2003, dos quais cerca de metade foram de floresta, com custos associados na ordem dos 35 milhões de euros (considerando apenas os custos diretos da madeira ardida).

A maioria da população ativa está empregada no setor dos serviços (70%), sobretudo ligado ao turismo, a agricultura, florestas e pescas corresponde apenas a 10% e o restante à indústria transformadora, setor da energia e construção, e obras públicas.

Segundo a Comissão Europeia[20], o contributo do setor agrícola é de cerca de 2,2% do Valor Acrescentado Bruto (VAB) da RAM. No entanto, a redução de um hectare de terra cultivada pode conduzir à perda de 11500 euros do VAB. Em 2010, as perdas diretas na agricultura, devido às aluviões, estima-se terem sido cerca de 122 milhões de euros.

Para fazer face aos impactes das alterações climáticas observadas, a RAM recebeu apoio Europeu equivalente a cerca de 2% do seu VAB, sendo que cerca de metade é proveniente dos Fundos Europeus de Desenvolvimento Regional.

Considerando as vulnerabilidades identificadas na Estratégia CLIMA-Madeira, e de um ponto de vista estritamente económico, uma correta e eficiente utilização dos recursos disponíveis nos próximos anos poderá evitar perdas significativas no futuro. Para além disso, as medidas de adaptação são também geradoras de atividade económica e de emprego. Por estas razões, é aconselhável complementar a estratégia com uma avaliação do custo-benefício relativo à inação, ou seja, quanto custará à RAM caso não haja a adoção proativa de medidas de adaptação.

4.3. Princípios

A adaptação é um processo em contínuo desenvolvimento que ocorre num horizonte temporal de longo prazo e é levado a cabo por diversos agentes. A Estratégia CLIMA-Madeira propõe um conjunto de princípios genéricos orientadores que lhe dão suporte, ajudam a direcionar a ação e recomendam um conjunto de decisões específicas.

› **Promoção do Desenvolvimento Sustentável do arquipélago** – A adaptação deverá ser realizada tendo em conta o equilíbrio entre as várias dimensões do desenvolvimento sustentável:

Ambiente:

· As medidas de adaptação devem ter um efeito positivo sobre a preservação dos recursos naturais da RAM e potenciar os serviços dos seus ecossitemas.

· Deve ser dado ênfase às medidas que beneficiam a biodiversidade, em particular, em relação às espécies endémicas.

20 Comissão Europeia,2014, The economic impact of climate change and adaptation measures in the Outermost Regions –Final report. ISBN : 978-92-79-38411-0 doi: 10.2776/83383

Economia:
· Devem ser beneficiadas as medidas de adaptação com o melhor rácio de custo-benefício, considerando todos os custos (monetário e não monetários) e benefícios diretos e induzidos.

· Prioridade para as medidas que sejam "sempre positivas", independentemente das alterações climáticas, e que tenham benefícios secundários para vários setores da RAM.

Sociedade:
· Devem ser beneficiadas medidas de adaptação que não prejudiquem nenhum grupo social e que encorajem a coesão social, sendo que os custos da adaptação devem ser suportados por todos, e não só por aqueles que são diretamente afetados pelo evento climático (*princípio da solidariedade*).

· A adaptação deve limitar, ao mínimo possível, as escolhas das gerações futuras (*princípio da flexibilidade*), sendo que, em caso de dúvida, a escolha deve ser de prevenção do impacte (*princípio da precaução*).

› **Assumir a responsabilidade**: haverá um compromisso e apoio claro por parte dos decisores da RAM à Estratégia CLIMA-Madeira, incorporando a responsabilidade de adaptar os sistemas através do apoio político, legislativo e financeiro.

› **Trabalhar com as incertezas**: as incertezas fazem parte de todas as estratégias e políticas, tal como acontece na temática das alterações climáticas. Estas não devem ser um argumento à inação, pelo que se devem encontrar formas de lidar e incorporar as incertezas no processo de decisão.

› **Envolver as parte interessadas**: O desenvolvimento e implementação da Estratégia CLIMA-Madeira devem envolver os vários agentes representantes da sociedade da RAM, complementando-a com o conhecimento empírico e a experiência local, num processo colaborativo de comunicação fluida e bidirecional.

› **Partilha de informação**: para promover a aprendizagem mútua com outros atores, deve haver uma melhoria contínua do conhecimento, através da partilha e comunicação de informação relevante. A informação científica deve ser apresentada de forma acessível aos vários públicos-alvo. Também a terminologia usada deve ser acordada e homogeneizada entre os vários setores.

› **Promover a cooperação**: trabalhar em parceria é essencial em todo o processo de adaptação. A cooperação deve integrar as partes afetadas pelas alterações climáticas, as partes responsáveis pela implementação das medidas de adaptação e os facilitadores do sucesso da adaptação. A cooperação com investigadores e peritos locais é essencial, uma vez que os decisores necessitam do seu conhecimento para lidarem melhor com a incerteza e adotarem medidas eficazes.

› **Ponderar uma vasta gama de opções**: durante o planeamento da adaptação, deve ser considerada uma vasta gama de opções para este processo. Devem ser medidas dedicadas ao impacte, mas, também, transversais aos vários setores.

› **Priorização das medidas**: é necessário ter em conta que os recursos disponíveis para a adaptação são limitados, pelo que deve haver uma priorização das suas medidas, sendo que se podem definir critérios para apoiar o processo, refletindo a posição de diversos agentes.

› **Integrar nos instrumentos e estruturas existentes**: as medidas de adaptação propostas devem ser integradas no ciclo de decisão da RAM, utilizando, para isso, os instrumentos de governança e as estruturas já existentes, tornando o uso de recursos mais eficiente. É, também, necessário ter em consideração que o clima não é o único perigo para a RAM, esta região é afetada por vários fatores não climáticos, como são os socioeconómicos. Deste modo, a Estratégia CLIMA-Madeira deve estar ligada a outros instrumentos estratégicos da RAM.

› **Planeamento sistémico**: o carácter eminentemente sistémico da adaptação leva a que esta não possa ser objeto de tratamento isolado e linear. O esforço de adaptação deve ser transversal à sociedade, numa abordagem que envolva, de forma integrada, outros sistemas não considerados prioritários na estratégia e tendo em conta as diferentes escalas da RAM.

› **Evitar conflitos**: Durante o planeamento da adaptação, deve haver um balanço entre medidas de curto e longo prazo e entre setores. Devem ser evitadas medidas que contradigam os objetivos da própria estratégia de adaptação e de outras estratégias da RAM.

› **Mitigação**: As medidas de adaptação equacionadas devem, sempre que possível, contribuir para a redução de gases atmosféricos com efeito de estufa. Deve ser dada especial prioridade à adaptação baseada em ecossistemas que visam a captura e sequestro de carbono, ao mesmo tempo que aumentam a resiliência do território.

› **Avaliar e monitorizar**: A adaptação é um processo contínuo, e não um objetivo próximo, pelo que requer uma revisão regular, segundo indicadores de monitorização, que permita avaliar a eficácia das medidas implementadas e realimentar a estratégia num processo de melhoria contínua.

4.4. Áreas transversais

As áreas transversais definem possíveis linhas de atuação para operacionalizar a Estratégia CLIMA-Madeira. Estas áreas refletem os temas mais relevantes para a estratégia e que são transversais aos setores prioritários. Pretendem evitar a forma isolada como, por vezes, se aborda a adaptação, promovendo uma abordagem sistémica no processo.

4.4.1. Investigação e inovação

Esta área deve promover a ciência e o conhecimento em temas relevantes para a realização da Estratégia CLIMA-Madeira, desenvolvendo uma agenda regional de prioridades de investigação,

inovação e demonstração de adaptação, ao apoiar protocolos de cooperação entre instituições científicas e as entidades envolvidas na Estratégia CLIMA-Madeira, e facilitando a sua ligação e participação em redes internacionais de investigação.

Esta área concretiza-se: reforçando e aprofundando a coordenação e a cooperação entre programas de investigação internacionais, nacionais e regionais; melhorando o conhecimento sobre os impactes, vulnerabilidades e adaptação às alterações climáticas; fomentando atividades conjuntas para o acesso a fundos regionais, nacionais e europeus de investigação; iniciando um programa de médio e longo prazo de investigação sobre adaptação às alterações climáticas na RAM e na Macaronésia.

No decorrer dos estudos científicos de avaliação de vulnerabilidades setoriais às alterações climáticas da RAM, foram apresentadas lacunas de conhecimento; e na interação com os agentes, foram identificadas prioridades de investigação nestes setores, que podem servir de base a esta área transversal (Tabela 18).

Tabela 18. Prioridades de investigações identificadas para o Clima e para os setores da Agricultura e Florestas, Biodiversidade, Energia, Recursos Hídricos, Riscos Hidrogeomorfológicos, Saúde Humana e Turismo.

SETOR	PRIORIDADES DE INVESTIGAÇÃO
CLIMA	Estudos sobre a projeção da evolução futura da frequência e da intensidade de fenómenos meteorológicos extremos, em especial de eventos de precipitação extrema.
	Desenvolvimento de um estudo sobre a localização de novas estações meteorológicas para as cotas entre os 580 e os 1560 metros. O estudo deve também analisar a representatividade e continuidade espacial junto à linha de costa.
AGRICULTURA E FLORESTAS	Melhoria do conhecimento sobre a ecologia das espécies da Laurissilva.
	Realização de censos sobre a propriedade florestal e a sua importância económica.
	Estudos sobre impacte e adaptação às Alterações Climáticas da vinha e da bananeira.
	Estudos da capacidade adaptativa da agricultura biológica às alterações climáticas.
	Estudos sobre a capacidade adaptativa de novas culturas às alterações climáticas.
	Estudos sobre métodos inovadores de gestão da água, para rega de culturas.
	Estudos comparativos sobre os Serviços de Ecossistema dos sistemas florestais da RAM.
	Estudos sobre os impactes das pragas e agentes patogénicos agrícolas e florestais, em cenários de alterações climáticas.
	Estudos comparativos sobre os Serviços de Ecossistema da paisagem em mosaico da RAM.
	Estudos sobre o potencial da adaptação, baseada em ecossistemas na preservação da agricultura da RAM.
	Estudos sobre modelos de gestão florestal, adequados às especificidades da RAM.

SETOR	PRIORIDADES DE INVESTIGAÇÃO
BIODIVERSIDADE	Estudos da distribuição, composição e funcionamento dos ecossistemas marinhos.
	Estudos sobre potenciais impactes diretos e indiretos nos habitats terrestres.
	Programa de monitorização regional com espécies indicadoras das alterações climáticas, reunidas numa base de dados suportada em sistemas de informação geográfica.
	Planos regionais de investigação de longo prazo, sobre os efeitos e formas de adaptação ao nível da comunidade, ecossistema, paisagem e das espécies terrestres e marinhas.
	Estudos sobre o tamanho populacional das espécies, as migrações e os impactes das atividades humanas nas populações de cetáceos.
	Monitorização da distribuição, atual e futura, do Matagal e do Zambujal.
	Avaliação dos impactes potenciais das alterações climáticas nos peixes.
	Monitorização e avaliação de impactes de espécies exóticas invasoras, marinhas e terrestres.
	Estudos sobre as respostas fisiológicas e fenológicas dos briófitos à variabilidade e às alterações climáticas, e sobre a sua potencialidade enquanto bioindicadores.
	Estudos sobre as respostas fisiológicas das plantas vasculares à variabilidade e às alterações climáticas.
ENERGIA	Estudos sobre as características construtivas dos edifícios, os equipamentos instalados e o comportamento dos utilizadores.
	Cenários da taxa de renovação dos edifícios e da evolução das características construtivas, recorrendo a modelos de simulação dinâmica, previstos na regulamentação em vigor, sobre desempenho energético de edifícios, para analisar os resultados nos vários cenários climáticos.
	Modelo de simulação de todo o sistema hídrico/hidroelétrico da ilha da Madeira, tendo por referência a utilização dos recursos hídricos para fins múltiplos.
	Estudos sobre a viabilidade da valorização energética da biomassa na RAM.
	Monitorização de consumos de energia em edifícios.
	Estudos sobre o potencial de produção energética em meio oceânico na RAM.
	Estudos sobre o potencial da microprodução e implementação de redes inteligentes na RAM.
	Estudos da construção de albufeiras em altitude que possam também contribuir para a regularização de caudais e fornecimento de água, para abastecimento público e rega.

SETOR	PRIORIDADES DE INVESTIGAÇÃO
RECURSOS HÍDRICOS	Estudos ajustados às particularidades naturais, geográficas e socioculturais da RAM, para melhor identificar e caracterizar os potenciais impactes das alterações climáticas sobre os recursos hídricos.
	Melhoramento das séries de dados temporais sobre os recursos hídricos (atualmente apresentam elevada descontinuidade, com elevado número de observações em falta e/ou registos pouco fidedignos, mesmo quando transformadas em valores médios mensais).
	Estudos das incertezas face aos cenários climáticos, designadamente sobre a precipitação oculta.
	Estudos comparativos de boas práticas de adaptação às alterações climáticas, na preservação dos recursos hídricos na RAM.
	Estudos sobre o potencial da adaptação, baseada em ecossistemas, na preservação dos recursos hídricos da RAM.
	Estudo dos impactes do ordenamento do território, incluindo a ocupação e usos do solo nos recursos hídricos em cenários de alteração climática.
	Estudos sobre sistemas de dessalinização de água do mar e de soluções de armazenamento para fins múltiplos.
	Análise dos impactes das alterações climáticas e das necessidades de adaptação, em termos de constituição de reservas estratégicas de água, para fins múltiplos.
RISCOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS	Estudos de dinâmicas de vertentes, sedimentares e fluviais, numa perspetiva sistémica, interrelacionando os processos de erosão hídrica, dinâmica de massa em vertentes, transporte sedimentar e escoamento fluvial.
	Estudos de modelação da dinâmica marítima para vários cenários futuros, com particular atenção à ilha do Porto Santo.
	Estudos sobre a criação de bacias de retenção, tendo em vista a atenuação dos caudais de ponta de cheia.
	Estudos dos efeitos da criação de albufeiras nas principais ribeiras, no controlo das cheias naturais dessas linhas de água, bem como das estruturas de amortecimento de cheias.
	Melhoria do conhecimento sobre o fenómeno de transporte sólido, através da monitorização e análise de dados.
	Aquisição de informação hidrométrica.
	Estudos sobre o potencial da adaptação, baseada em ecossistemas na mitigação dos riscos hidrogeomorfológicos da RAM.
	Estudos históricos, antropológicos e sociais na RAM, no contexto das alterações climáticas e risco hidrogeomorfológico.

SETOR	PRIORIDADES DE INVESTIGAÇÃO
SAÚDE HUMANA	Estudos quantitativos sobre os impactes na saúde, relacionados com a qualidade do ar ambiente.
	Identificação das razões para não existirem casos clínicos reportados da doença de Lyme na RAM (Doença de Declaração Obrigatória).
	Desenvolvimento de cartografia de vulnerabilidade térmica (hotspots), polínica e de poluição do ar, tendo em conta padrões espaciais e sazonais, servindo como suporte ao planeamento urbano e a planos de ação.
	Desenvolvimento de modelos de previsão de poluição atmosférica e respetivos sistemas de alerta, bem como melhoria e alargamento da rede de monitorização, assegurando a sua manutenção e o registo contínuo de dados.
	Estudos sobre os alergénios presentes na atmosfera da ilha da Madeira e os seus efeitos na saúde.
	Estudos da estrutura da população de vetores, face à possibilidade de ocorrerem múltiplas introduções do mesmo vetor, e desenvolvimento dos mecanismos de reconhecimento precoce do risco de importação de novas estirpes e da ocorrência de outras doenças transmitidas pelo Aedes Aegypti, assim como do risco de exportação para a Europa.
	Estudos integrados que incluam: a cenarização de eventuais surtos; exercícios de simulação operacional; dinâmicas e estruturas da população de vetores; medidas de identificação e controlo de reservatórios; recolha sistemática de base epidemiológica para as doenças transmitidas por vetores.
TURISMO	Estudos dos impactes dos fenómenos meteorológicos na operacionalidade aeroportuária (baixa visibilidade, ventos fortes) e cruzamentos desta informação com a afluência de passageiros por via aérea.
	Estudo detalhado das projeções dos modelos climáticos futuros sobre o regime de ventos no aeroporto da Madeira e sobre a agitação marítima na RAM.
	Avaliação da capacidade de carga das estruturas e pontos turísticos.
	Identificação e inventariação dos empreendimentos turísticos, localizados em áreas de risco a eventos climáticos (por exemplo: áreas expostas a riscos de inundações marítimas, a erosão e risco de cheia ou movimentos em vertentes).
	Estudo dos impactes do turismo no sistema ecosociocultural da RAM.
	Estudo do potencial benefício do projeto de sinalização turística, com informação sobre os riscos climáticos associados a cada local.
	Monitorização e estudo das implicações dos eventos climáticos, na procura turística na RAM.
	Estudos dos impactes económicos das alterações climáticas, no turismo da RAM.
	Inquérito aos turistas para a identificação dos impactes das alterações climáticas na atratividade dos produtos emergentes (por exemplo: Turismo Desportivo, Reuniões e Incentivos, Bem-estar, Científico e Residencial, Canyoning, BTT, Ultratrail, Birdwatching / Seawatching, Parapente, Surf).

4.4.2. Resiliência aos atuais extremos climáticos

Os eventos climáticos extremos são uma prioridade óbvia para a RAM (ver subcapítulo "clima observado" e "economia da adaptação"), cujos impactes são transversais aos vários setores. Desta forma, devem ser tratados de forma integrada.

Os eventos extremos, relacionados com as condições climáticas e hidrogeomorfológicas, que se consideram mais relevantes para a RAM, tendo em conta os impactes sociais, económicos e ambientais no passado recente, são as aluviões e os fogos florestais.

Esta área deve incentivar a melhoria contínua da capacidade adaptativa da RAM e dos vários subsistemas à atual variabilidade climática, em particular aos eventos extremos, através da promoção e acompanhamento de ações que visem aumentar a atual resiliência dos vários setores, e da integração de medidas de adaptação nos vários instrumentos de governança vigentes a todas as escalas relevantes, para uma coerente implementação da Estratégia CLIMA-Madeira.

Algumas medidas de adaptação prioritárias aos atuais eventos extremos, sem prejuízo de outras que possam ser consideradas, são apresentadas na Tabela 19.

Tabela 19. *Medidas de adaptação prioritárias para aluviões e fogos florestais.*

ALUVIÕES	FOGOS FLORESTAIS
› Atuação no sentido de disciplinar e ordenar a ocupação do território, nomeadamente, nas áreas de risco elevado do domínio hídrico. › Criação de um sistema de alerta contra cheias e movimentos de massa, em vertente complementar aos serviços da meteorologia e proteção civil, com capacidade de antever, em algumas horas, a aproximação de sistemas atmosféricos depressionários capazes de gerar precipitações muito intensas. › Implementação de obras de correção nas bacias hidrográficas com maior risco de erosão e desprendimento de terras e zonas de proteção das ribeiras e linhas de água, mediante o estudo da sua eficácia na prevenção ou mitigação de catástrofes.	› Aumento da resiliência do território aos incêndios florestais (gestão ativa; gestão do combustível), através da valorização da biomassa e outras atividades que promovam a criação de barreiras à propagação dos fogos. › Redução da incidência de incêndios (sensibilização; investigação de causas; prevenção; fiscalização). › Criação de um sistema de alerta rápido de fogos florestais e de informação territorial de apoio à intervenção na luta contra os incêndios, com a localização de hidrantes, tanques hidroagrícolas e outras infraestruturas necessárias a intervenções de emergência. › Criação de um plano de monitorização e divulgação de medidas de recuperação para situações pós fogos florestais.

A maioria das medidas sugeridas vem reforçar medidas já propostas nos vários instrumentos de governança vigentes, fortalecendo a sua importância e atualizando-as, em alguns casos. No caso das aluviões, destaca-se o Plano de Gestão da Região Hidrográfica da Madeira e os Planos Diretores Municipais. No caso dos fogos florestais, destaca-se o Plano Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios, o Plano Regional de Ordenamento Florestal e os Planos de Ordenamento e Gestão de Áreas Protegidas.

4.4.3. Prevenir tendências de longo prazo

Esta área deve promover o planeamento sistémico e implementação atempada de medidas que confiram a resiliência às alterações climáticas, de longo prazo da RAM. Pretende-se uma adaptação robusta que integre os vários cenários de alterações climáticas, que lide com as incertezas associadas, com um compromisso institucional estável e com a flexibilidade necessária para incorporar as lições aprendidas, resultantes dos planos de monitorização de longo prazo.

No longo prazo, os perigos climáticos com origem em elementos atmosféricos únicos e com origem em elementos atmosféricos compostos, e que se consideram mais relevantes para a RAM, são o aumento da temperatura, as ondas de calor, os fogos florestais, as secas, as chuvas torrenciais, as tempestades, a acidificação dos oceanos e o nível médio do mar.

Sem prejuízo de novas medidas virem a ser equacionadas, identifica-se, de seguida, na Tabela 20, um conjunto de medidas de adaptação para lidar com os riscos e explorar as oportunidades decorrentes destes perigos climáticos no longo prazo.

Tabela 20. *Medidas de adaptação para os perigos climáticos considerados: aumento da temperatura, chuvas torrenciais, fogos florestais, ondas de calor, secas, nível médio do mar e tempestades.*

PERIGO	MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO
TEMPERATURA	Monitorização de pragas e agentes patogénicos, agrícolas e florestais.
	Mudança nas práticas agrícolas (por exemplo: a alteração das datas de plantação e a utilização de variedades precoces).
	Controlo de saúde à entrada da RAM de viajantes, vindos de regiões onde as doenças transmitidas por vetores (Lyme, Dengue, Vírus do Nilo Ocidental, Malária, Chikungunya) são endémicas, e desinfeção dos produtos importados.
	Melhoria do desempenho térmico dos edifícios.
	Estudos sobre o possível aparecimento e desaparecimento de espécies marinhas e terrestres.

PERIGO	MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO
CHUVAS TORRENCIAIS	Promoção da conservação dos muros de suporte de terras (poios).
	Medidas de reflorestação, baseadas em estudos prévios, no sentido de avaliar as espécies e as formações vegetais que fornecem uma maior proteção ao solo.
	Elaboração de cartas de Zonas Inundáveis, nos municípios com aglomerados urbanos atingidos por cheias (D.L. nº364/98).
FOGOS FLORESTAIS	Recuperação e reabilitação dos ecossistemas pós-incêndio, assegurando a respetiva monitorização.
	Promoção da cooperação e articulação de medidas de gestão, e intervenção entre diferentes instituições responsáveis pelas florestas, biodiversidade, ambiente, proteção civil e ordenamento do território.
	Controlo e erradicação de espécies vegetais invasoras.
	Utilização de espécies vegetais autóctones e adaptadas às condições edafoclimáticas nos trabalhos de florestação.
	Reflorestação enquadrada na preservação dos ecossistemas e dos valores naturais, associados ao turismo de natureza.
ONDAS DE CALOR	Melhoria do comportamento térmico dos edifícios.
	Melhoria dos sistemas de informação de alerta e de intervenção.
	Planeamento e implementação de espaços urbanos verdes, com espécies de baixo teor alergénico.
	Melhoria da rede de transportes públicos, incluindo boa articulação com o transporte privado.
	Comunicação dos riscos e das medidas a tomar, de forma regular, à população e turistas.
SECAS	Utilização de métodos de rega mais eficientes e disciplina progressiva do uso de água de rega.
	Melhoria das redes de distribuição de água e redução de perdas em todo o sistema de transporte, armazenamento e distribuição.
	Constituição de reservas estratégicas de água, com aumento das estruturas de captação e adução de água em altitude (para fins múltiplos), tentando manter os caudais ecológicos mínimos.
	Ajustamento dos tarifários da água para consumo (alterar preços para melhor refletirem a escassez), de acordo com o coeficiente de escassez, a definir no Regime Económico e Financeiros dos Recursos Hídricos.
	Desenvolvimento e implementação de planos de contingência de secas.
	Formação e sensibilização para a utilização eficiente da água.

PERIGO	MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO
NÍVEL MÉDIO DO MAR	Promover a adaptação das infraestruturas portuárias (com implicações no turismo, energia, trocas comerciais).
	Adaptação da gestão do litoral à subida do nível médio do mar.
	Intervenção para a preservação da praia e duna do Porto Santo.
	Aplicação de um regime sustentável de exploração dos furos costeiros para prevenir a intrusão salina.
	Segurança do abastecimento de combustíveis e das centrais termoelétricas, tendo em conta a elevação do nível do mar, sempre que são renovadas infraestruturas costeiras.
TEMPESTADES	Estudos sobre a potencial instalação de recifes artificiais para a prática de mergulho, que promovam as condições para esta atividade e, adicionalmente, atuem como estruturas de proteção da costa, nomeadamente da praia do Porto Santo.
	Promoção de fontes de energia renovável para produção de eletricidade, associada a sistemas de armazenamento, com centrais hídricas reversíveis, que permitam criar redundância na produção elétrica.
	Aumento da autonomia energética das ilhas, através do aumento da capacidade de armazenamento de combustíveis, da redução da procura e do aproveitamento de energias renováveis.
	Implementação de um sistema de alerta de tempestades, com capacidade para antever, em algumas horas, a aproximação de eventos climáticos extremos na ilha da Madeira e na ilha do Porto Santo.

Importa integrar as medidas propostas nos instrumentos de governança vigentes, pelo que foram identificados aqueles cuja importância se destaca.

Para as medidas de adaptação, face ao **aumento da temperatura**, salienta-se: Plano Regional de Ordenamento do Território da Região Autónoma da Madeira; Programa de Desenvolvimento Rural para a Região Autónoma da Madeira 2020; Plano de Ação para o controlo do Nemátodo da Madeira de Pinheiro (NMP) na RAM; Planos Diretores Municipais; Planos de Ordenamento e Gestão de Áreas Protegidas; Sistema de Certificação Energética dos Edifícios; e Planos de Ação para a Energia Sustentável da Ilha da Madeira, da Ilha do Porto Santo e dos Municípios da RAM.

Para as medidas de adaptação enumeradas para as **chuvas torrenciais**, foram identificados os instrumentos de governança vigentes, onde poderão potencialmente ser integradas: Programa de Desenvolvimento Rural para a Região Autónoma da Madeira 2020; Plano Regional de Ordenamento Florestal da Região Autónoma da Madeira; Plano Regional de Ordenamento do Território da Região Autónoma da Madeira; Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Arquipélago da

Madeira; Plano de Ordenamento e Gestão do Maciço Montanhoso Central; Plano de Ordenamento e Gestão da Laurissilva da Madeira; Plano Regional de Água da Madeira; Plano de Gestão de Risco de Inundação; e Plano Regional de Emergência de Proteção Civil.

Relativamente aos **fogos florestais**, os instrumentos de governança identificados foram: Plano Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios; Plano Regional de Ordenamento Florestal; Planos Diretores Municipais; Planos de Ordenamento e Gestão de Áreas Protegidas; e Plano Regional de Emergência de Proteção Civil.

No caso das **secas**, foi indicado o Programa de Desenvolvimento Rural para a Região Autónoma da Madeira 2020 e o Plano de Gestão da Região Hidrográfica da Madeira.

Quanto à **subida do nível médio do mar**, foram identificados os seguintes instrumentos vigentes: Planos de Ordenamento da Orla Costeira; Planos Diretores Municipais; e Estratégia Mar Madeira 2030.

No caso das **tempestades**, os instrumentos de governança vigentes referidos foram: Planos de Ação para a Energia Sustentável da Ilha da Madeira, da ilha do Porto Santo e dos Municípios da RAM; Planos de Ordenamento da Orla Costeira; Planos de Ordenamento e Gestão das Áreas Protegidas; e Plano Regional de Emergência de Proteção Civil.

4.4.4. Comunicação e capacitação

Esta área deve apoiar o desenvolvimento, sistematização, visualização e disseminação da informação necessárias para a realização da Estratégia CLIMA-Madeira, através do incentivo a: adoção de planos de comunicação, tendo em vista a sensibilização e consciencialização da população em relação ao tema das alterações climáticas; capacitação de adaptação dos vários agentes da RAM, através de ações de formação estratégicas; e difusão do conhecimento nos organismos públicos, nas empresas e nas organizações não-governamentais, e outros organismos privados.

A comunicação e a capacitação dos agentes aumentam o seu nível de consciência e também a capacidade adaptativa da RAM. O Observatório CLIMA-Madeira tem um importante papel nesta área, dado que é uma plataforma de partilha, tratamento e divulgação de informação sobre o clima e alterações climáticas entre todos os agentes da RAM, podendo ser a base para apoiar a articulação das várias entidades regionais, com vista a desenvolver uma estratégia de comunicação comum.

Durante a elaboração da Estratégia CLIMA-Madeira, foram identificados alguns grupos-alvo, para os quais se considerou mais importante direcionar informação sobre as vulnerabilidades e adaptação às alterações climáticas na RAM. Para estes, foram também selecionados os principais temas que deveriam ser abordados, bem como qual o processo de comunicação e/ou capacitação mais adequado a esse grupo e quais as entidades que poderiam participar nestes processos de comunicação e capacitação.

As crianças e jovens são um dos grupos-alvo, dado o seu grau de vulnerabilidade e potencial influência no processo de adaptação, pelo que importa abordar o tema do ambiente e alterações climáticas de acordo com as idades escolares. Os idosos são, também, um grupo-alvo, uma vez que são bastante vulneráveis, em particular, no que respeita à saúde. Outros grupos considerados importantes foram os agricultores, os silvicultores, as empresas ligadas ao turismo, os decisores políticos, os técnicos do poder regional e local, e a comunicação social.

Os processos de sensibilização e consciencialização devem ambicionar chegar ao maior número possível de pessoas, pelo que a comunicação deve ter em conta as especificidades dos grupos com necessidades especiais (ex.: linguagem gestual) e deve ser disponibilizada em várias línguas.

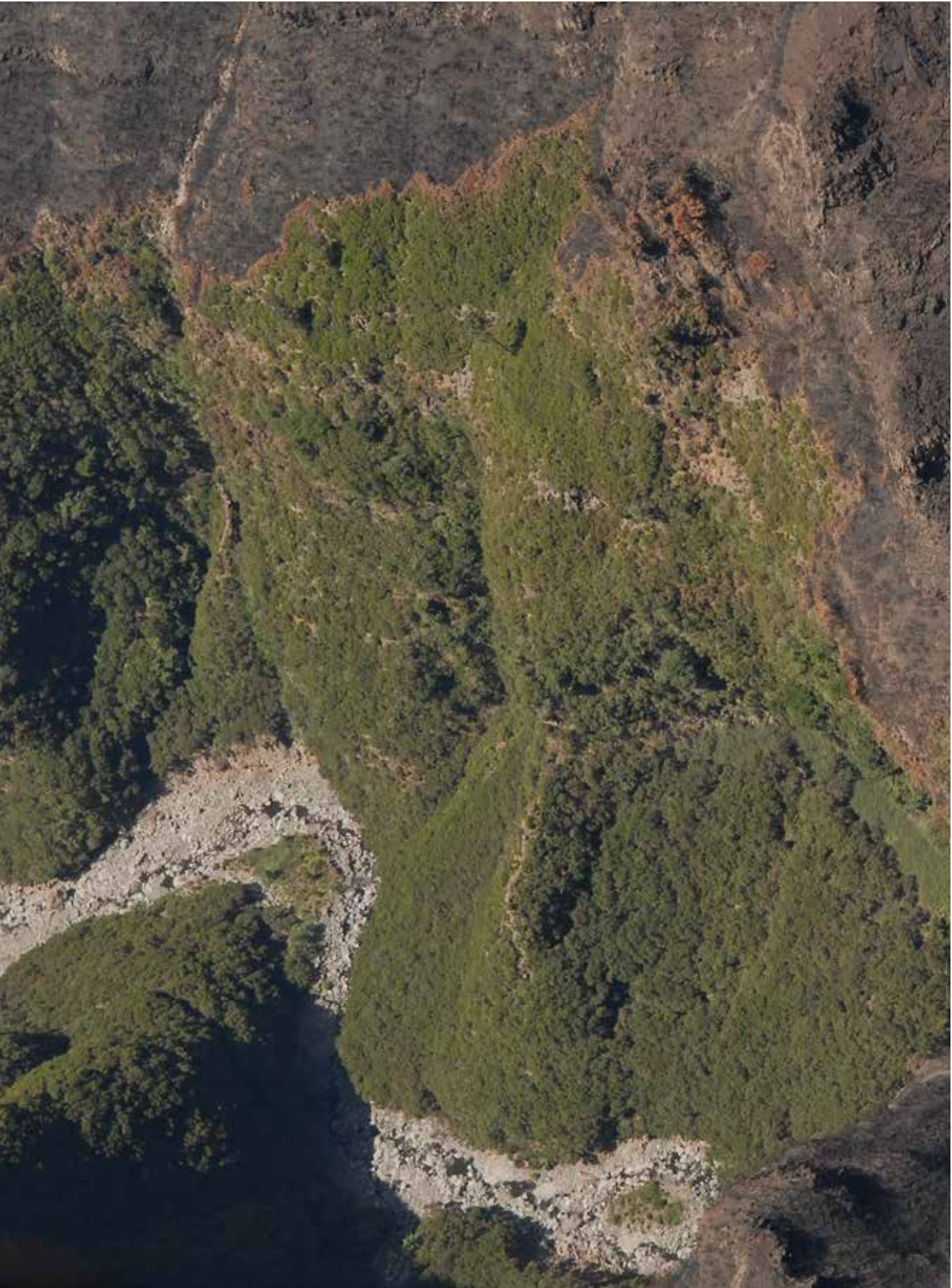
Destaca-se, na Tabela 21, para alguns grupos-alvo, os processos de comunicação e capacitação possíveis, bem como as entidades potencialmente capacitadas para facilitar o processo.

Tabela 21. *Grupos-alvo, processos de comunicação e entidades responsáveis pelas ações de comunicação e capacitação*

GRUPO	PROCESSOS DE COMUNICAÇÃO E CAPACITAÇÃO	ENTIDADES ENVOLVIDAS
CRIANÇAS EM IDADE PRÉ-ESCOLAR	Usar as artes e atividades lúdicas, para introduzir uma cultura ambiental. Ações de formação para educadores.	Secretaria Regional de Educação
CRIANÇAS 1º E 2º CICLO	Ações de sensibilização e criação de uma cultura ambiental. Criação de projetos integrados, através de parcerias com instituições.	Programa Ecoescolas Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais Câmaras Municipais
JOVENS 3ºCICLO E SECUNDÁRIO	Reforço da cultura ambiental, introduzindo a leitura e análise de livros relevantes. Visitas de Estudo.	Associações de Agricultores Associações de Pescadores Universidade da Madeira

GRUPO	PROCESSOS DE COMUNICAÇÃO E CAPACITAÇÃO	ENTIDADES ENVOLVIDAS
IDOSOS	Ações de sensibilização sobre cuidados e procedimentos em caso de ondas de calor, de alterações da qualidade do ar, da presença do vírus do dengue, e como atuar em casos de emergência (fogos, aluviões, tempestades).	Secretaria Regional da Saúde Juntas de Freguesia
AGRICULTORES	Ações de formação sobre sistemas de rega eficientes e boas práticas agrícolas (ex.: conservação de solo, escolha de culturas, planeamento agrícola, policultura, sistemas agro-florestais).	Secretaria Regional de Agricultura e Pescas Associações de agricultores Associações de regantes Entidades gestoras da água
SIVILCULTORES	Ações de formação sobre economia, no contexto das oportunidades, associada às alterações climáticas.	Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza
POPULAÇÃO RESIDENTE EM ZONAS COSTEIRAS E ZONAS RIBEIRINHAS	Ações de sensibilização sobre como atuar em situação de emergência, com origem em eventos climáticos extremos (ex.: inundações marítimas e aluviões).	Serviços de proteção civil regional e municipais
EMPRESAS LIGADAS AO TURISMO	Ações de sensibilização para os turistas sobre as vulnerabilidades e adaptação às alterações climáticas. Ações de formação para o setor hoteleiro sobre a promoção da adaptação ligada à mitigação (ex.: "certificação energética" ou "chave verde").	Secretaria Regional da Economia, Turismo e Cultura
DECISORES POLÍTICOS	*Workshops* colaborativos entre técnicos e decisores, orientados para a redução de vulnerabilidades climáticas.	Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais

GRUPO	PROCESSOS DE COMUNICAÇÃO E CAPACITAÇÃO	ENTIDADES ENVOLVIDAS
TÉCNICOS DO PODER REGIONAL E LOCAL	Ações de formação sobre a utilização do Observatório CLIMA-Madeira (com mapas, dados, áreas de discussão). Ações de formação sobre a prevenção e gestão de risco, financiamento da adaptação, articulação com a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas.	Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais Municípios Governo Regional
***MEDIA* (IMPRENSA ESCRITA, RÁDIO E TELEVISÃO)**	Ação de formação sobre vulnerabilidades e adaptação às alterações climáticas e desastres naturais. Criação de "bolsa" de peritos e instituições a contactar, no Observatório CLIMA-Madeira, sobre alterações climáticas (com oportunidade de lhes aceder para obter informação de qualidade científica).	Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente
REDES SOCIAIS	Realização de documentários com testemunhos pessoais.	Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais



5

Implementação e monitorização

5. Implementação e monitorização

5.1. Estruturas de apoio à estratégia

A adaptação às alterações climáticas é um processo iterativo, que envolve diversos agentes, e que ocorre em contínuo desenvolvimento num horizonte temporal de longo prazo, sendo necessárias estruturas de apoio e gestão deste processo. Desta forma, é proposta a constituição da Comunidade de Adaptação da Região Autónoma da Madeira, que visa apoiar a implementação e monitorização da Estratégia CLIMA-Madeira ao longo do tempo, integrando-a nas políticas e processos de decisão da Região, e garantindo que o caminho da adaptação vai ao encontro dos objetivos e princípios definidos nesta estratégia. A Comunidade de Adaptação da RAM, esquematizada na Figura 25, é constituída por três pilares (Grupo de Coordenação, Painel de agentes e Grupo de apoio ao financiamento) que acompanham o desenvolvimento da Estratégia CLIMA-Madeira e fazem ligação a outras escalas de ação, nomeadamente, à escala nacional, com a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas, e à escala das Regiões Ultraperiféricas (RUP) da Macaronésia, promovendo a cooperação com os Açores e Canárias.

Figura 25. *Estrutura da Comunidade de Adaptação da Região Autónoma da Madeira*

O **Grupo de Coordenação** integra representantes das diferentes tutelas da Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais, sendo coordenada pela Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente. Este grupo deve reunir, pelo menos, duas vezes por ano, ou sempre que seja proposto por alguns dos seus membros, tendo como competências:

› Identificar os representantes do Painel de agentes e do Grupo de apoio ao financiamento;

› Promover a articulação entre os diferentes pilares da Comunidade de Adaptação, através da organização de reuniões regulares;

› Promover a cooperação com entidades de âmbito nacional e com entidades de outras regiões ultraperiféricas;

› Coordenar o processo de implementação e monitorização da Estratégia CLIMA-Madeira, atualizando, anualmente, os indicadores no Observatório CLIMA-Madeira;

› Elaborar propostas para a revisão da Estratégia CLIMA-Madeira;

› Apresentar um relatório anual de acompanhamento do processo de adaptação na RAM.

O **Painel de agentes** irá incluir representantes de diferentes entidades, potencialmente interessadas no processo de adaptação às alterações climáticas na RAM, que devem estar representadas nas seguintes categorias: poder regional (Administração regional), poder local (Administração local), conhecimento local (setor académico), setor privado (setor empresarial) e sociedade civil (organizações não governamentais). Este painel tem como objetivo integrar as múltiplas perspetivas dos agentes, no processo de adaptação, e aconselhar o Grupo de Coordenação. É também esperado que acompanhem as iniciativas desenvolvidas no âmbito da Estratégia CLIMA-Madeira, bem como a apresentação de propostas de melhorias, sempre que considerarem necessário.

O **Grupo de apoio ao financiamento** integra representantes das diferentes entidades responsáveis pela gestão e execução dos programas e planos financeiros da RAM, e tem como objetivo direcionar e integrar a adaptação na política regional e financeira da RAM.

A **Comunidade de Adaptação da RAM** deve reunir, por convocatória do Grupo de Coordenação, pelo menos, uma vez por ano, ou sempre que seja proposto por alguns dos seus membros.

O **Observatório CLIMA-Madeira** é uma estrutura operacional multiutilizadores (de recolha, partilha, tratamento e divulgação de informação) que, além de servir de apoio à Comunidade de Adaptação da RAM, será o local preferencial de comunicação com a população da RAM, acerca da adaptação às alterações climáticas.

5.2. Financiamento da adaptação

Para além dos fundos próprios, as regiões ultraperiféricas, tal como mencionado pela Comissão Europeia[21], devido aos desafios que enfrentam relacionados com a insularidade, as características climáticas e hidrogeomorfológicas locais e a dependência económica, em relação a alguns produtos, beneficiam, no âmbito da Política Regional Europeia, de programas e medidas de apoio específicas. Assim, ao nível da Política Regional da UE, as regiões ultraperiféricas podem beneficiar do financiamento da política de coesão e têm a oportunidade de dedicar estes fundos à adaptação às alterações climáticas, através dos Fundos Europeus Estruturais e de Investimento: Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) e Fundo Social Europeu (FSE), elencados no Programa Operacional da Região Autónoma da Madeira (2014-2020); Fundo de Coesão, estruturado no Programa Operacional para a Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos (POSEUR), que possui dotações específicas para a RAM; Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural (FEADER), através do Programa de Desenvolvimento Rural para a Região Autónoma da Madeira 2020 (PRODERAM); Fundo Europeu para os Assuntos Marítimos e das Pescas (FEAMP); e também o Programa Operacional de Cooperação Territorial Madeira-Açores--Canárias (MAC) 2014-2020.

No período 2007-2013, foram financiadas, no âmbito da política de coesão, diversas ações que beneficiam a adaptação às alterações climáticas, como, por exemplo, o melhoramento dos sistemas de prevenção e gestão de riscos, da gestão da água e da rega, através do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional e do Fundo Europeu Agrícola e de Desenvolvimento Rural.

O Programa de Cooperação Transnacional Madeira-Açores-Canárias tem como uma das suas principais prioridades fortalecer a gestão ambiental e a prevenção do risco nas três regiões ultraperiféricas. No âmbito deste programa, no período 2007-2013, foram financiados diversos projetos de investigação relacionados com a adaptação às alterações climáticas, com foco na biodiversidade, energia, monitorização do território, florestas, risco, saúde, zonas costeiras e regiões marinhas. É muito importante que os resultados e as principais conclusões destes projetos estejam facilmente acessíveis aos vários agentes, tanto do setor público, como do setor privado.

As oportunidades de financiamento da adaptação, no período 2014-2020, podem ser promovidas através do Programa Operacional da Região Autónoma da Madeira, do Programa Operacional de Cooperação Territorial Madeira-Açores-Canárias e, também, do POSEUR, uma vez que a mitigação e adaptação às alterações climáticas, bem como a proteção do ambiente, fazem parte dos seus objetivos e eixos prioritários de ação.

No caso do **Programa Operacional da Região Autónoma da Madeira**, alguns dos eixos prioritários que podem suportar medidas de adaptação às alterações climáticas são: i) Reforçar a investigação, o desenvolvimento tecnológico e a inovação; ii) Apoiar a transição para uma economia de baixo teor de carbono, em todos os setores; iii) Proteger o ambiente e promover a

21 Comissão Europeia,2014, The economic impact of climate change and adaptation measures in the Outermost Regions –Final report. ISBN : 978-92-79-38411-0 doi: 10.2776/83383

eficiência de recursos; iv) Promover transportes sustentáveis e eliminar estrangulamentos nas redes de infraestruturas.

No **Programa Operacional de Cooperação Territorial Madeira-Açores-Canárias**, existe um eixo prioritário dedicado a 'Promover a adaptação às alterações climáticas e prevenção e gestão de riscos'.

O **Programa Operacional para a Sustentabilidade e Eficiência dos Recursos** define os seguintes objetivos e eixos temáticos: i) Apoiar a transição para uma economia com baixas emissões de carbono em todos os setores; ii) Promover a adaptação às alterações climáticas e a prevenção e gestão de riscos; iii) Proteger o ambiente e promover a eficiência dos recursos.

Existem, ainda, outros programas de financiamento, que podem ser aplicados na RAM, para promover a adaptação às alterações climáticas, como o Programa para o Ambiente e a Ação Climática (LIFE), para o período 2014-2020, em que a adaptação às alterações climáticas e a governação e informação em matéria de clima são domínios prioritários; e o Mecanismo de Financiamento do Capital Natural, lançado pelo Banco Europeu de Investimento e pela Comissão Europeia, que promove a conservação, gestão e valorização do capital natural e os benefícios da adaptação ao clima.

As sinergias entre mitigação e adaptação às alterações climáticas na RAM, por exemplo nos setores da agricultura, florestas e energia, podem resultar em soluções mais eficientes e abrangentes, e ser exploradas ao nível do financiamento, considerando, por exemplo, o **Fundo de Eficiência Energética** e instrumentos de financiamento de contratos de desempenho energético.

5.3. Monitorização

A monitorização da estratégia acompanha o processo de adaptação ao longo do tempo, de forma a verificar se a estratégia definida continua a ser eficaz, e a permitir identificar necessidades de alterações ou melhorias. A monitorização é uma fase importante no processo de adaptação, que deve ser feito de forma sistematizada e regular.

Foram definidos dois conjuntos de indicadores para monitorizar a Estratégia CLIMA-Madeira: indicadores de processo e indicadores de conteúdo. Na definição destes indicadores, determinaram-se, como critérios, a simplicidade, a especificidade, a mensurabilidade, a exequibilidade e que, na sua maioria, já sejam medidos no âmbito de outros processos de reporte.

Indicadores de processo

Os indicadores de processo têm como objetivo acompanhar as diferentes fases da abordagem seguida no desenvolvimento da Estratégia CLIMA-Madeira (estruturar o problema, avaliar soluções, implementar e monitorizar). Foram adaptados do "*Adaptation preparedness scoreboard*", um painel de avaliação de preparação para a adaptação às alterações climáticas, que está a ser desenvolvido no âmbito da Estratégia Europeia de Adaptação, para medir o nível de preparação

dos estados-membros. Na Tabela 22, são apresentados os indicadores de processo sugeridos para cada uma das fases da Estratégia CLIMA-Madeira.

Tabela 22. *Indicadores de processo da Estratégia CLIMA-Madeira*

FASE	INDICADOR
FASE 1 ESTRUTURAR O PROBLEMA	**1a.** Existe um organismo da administração regional responsável pela elaboração de políticas de adaptação e existem mecanismos de coordenação vertical e horizontal com outros órgãos governamentais.
	1b. Existe um processo em curso dedicado à agilização da participação dos agentes na elaboração de políticas de adaptação.
	1c. Estão planeadas ações de cooperação com outras regiões ultraperiféricas da Macaronésia, para enfrentar os desafios comuns das alterações climáticas.
	1d. Existem sistemas de observação para monitorizar os impactes das alterações climáticas e de eventos extremos climáticos.
	1e. São utilizados cenários e projeções para avaliar os impactes económicos, sociais e ambientais das alterações climáticas.
	1f. Os agentes estão envolvidos na definição de prioridades de investigação e existem interfaces entre ciência e política, tais como *workshops*, para facilitar o diálogo entre investigadores e decisores políticos.
	1g. As lacunas de conhecimento identificadas são usadas para priorizar o financiamento público da investigação sobre impactes, vulnerabilidades e adaptação às alterações climáticas.
	1h. Os dados e informações relevantes sobre adaptação estão disponíveis para todos os agentes, por exemplo, através de um *website* dedicado.
	1i. Ocorrem atividades de capacitação e sensibilização, sendo disponibilizados e disseminados materiais de educação e de formação sobre adaptação às alterações climáticas.

FASE	INDICADOR
FASE 2 AVALIAR SOLUÇÕES	**2a.** Para os setores prioritários, é considerada uma gama de opções de adaptação consistente, com os resultados de estudos de avaliação das vulnerabilidades setoriais às alterações climáticas e com medidas e boas práticas de adaptação.
	2b. Está disponível um orçamento específico para o financiamento de medidas de adaptação e para aumentar a resiliência ao clima nos setores vulneráveis.
	2c. Estão a ser mapeadas as medidas de adaptação autónomas.
FASE 3 IMPLEMENTAR E MONITORIZAR	**3a.** As atuais estratégias de gestão e prevenção de riscos consideram os extremos climáticos atuais e projetados.
	3b. As atuais políticas de planeamento e gestão do uso do solo têm em conta os impactes das alterações climáticas.
	3c. A adaptação já está integrada em instrumentos financeiros e de gestão de risco ou instrumentos políticos alternativos, para incentivar investimentos na prevenção de riscos.
	3d. Estão definidos planos de ação ou documentos de política setorial, para que a adaptação seja efetivamente implementada.
	3e. Existem mecanismos de cooperação para fomentar e apoiar a adaptação a diferentes escalas relevantes, por exemplo, municipal e local.
	3f. Existem processos para o envolvimento dos agentes na implementação das políticas, medidas e projetos de adaptação.
	3g. A integração da adaptação às alterações climáticas nas políticas setoriais é monitorizada, através de indicadores de conteúdo relevantes.
	3h. A informação sobre ações de adaptação é recolhida e divulgada, incluindo, por exemplo, os gastos relacionados com a adaptação.
	3i. Existe cooperação entre os vários organismos da administração regional ou local para recolher dados e informações sobre a adaptação nos diferentes níveis.
	3j. Está prevista a revisão periódica da Estratégia CLIMA-Madeira.
	3k. Os agentes estão envolvidos na avaliação e revisão da política regional de adaptação às alterações climáticas.

Os indicadores estão formulados para serem de resposta simples e inequívoca, resumindo-se a respostas de "sim" ou "não". A proporção de (in)cumprimento ajuda a refletir acerca do progresso em cada fase da Estratégia CLIMA-Madeira.

Indicadores de conteúdo

Os indicadores de conteúdo foram definidos para algumas das vulnerabilidades setoriais identificadas (ver capítulo 3). Desta forma, pretende-se a monitorização, ao longo do tempo, da evolução das vulnerabilidades potencialmente mais preocupantes para a RAM. Na Tabela 23, apresentam-se os indicadores de conteúdo definidos.

Tabela 23. *Indicadores de conteúdo da Estratégia CLIMA-Madeira*

SETOR	INDICADOR
AGRICULTURA	Área de distribuição da bananeira e vinha (ha/ano).
	Nº de notificações de ocorrências de pragas e doenças na agricultura.
	Consumo de água para rega (m^3/ano).
	Taxa de instalação do regadio (%/ano).
	Volume de água superficial e subterrâneo utilizado para o setor agrícola (hm^3/ano).
FLORESTAS	Área de floresta plantada (ha).
	Área ardida (ha).
	Áreas florestadas nas zonas de máxima infiltração (ha).
	Área florestal recuperada (ha).
	Área de plantas invasoras (ha).
	Nº de notificações de ocorrências de pragas e doenças na floresta.
BIODIVERSIDADE	Área ardida por habitat (ha).
	Distribuição de espécie indicadora BRIÓFITOS (ex.: *Echinodium setigerum*) (ha).
	Distribuição de espécie indicadora LÍQUENES (ex.: *Sticta canariensis*) (ha).
	Abundância específica do pescado.

SETOR	INDICADOR
ENERGIA	Produção de eletricidade de origem renovável (GWh/ano).
	Consumo de energia em edifícios (GWh/ano).
RECURSOS HÍDRICOS	Concentração de cloretos nas Ribeiras do concelho de Santa Cruz e de Boaventura (g/l).
	Caudais das nascentes acima dos 1000 metros (m^3/s).
	Água residual reutilizada (m^3/ano).
	Disponibilidades hídricas subterrâneas anuais (m^3/ano).
	Perdas de água nas redes de distribuição de água potável e rede de rega (m^3/km).
RISCOS HIDRO--GEOMORFO--LÓGICOS	Nº de vítimas, desalojados, habitações destruídas, infraestruturas rodoviárias destruídas em episódios de aluviões.
	Nº e caracterização dos movimentos de massa em vertentes.
	Investimento anual em proteção e manutenção costeira (€/ano).
SAÚDE	Nº de pessoas afetadas anualmente com o vírus do Dengue.
	Nº de pessoas afetadas anualmente com a doença de Lyme.
	Nº de dias por ano que são excedidos os valores limite de ozono e PM10 legislados.
	Nº de admissões hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares.
TURISMO	Área de praia do Porto Santo (ha).
	Nível médio de satisfação para o turismo de natureza.
	Investimento anual em manutenção de infraestruturas rodoviárias e marítimas, causadas por desastres de origem meteorológica (€/ano).
	Nº de voos cancelados devido a condições meteorológicas adversas.
	Nº de ligações marítimas canceladas devido a condições meteorológicas adversas.

Os indicadores estão formulados para serem de resposta simples e reaproveitados de outros processos já em curso de reporte obrigatório. A monitorização do indicador ajudará a refletir sobre a evolução das vulnerabilidades identificadas na Estratégia CLIMA-Madeira.

5.4. Avaliação e revisão

Durante o desenvolvimento da Estratégia CLIMA-Madeira, envolveu-se um conjunto alargado de atores da RAM, cujos contributos serviram para completar a mesma. No entanto, apesar de se considerar que os agentes que contribuiram para a estratégia são representativos das diferentes perspetivas da RAM, não foi possível integrar todas as partes interessadas, pelo que, no futuro, outros atores devem ser integrados neste processo participativo e inclusivo.

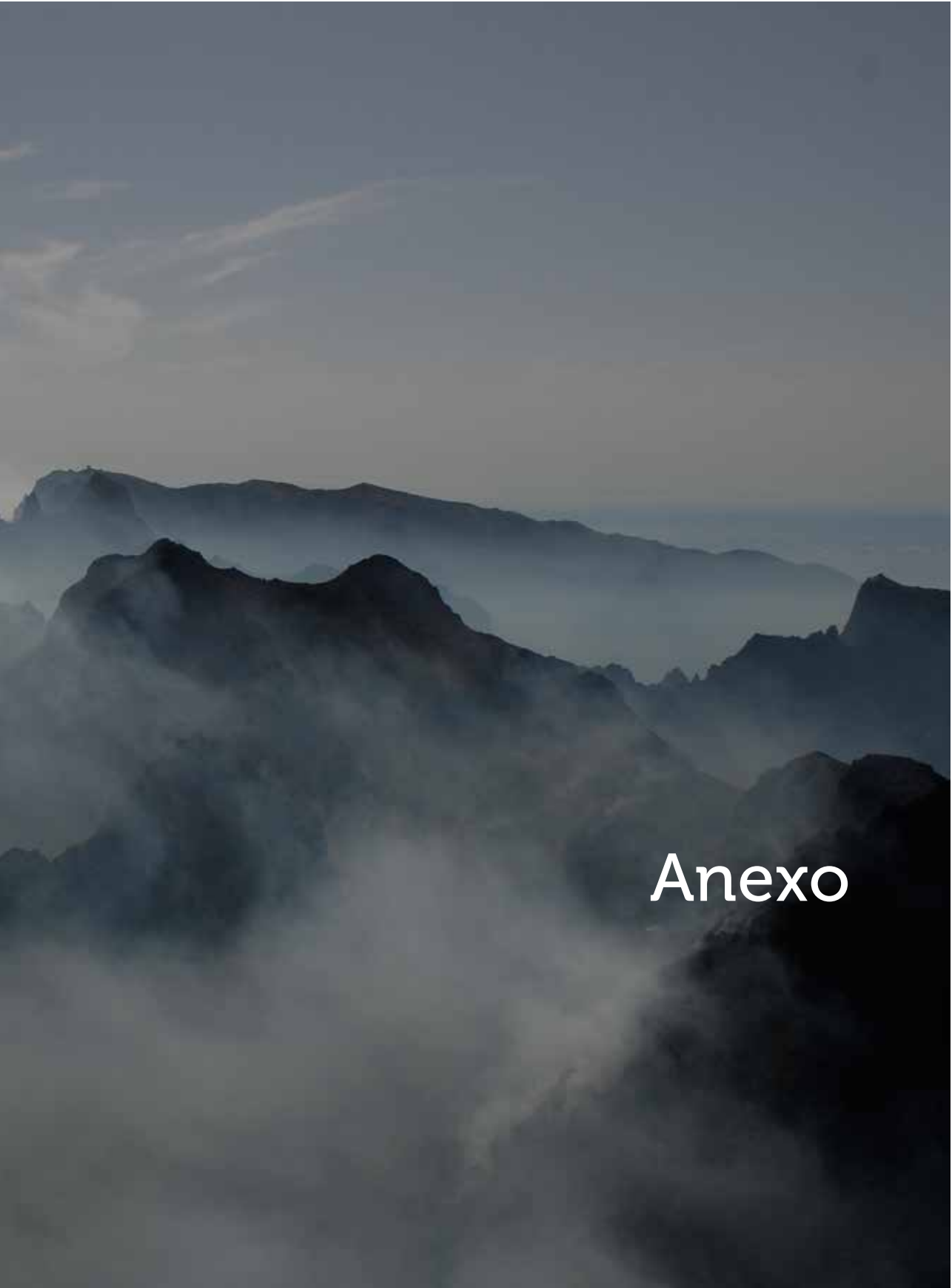
Por outro lado, o conhecimento científico também está em contínuo desenvolvimento, logo é aconselhavel uma regular atualização sobre os impactes, vulnerabilidades e adaptação, para melhor lidar com a incerteza associada a esta temática.

Assim, a adaptação às alterações climáticas deve ser um processo dinâmico e cíclico e a avaliação é um passo fundamental para o seu sucesso, uma vez que permite refletir sobre a eficácia da mesma, e, desta forma, num novo ciclo, incluir as lições resultantes da avaliação, em sinergia com o conhecimento, local e científico, atualizado.

Os objetivos, princípios e indicadores apresentados na Estratégia CLIMA-Madeira são ferramentas essenciais para avaliar o processo de adaptação da RAM ao longo do tempo. A Comunidade de Adaptação da RAM tem um papel importante na avaliação da adaptação, utilizando como base de reflexão os indicadores de processo e conteúdo.

As diferentes etapas do processo de adaptação estão ligadas entre si para permitir a incorporação de nova e melhor informação disponível. Deste modo, é possível identificar novas medidas de adaptação, mediante a utilização de novos cenários climáticos e novas avaliações de impactes e vulnerabilidades, e definir novos objetivos e indicadores para monitorizar e avaliar a estratégia.

Embora a adaptação às alterações climáticas seja um processo em contínuo desenvolvimento, que irá ocorrer num horizonte temporal de longo prazo, e levado a cabo por diversos agentes, a Estratégia CLIMA-Madeira deve ser revista dentro de um período relativamente curto, de quatro a seis anos (2020).



Anexo

Anexo - Envolvimento de agentes externos

Lista de participantes inscritos nos *workshops* 'Vulnerabilidade da RAM às alterações climáticas' e 'Adaptação da RAM às alterações climáticas', realizados a 12 de fevereiro de 2015 e a 21 de abril de 2015, respetivamente, na Reitoria da Universidade da Madeira.

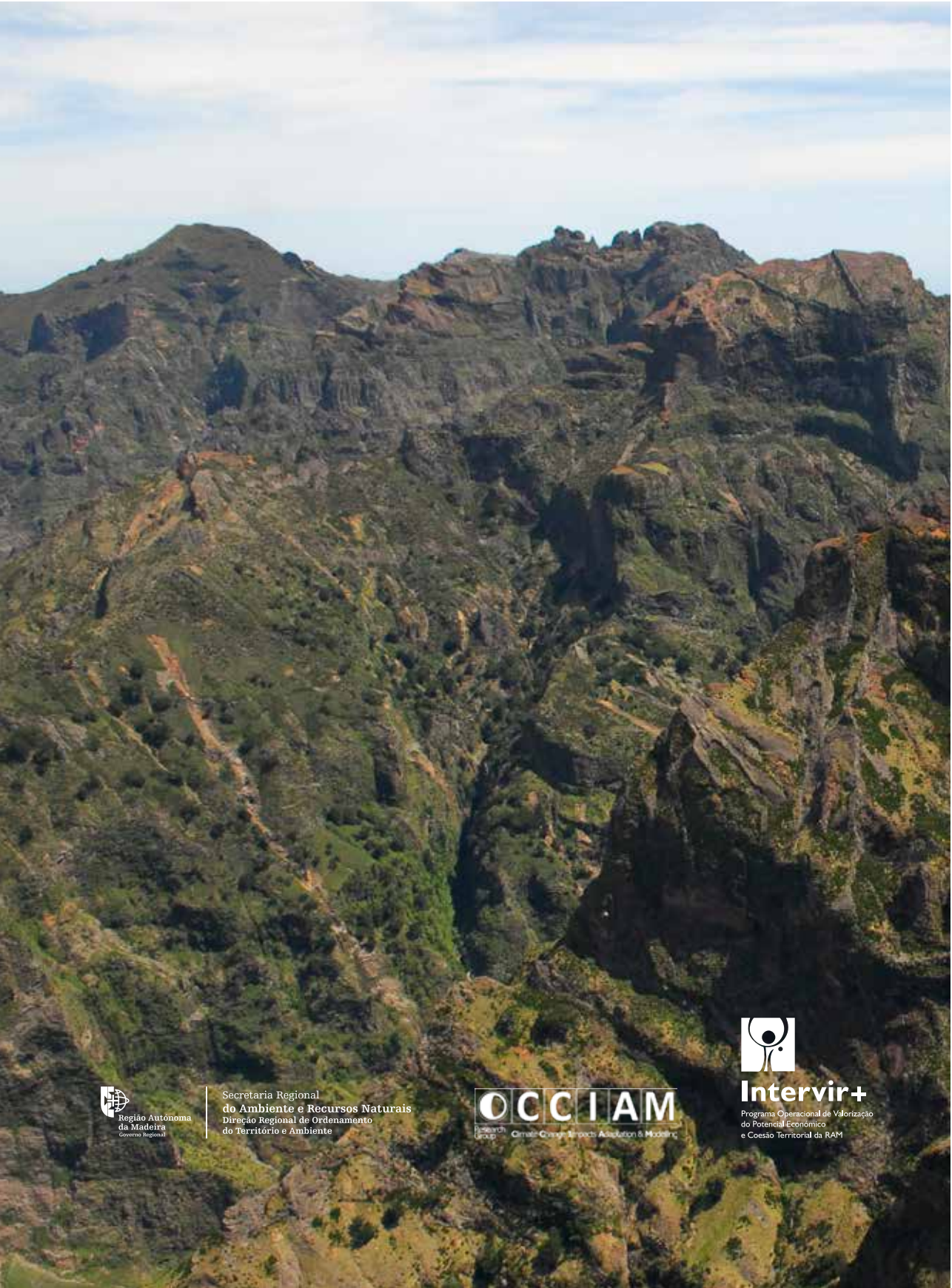
NOME	INSTITUIÇÃO
ADALBERTO CARVALHO	Câmara Municipal de Machico
ADELAIDE VALENTE	Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente
ALEXANDRE CORREIA	Instituto Superior de Agronomia – Universidade de Lisboa
ANA DINIS	Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental da Madeira
ANA GOMES	Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa
ANA MARIA LEBRE	Ana Maria Guedes Lebre, Unipessoal Lda.
ANA PINHEIRO	Serviço Regional de Proteção Civil
ANA SALGUEIRO	Centro de Investigação em Estudos Regionais e Locais
ANDREIA GONÇALVES	Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa
ANTONIETA AMORIM	Direção Regional de Pescas
ANTÓNIO OLIM	Laboratório Regional de Engenharia Civil
AURÉLIA DE SENA	Associação dos Jovens Agricultores da Madeira e Porto Santo
BEATRIZ JARDIM	Empresa de Eletricidade da Madeira
BERNARDO ARAÚJO	Direção Regional de Agricultura e Desenvolvimento Rural

NOME	INSTITUIÇÃO
CARINA FREITAS	Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente
CÁTIA GOUVEIA	SPEA Madeira
CLÁUDIA RIBEIRO	Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental da Madeira
CLÁUDIA SÁ	Câmara Municipal da Calheta
CRISTINA ABREU	Instituto Português de Malacologia (Delegação Regional da Madeira)
CRISTINA CÂMARA	Serviço do Parque Natural da Madeira
DAVID AVELAR	Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa
DÍLIA MENEZES	Serviços do Parque Natural da Madeira
DINARTE RODRIGUES	ANA, S.A.
DINARTE TEIXEIRA	Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza
DORES VACAS	Instituto de Administração da Saúde e Assuntos Sociais
DUARTE BARRETO	Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza
DUARTE COSTA	Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente
DUARTE ENCARNAÇÃO	Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza
EDUARDO AFONSO	Comando Operacional da Madeira
ELIZABETH OLIVAL	Agência Regional de Energia e Ambiente da RAM
ELSA CASIMIRO	INFOTOX - Consultores de Riscos Ambientais e Tecnológicos, Lda.
ÉNIA RODRIGUES	Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente
ÉNIO FREITAS	Direção Regional de Turismo (Visit Madeira)
EUNICE PINTO	Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente
EUSÉBIO REIS	Insituto de Geografia e Ordenamento do Território
FERDINANDO ABREU	Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza
FERNANDO SILVA	Direção Regional do Comércio, Indústria e Energia
FILIPA VASCONCELOS	Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa
FILIPE ALVES	Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental da Madeira
FILIPE DUARTE SANTOS	Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa
FILIPE OLIVEIRA	Agência Regional de Energia e Ambiente da Região Autónoma da Madeira

NOME	INSTITUIÇÃO
FRANCISCO FERNANDES	ANA, S.A.
GORETE FREITAS	Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza
GRAÇA MATEUS	Serviços do Parque Natural da Madeira
GREGÓRIO FREITAS	Banco de Germoplasma ISOPlexis universidade da Madeira
HENRIQUE RODRIGUES	Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente
HUGO COSTA	Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa
ILÍDIO SOUSA	Associação Insular de Geografia
IVO GÓIS	Câmara Municipal de Machico
JOANA REIS	Universidade da Madeira
JOÃO AVEIRO	Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente
JOÃO CANNING CLODE	Observatório Oceânico da Madeira
JOÃO DELGADO	Direção Regional de Pescas
JOÃO LUÍS	Associação Insular de Geografia
JOÃO MONIZ	Serviço do Parque Natural da Madeira
JOÃO RODRIGUES	Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente
JOSÉ LIMA SANTOS	Instituto Superior de Agronomia - Universidade de Lisboa
JOSÉ MARQUES	Centro de Química da Madeira - Universidade da Madeira
JOSÉ SPÍNOLA	Câmara Municipal de Ribeira Brava
LAURA MEGIA	Banco de Germoplasma ISOPLEXIS - Universidade da Madeira
LÍLIA NUNES	Secretaria Regional Ambiente Recursos Naturais
LISANDRA CAMACHO	Laboratório Regional de Engenharia Civil
LIVIA SILVA	Câmara Municipal do Funchal
LUIS FREITAS	Museu da Baleia
LUÍS ORNELAS	Administração dos Portos da Região Autónoma da Madeira, SA
LUIS RIBEIRO	Direção Regional de Agricultura e Desenvolvimento Rural
MADALENA FUGARÉU	Águas e Resíduos da Madeira, S.A.
MAFALDA FREITAS	Estação de Biologia Marinha do Funchal

NOME	INSTITUIÇÃO
MANUEL BISCOITO	Câmara Municipal do Funchal
MANUEL FILIPE	Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza
MANUEL OLIVEIRA	Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente
MÁRCIO GOUVEIA	Câmara Municipal de Machico
MARIA DA GRAÇA AGUIAR	Direção Regional de Agricultura e Desenvolvimento Rural
MARIA GOMES	Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente
MARIA GONÇALVES	Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente
MARIA JOÃO CRUZ	Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa
MARIA JOÃO SANTOS	Agência Portuguesa do Ambiente
MIGUEL CARVALHO	Centro de Estudos da Macaronésia - Universidade da Madeira
NÉLIA SOUSA	Águas e Resíduos da Madeira, S.A.
NUNO BATISTA	Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente
OLGA CAMACHO	Câmara Municipal do Funchal
PATRÍCIA CAIRES	Centro de Empresas e Inovação da Madeira
PATRÍCIA FREITAS	Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente
PATRICIO AGRELA	Câmara Municipal da Calheta
PAULA PESTANA	Instituto de Desenvolvimento Regional IP-RAM
PAULO BAPTISTA	Câmara Municipal de Santa Cruz
PAULO CANECO	Capitania do Porto do Funchal e do Porto Santo
PAULO OLIVEIRA	Serviços do Parque Natural da Madeira
PAULO SILVA LOBO	Centro de Ciências Exactas e da Engenharia - Universidade da Madeira
PAULO VIEIRA	Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa
PEDRO GARRETT	Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa
RAFAEL CAMACHO	Universidade da Madeira
RAIMUNDO QUINTAL	Amigos do Parque Ecológico do Funchal
RENATO BAPTISTA	Câmara Municipal de Santa Cruz
RICARDO AGUIAR	Consultor CLIMA-Madeira

NOME	INSTITUIÇÃO
RICARDO ARAÚJO	Museu de História Natural
RITA CÂMARA	Centro Hospitalar Funchal
RITA RODRIGUES	Câmara Municipal do Funchal
ROBERTO FARIA	Câmara Municipal do Funchal
ROGÉRIO MURILHAS	Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente
SÉRGIO LOPES	Direção Regional de Infraestruturas e Equipamentos
SÉRGIO LOUSADA	Centro de Ciências Exactas e da Engenharia - Universidade da Madeira
SÍLVIO COSTA	Instituto de Desenvolvimento Regional IP-RAM
SOFIA SILVA	Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente
SÓNIA FREITAS	Câmara Municipal de Porto Santo
SÓNIA GONÇALVES	Câmara Municipal de Ponta do Sol
SÓNIA RAMOS	Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente
SUSANA PRADA	Universidade da Madeira
URBANO GONÇALVES	Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente
URIEL ABREU	Câmara Municipal de Câmara de Lobos
VICTOR PRIOR	IPMA - Observatório do Funchal
VIRGÍLIO SILVA	Amigos do Parque Ecológico do Funchal
VITOR BARRETO	Universidade da Madeira



Região Autónoma da Madeira
Governo Regional

Secretaria Regional
do Ambiente e Recursos Naturais
Direção Regional de Ordenamento do Território e Ambiente

OCCIAM
Research Group
Climate Change Impacts Adaptation & Modelling

Intervir+
Programa Operacional de Valorização do Potencial Económico e Coesão Territorial da RAM