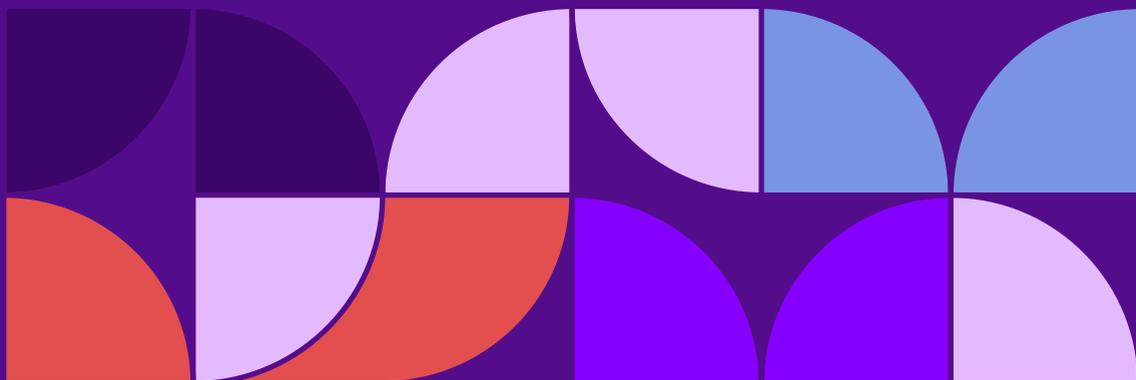


biodiversidade

impactos, vulnerabilidades e adaptação
às alterações climáticas



Índice

9	IMPACTOS E VULNERABILIDADES ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS
15	1. Introdução
15	1.1. Enquadramento
17	1.2. Biodiversidade da Madeira
19	1.3. Alterações climáticas e biodiversidade
22	1.4. Objetivo do relatório
25	2. Metodologia
25	2.1. Listar espécies-alvo
29	2.3. Avaliar a vulnerabilidade das espécies-alvo
29	2.3.1. CCVI – vulnerabilidade de espécies terrestres
30	2.3.2. Vulnerabilidade dos cetáceos
32	2.3.3. Vulnerabilidade de outros grupos de fauna marinha
32	2.3.3.1. Peixes
32	2.3.3.2. Invertebrados marinhos
33	2.4. Avaliar a confiança associada aos resultados
33	2.4.1. Avaliação da confiança e falhas de conhecimento para as espécies terrestres
33	2.4.2. Avaliação da confiança e falhas de conhecimento para os cetáceos
37	3. Resultados
39	3.1. Vulnerabilidade dos grupos de fauna e flora terrestres
39	3.1.1. Líquenes
39	3.1.1.1. Espécies estudadas
41	3.1.1.2. Vulnerabilidades Atuais
42	3.1.1.3. Vulnerabilidades Futuras
45	3.1.1.4. Fatores de vulnerabilidade
46	3.1.1.5. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados
47	3.1.2. Briófitos
47	3.1.2.1. Espécies estudadas
48	3.1.2.2. Vulnerabilidades Atuais
51	3.1.2.3. Vulnerabilidades Futuras
53	3.1.2.4. Fatores de vulnerabilidade
53	3.1.2.5. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados
55	3.1.3. Plantas vasculares
55	3.1.3.1. Espécies estudadas
57	3.1.3.2. Vulnerabilidades Atuais
59	3.1.3.3. Vulnerabilidades Futuras
61	3.1.3.4. Fatores de vulnerabilidade
61	3.1.3.5. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados

62	3.1.4. Moluscos
62	3.1.4.1. Espécies estudadas
63	3.1.4.2. Vulnerabilidades Atuais
65	3.1.4.3. Vulnerabilidades Futuras
67	3.1.4.4. Fatores de vulnerabilidade
68	3.1.4.5. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados
69	3.1.5. Artrópodes
69	3.1.5.1. Espécies estudadas
71	3.1.5.2. Vulnerabilidades atuais
73	3.1.5.3. Vulnerabilidades futuras
76	3.1.5.4. Fatores de vulnerabilidade
77	3.1.5.5. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados
78	3.1.6. Répteis
78	3.1.6.1. Espécies estudadas
79	3.1.6.2. Vulnerabilidades Atuais
80	3.1.6.3. Vulnerabilidades Futuras
82	3.1.6.4. Fatores de vulnerabilidade
82	3.1.6.5. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados
83	3.1.7. Aves
83	3.1.7.1. Espécies estudadas
84	3.1.7.2. Vulnerabilidades Atuais
86	3.1.7.3. Vulnerabilidades Futuras
87	3.1.7.4. Fatores de vulnerabilidade
88	3.1.7.5. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados
89	3.1.8. Mamíferos
89	3.1.8.1. Espécies estudadas
90	3.1.8.2. Vulnerabilidades Atuais
91	3.1.8.3. Vulnerabilidades Futuras
92	3.1.8.4. Fatores de vulnerabilidade
93	3.1.8.5. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados
103	3.3. Vulnerabilidade dos grupos de fauna marinhos
103	3.3.1. Cetáceos
103	3.3.1.1. Espécies estudadas
104	3.3.1.2. Vulnerabilidades atuais
105	3.3.1.3. Vulnerabilidades futuras
106	3.3.1.4. Fatores de vulnerabilidade futura
108	3.3.1.5. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados
109	3.3.2. Peixes
109	3.3.2.1. Espécies estudadas
110	3.3.2.2. Vulnerabilidades atuais: tendências pesca e novas observações
112	3.3.2.3. Vulnerabilidades futuras
113	3.3.2.4. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados
114	3.3.3. Invertebrados (Espécies não indígenas)

114	3.3.3.1. Espécies estudadas
114	3.3.3.2. Vulnerabilidades atuais e futuras
115	3.3.3.3. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados

117 4. Conclusões

125 5. Referências

163 ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

169 1. Introdução

169	1.1. Enquadramento
170	1.2. Biodiversidade da Madeira
172	1.3. Objetivos do relatório

175 2. Metodologia

175	2.1. Avaliar os impactos e vulnerabilidades
176	2.2. Avaliar a capacidade adaptativa atual
177	2.3. Avaliar lacunas no conhecimento
177	2.4. Identificar principais medidas de adaptação

179 3. Resultados

179	3.1. Vulnerabilidade e vulnerabilidade cruzada (inter-sectorial)
179	3.1.1. Vulnerabilidade da biodiversidade às alterações climáticas
183	3.1.2. Vulnerabilidades para a biodiversidade decorrentes dos impactos esperados noutras sectores
185	3.1.3. Impactos das alterações da biodiversidade noutras sectores
186	3.2. Lacunas no conhecimento
186	3.2.1. Habitats terrestres
186	3.2.2. Habitats marinhos
186	3.2.3. Fauna e Flora terrestres
187	3.2.4. Fauna marinha
188	3.3. Capacidade adaptativa actual dos sistemas humanos
190	3.3.1. Conhecimento
191	3.3.2. Planos/programas de conservação atuais
191	3.3.3. Nível de protecção actual
195	3.5. Medidas de adaptação

201 4. Conclusões

203 5. Referências

BIODIVERSIDADE

impactos e vulnerabilidades às alterações climáticas

AUTORES

Maria João Cruz, David Avelar, Andreia Sousa,
Filipa Vasconcelos, Roberto Jardim, Mário Pulquério

COLABORADORES

Ana Dinis (CCIMAR-Madeira), Andreia Pereira (Instituto D.Luís, FCUL), António M. Franquinho Aguiar (LQA), Bruce Young (NatureServe), Cátia Gouveia (SPEA-Madeira), Cecília Sérgio (Ce3C, FCUL), Cláudia Ribeiro (CCIMAR-Madeira), Cristina Abreu (Universidade da Madeira), Cristina Branquinho (Ce3C, FCUL), Filipe Alves (CCIMAR-Madeira), Francisco Martinho, João Canning-Clode (Canning-Clode Marine Lab, MARE), Jorge Palmeirim (Ce3C, FCUL), José Azevedo (Coord. BEST III Macaronesian Hub), Manuela Sim-Sim (Ce3C, FCUL), Mário Boieiro (Ce3C, FCUL), Mark Nelson (NOAA, MNFS), Paula Matos (Ce3C, FCUL), Rui Rebelo (Ce3C, FCUL) e Sara Ruas.

DEZEMBRO 2014

Resumo

O projeto CLIMA-Madeira tem como objetivo estudar a vulnerabilidade e as respostas às alterações climáticas no arquipélago da Madeira. O projeto envolve diferentes setores, incluindo agricultura e florestas, saúde, turismo, biodiversidade, energia e recursos hídricos.

No setor da biodiversidade, procurou-se avaliar, numa primeira fase, a vulnerabilidade da biodiversidade endémica e de outras espécies com interesse da região autónoma da Madeira às alterações climáticas. Foi efetuada uma listagem de espécies-alvo para as quais foi avaliada a sua vulnerabilidade numa abordagem quantitativa através de índices de vulnerabilidade para as espécies terrestres e para os cetáceos. A vulnerabilidade das restantes espécies marinhas foi avaliada qualitativamente. Os habitats terrestres foram avaliados através de *expert judgment*. Os resultados de vulnerabilidade obtidos foram analisados e validados por 20 especialistas dos diferentes grupos taxonómicos.

Neste estudo foram avaliados 11 grupos de fauna e flora terrestre e marinha, num total de 74 espécies. De entre os grupos terrestres, os briófitos, as plantas vasculares e os moluscos, apresentaram o maior número de espécies com uma vulnerabilidade “Crítica (-3)” para o cenário A2 no final do século. As espécies que poderão beneficiar com as alterações do clima, apresentando uma vulnerabilidade “Positiva (1)” no cenário A2 para longo prazo, pertencem sobretudo ao grupo dos répteis e dos artrópodes. Em geral, as espécies exóticas, apresentaram vulnerabilidades neutras ou positivas, independentemente do grupo em análise.

Os habitats terrestres do Maciço Montanhoso Central, Matagal Marmulado e Zambujal Madeirense apresentaram uma vulnerabilidade “Crítica (-3)” no cenário A2 para longo prazo, enquanto que a Floresta Laurissilva apresentou uma vulnerabilidade “Muito negativa (-2)”.

As espécies de cetáceos mais vulneráveis são o cachalote e a baleia comum, na classe “Muito negativa (-2)”; espécies como a baleia tropical e o golfinho roaz associados à ilha apresentam uma vulnerabilidade “Negativa (-1)”. Relativamente aos peixes e invertebrados marinhos, poderão surgir tanto impactos negativos (como a redução das populações de espécies de climas mais frios) como impactos positivos, com o aumento da abundância de espécies com afinidades

tropicais ou subtropicais e o aparecimento de novas espécies. A avaliação da vulnerabilidade às alterações climáticas, nomeadamente através da aplicação de índices, permitiu a identificação de espécies em risco e a priorização de medidas que serão utilizadas para definir respostas de adaptação e informar ações de gestão e conservação da biodiversidade.

Palavras-chave: Avaliação da vulnerabilidade; Alterações climáticas; Índice de vulnerabilidade; Biodiversidade; Arquipélago da Madeira.

1. Introdução

1.1. Enquadramento

A nível internacional há diversos documentos com recomendações e orientações que visam a criação de mecanismos de adaptação às alterações climáticas para a manutenção da biodiversidade. São exemplos a Convenção para a Diversidade Biológica, a Convenção sobre Zonas Húmidas, a Convenção sobre a Vida Selvagem e os Habitats Naturais na Europa, o Plano de Ação da União Europeia “Até 2010 — e mais além” e, mais recentemente, a Estratégia de Biodiversidade da União Europeia para 2020.

Em linha com os desenvolvimentos em matéria de adaptação às alterações climáticas na União Europeia, por exemplo o “Livro Branco. Adaptação às alterações climáticas: para um quadro de ação europeu” (Comissão Europeia 2009), Portugal aprovou a sua Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAA) em Abril de 2010 (Resolução do Conselho de Ministros n.º 24/2010, DR: 1.ª série N.º 64 de 1 de Abril de 2010). Este instrumento estratégico pretende enquadrar e promover um conjunto de orientações e de medidas de adaptação a aplicar através de uma abordagem integrada e envolvendo um alargado conjunto de setores.

A aplicação nacional da ENAA está sob a coordenação interministerial da Comissão para as Alterações Climáticas (CAC), criada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 72/98, de 29 de Junho, apoiada pelo seu Comité Executivo (CECAC), que por sua vez é apoiado por um grupo de coordenação, pelos grupos de trabalho sectoriais e por um painel científico (Despacho n.º 14893/2010, de 18 de Setembro). A aplicação da ENAA nas Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira é da responsabilidade dos respetivos Governos Regionais.

O projeto CLIMA-MADEIRA irá identificar e caracterizar potenciais impactos das alterações climáticas sobre os setores saúde humana, biodiversidade, recursos hídricos, turismo, energia, agricultura e florestas no Arquipélago da Madeira, permitindo assim avaliar quais as principais vulnerabilidades desses sistemas às alterações climáticas e identificar e priorizar medidas de adaptação.

Este documento é o primeiro resultado deste projeto para o setor da biodiversidade e tem como principais objetivos:

- 1) Identificar a vulnerabilidade às alterações climáticas de um conjunto alargado de espécies endémicas e outras espécies com importância para a região;
- 2) Identificar lacunas no conhecimento e incentivar estudos em universidades e outras instituições sobre a vulnerabilidade da biodiversidade às alterações climáticas;
- 3) Servir de base para identificação de medidas de adaptação para o setor da biodiversidade;
- 4) Servir de base para a discussão alargada que se pretende realizar no âmbito do Clima-Madeira, com a participação ativa de diferentes agentes socioeconómicos, nomeadamente do setor académico, da administração pública e do setor privado.

Existem ainda muitos desafios na previsão e monitorização dos impactos das alterações climáticas na biodiversidade. É necessário ter em conta que alguns efeitos poderão tornar-se evidentes apenas a longo prazo. Além disso, os efeitos das alterações climáticas nos ecossistemas e na biodiversidade associada são muito complexos, sendo necessário considerar a flexibilidade fenotípica e genotípica das espécies, as suas respostas aos efeitos de vários fatores climáticos em simultâneo, assim como as interações entre as várias componentes dos ecossistemas e os impactos indiretos que daí advêm.

As limitações deste documento devem-se principalmente a:

- 1) Falta de dados de base sobre as espécies, a sua biologia, ecologia ou requisitos ambientais;
- 2) Falta de dados de base sobre o efeito das alterações climáticas nos ecossistemas, habitats ou espécies;
- 3) Elevada complexidade das relações entre as espécies, as comunidades ecológicas e o clima;
- 4) Incerteza devido à complexidade, variedade e interações dos impactos esperados nos diversos componentes dos ecossistemas;
- 5) Inúmeras sinergias que podem ocorrer entre os efeitos das alterações climáticas e os efeitos de outras alterações antropogénicas.

Em termos estruturais, o presente documento é composto por três outros capítulos, além deste primeiro capítulo introdutório. No segundo capítulo são apresentadas as metodologias utilizadas para a avaliação da vulnerabilidade das espécies em estudo. No terceiro capítulo são sumarizados os resultados obtidos. No último capítulo apresentam-se as principais conclusões do presente trabalho.

1.2. Biodiversidade da Madeira

A Madeira apresenta uma fauna e flora única, sendo considerada um 'hot-spot' de biodiversidade mediterrânica. Localizada na região biogeográfica da macaronésia, tem um elevado número de endemismos e habitats ricos com uma elevada diversidade de espécies terrestres e marinhas. Para os principais grupos taxonómicos terrestres são conhecidos cerca de 1419 taxa -1286 espécies e 182 subespécies- sendo os grupos com maior número de endemismos os moluscos e os artrópodes, com cerca de 210 e 979 espécies e subespécies respetivamente. O grupo dos moluscos representa assim 14,68% do total de endemismos e os artrópodes a 69,09% (Figura 1) (Borges et al. 2008). Várias espécies marinhas estão presentes em águas madeirenses nomeadamente 25 espécies de cetáceos, cinco espécies de tartarugas marinhas e a foca monge classificada como criticamente ameaçada (Cabral et al. 2005).

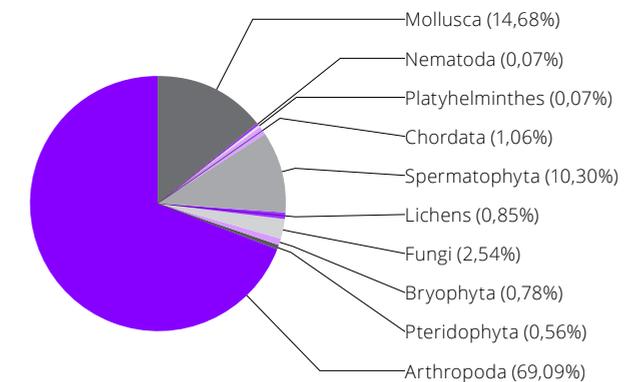


Figura 1 – Proporção de taxa endémicas (espécies e subespécies) dos vários grupos de fungos, plantas e animais terrestres dos arquipélagos da Madeira e Selvagens. Fonte: Borges et al.,2008.

Os diferentes habitats terrestres estão distribuídos em altitude em diferentes séries de vegetação, sendo estas vitais para a conservação e manutenção dos serviços ecossistémicos (Figura 2). A ilha da Madeira compreende vários andares de vegetação climatófila desde as cotas mais baixas até às de maior altitude (Capelo 2004). A primeira série de vegetação corresponde ao Zambujal Madeirense que se encontra a cotas inferiores com escarpas rochosas entre 0 e 200 metros na encosta sul. A série do Matagal Marmulano ocorre a cotas entre os 200 e 300 metros de altitude na encosta sul e entre os 0 e 50 metros na encosta norte. Esta série está associada a solos pouco profundos e apresenta uma elevada exposição aos ventos húmidos na encosta norte. A floresta autóctone, Laurissilva, é um ecossistema de extrema importância e de elevada raridade, que ocorre em duas séries distintas: Laurissilva Mediterrânica do Barbusano que se distribui aproximadamente entre os 300 e 800 metros em solos pouco profundos em ambas as encostas e a Laurissilva Temperada do Til que se encontra em solos mais profundos entre

os 800 e 1450 metros na encosta sul e os 300 – 1400 metros na encosta norte. A Laurissilva Temperada do Til é a série de vegetação com a maior área ocupada em ambas as encostas. A vegetação de altitude do Maciço Montanhoso Central divide-se nas séries Urzal de Altitude e Vegetação Rupícola de Altitude. A primeira consiste num bosque de urzal arbóreo presente em solos pouco espessos e afloramentos rochosos com predominância de *Erica arborea* que ocupa cotas superiores a 1400 metros. A série de Vegetação Rupícola de Altitude é caracterizada por comunidades permanentes que ocorrem em substrato rochoso a cotas acima de 1560 metros de altitude (SRA 2014a).

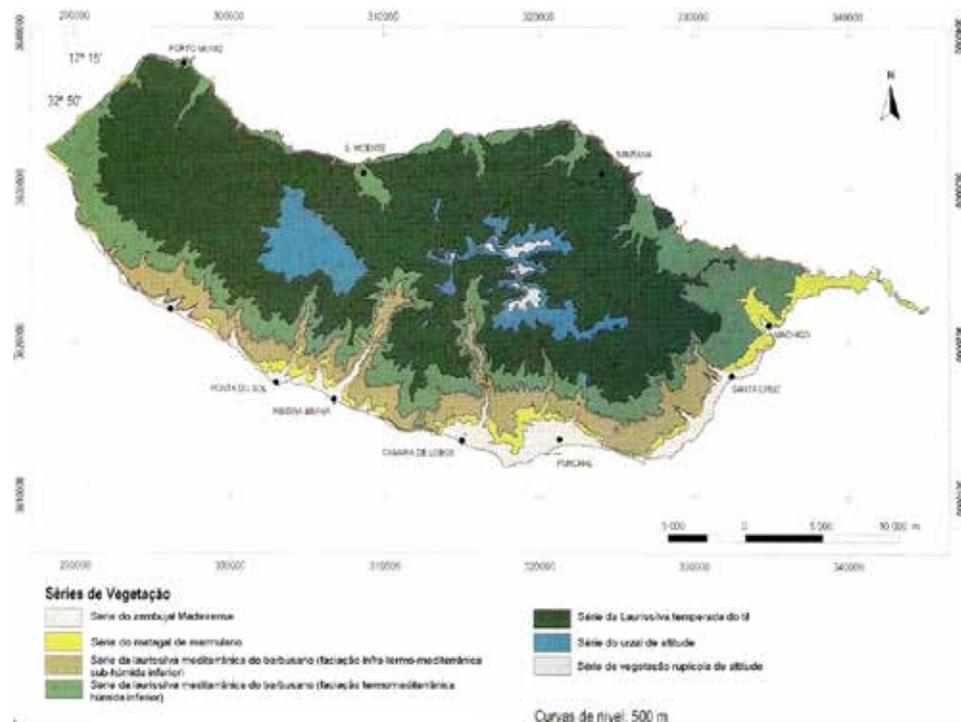


Figura 2 – Séries de vegetação natural potencial da ilha da Madeira. Fonte: Capelo, 2004.

1.3. Alterações climáticas e biodiversidade

Muitos estudos efetuados em sistemas biológicos revelam já impactos significativos devido às alterações climáticas (Lovejoy & Hannah 2005; Rosenzweig & Tubiello 2007; EEA et al. 2008; Stenseth 2008) mas as grandes implicações nos ecossistemas ainda não foram completamente reconhecidas (EEA 2009). Projeta-se que as alterações climáticas venham a ser a maior ameaça para a biodiversidade durante este século (MEA 2005). Por exemplo, um estudo dos impactos das alterações climáticas na biodiversidade europeia mostrou que 20 a 30% das espécies de fauna e flora poderão extinguir-se durante o próximo século; esta redução de biodiversidade será mais grave nos países mediterrânicos devido ao esperado aumento da aridez (Piper & Wilson 2008). As ilhas são mais vulneráveis às alterações climáticas do que as áreas continentais (IPCC 2007). Considerando os elevados graus de endemismos associados às ilhas oceânicas, o isolamento das populações insulares, e a sua vulnerabilidade a outros fatores de ameaça como a introdução de espécies exóticas, a biodiversidade insular é em geral muito vulnerável às alterações climáticas (Cruz et al. 2009; IPCC 2014).

Os impactos das alterações climáticas na biodiversidade dividem-se em dois tipos:

- 1) **Alterações fenológicas** devido ao adiantamento da primavera e do verão.
- 2) Deslocação em latitude e altitude das espécies sensíveis às alterações de temperatura, resultando em **extinções locais de populações, alterações na distribuição ou declínios populacionais**.

A intensidade dos impactos das alterações climáticas, num determinado habitat ou espécie, depende da sua vulnerabilidade. A vulnerabilidade varia de espécie para espécie e de região para região e consiste no grau de suscetibilidade e de incapacidade de um sistema lidar com os efeitos adversos das alterações climáticas (IPCC, 2007).

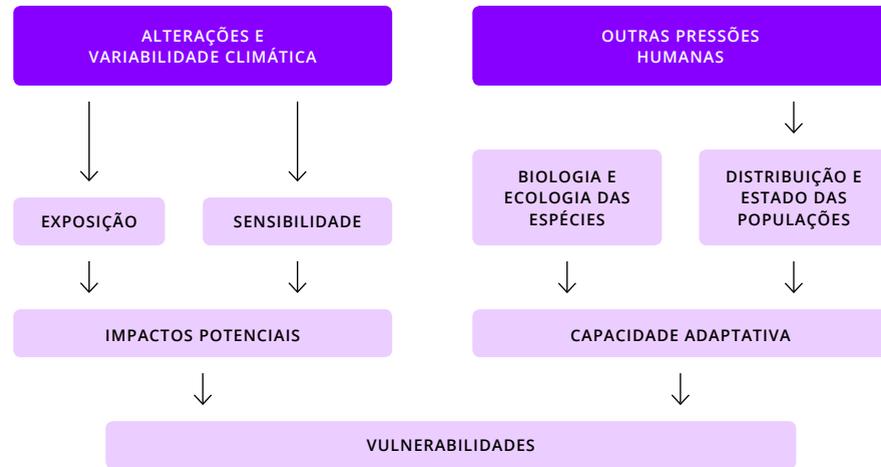


Figura 3 – Representação esquemática dos fatores que afetam a vulnerabilidade das espécies às alterações climáticas.

A vulnerabilidade é o resultado da interação da exposição com a sensibilidade às alterações climáticas. A exposição refere-se às alterações climáticas a que determinada espécie ou habitat estão expostas (por exemplo temperatura e humidade) (Figura 3). Este fator varia com o cenário climático e período considerados. Neste estudo consideraram-se dois cenários (A2 e B2) e três períodos temporais (início do século – 2010-2039; meados do século – 2040-2069; finais do século – 2070-2099), sendo o cenário A2 para o final do século o cenário para o qual se esperam maiores alterações climáticas. A sensibilidade às alterações climáticas refere-se às características das espécies que as tornam mais ou menos vulneráveis e incluem os fatores identificados na Tabela 1.

Tabela 1 – Generalização dos fatores de sensibilidade às alterações climáticas e identificação das características que conferem às espécies, grupos de espécies ou habitats uma maior ou menor vulnerabilidade.

	MAIS VULNERÁVEIS	MENOS VULNERÁVEIS
Sensibilidade direta às alterações climáticas (características fisiológicas e fenológicas)	Nichos climáticos pequenos	Nichos climáticos amplos
	Ectotérmicas	Endotérmicas
	Limite sul da distribuição geográfica da espécie	Limite norte da distribuição geográfica da espécie
	Incapacidade de ajustar ciclo de vida às alterações climáticas (ajustes fenológicos)	Capacidade de ajustar ciclo de vida às alterações climáticas (ajustes fenológicos)
Especialização ecológica	Associadas a habitats vulneráveis ao clima	Associados a habitats resilientes
	Dieta especialista	Dieta generalista
	Dependência de outras espécies para criar habitat, dispersão, polinização, etc.	Não dependente de outras espécies para criar habitat, dispersão, polinização, etc.
Estratégia de reprodução	K-estrategistas	R-estrategistas
Movimentos/ capacidade de dispersão	Baixa capacidade de dispersão	Elevada capacidade de dispersão
Fatores genéticos	Baixa diversidade genética	Elevada diversidade genética
Estado das populações	Efetivo populacional reduzido	Efetivo populacional elevado
	Sujeitas a outras pressões antropogénicas	Não sujeitas a outras pressões antropogénicas
	Distribuição reduzida ou fragmentada	Distribuição abrangente e contígua

Sensibilidade direta às alterações climáticas – relacionados com o limiar de tolerância de determinada espécie ou habitat em relação a variáveis abióticas (por exemplo temperatura e humidade). De uma forma geral, espécies ectotérmicas são mais vulneráveis. Consideram-se mais vulneráveis as espécies ou habitats que se distribuem por áreas próximas de um ou mais limites de tolerância que poderão ser ultrapassados nas condições climáticas futuras. Desta forma, populações das regiões limítrofes da área distribuição da espécie poderão estar no limite da sua tolerância a determinados fatores (e.g., temperaturas elevadas ou *stress* hídrico), podendo desaparecer.

- 1) **Especialização ecológica** (habitats, dietas ou interações interespecíficas) – espécies com requerimentos ecológicos muito específicos, como por exemplo as associadas a charcos temporários, serão muito vulneráveis.
- 2) **Estratégias de reprodução** – espécies com ciclos de vida mais curtos (*r*-estrategistas) podem apresentar uma Maior capacidade de adaptação comportamental ou genética. Todavia, tendem a ter uma longevidade curta, o que pode ser uma ameaça em situações de rápidas variações do clima durante períodos críticos como sejam a reprodução ou recrutamento. Por exemplo, condições de seca podem levar a extinções locais devido à ausência das condições de reprodução por períodos de tempo que ultrapassam a curta longevidade dos indivíduos deste grupo. Espécies com um ciclo de vida lento (*k*-estrategistas) serão tendencialmente mais vulneráveis a alterações climáticas graduais (Chiba 1998). Estas espécies terão menor capacidade de recuperar de alterações a longo prazo, dado o seu baixo potencial reprodutor e alto grau de especialização.
- 3) **Capacidade de dispersão** – espécies com baixa capacidade de dispersão podem ficar isoladas por não conseguirem deslocar-se para áreas com condições bioclimáticas adequadas.
- 4) **Fatores genéticos** – espécies com baixa diversidade genética terão menor capacidade de se adaptarem a alterações do clima.
- 5) **Estado das populações (distribuição, efetivo populacional e vulnerabilidade a outras pressões antropogénicas)** – espécies com reduzido número de indivíduos ou com populações fragmentadas ou isoladas serão muito vulneráveis a alterações climáticas; espécies com populações serão também mais vulneráveis a alterações climáticas; fatores de pressão como a sobre-exploração ou a competição com espécies exóticas podem atuar de forma sinérgica com as alterações climáticas.

1.4. Objetivo do relatório

Avaliação da vulnerabilidade da biodiversidade endémica e de outras espécies com interesse da região autónoma da Madeira às alterações climáticas através de índices de vulnerabilidade.

2. Metodologia

De modo a avaliar a vulnerabilidade da biodiversidade da região autónoma da Madeira às alterações climáticas seguiram-se as seguintes etapas:

- 2.1. Listar espécies-alvo;
- 2.2. Identificar dados existentes e definir a metodologia para a avaliação de vulnerabilidade;
- 2.3. Avaliar a vulnerabilidade das espécies-alvo;
- 2.4. Avaliar confiança nos resultados obtidos.

De seguida descrevem-se os métodos utilizados para cada uma dessas etapas.

2.1. Listar espécies-alvo

Após discussão com a restante equipa do projeto (incluindo a equipa de coordenação e as equipas sectoriais e de adaptação) e com os representantes do governo regional optou-se por incluir no presente estudo não apenas espécies endémicas como também outras espécies relevantes para as quais seja importante estudar a vulnerabilidade às alterações climáticas. Assim os critérios definidos para a seleção de espécies-alvo foram:

- 1) Espécies endémicas;
- 2) Espécies invasoras;
- 3) Espécies *key-stone*, por exemplo, espécies com interesse económico — pescas, turismo, etc. — ou interesse de conservação, espécies representativas de determinados habitats ou modos de vida ou espécies indicadoras dos efeitos das alterações climáticas.

No entanto, considerando a impossibilidade, para a maioria dos grupos, de avaliar todas as espécies de acordo com os critérios definidos, foi efetuada, numa segunda fase, a identificação de 10 espécies-alvo por grupo de acordo com os seguintes critérios:

- 1) Espécies com estatuto de conservação;
- 2) Espécies que representem diferentes habitats/ nichos ecológicos / diferentes graus de vulnerabilidade às alterações climáticas;
- 3) Espécies para as quais exista alguma informação sobre a biologia e ecologia das mesmas que permita a aplicação de índices de vulnerabilidade.

Assim, para identificar as espécies-alvo deste estudo tendo em conta os critérios acima descritos, seguiram-se os seguintes passos:

2.1.1. Listar espécies endémicas terrestres utilizando a publicação de Borges e colegas (2008);

2.1.2. Listar outras espécies terrestres com relevância com base em *expert judgement* (ver listagem de colaboradores);

2.1.3. Listar espécies de peixes com relevância a partir das estatísticas da pesca disponíveis na Direção Regional de Estatística da Madeira (<http://estatistica.gov-madeira.pt/>).

2.1.4. Listar as espécies de cetáceos com estatuto de conservação regional e para as quais existem dados suficientes para a atribuição de um estatuto de ameaça (Freitas 2004).

2.1.5. Para o grupo dos invertebrados marinhos, foi compilada uma listagem de espécies não-indígenas por João Canning-Clode. Devido à pouca informação existente para este grupo a lista compilada reflete a análise de dados em bruto ainda não publicada (Anexo 1).

2.1.6. Estas listas iniciais foram enviadas a especialistas dos diferentes grupos de espécies de modo a serem revistas e completadas (uma vez que se assume que a informação de base pode não estar completa). A validação das listas dos grupos terrestres foi realizada por apenas um perito por grupo à exceção do grupo dos líquenes (três peritos) e dos artrópodes (dois peritos).

2.1.7. As espécies foram classificadas de acordo com os critérios definidos e os peritos selecionaram a lista final de espécies-alvo deste estudo (Anexo 1).

2.2. Identificar dados existentes e definir a metodologia para a avaliação de vulnerabilidade

A avaliação de vulnerabilidades pode ser feita com recurso a diferentes metodologias (ver Tabela 2). Para o presente projeto, tendo em conta os dados disponíveis, a utilização de índices de vulnerabilidade (Bagne et al. 2011; Davison et al. 2012) será a única metodologia aplicável a um vasto número de espécies e com resultados fiáveis.

Tabela 2 – Metodologias utilizadas para a avaliação da vulnerabilidade da biodiversidade às alterações climáticas.

MÉTODO	PRÓS	CONTRAS
Modelação bioclimática	<ul style="list-style-type: none"> › Fáceis de implementar 	<ul style="list-style-type: none"> › Disponibilidade de dados; › Apenas medem impactos diretos › Apenas aplicável à ilha da Madeira
<i>Expert judgement</i>	<ul style="list-style-type: none"> › Aplicáveis quando há poucos dados de base (a espécies raras) › Aplicável a todo o arquipélago 	<ul style="list-style-type: none"> › Subjetivos; › Resultados pouco comparáveis
Índices de vulnerabilidade	<ul style="list-style-type: none"> › Integram impactos diretos, indiretos e capacidade adaptativa; › Podem ser atualizados quando houver + info disponível; › Permitem avaliação de incerteza › Aplicável a todo o arquipélago 	<ul style="list-style-type: none"> › Necessário + tempo

São vários os índices de vulnerabilidade disponíveis (Faber-Langendoen et al. 2009; Bagne et al. 2011; Bertzky et al. 2011; Comer et al. 2012; Davison et al. 2012). Numa primeira fase, analisaram-se os diferentes índices em termos de:

- 1) Aplicabilidade aos diferentes grupos de espécies;
- 2) Atributos/características usadas;
- 3) Capacidade de avaliar confiança e falhas no conhecimento.

Considerando os resultados da análise realizada e a disponibilidade de informação para as diferentes espécies em estudo, optou-se por:

- 1) Utilizar, o índice “Climate Change Vulnerability Index” (CCVI) desenvolvido pela NatureServe a todos os grupos de fauna e flora terrestres (Faber-Langendoen et al. 2009; Young et al. 2011);
- 2) Desenvolver um índice de vulnerabilidade aplicável aos cetáceos a partir do “Fish Stock Vulnerability Assessment” desenvolvido pela NOAA para os peixes (Morrison et al, *in prep.*) e do índice de sensibilidade de cetáceos (Laidre et al. 2008; Simmonds & Smith 2009) their habitat requirements, and evidence for biological and demographic responses to climate change. We then describe a pan-Arctic quantitative index of species sensitivity to climate change based on population size, geographic range, habitat specificity, diet diversity, migration, site fidelity, sensitivity to changes in sea ice, sensitivity to changes in the trophic web, and maximum population growth potential (Rmax);
- 3) Para as espécies de peixes e invertebrados marinhos, dada a falta de informação de base e a necessidade de adaptar o único índice existente às necessidades deste projeto, optou-se por fazer apenas uma avaliação qualitativa dos impactos potenciais.

A avaliação da vulnerabilidade para as espécies terrestres e para os cetáceos, foi realizada utilizando a escala da Tabela 3.

Tabela 3 – Escala de vulnerabilidade do projeto [CLIMA-Madeira].

2	Muito Positiva
1	Positiva
0	Neutra
-1	Negativa
-2	Muito Negativa
-3	Crítica

Após a avaliação dos diferentes grupos, foi efetuada uma análise da vulnerabilidade das espécies endémicas e nativas por habitat (definidos de acordo com Capelo 2004), na qual se consideraram apenas as espécies dependentes de determinado habitat durante parte ou a totalidade do seu ciclo de vida. A vulnerabilidade dos habitats foi avaliada por peritos considerando a informação da vulnerabilidade das espécies por habitat, os resultados da modelação bioclimática efectuada no estudo CLIMAATII (2006) e o conhecimento actual sobre os habitats na Madeira.

2.3. Avaliar a vulnerabilidade das espécies-alvo

2.3.1. CCVI – vulnerabilidade de espécies terrestres

O CCVI baseia-se na análise de 4 grupos de fatores principais:

- 1) Exposição direta às alterações climáticas;
- 2) Exposição indireta às alterações climáticas;
- 3) Sensibilidade às alterações climáticas;
- 4) Respostas documentadas ou modeladas às alterações climáticas.

Relativamente ao primeiro fator – Exposição a fatores diretos – o CCVI considera duas variáveis: anomalia da temperatura média e redução do índice de humidade Hamon AET:PET (Hamon 1961).

Todos os cenários de inícios e meados do século para a Madeira apresentam alterações de temperatura e humidade relativamente baixas, apenas se esperando alterações climáticas mais gravosas para o final do século (Tabela 4).

Tabela 4 – Fatores de exposição direta às alterações climáticas. Anomalia da temperatura e da humidade (Hamon AET:PET) nos cenários A2 e B2 para curto, médio e longo prazo. Dados climáticos produzidos no projeto CLIMAAT II.

	ANOMALIA TEMPERATURA	ANOMALIA ÍNDICE HUMIDADE
A2 2010-2039	< 2.2°C	>-0.028
B2 2010-2039	< 2.2°C	>-0.028
A2 2040-2069	< 2.2°C	>-0.028
B2 2040-2069	< 2.2°C	>-0.028
A2 2070-2099	2.2 a 2.4° C	-0.074 a -0.096
B2 2070-2099	< 2.2°C	-0.051 a -0.073

Relativamente aos fatores de exposição indireta, o CCVI considera três fatores:

- 1) Subida do nível médio do mar;
- 2) Alterações relativamente a barreiras naturais (ex.: montanhas, vales) e antropogénicas (ex.: zonas urbanas, estradas);
- 3) Alterações dos usos do solo devido às alterações climáticas.

Relativamente aos fatores de sensibilidade, o CCVI considera 6 fatores:

- 1) Capacidade de dispersão e movimentos;
- 2) Características geológicas incomuns;
- 3) Fatores genéticos;
- 4) Interações interespecíficas (e.g. dieta, competição, simbioses, etc.);
- 5) Características fisiológicas e fenológicas das espécies (e.g. tolerância térmica e hidrológica; dependência de um regime de distúrbios específico);
- 6) Extensão/distribuição dos habitats.

Finalmente, o índice permite ainda incluir informação sobre respostas documentadas às alterações climáticas obtidas a partir de séries temporais de dados, ou repostas modeladas, obtidas a partir de modelação bioclimática.

No Anexo 2, descrevem-se em pormenor os fatores utilizados no índice CCVI e apresenta-se um exemplo dos resultados obtidos para uma espécie avaliada.

A aplicação do índice CCVI foi feita em colaboração com especialistas dos diferentes grupos taxonómicos, estando estes indicados como autores nos resultados do presente relatório.

2.3.2. Vulnerabilidade dos cetáceos

De forma geral os cetáceos são um grupo que se caracteriza pela sua plasticidade fisiológica e comportamental, conferindo-lhes uma maior resiliência às alterações climáticas. No entanto, existe ainda uma grande falta de conhecimento sobre as possíveis respostas dos cetáceos às alterações climáticas nomeadamente devido ao desconhecimento dos potenciais impactos indirectos nas cadeias tróficas e de como os cetáceos respondem a estas alterações. Neste projecto foi necessário adoptar uma metodologia quantitativa de avaliação da vulnerabilidade que permite a atribuição de fatores de sensibilidade, pois há uma maior certeza no que respeita a parâmetros de ciclo de vida quando comparado com conjecturas sobre as condições climáticas no futuro (Morrison et

al, *in prep.*). No geral, a adopção de uma avaliação quantitativa da vulnerabilidade prende-se com a necessidade de priorizar as espécies mais e menos vulneráveis numa tentativa de auxiliar nos esforços de conservação e gestão de espécies que estão geralmente condicionados pelo tempo e recursos disponíveis. A utilização de índices de vulnerabilidade para as espécies marinhas ainda é uma abordagem relativamente recente comparando com a aplicação destes métodos nas espécies terrestres. Pela complexidade do meio marinho e das relações entre níveis tróficos as metodologias de avaliação de vulnerabilidade focam-se em espécies e por vezes em habitats.

O índice de vulnerabilidade para cetáceos utilizado neste projecto foi adaptado do índice "Fish stock vulnerability assessment" desenvolvido pela NOAA para os peixes (Morrison et al, *in prep.*) utilizando os fatores de sensibilidade reunidos no trabalho desenvolvido por (Simmonds & Smith 2009) para cetáceos. Como descrito anteriormente (Figura 1), a vulnerabilidade é considerada como o produto da exposição e da sensibilidade das espécies às alterações climáticas. Relativamente aos fatores de exposição é ainda difícil determinar o impacto destes fatores nas espécies em estudo. Por um lado muitos dos fatores actuam de forma global não sendo conhecidos os impactos a nível local. A avaliação dos fatores de exposição é muitas vezes feita com base na área de distribuição das espécies, que para muitas é pouco conhecida. Neste trabalho, os fatores climáticos (ou seja, a exposição) não foram considerados devido à elevada mobilidade das espécies deste grupo e à sua vasta área de distribuição. Na prática, as alterações climáticas a que as espécies estão sujeitas são semelhantes para todas as espécies avaliadas, não sendo por isso informativo incluir fatores que reflitam a exposição no índice de vulnerabilidade (i.e., este fator pode ser considerado como uma constante).

Com base no trabalho desenvolvido por (Simmonds & Smith 2009) foram selecionados sete fatores de sensibilidade (Anexo 4). Cada fator de sensibilidade tem três respostas (ou classes) possíveis que variam de 1 a 3 (SCORES), de uma menor (1) para uma maior (3) contribuição para o aumento da vulnerabilidade da espécie (Tabela 5). A aplicação do índice consiste na atribuição de 5 pontos para cada fator, sendo que a forma de distribuição desses 5 pontos pelas 3 classes de resposta reflete o grau de confiança na avaliação.

Tabela 5 – Representação da avaliação de vulnerabilidade aplicada ao grupo dos cetáceos.

FACTORES DE SENSIBILIDADE	RESPOSTAS			CONCORDÂNCIA
	SCORE 1	SCORE 2	SCORE 3	
FACTOR 1	1	1	2	Baixa
		3	2	Média
		5		Alta

O fator “qualidade da informação” (Morrison et al, *in prep.*) foi incluído no índice de forma a avaliar a evidência na avaliação da vulnerabilidade das espécies. Foi calculado o fator “Confiança total” combinando a concordância avaliação e a evidência.

De modo a atribuir valores de vulnerabilidade para cada fator e para cada espécie, foi efetuada uma revisão bibliográfica de impactos e vulnerabilidades das espécies de cetáceos às alterações climáticas (Anexo 5).

Os resultados obtidos foram enviados a especialistas do grupo dos cetáceos (ver autores do capítulo 3.2.1 Cetáceos) e posteriormente foi realizado um webinar com estes especialistas de modo a avaliar e validar o índice desenvolvido, que incluiu uma validação dos fatores de sensibilidade utilizados, assim como a validação dos resultados obtidos para cada espécie (ver anexo 5).

2.3.3. Vulnerabilidade de outros grupos de fauna marinha

2.3.3.1. Peixes

No arquipélago da Madeira não se encontram espécies endémicas de peixes. A Madeira partilha apenas uma espécie endémica (*Gobius maderensis*) com as Canárias e outra com os Açores (*Paraconger macrops*) (Wirtz et al. 2008). Neste estudo, considerou-se que seria relevante incluir algumas espécies de peixes dada a sua importância para o setor das pescas. As espécies-alvo selecionadas fazem parte do conjunto de espécies mais descarregadas em lota na RAM. Deste conjunto de espécies apenas não foram avaliadas as categorias que incluem várias espécies como “Atuns e similares” e “Outros”.

Dada a falta de dados de base e a resultante impossibilidade de aplicar um índice de vulnerabilidade às alterações climáticas a este grupo, optou-se por realizar apenas uma análise das tendências de pescas e das novas observações para o arquipélago da Madeira.

2.3.3.2. Invertebrados marinhos

No arquipélago da Madeira encontram-se poucas espécies endémicas de invertebrados marinhos. No entanto, e tendo em conta que se tem observado o aparecimento de espécies não indígenas no arquipélago, considerou-se que seria relevante incluir algumas destas espécies neste relatório. Foi compilada uma lista de 10 espécies não indígenas de invertebrados na Madeira por João Canning- Clode (Anexo 1).

Neste estudo não foi possível a aplicação de um índice de vulnerabilidade, considerando que o desenvolvimento de métodos quantitativos para avaliação da vulnerabilidade das espécies é uma abordagem recente, nomeadamente no que diz respeito a espécies marinhas.

Outra das limitações na aplicação de índices de vulnerabilidade prende-se com a natureza dos dados disponíveis na avaliação dos fatores de vulnerabilidade, sendo o conhecimento muito limitado, especialmente no que respeita às espécies não indígenas. Assim, optou-se por fazer uma análise qualitativa com base na informação existente para estas espécies no arquipélago da Madeira.

2.4. Avaliar a confiança associada aos resultados

Para todos os resultados de vulnerabilidade obtidos foi realizada uma avaliação da confiança utilizando a escala da Tabela 6.

Tabela 6 – Escala de confiança utilizada em todos os grupos terrestres e marinhos.

80-100%	Muito alta
60-80%	Alta
40-60%	Média
20-40%	Baixa
0-20%	Muito baixa

2.4.1. Avaliação da confiança e falhas de conhecimento para as espécies terrestres

Para a avaliação da confiança nos resultados obtidos com o CCVI, calculou-se, para cada espécie e cada cenário em cada horizonte temporal, a percentagem de fatores para os quais a resposta foi *Unknown*. O resultado da confiança para cada espécie corresponde à percentagem dos fatores que contêm *Unknown*. Para avaliar as falhas de conhecimento em relação a cada grupo de espécies, identificaram-se os fatores que apresentavam um Maior número de respostas *Unknown*. A título de exemplo, no anexo 3 encontra-se a avaliação de confiança e falhas de conhecimento para uma das espécies estudadas.

2.4.2. Avaliação da confiança e falhas de conhecimento para os cetáceos

Segundo o IPCC, a confiança depende da concordância e da evidência (IPCC, 2007). A concordância é o grau de conformidade entre os resultados obtidos com diferentes métodos ou diferentes peritos. A evidência é grau com que os dados/observações suportam o resultado. O grau de confiança é obtido como o produto de ambos os factores (Figura 4).

A avaliação da confiança nos resultados obtidos com o índice de vulnerabilidade dos cetáceos, foi calculada com base na distribuição da pontuação atribuída a cada fator de sensibilidade (traduzindo a concordância) e à qualidade da informação (traduzindo a evidência). A qualidade da informação permitiu ainda identificar as falhas no conhecimento sobre os efeitos das alterações climáticas nas espécies avaliadas.

CONCORDÂNCIA ↑	MÉDIA Concordância Alta Evidência Limitada	ALTA Concordância Alta Evidência Média	MUITO ALTA Concordância Alta Evidência Robusta
	BAIXA Concordância 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
	EVIDÊNCIA →		

Figura 4 – Escala de confiança dos impactos potenciais com base na concordância e evidência (adaptado de Mastrandrea et al. 2010)

3. Resultados

Neste estudo foram avaliados 11 grupos de fauna e flora terrestre e marinha, num total de 74 espécies.

As espécies terrestres avaliadas foram agrupadas em espécies endémicas, nativas e exóticas (Figura 5). No cenário A2 para o final do século a maioria das espécies endémicas foram avaliadas como críticas. A maioria das espécies nativas não endémicas foram avaliadas como negativas ou neutras. As espécies exóticas na sua maioria apresentaram uma vulnerabilidade positiva às alterações climáticas.

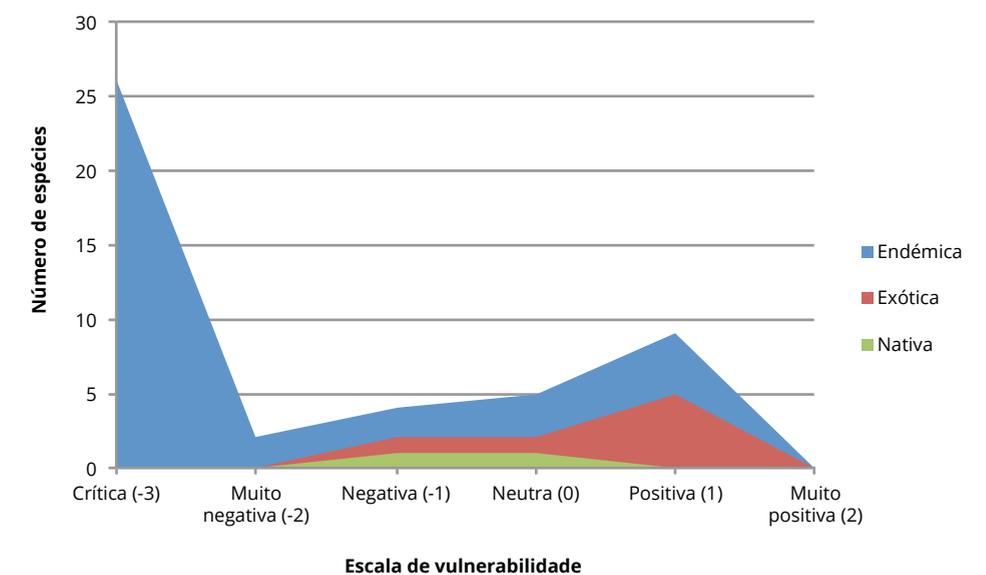


Figura 5 – Vulnerabilidade das espécies endémicas, nativas não endémicas, e exóticas no cenário A2 no final do século.

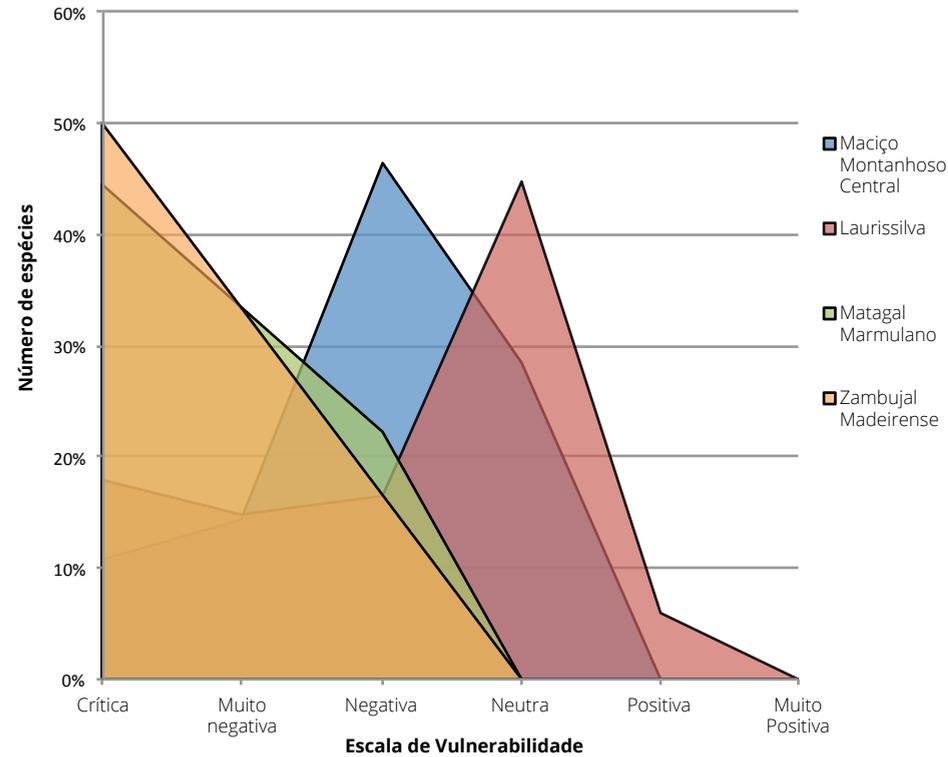


Figura 6 – Vulnerabilidade dos habitats terrestres de acordo com as espécies que destes dependem no cenário A2 para o final do século.

Para cada um dos habitats terrestres (definidos de acordo com Capelo 2004), foi avaliada a vulnerabilidade das espécies endémicas e nativas dependentes desse habitat durante uma parte ou na totalidade do seu ciclo de vida (Figura 6). Metade das espécies dependentes do Zambujal Madeirense e mais de 40% das espécies do Matagal Marmulano apresentaram uma vulnerabilidade crítica. Estes habitats concentram o maior número de espécies nas classes “crítica” e “muito negativa” e não apresentam espécies com vulnerabilidade neutra ou positiva. O Maciço Montanhoso Central apresenta uma vulnerabilidade negativa para a maioria das espécies e a floresta Laurissilva uma vulnerabilidade neutra. A Floresta Laurissilva é o habitat com o maior número de espécies na classe positiva.

3.1. Vulnerabilidade dos grupos de fauna e flora terrestres

3.1.1. Líquenes

Autores: Cristina Branquinho, Paula Matos, Sara Ruas e Filipa Vasconcelos

3.1.1.1. Espécies estudadas

Tabela 7 – Lista de espécies-alvo por critério de seleção, habitat e área de distribuição.

ESPÉCIES-ALVO	CRITÉRIO DE SELEÇÃO	HABITAT	ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO
<i>Graphis scripta</i>	Comum	Habitats costeiros	Ilha da Madeira
<i>Pseudocyphellaria crocata</i>	Cianolíquene	Laurissilva Temperada do Til	Ilha da Madeira
<i>Sphaerophorus globosus</i>	Habitat montanhoso	Maciço Montanhoso Central	Ilha da Madeira
<i>Nephroma areolatum</i>	Endémica muito rara	Laurissilva temperada do Til	Ilha da Madeira
<i>Parmotrema reticulatum</i>	Comum	Florestas Abertas	Ilha da Madeira
<i>Fellhanera seroexpectata</i>	Endémica mas ocorre em locais perturbados	Laurissilva	Ilha da Madeira
<i>Sticta canariensis</i>	Cianolíquene	Laurissilva temperada do Til	Ilha da Madeira

O conhecimento sobre os líquenes da Madeira é, no geral, muito pobre. A informação relativa às espécies endémicas é ainda mais escassa, e a pouca disponível não permite responder às questões impostas pelos modelos, já que não existe indicação dos requisitos ecológicos das espécies (Tabela 7). Desta forma, optou-se por seleccionar sete espécies de líquenes do Arquipélago da Madeira, procurando incluir espécies representativas dos vários tipos de habitat, com diferentes requisitos ecológicos, que colonizam diferentes substratos e para as quais existe informação suficiente sobre a sua ecologia.

Os líquenes são organismos resultantes de uma simbiose entre um parceiro capaz de fotossintetizar (uma alga verde e/ou uma cianobactéria) e um fungo. Eles estão entre os organismos que mais rápido respondem às alterações ambientais, incluindo o clima. Foram publicados estudos

que mostram uma resposta dos líquenes às alterações climáticas, ao nível das comunidades, em intervalos de tempo tão pequenos como 3 a 5 anos. Foi também publicado um trabalho que mostra alguns dos caracteres dos líquenes que são fundamentais na forma como respondem às alterações climáticas (Matos et al. 2015). O primeiro destes caracteres é o tipo de fotobionte presente nos líquenes: a alga verde clorocócóide representa um grupo mais generalista, capaz de viver de forma geral num espectro mais alargado de condições; a alga verde trentepolióide é típica de ambientes tropicais e que tenderá a aumentar em abundância e número de espécies caso o clima se tropicalize (mais humidade relativa e temperaturas mais altas); e finalmente as cianobactérias que requerem no geral condições mais temperadas (temperaturas não muito quentes nem muito frias) e condições elevadas de humidade da atmosfera e que tenderão a decrescer caso o clima se torne mais árido. Da mesma forma o tipo de crescimento é uma resposta à quantidade de água na atmosfera, e por essa razão foram seleccionados líquenes representativos das três principais formas de crescimento: crustosos, foliáceos e fruticulosos. Esta resposta é mensurável, não pelo aparecimento ou desaparecimento de uma espécie endémica com estas características, mas pelas mudanças que ocorrem na comunidade como um todo, na forma como a sua composição e abundância muda. Desta forma, seleccionaram-se para este trabalho espécies que possuem diferentes tipos de algas e diferentes formas de crescimento, que possam ser usadas como sinalizadores de alterações climáticas. Neste conjunto, há ainda espécies extremamente sensíveis a diferentes perturbações ambientais, nomeadamente a mudanças de uso do solo, e outras que são mais tolerantes, por forma a que estes tipos de perturbações sejam também contempladas no contexto das alterações climáticas. No conjunto das espécies apresentadas duas são endémicas, ambas com pouca informação ecológica. A primeira espécie seleccionada (*Nephroma areolatum*) não apresenta informação suficiente para ser avaliada, evidenciando o desconhecimento sobre a flora existente. Esta espécie possui um tipo de alga que será potencialmente mais afectada, por depender usualmente de condições elevadas de humidade e temperaturas mais temperadas. Adicionalmente, porque tem uma área de distribuição muito limitada já que é conhecida apenas num local, poderá ser potencialmente impactada caso o uso de solo na localidade mude futuramente em resposta às alterações climáticas. A segunda espécie endémica (*Fellhanera seroexpectata*) foi escolhida por existir um pouco mais de informação e porque, apesar de ser conhecida em poucas localidades, está presente em habitats geralmente perturbados, e desta forma poderá ser mais resiliente às perturbações de uso de solo decorrentes dos efeitos das alterações climáticas no futuro.

3.1.1.2. Vulnerabilidades Atuais

Tabela 8 – Espécies-alvo de acordo com o seu estatuto de ameaça UICN.

ESPÉCIES-ALVO	ESTATUTO DE AMEAÇA (UICN)
<i>Graphis scripta</i>	Não Avaliado (NE)
<i>Pseudocyphellaria crocata</i>	Não Avaliado (NE)
<i>Sphaerophorus globosus</i>	Não Avaliado (NE)
<i>Nephroma areolatum</i>	Não Avaliado (NE)
<i>Parmotrema reticulatum</i>	Não Avaliado (NE)
<i>Fellhanera seroexpectata</i>	Não Avaliado (NE)
<i>Sticta canariensis</i>	Não Avaliado (NE)

O estatuto de ameaça da UICN não foi avaliado em nenhuma das espécies consideradas neste estudo (Tabela 8) devido à falta de informação sobre a ecologia das espécies, limitando assim a sua avaliação em termos de ameaça.

Em termos da vulnerabilidade atual às alterações climáticas, visto que as espécies se encontram adaptadas ao clima existente, esta foi considerada como “Neutra (0)” de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Muito embora se considere que possam já existir alguns efeitos das alterações climáticas sobre este grupo, estes não foram ainda documentados.

3.1.1.3. Vulnerabilidades Futuras

Tabela 9 – Vulnerabilidades futuras por cenário e horizonte temporal para cada espécie-alvo de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Escala de vulnerabilidade varia entre -3 e 2: Crítica (-3); Muito negativa (-2); Negativa (-1); Neutra (0); Positiva (1); Muito positiva (2).

CENÁRIOS E PERÍODOS TEMPORAIS				
ESPÉCIES-ALVO	A2 e B2_2020	A2 e B2_2040	A2_2070	B2_2070
<i>Graphis scripta</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)
<i>Pseudocyphellaria crocata</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)
<i>Sphaerophorus globosus</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)
<i>Nephroma areolatum</i>	NA*	NA*	NA*	NA*
<i>Parmotrema reticulatum</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)
<i>Fellhanera seroexpectata</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)
<i>Sticta canariensis</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Muito negativa (-2)	Neutra (0)

NA* Não avaliada

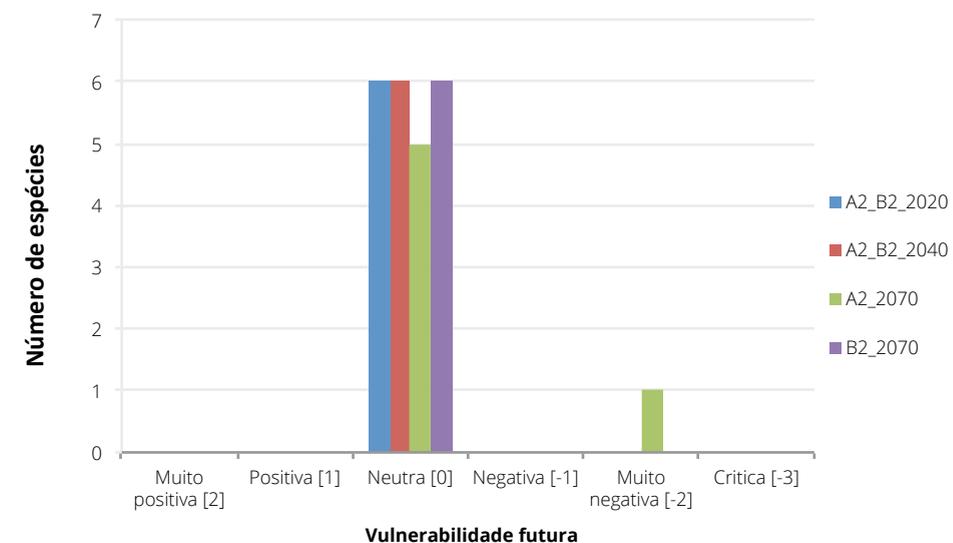


Figura 7 – Vulnerabilidades futuras por cenário e horizonte temporal para cada espécie-alvo de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Escala de vulnerabilidade varia entre -3 e 2: Crítica (-3); Muito negativa (-2); Negativa (-1); Neutra (0); Positiva (1); Muito positiva (2).

Para todos os cenários e períodos temporais, todas as espécies foram classificadas com vulnerabilidade “Neutra [0]”, pelo que não serão impactadas negativamente pelas alterações climáticas, com exceção de apenas uma espécie (*Sticta canariensis*) que apresenta uma vulnerabilidade superior encontrando-se na categoria “Muito negativa [-2]” no cenário A2 para longo prazo. A espécie endémica *Nephroma areolatum* resultou numa evidência insuficiente em todos os cenários, pelo que não foi possível fazer a avaliação da sua vulnerabilidade às alterações climáticas por falta de informação sobre a sua ecologia (Tabela 9 e Figura 7).

É de salientar, que para a espécie *Graphis scripta* seria esperado um aumento da sua distribuição atual no cenário A2 a longo prazo e, por conseguinte, uma vulnerabilidade “Positiva (1)” nesse cenário. A já que temperatura e humidade relativa elevadas previstas neste cenário podem potencialmente favorecer o desenvolvimento desta espécie. Porém, permanece na classe de vulnerabilidade “Neutra (0)” em todos os cenários, mantendo assim a sua população estável com as potenciais alterações do clima.

Em geral não se esperam impactos muito negativos nos diversos cenários, ou seja, não são esperadas extinções nas espécies de *Líquenes* seleccionadas. A ocorrer extinções, estas seriam de esperar apenas caso das espécies endémicas, mas nos dois endemismos seleccionados isso não se verificou. Este resultado de vulnerabilidade “Neutra (0)” para o grupo em estudo, é consequência da falta de informação acerca da ecologia das espécies que permita uma correcta modelação da resposta das espécies endémicas face aos cenários climáticos previstos.

Adicionalmente, a elevada capacidade de dispersão dos líquenes confere-lhes a capacidade de deslocamento e colonização de novos locais com condições microclimáticas mais favoráveis caso as condições dos habitats a que eles estão confinados se alterem.

No caso do *Nephroma areolatum*, a insuficiência de dados impediu prever a sua distribuição futura. Quanto à *Fellhanera seroexpectata*, a vulnerabilidade é “Neutra (0)” já que esta espécie está associada a locais com alguma perturbação e, por essa razão, poderá não ser tão afectada. As restantes espécies não são endémicas e estão ligadas à ocorrência de um determinado habitat. Desde que esse habitat persista considerando os cenários climáticos futuros, as espécies poderão potencialmente existir. Em teoria, os líquenes não possuem na maioria dos casos, barreiras naturais à sua dispersão, já que os seus esporos (estrutura associada à reprodução do fungo) são capazes de viajar milhares de kms nas correntes de ar da atmosfera, podendo desta forma estabelecer-se noutros locais desde que as condições encontradas estejam de acordo com os seus requisitos ecológicos. Desta forma as condições microclimáticas dos locais são o factor determinante ao seu estabelecimento e desenvolvimento. De entre as espécies seleccionadas, a *Sticta canariensis* é provavelmente a espécie que apresenta requisitos mais específicos e limitados de condições microclimáticas, ligadas à necessidade de existência de uma floresta madura, com uma estrutura já estável e capaz de manter as condições microclimáticas de temperatura e humidade necessárias ao seu desenvolvimento. Esta espécie é um líquene que pode ter como fotobionte quer uma cianobactéria quer uma alga verde. Na Macaronésia o morfotipo que domina é o que contém a alga verde, provavelmente por ser mais capaz de suportar condições de humidade mais baixas. Esta espécie aparece noutros locais da Europa e América do Norte, associada a zonas de escarpa na berma de ribeiras com regimes torrenciais e baixa altitude, em zonas húmidas, ensombradas e abrigadas geralmente expostas a norte ou em superfícies rochosas mais ou menos verticais em locais com alguma influência marítima. Apesar de não ser uma espécie epífita (vive sobre outras plantas), esta espécie necessita da estrutura madura da floresta Laurissilva do Til para ter as condições de ensombramento e humidade necessárias ao seu desenvolvimento. Por esta razão, caso a temperatura aumente muito e consequentemente a humidade relativa diminua, a espécie poderá ser muito negativamente afectada.

Os líquenes são organismos poiquilohídricos, isto é, dependem inteiramente da atmosfera para a tomada de água (funcionam de forma similar a uma esponja, se a humidade está húmida eles estão húmidos e activos, se a atmosfera seca, eles secam também e ficam inactivos em estado de latência). Por esta razão, são excelentes indicadores das alterações climáticas. Alterações no padrão de distribuição e abundância das suas comunidades em função de alterações do clima têm, desta forma, um potencial enorme para serem utilizados como indicadores das alterações climáticas em curso na região da Madeira. Por esta razão, devem ser propostos como um grupo a seguir para avaliar o impacto destas alterações na região. Propomos que a sua distribuição seja seguida usando um método Europeu estandardizado, o método Lichen Diversity Value (LDV) e que a sua amostragem seja feita em locais de transição entre habitats, em particular os que envolvem os habitats mais susceptíveis à mudança climática na Madeira. Em particular sugerimos a amostragem das zonas de transição dos habitats de altitude para os habitats dominados por Laurissilva.

3.1.1.4. Fatores de vulnerabilidade

Os principais fatores que contribuíram para a classificação da espécie *Sticta canariensis* como vulnerável foram:

- 1) Barreiras naturais;
- 2) Alterações dos usos dos solos devido às alterações climáticas;
- 3) Nicho histórico – tolerância térmica;
- 4) Nicho fisiológico – tolerância hidrológica;
- 5) Dependência de um regime de distúrbios.

Esta espécie não apresenta em teoria e, tal como, a grande generalidade dos líquenes barreiras à sua dispersão. No entanto necessita de um conjunto de condições muito restritas para o seu estabelecimento e desenvolvimento. Estas condições estão relacionadas com o habitat e podem ser consideradas barreiras naturais. Esta espécie ocorre sobretudo em zonas de Laurissilva muito bem conservadas e antigas. O potencial desaparecimento deste habitat devido às alterações climáticas poderá levar à ausência de condições microclimáticas adequadas à manutenção da espécie.

Com a potencial deslocação da área de Laurissilva em altitude é possível que a espécie acompanhe a mudança geográfica de habitat, no entanto a estabilidade e longevidade da floresta poderão ser fatores que aumentam a incerteza da sua permanência. Esta espécie está dependente das condições microclimáticas e da estrutura florestal que os vales onde ocorre a Laurissilva do Til proporcionam. Esta espécie não se encontra especificamente dependente da floresta, já que é uma espécie que se desenvolve em rochas e penhascos nas bermas das levadas e no solo, mas necessita da estrutura da floresta para manter as condições de humidade e sombra essenciais à sua sobrevivência. Se a floresta se deslocar em altitude, poderá não acompanhar essa deslocação, quer por falta de existência das vertentes onde cresce, quer porque a estabilidade e longevidade na floresta de que depende pode não ser atingida a curto prazo.

Esta espécie está associada à Laurissilva, um habitat onde a existência de abundante vegetação e muita água atenua o efeito de temperaturas altas e da aridez. O potencial desaparecimento deste habitat aumenta a susceptibilidade à existência de temperaturas mais altas e aumenta o risco de aridez.

Alterações do uso do solo devido às alterações climáticas podem reduzir o habitat disponível para as espécies (como explicado anteriormente). Pode também aumentar a poluição atmosférica devido ao aumento das emissões de gases com efeito de estufa.

Embora a espécie não dependa dos distúrbios para a sua existência, a destruição do habitat, nomeadamente, queda de árvores, cheias, incêndios florestais, entre outros, podem resultar num factor de risco para esta espécie e provocar uma redução substancial da sua população.

3.1.1.5. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados

Para este grupo, as principais falhas no conhecimento prendem-se com falta de informação acerca da distribuição das espécies. A ausência de resolução espacial da distribuição das espécies impede o conhecimento do seu nicho ecológico. Além disso, não há informação relativamente às respostas fisiológicas, à variabilidade genética das espécies e à sua capacidade de adaptação às potenciais alterações climáticas.

Confiança= Alta. Para todas as espécies a confiança foi alta, exceto para uma espécie (*Nephroma areolatum*) onde o grau de confiança foi médio. Para cada espécie o número de fatores sem resposta rondou os 33%.

3.1.2. Briófitos

Autores: Manuela Sim-Sim e Filipa Vasconcelos

3.1.2.1. Espécies estudadas

Tabela 10 – Lista de espécies-alvo por critério de seleção, habitat e área de distribuição.

ESPÉCIES-ALVO	CRITÉRIO DE SELEÇÃO	HABITAT	ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO
<i>Campylopus introflexus</i>	Exótica	Habitats alterados/ eutrofizados como resultado da acção antropogénica humanizados.	Ilha da Madeira
<i>Andreaea flexuosa</i> ssp. <i>luisieri</i>	Endémica Madeira	Maciço Montanhoso central	Ilha da Madeira
<i>Frullania sergiae</i>	Endémica Madeira	Habitats costeiros	Deserta Grande e Porto Santo
<i>Riccia atlantica</i>	Endémica Madeira	Habitats costeiros	Ilha da Madeira e Desertas
<i>Heteroschyphus denticulatus</i>	Endémica Macaronésia	Laurissilva Mediterrânica do Barbusano estendendo-se à laurissilva do Til	Arquipélago da Madeira, Açores e Canárias
<i>Bryoxiphium madeirense</i>	Endémica Madeira	Laurissilva Temperada do Til	Ilha da Madeira
<i>Fissidens nobreganus</i>	Endémica Madeira	Laurissilva Temperada do Til	Ilha da Madeira
<i>Echinodium setigerum</i>	Endémica Madeira	Laurissilva Temperada do Til	Ilha da Madeira
<i>Isothecium montanum</i>	Endémica Madeira	Maciço Montanhoso Central	Ilha da Madeira
<i>Echinodium spinosum</i>	Endémica Madeira	Laurissilva Temperada do Til	Ilha da Madeira

Foram selecionadas dez espécies de briófitos do Arquipélago da Madeira, sendo que das espécies endémicas selecionaram-se nove representativas dos vários tipos de habitat e requisitos ecológicos. Foi ainda selecionada uma espécie exótica (*Campylopus introflexus*), espécie invasora na Europa, sendo relevante avaliar a sua vulnerabilidade às alterações climáticas devido ao possível aumento da sua área de distribuição e potenciais interações com espécies nativas (Tabela 10).

3.1.2.2. Vulnerabilidades Atuais

Tabela 11 – Espécies-alvo de acordo com o seu estatuto de ameaça UICN adaptado para pequenas ilhas (Sim-Sim et al. 2014). CR – Criticamente em perigo; EN – Em perigo; VU – Vulnerável; NT – Quase ameaçado; LC – Pouco Preocupante; DD – Informação insuficiente; NE – Não avaliado.

ESPÉCIES-ALVO	ESTATUTO DE AMEAÇA (UICN)
<i>Campylopus introflexus</i>	Pouco Preocupante (LC)
<i>Andreaea flexuosa</i> ssp. <i>luisieri</i>	Vulnerável (VU)
<i>Frullania sergiae</i>	Vulnerável (VU)
<i>Riccia atlantica</i>	Vulnerável (VU)
<i>Heteroschyphus denticulatus</i>	Quase Ameaçado (NT)
<i>Bryoxiphium madeirense</i>	Em Perigo (EN)
<i>Fissidens nobreganus</i>	Em Perigo (EN)
<i>Echinodium setigerum</i>	Vulnerável (VU)
<i>Isothecium montanum</i>	Vulnerável (VU)
<i>Echinodium spinosum</i>	Vulnerável (VU)

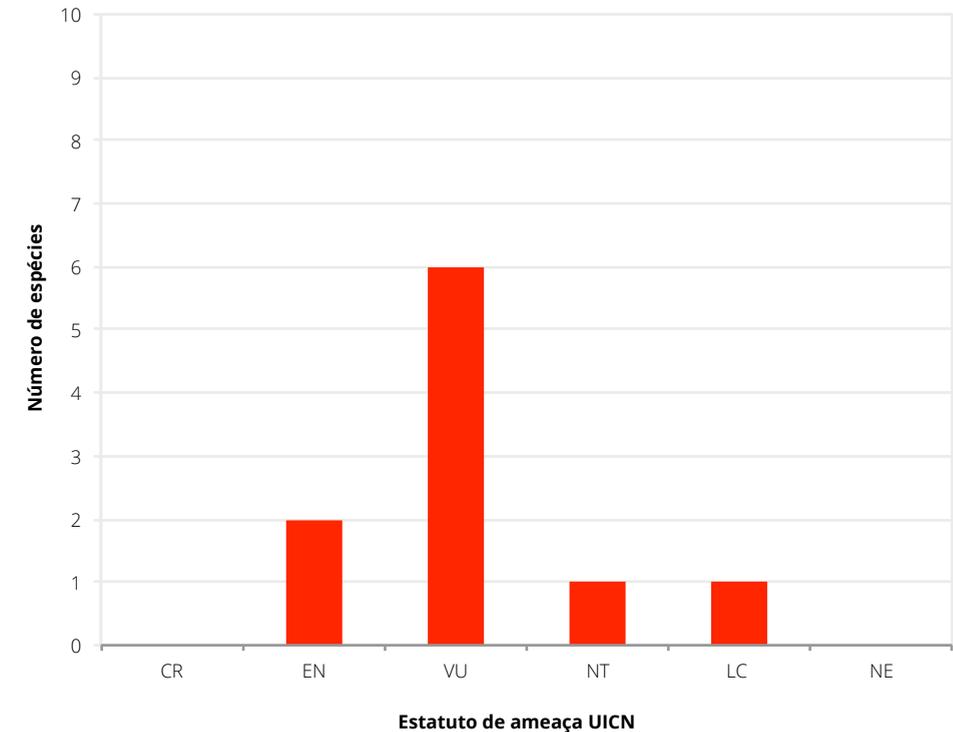


Figura 8 – Espécies-alvo de acordo com o seu estatuto de ameaça UICN adaptado para pequenas ilhas (Sim-Sim et al., 2014). CR – Criticamente em perigo; EN – Em perigo; VU – Vulnerável; NT – Quase ameaçado; LC – Pouco Preocupante; DD – Informação insuficiente; NE – Não avaliado.

O grupo dos briófitos apresenta um elevado número de endemismos, sendo que, com base no estatuto de ameaça UICN adaptado a pequenas ilhas (Sim-Sim et al. 2014) foram, na sua maioria avaliadas como “Vulnerável” (VU). Das espécies consideradas neste estudo, duas encontram-se classificadas como “Em Perigo” (EN), seis encontram-se na categoria de “Vulnerável” (VU), uma espécie como “Quase Ameaçada” (NT) e outra como “Pouco Preocupante” (LC) (Tabela 11 e Figura 8).

De um modo geral os briófitos possuem amplitudes ecológicas restritas e bem definidas, resultado de adaptações a um determinado habitat ao longo de um processo evolutivo de milhares de anos, mas também uma elevada sensibilidade às condições do meio. Esta particularidade aliada à sua simplicidade estrutural e atividade contínua torna este grupo de plantas como bons bioindicadores das condições ecológicas quer na deteção da estabilidade dos habitats, quer na avaliação dos efeitos causados pelas alterações climáticas ou ainda da poluição atmosférica e aquática. Os briófitos podem assim ser considerados como organismos-chave da monitorização dos ecossistemas. Entre as principais ameaças atuais a este grupo podem referir-se as

alterações do uso do solo, a fragmentação e degradação dos habitats, as alterações no regime hídrico e na qualidade da água e do ar devido principalmente a atividades antropogénicas, bem como os efeitos causados pelas alterações climáticas. Os efeitos do fogo aliados à gestão pouco apropriada dos ecossistemas naturais, propiciam o desaparecimento de biótopos imprescindíveis para algumas espécies de briófitos e facilitam a introdução de espécies invasoras.

Entre os principais fatores que contribuíram para a atribuição do estatuto de ameaça aos briófitos da Madeira, destacam-se os dados atualizados acerca da distribuição e ecologia, bem como as características do habitat, estratégia de vida e capacidade de dispersão da flora de briófitos da Madeira. De referir a importância da compilação de uma vasta informação facilitada pelos dados de herbário, bem como de uma coleção que tem vindo a ser construída ao longo de várias décadas.

Em termos da vulnerabilidade atual às alterações climáticas, visto que as espécies se encontram adaptadas ao clima existente, esta foi considerada como “Neutra (0)” de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Muito embora se considere que possam já existir alguns efeitos das alterações climáticas sobre este grupo, devido por exemplo ao aumento da frequência dos fogos, estes não foram ainda documentados.

3.1.2.3. Vulnerabilidades Futuras

Tabela 12 – Vulnerabilidades futuras por cenário e horizonte temporal para cada espécie-alvo de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Escala de vulnerabilidade varia entre -3 e 2: Crítica (-3); Muito negativa (-2); Negativa (-1); Neutra (0); Positiva (1); Muito positiva (2).

ESPÉCIES-ALVO	CENÁRIOS E PERÍODOS TEMPORAIS			
	A2 E B2_2020	A2 E B2_2040	A2_2070	B2_2070
<i>Campylopus introflexus</i>	Positiva (1)	Positiva (1)	Positiva (1)	Positiva (1)
<i>Andreaea flexuosa</i> ssp. <i>luisieri</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Negativa (-1)	Negativa (-1)
<i>Frullania sergiae</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Muito negativa (-2)
<i>Riccia atlantica</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Muito negativa (-2)
<i>Heteroschyphus denticulatus</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Negativa (-1)	Neutra (0)
<i>Bryoxiphium madeirense</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Muito negativa (-2)
<i>Fissidens nobreganus</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Muito negativa (-2)
<i>Echinodium setigerum</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Muito negativa (-2)
<i>Isothecium montanum</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Muito negativa (-2)
<i>Echinodium spinosum</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Crítica (-3)	Negativa (-1)

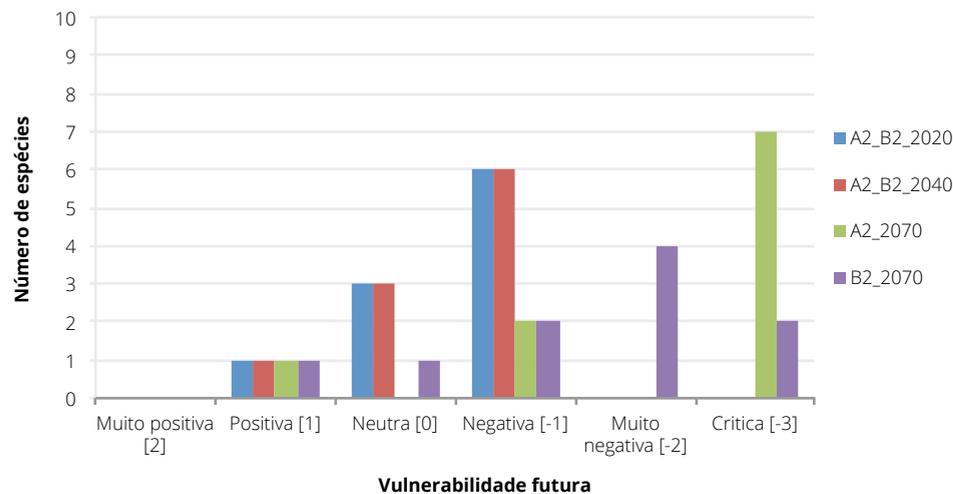


Figura 9 – Vulnerabilidades futuras por cenário e horizonte temporal para cada espécie-alvo de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Escala de vulnerabilidade varia entre -3 e 2: Crítica (-3); Muito negativa (-2); Negativa (-1); Neutra (0); Positiva (1); Muito positiva (2).

Como se pode verificar na Tabela 12 e na Figura 9, nos cenários A2 e B2 para curto e médio prazo, uma espécie (*Campylopus introflexus*) encontra-se na classe “Positiva (1)” com um potencial aumento da sua área de distribuição atual, três espécies (*Andreaea flexuosa* ssp. *luisieri*, *Heteroschyphus denticulatus* e *Echinodium spinosum*) na categoria de vulnerabilidade “Neutra (0)” e as restantes seis espécies (*Frullania sergiae*, *Riccia atlantica*, *Bryoxiphium madeirense*, *Fissidens nobreganus*, *Echinodium setigerum* e *Isothecium montanum*) com vulnerabilidade “Negativa (1)”.

No cenário B2 para longo prazo, há um incremento da vulnerabilidade deste grupo. Das dez espécies estudadas, uma delas (*Campylopus introflexus*) mantém-se na classe de vulnerabilidade “Positiva (1)”, outra espécie (*Heteroschyphus denticulatus*) irá permanecer como “Neutra (0)”, duas espécies (*Andreaea flexuosa* ssp. *luisieri* e *Echinodium spinosum*) passam à categoria de “Negativa (-1)” e as restantes seis espécies (*Frullania sergiae*, *Riccia atlantica*, *Bryoxiphium madeirense*, *Fissidens nobreganus*, *Echinodium setigerum* e *Isothecium montanum*) aumentam a sua vulnerabilidade para “Muito negativa (-2)”.

No cenário A2 para o mesmo horizonte temporal, verifica-se um aumento da vulnerabilidade na generalidade das espécies. A espécie *Campylopus introflexus* permanecerá como “Positiva (1)”, duas espécies (*Andreaea flexuosa* ssp. *luisieri* e *Heteroschyphus denticulatus*) encontram-se na classe “Negativa (-1)” e as sete espécies seguintes passam a estar classificadas com vulnerabilidade “Crítica (-3)”.

É de salientar que apenas uma espécie (*Campylopus introflexus*) não será impactada negativamente pelas alterações esperadas do clima, sendo que em todos os cenários permanecerá na classe de vulnerabilidade “Positiva (1)”, podendo vir a aumentar a sua área de distribuição. Será uma espécie que se irá adaptar bastante bem e até mesmo beneficiar com o aumento da temperatura e redução dos níveis de humidade relativa.

3.1.2.4. Fatores de vulnerabilidade

Os principais fatores que contribuíram para a classificação dos briófitos como vulneráveis foram:

- 1) Barreiras naturais;
 - 2) Capacidade de dispersão;
 - 3) Dependência de outras espécies para criação de habitat;
 - 4) Nicho fisiológico – tolerância hidrológica;
- 1) Barreiras antropogénicas.

A geomorfologia particular da Ilha da Madeira representa um dos fatores chave que permite a criação de barreiras naturais à dispersão das diferentes espécies de briófitos. Apesar de parte significativa desta flora possuir mecanismos de dispersão a longa distância altamente eficientes, tal não se verifica em muitos dos endemismos, os quais dependem muito da estabilidade do habitat e da estrutura do ecossistema onde se inserem (floresta Laurissilva), nomeadamente as espécies *Echinodium setigerum* estritamente associado a pequenos cursos de água, *Echinodium spinosum* frequente em taludes sombrios e húmidos (espécie referida no Anexo II da Directiva Habitats) e *Fissidens nobreganus* que ocorre predominantemente sobre troncos de *Ocotea foetens*.

As alterações do regime hídrico, causadas sobretudo pela captação de águas, a fragmentação e desflorestação por incêndios ou o aparecimento de espécies invasoras, representam fatores de risco para a manutenção e desenvolvimento equilibrado das comunidades de briófitos como *Bryoxiphium madeirense* e *Isothecium montanum* (Draper et al. *in press*).

Nas zonas costeiras o aumento da pressão humana aliado às diversas barreiras de origem antropogénica são os fatores que mais condicionam as comunidades de briófitos, em particular o endemismo *Riccia atlantica*. Com a subida do nível médio do mar, esta pressão poderá vir a ser ainda maior.

3.1.2.5. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados

Para este grupo, as principais falhas no conhecimento prendem-se com falta de informação relativamente a respostas fisiológicas e fenológicas à variabilidade e às alterações climáticas. No entanto, dados provenientes de observação no campo permitiram verificar que as comunidades de algumas espécies quando se desenvolvem próximo do limite superior de distribuição

latitudinal, desenvolvem fenologias bastante distintas que lhes facilita tolerarem condições mais acentuadas principalmente de temperatura e de humidade ambiental.

Confiança = Alta. Para todas as espécies, a confiança foi alta exceto para uma espécie (*Andraea flexuosa* ssp. *luisieri*) com confiança média. Em média, o número de fatores sem resposta para cada espécie rondou os 33%.

3.1.3. Plantas vasculares

Autores: Roberto Jardim, Filipa Vasconcelos e Maria João Cruz

3.1.3.1. Espécies estudadas

Tabela 13 – Lista de espécies-alvo por critério de seleção, habitat e área de distribuição.

ESPÉCIES-ALVO	CRITÉRIO DE SELEÇÃO	HABITAT	ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO
<i>Aichryson dumosum</i>	Endémica	<i>Aichrysetum dumosi</i>	Ilha da Madeira
<i>Chamaemeles coriacea</i>	Endémica	Zambujal Madeirense	Arquipélago da Madeira
<i>Convolvulus massonii</i>	Endémica	Laurissilva Mediterrânica do Barbusano	Ilha da Madeira e Desertas
<i>Pittosporum coriaceum</i>	Endémica	Laurissilva Temperada do Til	Ilha da Madeira
<i>Polystichum drepanum</i>	Endémica	Laurissilva Temperada do Til	Ilha da Madeira
<i>Sibthorpia peregrina</i>	Endémica	Laurissilva Temperada do Til	Ilha da Madeira e Porto Santo
<i>Sorbus maderensis</i>	Endémica	Maciço Montanhoso Central	Ilha da Madeira
<i>Armeria maderensis</i>	Endémica	Maciço Montanhoso Central	Ilha da Madeira
<i>Saxifraga portosanctana</i>	Endémica	Davallio canariensis - Saxifragetum portosanctanae	Porto Santo
<i>Acacia mearnsii</i>	Exótica	Laurissilva	Ilha da Madeira

A flora dos arquipélagos da Madeira e Selvagens, segundo Jardim & Sequeira 2008 Funchal e Angra do Heroísmo, "title": "As plantas vasculares (Pteridophyta e Spermatophyta é constituída por 1204 taxa (espécies e subespécies) de plantas vasculares. Destes, 154 (a que correspondem 136 espécies e 21 subespécies) são endemismos dos arquipélagos da Madeira e das

Selvagens (12,8%), 74 são endemismos macaronésicos (6,1%), 480 são *taxa* nativos (39,9%), 66 são nativos prováveis (5,5%), 29 são introduzidos prováveis (2,4%) e 401 são *taxa* introduzidos (33,3%).

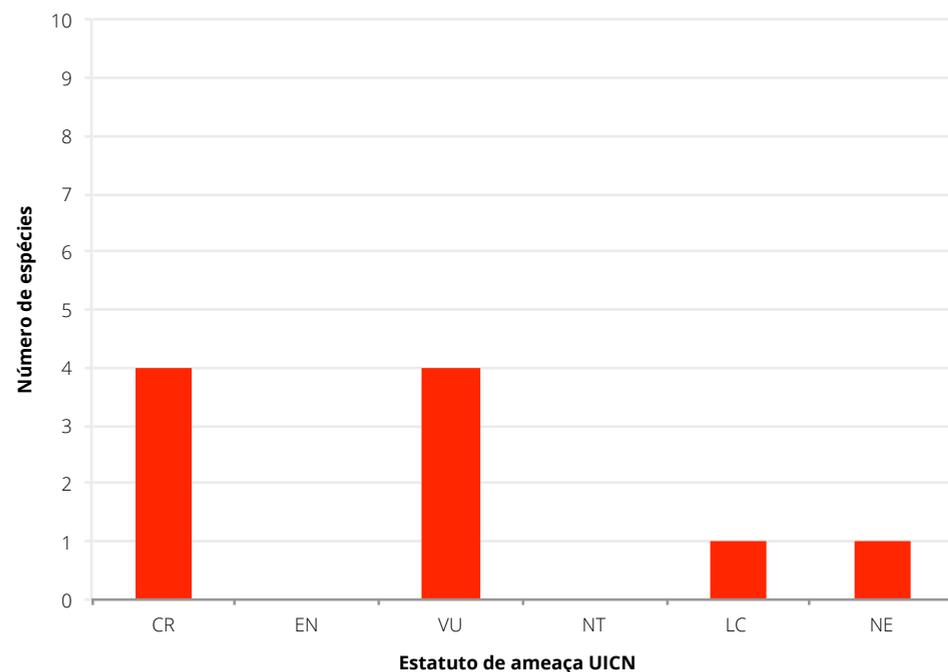
Para o estudo das vulnerabilidades futuras foram selecionadas nove espécies endémicas do arquipélago da Madeira e uma exótica invasora (*Acacia mearnsii* De Wild.) (Tabela 13). Os endemismos estudados são representativos ou ocorrem nas cinco principais séries de vegetação da ilha da Madeira, sendo alguns comuns às restantes ilhas do arquipélago, e constam dos anexos da Diretiva Habitats (Costa et al., 2004; Jardim et al., 2006). Assim, da série do zambujal (*Mayteno umbellatae-Oleo maderensis sigmetum*) foram selecionados *Chamaemeles coriacea*, espécie arbustiva, endémica das ilhas da Madeira, Porto Santo e Deserta Grande, pertencente a um género endémico da Madeira e ainda *Aichryson dumosum*, espécie herbácea endémica da ilha da Madeira que constitui um habitat rupícola (*Aichrysetum dumosi*) que ocorre nesta série. Da série da laurissilva mediterrânica (*Semele androgynae-Apollonio barbujanae sigmetum*) foi selecionado a liana *Convolvulus massonii*, endemismo da ilha da Madeira e da Deserta Grande. Da série de vegetação da laurissilva temperada (*Clethro arboreae-Ocoteo foetentis sigmetum*) foram selecionadas, a espécie arbórea endémica da ilha da Madeira *Pittosporum coriaceum*, um pteridófito endémico da ilha da Madeira, *Polystichum drepanum* e *Sibthorpia peregrina*, espécie herbácea, endémica da ilha da Madeira e do Porto Santo, que também é característica das laurissilvas ripícolas (*Diplazio-caudati-Perseetum indicae* e *Rhmno glandulosi-Sambucetum lanceolatae*). Da série de vegetação do urzal de altitude (*Polysticho falcinelli-Erico arboreae sigmetum*) foi selecionada a espécie arbustiva *Sorbus maderensis*. Da série de vegetação rupícola de altitude (*Amerio maderensis-Parafestuco albidae microgeosigmetum*) foi selecionada a espécie herbácea, endémica da ilha da Madeira *Armeria maderensis*. Foi ainda selecionado um endemismo herbáceo exclusivo da ilha do Porto Santo, *Saxifraga portosanctana*, que constitui um habitat próprio das fendas terrosas dos picos mais elevados (*Saxifragetum portosanctanae*). Foi selecionada uma espécie arbórea nativa da Austrália, naturalizada na ilha da madeira e que apresenta carácter invasor, dominando grandes áreas que potencialmente seriam ocupadas por laurissilva mediterrânica e laurissilva temperada.

3.1.3.2. Vulnerabilidades Atuais

Tabela 14 – Espécies-alvo de acordo com o seu estatuto de ameaça UICN. CR – Criticamente em perigo; EN – Em perigo; VU – Vulnerável; NT – Quase ameaçado; LC – Pouco Preocupante; DD – Informação insuficiente; NE – Não avaliado.

ESPÉCIES-ALVO	ESTATUTO DE AMEAÇA UICN*	DIRETIVA HABITATS	REDE NATURA 2000
<i>Aichryson dumosum</i>	Criticamente em Perigo (CR)*	Anexo B-II	Moledos-Madalena do Mar
<i>Chamaemeles coriacea</i>	Vulnerável (VU)*	Anexo B-II (espécie prioritária)	Pináculo, Pico Branco - Porto Santo, Ilhas Desertas
<i>Convolvulus massonii</i>	Vulnerável (VU)*	Anexo B-II (espécie prioritária)	Floresta Laurissilva, Ilhas Desertas
<i>Polystichum drepanum</i>	Criticamente em Perigo (CR)*	Anexo B-II (espécie prioritária)	Floresta Laurissilva
<i>Sibthorpia peregrina</i>	Pouco Preocupante (LC)*	Anexo B-II	Floresta Laurissilva
<i>Pittosporum coriaceum</i>	Criticamente em Perigo (CR)*	Anexo B-II (espécie prioritária)	Floresta Laurissilva
<i>Sorbus maderensis</i>	Criticamente em Perigo (CR)*	Anexo B-II	Maciço Montanhoso Central
<i>Armeria maderensis</i>	Vulnerável (VU) Jardim & Sequeira (2008)	–	Maciço Montanhoso Central
<i>Saxifraga portosanctana</i>	Vulnerável (VU)*	Anexo B-IV	Pico Branco - Porto Santo
<i>Acacia mearnsii</i>	Não Avaliado (NE)*	–	–

Figura 10 – Espécies-alvo de acordo com o seu estatuto de ameaça UICN. CR – Criticamente em perigo; EN – Em perigo; VU – Vulnerável; NT – Quase ameaçado; LC – Pouco Preocupante; DD – Informação insuficiente; NE – Não avaliado.



Das nove espécies endêmicas de plantas vasculares estudadas, quatro apresentam um estatuto de ameaça “Criticamente em Perigo” (CR), outras quatro na categoria de “Vulnerável” (VU) e apenas uma não se encontra ameaçada sendo classificada como “Pouco Preocupante” (LC) (Tabela 14 e Figura 10). As espécies que se encontram em “Criticamente em Perigo” ocorrem em poucas localidades, sendo as populações muito pequenas, em que o número de indivíduos adultos estimado é inferior a 50, ou no caso de *Aichryson dumosum* apesar do número de indivíduos adultos estimado ser inferior a 250, apresenta flutuações anuais e encontra-se restrita a uma localidade de apenas 100m². As espécies vulneráveis, apesar de ocorrerem em mais localidades, as populações continuam a ser pequenas e o número estimado de indivíduos adultos é inferior a 1000. As principais ameaças são a competição com espécies invasoras, incêndios, derrocadas, herbívoros, fragmentação das populações, atividades antrópicas.

Em termos da vulnerabilidade atual às alterações climáticas, visto que as espécies se encontram adaptadas ao clima existente, esta foi considerada como “Neutra (0)” de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Muito embora se considere que possam já existir alguns efeitos das alterações climáticas sobre este grupo, estes não foram ainda documentados.

3.1.3.3. Vulnerabilidades Futuras

Tabela 15 – Vulnerabilidades futuras por cenário e horizonte temporal para cada espécie-alvo de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Escala de vulnerabilidade varia entre -3 e 2: Crítica (-3); Muito negativa (-2); Negativa (-1); Neutra (0); Positiva (1); Muito positiva (2).

ESPÉCIES-ALVO	CENÁRIOS E PERÍODOS TEMPORAIS			
	A2 E B2_2020	A2 E B2_2040	A2_2070	B2_2070
<i>Aichryson dumosum</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Muito negativa (-2)
<i>Chamaemeles coriacea</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Muito negativa (-2)
<i>Convolvulus massonii</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Muito negativa (-2)	Negativa (-1)
<i>Polystichum drepanum</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Muito negativa (-2)
<i>Sibthorpia peregrina</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Muito negativa (-2)
<i>Pittosporum coriaceum</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Muito negativa (-2)
<i>Sorbus maderensis</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Muito negativa (-2)
<i>Armeria maderensis</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Muito negativa (-2)
<i>Saxifraga portosanctana</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Muito negativa (-2)
<i>Acacia mearnsii</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Positiva (1)	Positiva (1)

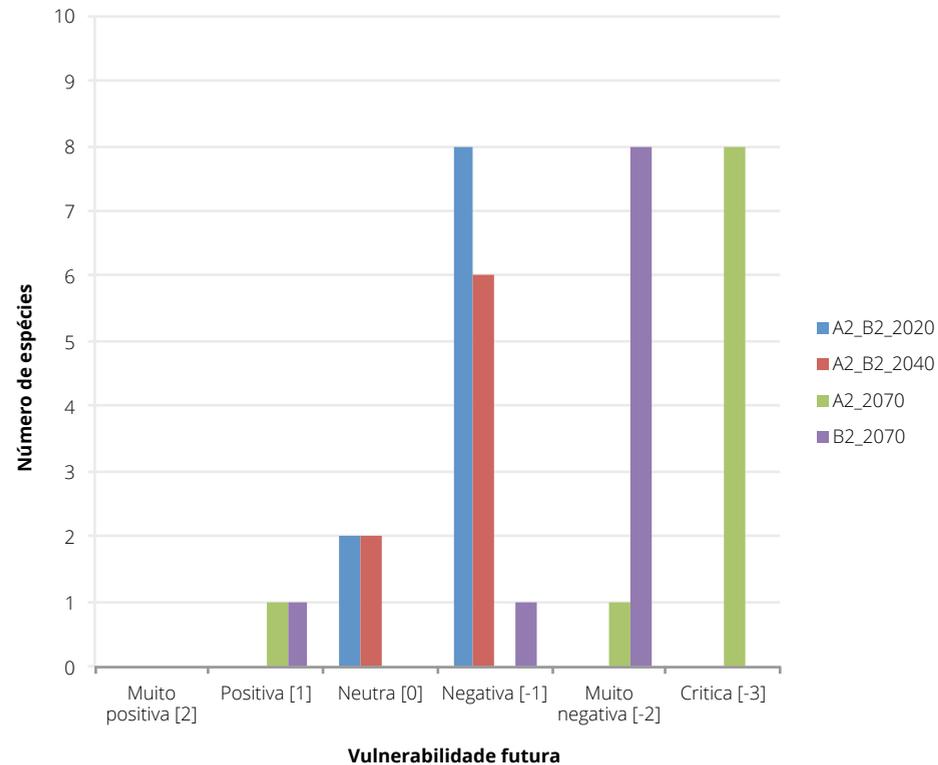


Figura 11 – Vulnerabilidades futuras por cenário e horizonte temporal para cada espécie-alvo de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Escala de vulnerabilidade varia entre -3 e 2: Crítica (-3); Muito negativa (-2); Negativa (-1); Neutra (0); Positiva (1); Muito positiva (2).

Após análise (Tabela 15 e Figura 11), pode verificar-se que no cenário A2 e B2 para curto e médio prazo, a maioria das espécies foram classificadas com vulnerabilidade “Negativa (-2)”, sendo que apenas duas espécies (*Convolvulus massonii* e *Acacia mearnsii*) estão na categoria “Neutra (0)”.

No cenário B2 para longo prazo, oito espécies aumentam a sua vulnerabilidade para a categoria de “Muito negativa (-2)” e uma espécie (*Convolvulus massonii*) para “Negativa (-1)”. Somente uma espécie (*Acacia mearnsii*) foi avaliada na classe de vulnerabilidade “Positiva (1)” e apresenta, assim, um aumento da sua resiliência às alterações climáticas.

No cenário A2 para o mesmo horizonte temporal, verifica-se um incremento da vulnerabilidade dessas mesmas oito espécies ficando classificadas com a categoria “Crítica (-3)” e da espécie *Convolvulus massonii* que passa a “Muito negativa (-2)”. A espécie *Acacia mearnsii* mantém a sua vulnerabilidade como “Positiva (1)”.

3.1.3.4. Fatores de vulnerabilidade

Os principais fatores que contribuíram para a classificação das plantas vasculares como vulneráveis foram:

- 1) Barreiras naturais;
- 2) Barreiras antropogénicas;
- 3) Nicho fisiológico – tolerância hidrológica;
- 4) Capacidade de dispersão;
- 5) Nicho fisiológico – tolerância térmica.

A inexistência de áreas com as condições edafoclimáticas adequadas às espécies de plantas vasculares, resultantes das alterações climáticas é uma das principais barreiras naturais. As barreiras antropogénicas, como por exemplo a área de construção urbana, irão limitar a dispersão das plantas que atualmente ocupam posições altitudinais inferiores e que desta forma não poderão dispersar para novas áreas com condições climáticas favoráveis. Muitas espécies estudadas dependem de um elevado grau de humidade e outras de temperaturas mais baixas (por exemplo, as espécies de altitude) e que pelos cenários previstos estas condições serão alteradas não havendo as condições necessárias ao seu desenvolvimento.

3.1.3.5. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados

Para este grupo, as principais falhas no conhecimento prendem-se com falta de informação relativamente a respostas fisiológicas à variabilidade e às alterações climáticas.

Confiança= Alta. Para todas as espécies, a confiança nos resultados é alta. Para cada espécie, o número de fatores sem resposta rondou os 33%.

3.1.4. Moluscos

Autores: Cristina Abreu, Andreia Sousa e Filipa Vasconcelos

3.1.4.1. Espécies estudadas

Tabela 16 – Lista de espécies-alvo por critério de seleção, habitat e área de distribuição.

ESPÉCIES-ALVO	CRITÉRIO DE SELEÇÃO	HABITAT	ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO
<i>Actinella nitidiuscula nitidiuscula</i>	Endémica	Matagal do Marmulano e Laurissilva mediterrânica do Barbusano	Ilha da Madeira
<i>Caseolus (Caseolus) calculus</i>	Endémica	Falésias de flora endémica das costas macaronésicas	Porto Santo
<i>Caseolus (Helicomela) punctulatus punctulatus</i>	Endémica	Falésias de flora endémica das costas macaronésicas	Porto Santo
<i>Discula (Discula) calcigena calcigena</i>	Endémica	Falésias de flora endémica das costas macaronésicas	Porto Santo
<i>Discula polymorpha polymorpha</i>	Endémica	Matagal do marmulano. No solo de baixo de pedras e associada a erva e herbáceas	Ilha da Madeira e Ilhas Desertas
<i>Geomitra Turricula</i>	Endémica	Falésias de flora endémica das costas macaronésicas	Porto Santo
<i>Idiomela subplicata</i>	Endémica	Matos termomediterrânicos pré desérticos	Porto Santo
<i>Leptaxis membranacea</i>	Endémica	Laurissilva temperada do Til	Ilha da Madeira

ESPÉCIES-ALVO	CRITÉRIO DE SELEÇÃO	HABITAT	ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO
<i>Leptaxis groviana groviana</i>	Endémica	Zambujal Madeirense; Matagal do Marmulano e Laurissilva mediterrânica do Barbusano	Ilha da Madeira
<i>Theba pisana</i>	Exótica	Matagal do marmulano	Arquipélago da Madeira

Foram selecionadas dez espécies de moluscos terrestres no Arquipélago da Madeira, sendo que foram selecionadas nove espécies endémicas representativas do grupo dos moluscos terrestres, acerca dos quais existe informação atualizada. Foi ainda escolhida uma espécie exótica (*Theba pisana*), sendo relevante avaliar a sua vulnerabilidade às alterações climáticas devido ao possível aumento da sua área de distribuição e interação com espécies nativas (Tabela 16).

3.1.4.2. Vulnerabilidades Atuais

Tabela 17 – Espécies-alvo de acordo com o seu estatuto de ameaça UICN. CR – Criticamente em perigo; EN – Em perigo; VU – Vulnerável; NT – Quase ameaçado; LC – Pouco Preocupante; DD – Informação insuficiente; NE – Não avaliado.

ESPÉCIES-ALVO	ESTATUTO DE AMEAÇA (UICN)
<i>Actinella nitidiuscula nitidiuscula</i>	Pouco Preocupante (LC)
<i>Caseolus (Caseolus) calculus</i>	Vulnerável (VU)
<i>Caseolus (Helicomela) punctulatus punctulatus</i>	Pouco Preocupante (LC)
<i>Discula (Discula) calcigena calcigena</i>	Pouco Preocupante (LC)
<i>Discula polymorpha polymorpha</i>	Pouco Preocupante (LC)
<i>Geomitra Turricula</i>	Vulnerável (VU)
<i>Idiomela subplicata</i>	Criticamente em Perigo (CR)
<i>Leptaxis membranacea</i>	Pouco Preocupante (LC)
<i>Leptaxis groviana groviana</i>	Pouco Preocupante (LC)
<i>Theba pisana</i>	Não Avaliado (NE)

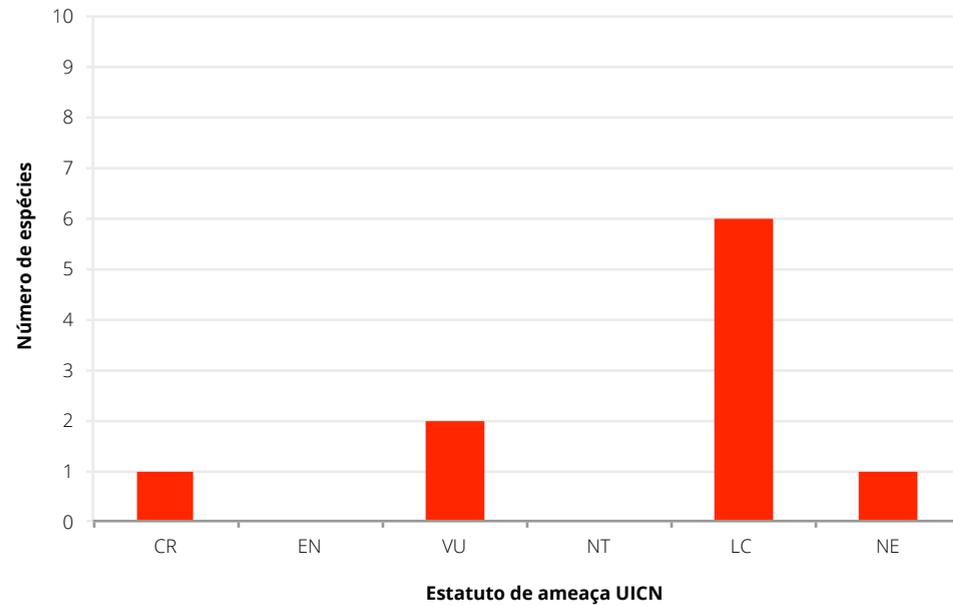


Figura 12 – Espécies-alvo de acordo com o seu estatuto de ameaça UICN. CR – Criticamente em perigo; EN – Em perigo; VU – Vulnerável; NT – Quase ameaçado; LC – Pouco Preocupante; DD – Informação insuficiente; NE – Não avaliado.

O grupo dos moluscos terrestres apresenta um elevado número de endemismos, sendo que a sua vulnerabilidade de acordo com o estatuto de ameaça da UICN, foi avaliada na sua maioria como “Pouco Preocupante” (LC). No entanto, duas espécies (*Caseolus (Caseolus) calculus* e *Geomitra Turricula*) estão avaliadas com a categoria de “Vulnerável” (VU) e uma espécie (*Idiomela subplicata*) como “Criticamente em Perigo” (CR) (Tabela 17 e Figura 12). Os principais fatores que contribuem para a vulnerabilidade destas espécies são fundamentalmente a presença de alguns competidores nomeadamente a formiga argentina, carabídeos e aranhas. Por outro lado existe o facto de estas populações serem relativamente pequenas e com uma distribuição muito restrita, limitada cada uma delas, a um pequeno ilhéu da ilha do Porto Santo.

Em termos da vulnerabilidade atual às alterações climáticas, visto que as espécies se encontram adaptadas ao clima existente, esta foi considerada como “Neutra (0)” de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Muito embora se considere que possam já existir alguns efeitos das alterações climáticas sobre este grupo, estes não foram ainda documentados.

3.1.4.3. Vulnerabilidades Futuras

Tabela 18 – Vulnerabilidades futuras por cenário e horizonte temporal para cada espécie-alvo de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Escala de vulnerabilidade varia entre -3 e 2: Crítica (-3); Muito negativa (-2); Negativa (-1); Neutra (0); Positiva (1); Muito positiva (2).

ESPÉCIES-ALVO	CENÁRIOS E PERÍODOS TEMPORAIS			
	A2 E B2_2020	A2 E B2_2040	A2_2070	B2_2070
<i>Actinella nitidiuscula nitidiuscula</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Muito negativa (-2)
<i>Caseolus (Caseolus) calculus</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Muito negativa (-2)
<i>Caseolus (Helicomela) punctulatus punctulatus</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Negativa (-1)
<i>Discula (Discula) calcigena calcigena</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Muito negativa (-2)
<i>Discula polymorpha polymorpha</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Muito negativa (-2)
<i>Geomitra Turricula</i>	Muito negativa (-2)	Muito negativa (-2)	Crítica (-3)	Crítica (-3)
<i>Idiomela subplicata</i>	Muito negativa (-2)	Muito negativa (-2)	Crítica (-3)	Crítica (-3)
<i>Leptaxis membranacea</i>	Muito negativa (-2)	Muito negativa (-2)	Crítica (-3)	Crítica (-3)
<i>Leptaxis groviana groviana</i>	Muito negativa (-2)	Muito negativa (-2)	Crítica (-3)	Crítica (-3)
<i>Theba pisana</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Negativa (-1)	Negativa (-1)

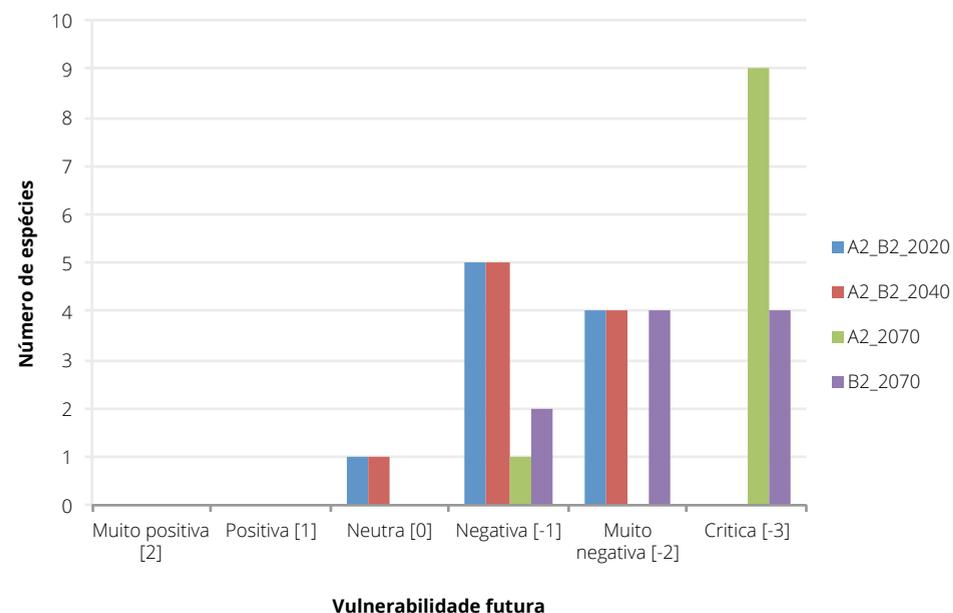


Figura 13 – Vulnerabilidades futuras por cenário e horizonte temporal para cada espécie-alvo de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Escala de vulnerabilidade varia entre -3 e 2: Crítica (-3); Muito negativa (-2); Negativa (-1); Neutra (0); Positiva (1); Muito positiva (2).

Após análise dos resultados obtidos (Tabela 18 e Figura 13), verifica-se que no cenário A2 e B2 para curto e médio prazo, quatro espécies foram classificadas com vulnerabilidade “Muito negativa (-2)” (*Geomitra Turricula*, *Idiomela subplicata*, *Leptaxis membranacea*, *Leptaxis groviana groviana*) e cinco espécies como “Negativa (-1)” (*Actinella nitidiuscula nitidiuscula*, *Caseolus (Caseolus) calculus*, *Caseolus (Helicomela) punctulatus punctulatus*, *Discula (Discula) calcigena calcigena*, *Discula polymorpha polymorpha*). A espécie introduzida *Theba pisana* apresenta uma vulnerabilidade “Neutra (0)”.

No cenário B2 para longo prazo, o grupo apresenta um aumento da sua vulnerabilidade, duas espécies encontram-se na categoria “Negativa (-1)” (*Caseolus (Helicomela) punctulatus punctulatus* e *Theba pisana*), quatro espécies (*Actinella nitidiuscula nitidiuscula*, *Caseolus (Caseolus) calculus*, *Discula (Discula) calcigena calcigena*, *Discula polymorpha polymorpha*) como “Muito negativa (-2)” e outras quatro (*Geomitra Turricula*, *Idiomela subplicata*, *Leptaxis membranacea*, *Leptaxis groviana groviana*) estão classificadas como “Crítica (-3)”.

No cenário A2 para o mesmo horizonte temporal, todas as espécies foram classificadas com vulnerabilidade “Crítica [-3]” excepto a espécie introduzida *Theba pisana* que se encontra na classe “Negativa (-1)”.

3.1.4.4. Fatores de vulnerabilidade

Os principais fatores que contribuíram para a classificação dos moluscos terrestres como vulneráveis foram:

- 1) Barreiras naturais;
- 2) Barreiras antropogénicas;
- 3) Capacidade de dispersão
- 4) Subida do nível médio do mar;
- 5) Interações bióticas (dependência de habitats específicos e/ou de interações com outras espécies).

A variação de temperatura, a altitude e características topográficas são variáveis que influenciam a dispersão dos moluscos terrestres (Barker 2001). De acordo com (Cameron 1989) que relacionaram a escolha do habitat, pelos moluscos terrestres no arquipélago da Madeira, com a forma e o tamanho das suas conchas, bem como com a topografia dos habitats, a subida do nível médio das águas do mar poderá ser responsável pelo desaparecimento de determinados habitats, o que poderá conduzir à perda de espécies ou à migração de espécies para outras zonas de acordo com as suas capacidades adaptativas. No que diz respeito à interação com outras espécies, nomeadamente plantas, não existem dados que associem uma determinada espécie de molusco terrestre a uma planta específica, pois as observações no campo sugerem que é a presença de vegetação e o microclima existente e não a especificidade da vegetação existente (Barker 2001), que mais condicionam a distribuição dos moluscos terrestres.

A disponibilidade de água é fundamental para os moluscos terrestres, dependendo a sua sobrevivência em grande parte do seu comportamento, mas também da sua habilidade para resistir à desidratação (Barker 2001). Os moluscos terrestres que vivem nas zonas temperadas hibernam com frequência durante os meses de Inverno (Barker 2001). A duração desta hibernação varia com as condições climáticas. Após a hibernação, os moluscos voltam à actividade normal e reproduzem-se (Barker 2001). Contudo, a exposição a temperaturas elevadas, sobretudo nas épocas de verão, faz com que os moluscos se defendam, do mesmo modo que o fazem durante as baixas temperaturas de inverno. A exposição a temperaturas mais baixas ou muito mais elevadas, do que os valores tolerados pelos moluscos terrestres, poderão afectar a sua sobrevivência na medida que poderão contribuir para uma maior desidratação e simultaneamente comprometerão a capacidade reprodutiva, uma vez que segundo P. Gomot et al. (1990) (Barker 2001, p.333) a espermatogénese e ovogénese ocorrem preferencialmente entre 20 a 25°C.

Algumas espécies (e.g., *Caseolus (Caseolus) calculus*; *Caseolus (Helicomela) punctulatus punctulatus*; *Discula (Discula) calcigena calcigena*), são exclusivas da ilha do Porto Santo e possuem barreiras naturais como os picos e vales desta ilha, que direta ou indiretamente limitam a sua distribuição.

Na Ponta de São Lourenço as barreiras naturais são fundamentalmente os ilhéus, ilhéu Desembarcadouros e o ilhéu do Farol que condicionam a mobilidade dos moluscos terrestres.

As barreiras antropogénicas estão relacionadas maioritariamente com o pisoteio em zonas de elevada intensidade turística, como por exemplo na Ponta de São Lourenço. Há também a referir o facto do Porto Santo ser uma ilha habitada e percorrida por estradas em toda a sua extensão, que contribuem para uma fragmentação de habitats considerável, se atendermos à dimensão da ilha. Por outro lado a edificação nesta ilha é considerável, inclusivamente nas zonas litorais e mais próximas das zonas dunares. A localização da cidade divide fundamentalmente a ilha em duas zonas, a zona este e a zona leste, e constitui uma barreira para a expansão das espécies dentro da ilha.

Por outro lado e no decurso de investigações recentes, estão a decorrer algumas ações concretas ao nível do controlo de pragas nomeadamente a formiga argentina. Esta ação é relevante uma vez que de acordo com a avaliação da formiga argentina (ver 3.2.5 Artrópodes) esta espécie irá beneficiar com as alterações climáticas.

Estão a ser testados abrigos de madeira, PVC e telhas para a proteção de moluscos terrestres em alguns ilhéus do Porto Santo e que visam sobretudo proteger estes animais de ataques de aves, nomeadamente as gaivotas, mas também proporcionar condições privilegiadas relativamente às condições climáticas, sobretudo proporcionando ambientes mais húmidos.

3.1.4.5. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados

Para este grupo, a principal falha no conhecimento prende-se com falta de informação relativamente às potenciais alterações dos usos do solo devido às alterações climáticas. Por exemplo a utilização de áreas extensas por implantação de painéis solares (Ponta de S. Lourenço) induz uma alteração no habitat cujos impactos são indeterminados. Também na Ponta de S. Lourenço existem eólicas numa área que embora não demasiado extensa, condicionam a distribuição dos moluscos terrestres, sendo os seus impactos indeterminados.

Confiança= Muito Alta. Para todas as espécies, a confiança foi muito alta exceto para uma espécie (*Discula (Discula) calcigena calcigena*) com confiança alta. Para cada espécie o número de fatores sem resposta rondou os 17%.

3.1.5. Artrópodes

Autores: Mário Boieiro e Filipa Vasconcelos

3.1.5.1. Espécies estudadas

Tabela 19 – Lista de espécies-alvo por critério de seleção, habitat e área de distribuição.

ESPÉCIES-ALVO	CRITÉRIO DE SELEÇÃO	HABITAT	ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO
<i>Amara superans</i>	Endémica	Maciço Montanhoso Central	Ilha da Madeira
<i>Hipparchia maderensis</i>	Endémica	Sobretudo em prados de altitude	Ilha da Madeira
<i>Scarites abbreviatus</i>	Endémica	Vários habitats terrestres	Arquipélago da Madeira
<i>Linepithema humile</i>	Exótica	Zonas abertas a baixa altitude e ambientes humanizados	Arquipélago da Madeira
<i>Ocypus olens</i>	Exótica	Sobretudo em prados	Arquipélago da Madeira
<i>Ommatoiulus moreletii</i>	Exótica	Vários habitats terrestres	Arquipélago da Madeira
<i>Aedes aegypti</i>	Exótica	Habitats humanizados	Ilha da Madeira
<i>Tapinoma madeirense</i>	Nativa	Vários habitats terrestres	Arquipélago da Madeira
<i>Deucalion oceanicum</i>	Endémica	Ilhéu de Fora	Selvagens
<i>Gonepteryx maderensis</i>	Endémica	Laurissilva e urzal de altitude	Ilha da Madeira

Foram selecionadas dez espécies de artrópodes terrestres do Arquipélago da Madeira, procurando abranger diferentes grupos taxonómicos e incluir espécies representativas dos vários tipos de habitat, com diferentes requisitos ecológicos e estatutos de ameaça. A seleção destas espécies teve ainda em consideração o razoável conhecimento sobre a sua biologia, distribuição

e abundância, bem como a existência de informação publicada sobre estes aspetos. Das espécies escolhidas cinco são endémicas, uma é nativa e quatro são introduzidas (Tabela 19). Entre as espécies indígenas (i.e., endemismos e nativas) estão incluídas espécies com ampla distribuição no arquipélago e que são relativamente comuns, bem como espécies de distribuição muito restrita. No que diz respeito às espécies introduzidas, duas delas são consideradas invasoras – o diplópode *O. moreletii* e a formiga-argentina *L. humile* (Silva et al. 2008). Enquanto o diplópode tem potencial impacto por ação competitiva com espécies nativas herbívoras e detritívoras, os impactos da formiga-argentina são consideravelmente mais gravosos, envolvendo a predação de outros invertebrados e a interferência nos processos naturais da polinização, fitofagia e dispersão de sementes. A formiga-argentina é conhecida na Madeira desde 1855, estando a sua área de distribuição estabilizada, embora esta espécie aproveite a perturbação humana nos ecossistemas naturais para se estabelecer (Wetterer et al. 2006). No caso do diplópode, a informação publicada sobre a sua distribuição é muito escassa, mas a espécie encontra-se já amplamente dispersa no arquipélago, sendo comum em áreas onde ainda não foi oficialmente assinalada (Porto Santo e Desertas)(Borges et al. 2008).

3.1.5.2. Vulnerabilidades atuais

Tabela 20 – Espécies-alvo de acordo com o seu estatuto de ameaça UICN. CR – Criticamente em perigo; EN – Em perigo; VU – Vulnerável; NT – Quase ameaçado; LC – Pouco Preocupante; DD – Informação insuficiente; NE – Não avaliado.

ESPÉCIES-ALVO	ESTATUTO DE AMEAÇA (UICN)
<i>Amara superans</i>	Não Avaliado (NE)
<i>Hipparchia maderensis</i>	Pouco Preocupante (LC)
<i>Scarites abbreviatus</i>	Não Avaliado (NE)
<i>Linepithema humile</i>	Não Avaliado (NE)
<i>Ocypus olens</i>	Não Avaliado (NE)
<i>Ommatoiulus moreletii</i>	Não Avaliado (NE)
<i>Aedes aegypti</i>	Não Avaliado (NE)
<i>Tapinoma madeirense</i>	Não Avaliado (NE)
<i>Deucalion oceanicum</i>	Não Avaliado (NE)
<i>Gonepteryx maderensis</i>	Em Perigo (EN)

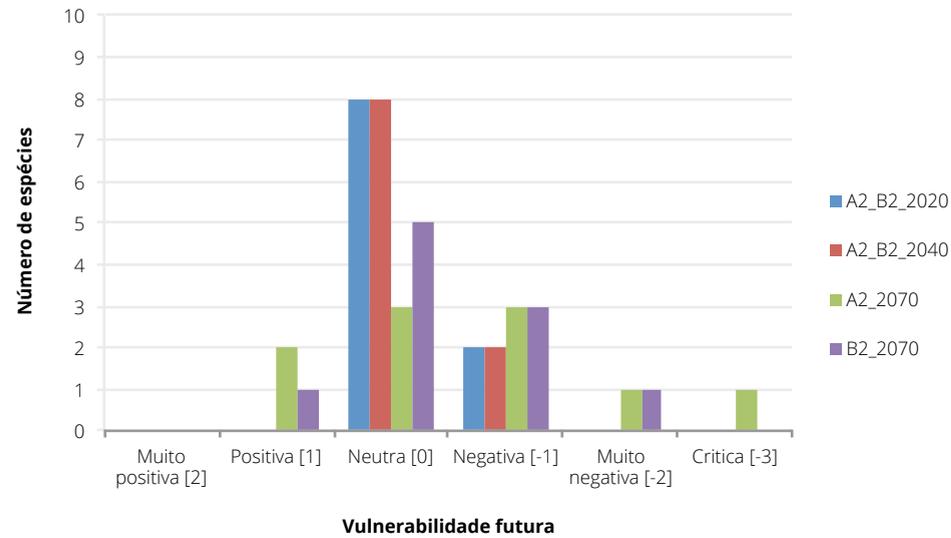


Figura 14 – Espécies-alvo de acordo com o seu estatuto de ameaça UICN. CR – Criticamente em perigo; EN – Em perigo; VU – Vulnerável; NT – Quase ameaçado; LC – Pouco Preocupante; DD – Informação insuficiente; NE – Não avaliado.

Relativamente às vulnerabilidades atuais, com base no estatuto de ameaça UICN, das espécies consideradas para este estudo, uma encontra-se classificada como “Em Perigo” (EN) e outra como “Pouco Preocupante” (LC) (Van Swaay et al. 2010; <http://www.UICNredlist.org/>). As restantes oito espécies foram classificadas na categoria “Não Avaliada” (NE), uma vez que quatro delas são espécies introduzidas e as restantes ainda não foram alvo de atribuição de estatuto de ameaça, embora exista alguma informação sobre a sua distribuição e abundância (Tabela 20 e Figura 14). O coleóptero cerambicídeo *D. oceanicum* está incluído na listagem das cem espécies mais ameaçadas da Madeira (Martín et al. 2008), enquanto o coleóptero carabídeo *A. superans*, apesar de muito raro, não tem qualquer estatuto atribuído. As outras duas espécies (*S. abbreviatus* e *T. madeirense*) são relativamente comuns.

Os artrópodes terrestres são o grupo de organismos com mais espécies e maior número de endemismos no arquipélago da Madeira (Borges et al. 2008; Boieiro et al. 2013). Muitas das espécies deste grupo encontram-se muito ameaçadas pelo impacto negativo de espécies invasoras, nomeadamente várias espécies de plantas e de animais, como coelhos e cabras, que lhes transformam o habitat ou, no caso de vertebrados predadores (ratos, ratazanas e gatos), que os predam (Silva et al. 2008). Também a destruição e fragmentação do habitat comporta graves impactos nas populações das espécies nativas, embora a informação sobre este tema no arquipélago da Madeira seja extremamente escassa. Muito embora apenas se conheça um caso de extinção de artrópodes na Madeira – a borboleta Grande-Branca-da-Madeira (*Pieris wollastoni*) (Gardiner 2003) – muitas espécies endémicas não são observadas desde há várias décadas.

Em termos da vulnerabilidade atual às alterações climáticas, visto que as espécies se encontram adaptadas ao clima existente, esta foi considerada como “Neutra (0)” de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Muito embora se considere que possam já existir alguns efeitos das alterações climáticas sobre este grupo, estes não foram ainda documentados.

3.1.5.3. Vulnerabilidades futuras

Tabela 21 – Vulnerabilidades futuras por cenário e horizonte temporal para cada espécie-alvo de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Escala de vulnerabilidade varia entre -3 e 2: Crítica (-3); Muito negativa (-2); Negativa (-1); Neutra (0); Positiva (1); Muito positiva (2).

ESPÉCIES-ALVO	CENÁRIOS E PERÍODOS TEMPORAIS			
	A2 E B2_2020	A2 E B2_2040	A2_2070	B2_2070
<i>Amara superans</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Muito negativa (-2)	Negativa (-1)
<i>Hipparchia maderensis</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Negativa (-1)	Negativa (-1)
<i>Scarites abbreviatus</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)
<i>Linepithema humile</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Positiva (1)	Positiva (1)
<i>Ocypus olens</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)
<i>Ommatoiulus moreletii</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)
<i>Aedes aegypti</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Positiva (1)	Neutra (0)
<i>Tapinoma madeirense</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Negativa (-1)	Neutra (0)
<i>Deucalion oceanicum</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Muito negativa (-2)
<i>Gonepteryx maderensis</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Negativa (-1)	Negativa (-1)

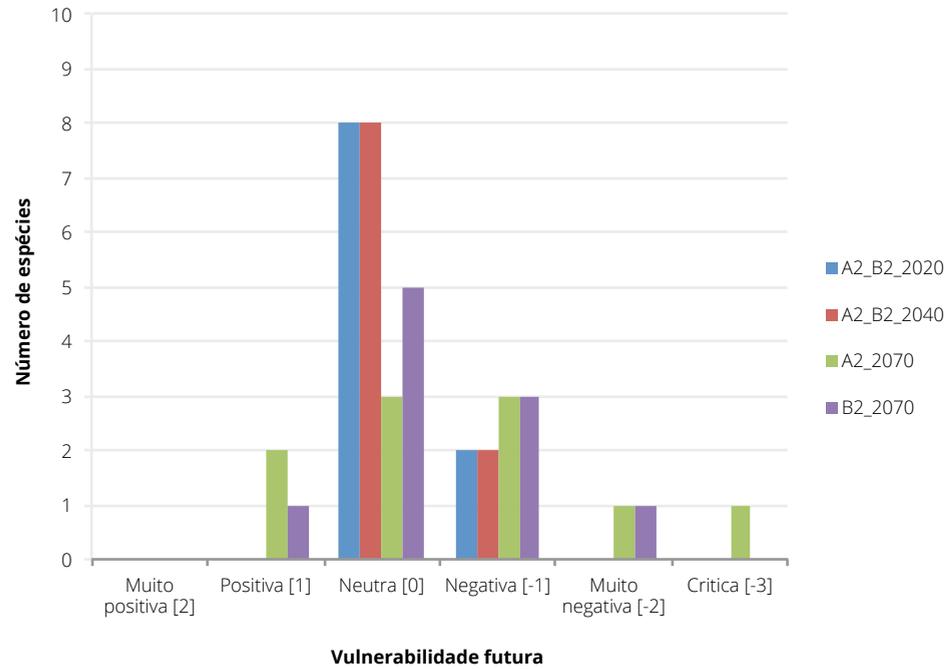


Figura 15 – Vulnerabilidades futuras por cenário e horizonte temporal para cada espécie-alvo de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Escala de vulnerabilidade varia entre -3 e 2: Crítica (-3); Muito negativa (-2); Negativa (-1); Neutra (0); Positiva (1); Muito positiva (2).

Verifica-se (Tabela 21 e Figura 15) que nos cenários A2 e B2 para curto e médio prazo, a maioria das espécies foi classificada com vulnerabilidade “Neutra (0)” às alterações climáticas. Apenas duas espécies (*Amara superans* e *Deucalion oceanicum*) se encontram na categoria “Negativa (-1)”.

No cenário B2 para longo prazo, uma das espécies (*Linepithema humile*) apresenta uma vulnerabilidade “Positiva (1)”, cinco espécies (*Scarites abbreviatus*, *Ocypus olens*, *Ommatoiulus moreletii*, *Tapinoma madeirense*, *Aedes aegypti*) irão permanecer classificadas com vulnerabilidade “Neutra (0)”, três espécies (*Amara superans*, *Hipparchia maderensis* e *Gonepteryx maderensis*) na categoria “Negativa (-1)” e uma espécie (*Deucalion oceanicum*) passa a “Muito negativa (-2)”.

No cenário A2 para longo prazo, o cenário de alteração climática mais grave, verifica-se uma grande heterogeneidade na evolução da classificação de vulnerabilidade das diferentes espécies. Duas espécies (*Linepithema humile* e *Aedes aegypti*) detêm uma vulnerabilidade “Positiva (1)”, três espécies (*Scarites abbreviatus*, *Ocypus olens* e *Ommatoiulus moreletii*) mantêm-se na classe “Neutra (0)”, outras três espécies (*Hipparchia maderensis*, *Tapinoma madeirense* e *Gonepteryx maderensis*)

passam a “Negativa (-1)”, uma espécie (*Amara superans*) aumenta a sua vulnerabilidade para “Muito negativa (-2)” e, por fim, uma outra espécie (*Deucalion oceanicum*) atinge a categoria de “Crítica (-3)”.

É de salientar que a espécie *Deucalion oceanicum* apresenta uma maior vulnerabilidade às alterações climáticas relativamente às restantes espécies, e ao longo dos cenários climáticos tem um aumento da sua vulnerabilidade, atingindo a categoria de “Crítica (-3)”. A principal razão para esta classificação resulta do facto da previsão de subida do nível do mar se traduzir numa redução considerável da área de habitat de *D. oceanicum*, espécie que actualmente apresenta já uma reduzida área de distribuição (Martín et al. 2008). Esta redução da área de distribuição poderá contribuir para a diminuição do efectivo populacional desta espécie ameaçada, tornando-a mais susceptível a perturbações ecológicas e a possíveis efeitos genéticos negativos. Também se prevê uma considerável redução na área de distribuição do habitat de *Amara superans*, uma espécie rara de escaravelho confinada às zonas de maior altitude da ilha da Madeira. As áreas onde esta espécie ocorre presentemente tenderão a ser ocupadas por um tipo de habitat distinto, situação que contribuirá para que a área de habitat potencial disponível seja progressivamente menor tendo como consequência directa a redução do efectivo populacional deste endemismo Madeirense.

Por outro lado, duas espécies (*Linepithema humile* e *Aedes aegypti*) poderão, nos cenários para o final do século, beneficiar das alterações climáticas e aumentar a sua área de distribuição actual. A espécie *Linepithema humile* ocorre predominantemente nas áreas costeiras, mas também em áreas abertas localizadas em ambientes amenos (Wetterer et al. 2006; Wetterer & Espadaler 2010). É também frequente e abundante em áreas transformadas pela actividade humana. Face aos cenários de alterações climáticas que prevêem aumentos de temperatura e da área ocupada pelos habitats costeiras e mesófilos, é esperado que a *Linepithema humile* venha a acompanhar essas alterações aumentando a sua área de distribuição no arquipélago da Madeira. Por outro lado, vários locais humanizados localizados em áreas onde, por constrangimentos fisiológicos, a formiga-argentina está hoje em dia ausente, serão previsivelmente no futuro colonizados por esta espécie. Já no que diz respeito ao *Aedes aegypti*, as alterações climáticas potenciarão a criação de habitat favorável à ocorrência desta espécie em áreas onde presentemente ela não ocorre. Como tal, caso não sejam tomadas medidas de controlo populacional deste mosquito, é expectável que ele possa vir a aumentar a sua área de distribuição em função das alterações climáticas previstas. O aumento da área de distribuição de *Aedes aegypti* poderá ainda ser potenciado de forma indirecta, em virtude das alterações climáticas poderem favorecer a humanização de certos espaços naturais em áreas de distribuição potencial da espécie. Sabe-se que o aumento de temperatura favorece o desenvolvimento dos mosquitos, o aumento as taxas de oviposição e a diminuição dos tempos de geração (Williams et al. 2014). Porém, a variação nos valores de pluviosidade futura e a sua distribuição no arquipélago da Madeira, serão fortes condicionantes ao sucesso de colonização desta espécie. Importa referir que, apesar de se poderem fazer previsões generalizadas sobre a distribuição futura das espécies, é necessária cautela na interpretação dos modelos de alterações climáticas, uma vez que os resultados das interações de várias variáveis no ambiente natural e destas com as alterações induzidas pelo Homem são impossíveis de avaliar nesta fase.

3.1.5.4. Fatores de vulnerabilidade

Os principais fatores que contribuíram para a classificação de algumas das espécies de artrópodes terrestres com estatuto de conservação desfavorável foram:

- 1) Barreiras naturais;
- 2) Nicho fisiológico – tolerância térmica e hidrológica;
- 3) Dependência de outras espécies para criação de habitat;
- 4) Dependências tróficas (dieta);
- 5) Capacidade de dispersão.

Na presente análise da tendência populacional das espécies de artrópodes em função de diferentes cenários de alterações climáticas, houve necessidade, em função da informação disponível, de efetuar essa avaliação valorizando o aspeto da associação das espécies às tipologias de habitat. Neste contexto, em função das alterações climáticas, duas das espécies endémicas verão o seu habitat drasticamente reduzido: 1) a espécie *Amara superans* ocorre em prados de altitude e prevê-se que estes venham a ser substituídos por urzal de altitude e 2) a espécie *Deucalion oceanicum* que ocorre num ilhéu com apenas 0,08km² e 18m de altitude, onde parte considerável da área ficará submersa se se verificarem as alterações do nível do mar previstas.

Para além destas limitações à distribuição das espécies, algumas espécies exclusivas de um tipo de habitat terão de se confrontar com vários obstáculos físicos que limitarão a capacidade de dispersão e colonização de áreas mais favoráveis. Por outro lado, sabendo-se que haverá um aumento da temperatura e uma redução dos valores de humidade, as espécies características dos ambientes florestais e de altitude estarão potencialmente mais vulneráveis às alterações climáticas, se considerarmos que a sua associação a este tipo de habitats poderá potenciar que os seus limites de tolerância fisiológica sejam ultrapassados.

Algumas das espécies avaliadas – *G. maderensis* e *D. oceanicum* – estabelecem uma relação de dependência com plantas hospedeiras, que lhes servem de habitat durante parte considerável do ciclo de vida, e é também nessas plantas que estes insetos fazem oviposição e se alimentam durante a fase larvar (Martín et al. 2008; Franquinho et al. 2009). No caso do escaravelho *D. oceanicum* é destacada a sua associação à também ameaçada *Euphorbia anachoreta*, planta exclusiva do Ilhéu de Fora e classificada no Top100 (Martín et al. 2008). Já a borboleta *G. maderensis*, a Cleópatra da Madeira, está associada à planta *Rhamnus glandulosa* que é pouco frequente na Laurissilva (Martín et al. 2008; Franquinho et al. 2009).

Para alguns dos artrópodes terrestres analisados, particularmente os coleópteros endémicos, a sua baixa capacidade de dispersão poderá constituir um grave constrangimento à colonização de habitats favoráveis criados em resultado das alterações climáticas.

3.1.5.5. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados

Os artrópodes terrestres são, de um modo geral, um grupo ainda insuficientemente estudado no arquipélago da Madeira, tendo em consideração que a informação básica sobre a biologia, distribuição, abundância e requisitos ecológicos da maioria das espécies é ainda pouco conhecida. Para além disso, informação sobre a fisiologia, fenologia e genética das espécies é praticamente inexistente. Deste modo, o desconhecimento das respostas fisiológicas, fenológicas e relativamente aos fatores genéticos e adaptação das espécies às potenciais alterações climáticas constituiu um forte entrave para o conhecimento das tendências populacionais das espécies em função dos diferentes cenários de alterações no clima da Madeira. Como tal, a avaliação das espécies selecionadas valorizou sobretudo o conhecimento da sua associação aos habitats do arquipélago e a evolução esperada para os mesmos em cenários de alterações climáticas. Importa destacar que a tendência populacional de *G. maderensis* poderá ser distinta da prevista, uma vez que esta espécie se encontra intimamente associada à sua planta hospedeira (*Rhamnus glandulosa*) e, nesta fase, desconhece-se qual será o comportamento desta planta em função das alterações climáticas.

Confiança= Alta. Para todas as espécies a confiança foi alta, exceto para uma espécie (*Aedes aegypti*) onde o grau de confiança foi médio. Para cada espécie o número de fatores sem resposta rondou os 38%.

3.1.6. Répteis

Autores: Filipa Vasconcelos e Rui Rebelo

3.1.6.1. Espécies estudadas

Tabela 22 – Lista de espécies-alvo por critério de seleção, habitat e área de distribuição.

ESPÉCIES-ALVO	CRITÉRIO DE SELEÇÃO	HABITAT	ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO
<i>Tarentola boettgeri bischoffi</i>	Endémica	Todos os habitats terrestres	Selvagens
<i>Teira dugesii</i>	Endémica	Todos os habitats terrestres	Arquipélago da Madeira
<i>Hemidactylus mabouia</i>	Exótica	Zambujal Madeirense e Matagal do Marmulano	Ilha da Madeira
<i>Tarentola mauritanica</i>	Exótica	Zambujal Madeirense e Matagal do Marmulano	Ilha da Madeira

Foram selecionadas quatro espécies de répteis do Arquipélago da Madeira. Duas delas são as únicas espécies endémicas presentes no Arquipélago (*Tarentola boettgeri bischoffi* e *Teira dugesii*). Foram ainda escolhidas duas espécies exóticas (*Hemidactylus mabouia* e *Tarentola mauritanica*) (Tabela 22). A primeira é invasora um pouco por todo o globo e, dado o seu potencial de invasão ser bastante elevado, pode tornar-se problemática na Ilha da Madeira. A segunda espécie provém do continente e, apesar de ser exótica, apresenta um potencial de invasão menor que a espécie anterior. É relevante avaliar a vulnerabilidade das duas espécies às alterações climáticas devido aos possíveis aumentos da sua área de distribuição potencial e da sua interação com as espécies nativas.

3.1.6.2. Vulnerabilidades Atuais

Tabela 23 – Espécies-alvo de acordo com o seu estatuto de ameaça UICN. CR – Criticamente em perigo; EN – Em perigo; VU – Vulnerável; NT – Quase ameaçado; LC – Pouco Preocupante; DD – Informação insuficiente; NE – Não avaliado.

ESPÉCIES-ALVO	ESTATUTO DE AMEAÇA (UICN)
<i>Tarentola boettgeri bischoffi</i>	Vulnerável (VU)
<i>Teira dugesii</i>	Pouco Preocupante (LC)
<i>Hemidactylus mabouia</i>	Pouco Preocupante (LC)
<i>Tarentola mauritanica</i>	Pouco Preocupante (LC)

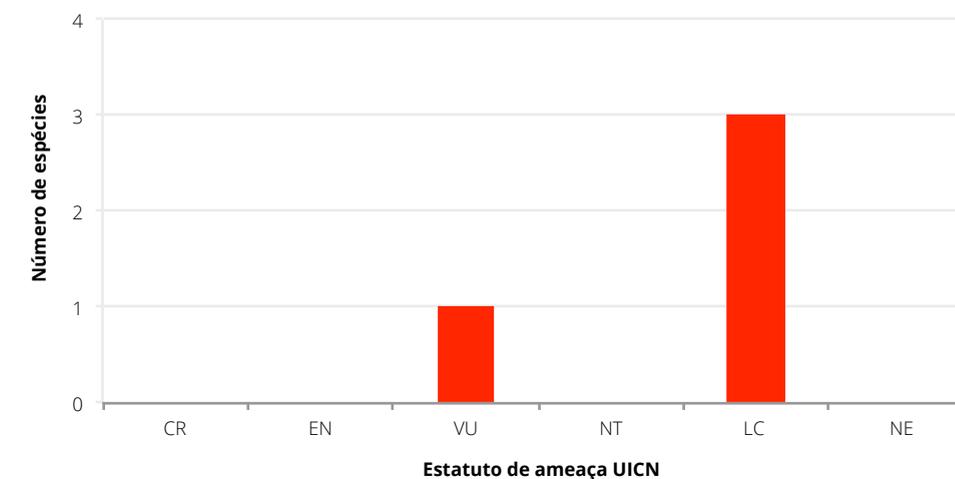


Figura 16 – Espécies-alvo de acordo com o seu estatuto de ameaça UICN. CR – Criticamente em perigo; EN – Em perigo; VU – Vulnerável; NT – Quase ameaçado; LC – Pouco Preocupante; DD – Informação insuficiente; NE – Não avaliado.

O grupo dos répteis apresenta um baixo número de endemismos, sendo que a sua vulnerabilidade com base no estatuto de ameaça é avaliada na sua maioria como “Pouco Preocupante” (LC). Apenas uma das espécies avaliadas neste estudo está classificada como “Vulnerável” (VU) pela UICN (Tabela 23 e Figura 16). O principal fator que contribui para a vulnerabilidade da osga-das-Selvagens (*Tarentola boettgeri bischoffi*) é a sua limitada área de distribuição, dado o seu confinamento ao arquipélago.

Em termos da vulnerabilidade atual às alterações climáticas, visto que as espécies se encontram adaptadas ao clima existente, esta foi considerada como “Neutra (0)” de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Muito embora se considere que possam já existir alguns efeitos das alterações climáticas sobre este grupo, estes não foram ainda documentados.

3.1.6.3. Vulnerabilidades Futuras

Tabela 24 – Vulnerabilidades futuras por cenário e horizonte temporal para cada espécie-alvo de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Escala de vulnerabilidade varia entre -3 e 2: Crítica (-3); Muito negativa (-2); Negativa (-1); Neutra (0); Positiva (1); Muito positiva (2).

CENÁRIOS E PERÍODOS TEMPORAIS				
ESPÉCIES-ALVO	A2 E B2_2020	A2 E B2_2040	A2_2070	B2_2070
<i>Tarentola boettgeri bischoffi</i>	Negativa (-1)	Negativa (-1)	Crítica (-3)	Negativa (-1)
<i>Teira dugesii</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)
<i>Hemidactylus mabouia</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Positiva (1)	Neutra (0)
<i>Tarentola mauritanica</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Positiva (1)	Neutra (0)

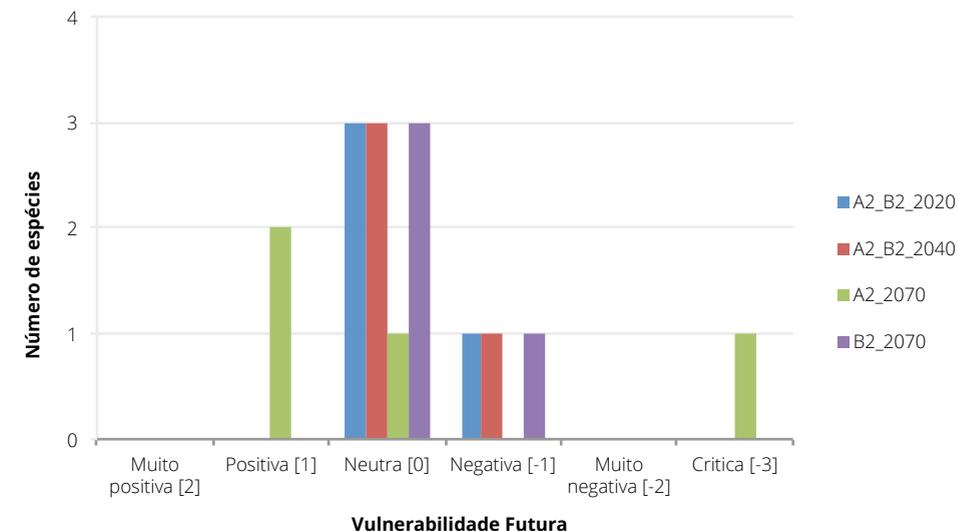


Figura 17 – Vulnerabilidades futuras por cenário e horizonte temporal para cada espécie-alvo de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Escala de vulnerabilidade varia entre -3 e 2: Crítica (-3); Muito negativa (-2); Negativa (-1); Neutra (0); Positiva (1); Muito positiva (2).

Com esta análise (Tabela 24 e Figura 17) constata-se que nos cenários A2 e B2 para curto e médio prazo e no cenário B2 para longo prazo, todas as espécies foram classificadas com vulnerabilidade “Neutra (0)” excepto a espécie *Tarentola boettgeri bischoffi* que se encontra na classe de vulnerabilidade “Negativa (-1)”.

No cenário A2 para longo prazo, as duas espécies exóticas apresentam uma vulnerabilidade “Positiva (1)” podendo mesmo vir a ter um aumento provável da sua área atual de distribuição com as alterações climáticas. Quanto às espécies nativas, uma delas (*Teira dugesii*) mantém-se como “Neutra (0)”, enquanto que se verifica um aumento da vulnerabilidade da espécie atualmente já ameaçada (*Tarentola boettgeri bischoffi*) para a classe “Crítica (-3)”.

É de salientar que apenas a osga-das-Selvagens será impactada negativamente pelas alterações climáticas, visto que nos dois cenários e ao longo dos três horizontes temporais, esta espécie evidencia um aumento da sua vulnerabilidade. Pelo contrário, as duas espécies exóticas (*Hemidactylus mabouia* e *Tarentola mauritanica*) poderão beneficiar com o aumento da temperatura e redução da humidade relativa do ar, pois aguentam uma grande amplitude térmica e hidrológica não sendo ultrapassados seus limites fisiológicos, assim como, também detêm uma grande capacidade de dispersão e poder de invasão, podendo vir a aumentar a sua área de distribuição atual e competir com as restantes espécies.

3.1.6.4. Fatores de vulnerabilidade

Os principais fatores que contribuíram para a classificação da osga-das-Selvagens como vulnerável foram:

- 1) Nível do mar;
- 2) Barreiras naturais;
- 3) Dieta.

A única espécie de réptil classificada como vulnerável às alterações climáticas foi a osga-das-Selvagens. A espécie está dividida em três populações, sem contacto entre si devido à separação entre as várias ilhas, pelo que a recolonização de qualquer uma das ilhas após a extinção local é muito improvável. Duas destas populações encontram-se isoladas em ilhas muito pequenas e com pouco relevo (Ilhéu de Fora e Selvagem Pequena), pelo que neste caso os factores referentes às barreiras naturais e da subida do nível do mar são factores que tornam esta espécie mais vulnerável.

Finalmente, as osgas são exclusivamente insectívoras, não tendo a mesma plasticidade na dieta demonstrada pela lagartixa-da-Madeira (*Teira dugesii*). São assim espécies mais vulneráveis a extensos períodos de seca, quando a disponibilidade de insectos pode diminuir muito.

3.1.6.5. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados

Para este grupo, as principais falhas no conhecimento prendem-se com falta de informação relativamente a respostas fenológicas à variabilidade e às alterações climáticas, nomeadamente no que diz respeito à possibilidade de antecipar ou adiar a reprodução consoante a temperatura e/ou a disponibilidade de alimento.

Confiança= Muito Alta. A confiança foi muito alta para duas espécies, enquanto para as duas restantes (*Teira dugesii* e *Hemidactylus mabouia*) a confiança foi alta. Para cada espécie o número de fatores sem resposta rondou os 19%.

3.1.7. Aves

Autores: Cátia Gouveia e Filipa Vasconcelos

3.1.7.1. Espécies estudadas

Tabla 25 – Lista de espécies-alvo por critério de seleção, habitat e área de distribuição.

ESPÉCIES-ALVO	CRITÉRIO DE SELEÇÃO	HABITAT	ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO
<i>Pterodroma madeira</i>	Endémica	Maciço Montanhoso Central	Madeira (NID)*
<i>Pterodroma deserta</i>	Endémica	Vegetação rasteira (Bugio)	Desertas (NID)*
<i>Buteo buteo harterti</i>	Subespécie endémica do arquipélago	Zonas florestais, agrícolas, clareiras e áreas humanizadas	Madeira (NID)*, Porto Santo e Desertas
<i>Tyto alba schmitzi</i>	Subespécie endémica do arquipélago	Zonas florestais, agrícolas, clareiras e áreas humanizadas	Madeira (NID)* Desertas
<i>Motacilla cinerea schmitzi</i>	Subespécie endémica do arquipélago	Diverso, desde que associada a linhas de água	Madeira (NID)*
<i>Regulus madeirensis</i>	Endémica	Laurissilva	Madeira (NID)*
<i>Fringilla coelebs madeirensis</i>	Subespécie endémica da Macaronésia	Laurissilva	Madeira (NID)*
<i>Carduelis cannabina guentheri</i>	Subespécie endémica do arquipélago	Vegetação rasteira ou áreas agrícolas	Madeira (NID)*, Porto Santo
<i>Anthus berthelotii madeirensis</i>	Espécie endémica da Macaronésia	Vegetação rasteira	Madeira (NID)*, Porto Santo (NID)* e Desertas (NID)*
<i>Columba trocaz</i>	Endémica	Laurissilva	Madeira (NID)*

*(NID) – Nidifica

Com uma elevada taxa de endemismos, a avifauna do arquipélago da Madeira é de elevada importância. Para este estudo, foram selecionadas dez espécies de aves nidificantes no arquipélago, sendo estas representativas dos vários tipos de habitat e requisitos ecológicos. Neste grupo constam espécies endémicas e com interesse em termos de conservação (Tabela 25).

3.1.7.2. Vulnerabilidades Atuais

Tabela 26 – Espécies-alvo de acordo com o seu estatuto de ameaça UICN. CR – Criticamente em perigo; EN – Em perigo; VU – Vulnerável; NT – Quase ameaçado; LC – Pouco Preocupante; DD – Informação insuficiente; NE – Não avaliado.

ESPÉCIES-ALVO	ESTATUTO DE AMEAÇA (UICN)
<i>Pterodroma madeira</i>	Em Perigo (EN)
<i>Pterodroma deserta</i>	Vulnerável (VU)
<i>Buteo buteo harterti</i>	Pouco Preocupante (LC)
<i>Tyto alba schmitzi</i>	Pouco Preocupante (LC)
<i>Motacilla cinerea schmitzi</i>	Pouco Preocupante (LC)
<i>Regulus madeirensis</i>	Pouco Preocupante (LC)
<i>Fringilla coelebs maderensis</i>	Pouco Preocupante (LC)
<i>Carduelis cannabina guentheri</i>	Pouco Preocupante (LC)
<i>Anthus berthelotii madeirensis</i>	Pouco Preocupante (LC)
<i>Columba trocaz</i>	Pouco Preocupante (LC)

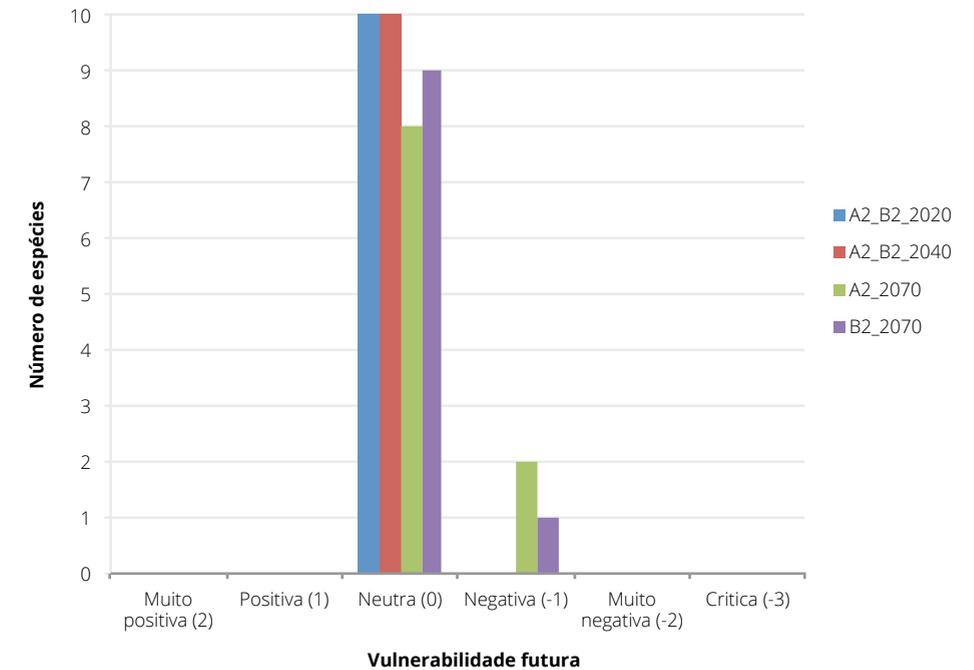


Figura 18 – Espécies-alvo de acordo com o seu estatuto de ameaça UICN. CR – Criticamente em perigo; EN – Em perigo; VU – Vulnerável; NT – Quase ameaçado; LC – Pouco Preocupante; DD – Informação insuficiente; NE – Não avaliado.

O grupo das aves apresenta um elevado número de endemismos, sendo que a sua vulnerabilidade, de acordo com o estatuto de ameaça da UICN, foi avaliada na sua maioria como “Pouco Preocupante” (LC). No entanto, uma espécie (*Pterodroma deserta*) está classificada como “Vulnerável” (VU) e outra espécie (*Pterodroma madeira*) encontra-se “Em Perigo” (EN) (Tabela 26 e Figura 18). Os principais fatores que contribuem para a vulnerabilidade das espécies são, principalmente, o reduzido tamanho das suas populações e a restrição do seu habitat de nidificação a um pequeno local sendo, no caso da Freira-do-Bugio (*Pterodroma deserta*), um ilhéu e, no caso da Freira-da-Madeira (*Pterodroma madeira*), a zona do maciço montanhoso central da ilha da Madeira. Em ambos os casos, os habitats destas espécies são suscetíveis ao impacto humano, no qual se destacam a introdução de espécies invasoras e eventos estocásticos. Importa salientar que, em 2010, o maciço montanhoso central foi amplamente devastado por violentos incêndios que destruíram parte do seu habitat.

Em termos da vulnerabilidade atual às alterações climáticas, visto que as espécies se encontram adaptadas ao clima existente, esta foi considerada como “Neutra (0)” de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Muito embora se considere que possam já existir alguns efeitos das alterações climáticas sobre este grupo, estes não foram ainda documentados.

3.1.7.3. Vulnerabilidades Futuras

Tabela 27 – Vulnerabilidades futuras por cenário e horizonte temporal para cada espécie-alvo de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Escala de vulnerabilidade varia entre -3 e 2: Crítica (-3); Muito negativa (-2); Negativa (-1); Neutra (0); Positiva (1); Muito positiva (2).

CENÁRIOS E PERÍODOS TEMPORAIS				
Espécies-alvo	A2 e B2_2020	A2 e B2_2040	A2_2070	B2_2070
<i>Pterodroma madeira</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Negativa (-1)	Negativa (-1)
<i>Pterodroma deserta</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Negativa (-1)	Neutra (0)
<i>Buteo buteo harterti</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)
<i>Tyto alba schmitzi</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)
<i>Motacilla cinerea schmitzi</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)
<i>Regulus madeirensis</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)
<i>Fringilla coelebs maderensis</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)
<i>Carduelis cannabina guentheri</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)
<i>Anthus berthelotii maderensis</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)
<i>Columba trocaz</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)

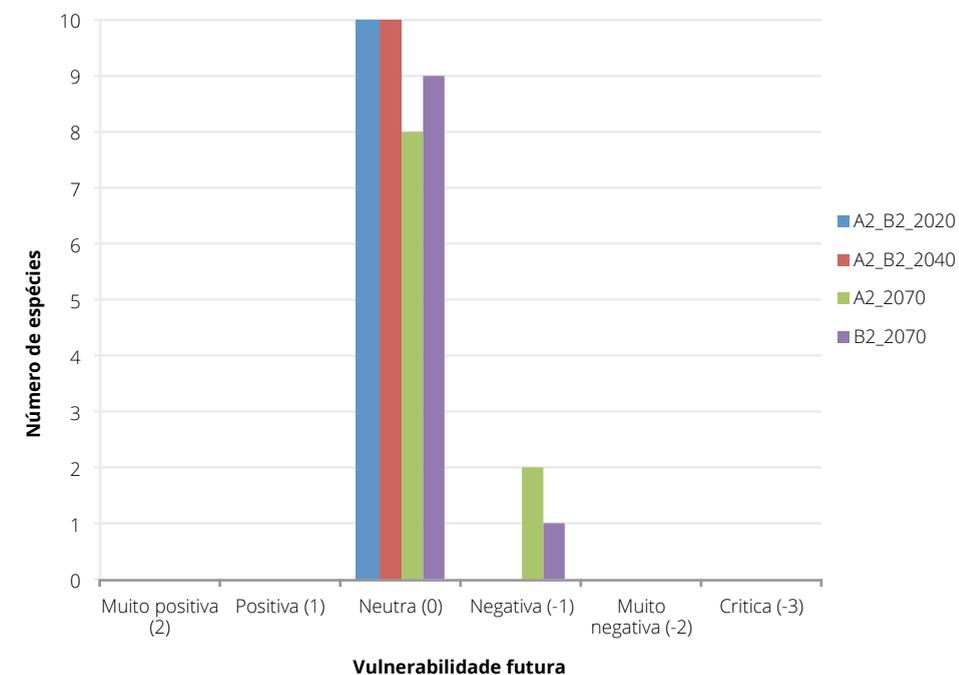


Figura 19 – Vulnerabilidades futuras por cenário e horizonte temporal para cada espécie-alvo de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Escala de vulnerabilidade varia entre -3 e 2: Crítica (-3); Muito negativa (-2); Negativa (-1); Neutra (0); Positiva (1); Muito positiva (2).

Para todos os cenários e períodos temporais, todas as espécies foram classificadas com vulnerabilidade “Neutra (0)” às alterações climáticas. Apenas duas espécies, a Freira-da-Madeira e a Freira-do-Bugio foram consideradas vulneráveis para longo prazo. A Freira-da-Madeira, encontra-se na classe de vulnerabilidade “Negativa (-1)” para os cenários A2 e B2 e a segunda espécie está como “Negativa (-1)” somente para o cenário A2 (Tabela 27 e Figura 19).

Importa realçar que, de acordo com a metodologia adoptada [CLIMA-Madeira], as aves, devido à sua capacidade de dispersão e distribuição ao longo do arquipélago, são classificadas com Vulnerabilidade “Neutra (0)”, no caso das duas Freiras, devido à elevada especificidade do seu habitat de nidificação, foram incluídas numa categoria de vulnerabilidade menos favorável.

3.1.7.4. Fatores de vulnerabilidade

A maioria das espécies estudadas parece pouco vulnerável às alterações climáticas. Estes resultados prendem-se com o facto de este grupo ter uma elevada capacidade de dispersão e com o facto de as espécies estudadas terem, regra geral poucos requisitos ecológicos específicos, podendo utilizar uma série de habitats.

A Freira-da-Madeira e a Freira-do-Bugio são as únicas espécies a apresentar uma maior vulnerabilidade relativamente às alterações climáticas. Os principais fatores que contribuíram para a classificação das duas Freiras com estatuto vulnerável foram:

- 1) Barreiras naturais;
- 2) Alterações dos usos do solo devido às alterações climáticas;
- 3) Capacidade de dispersão;
- 4) Sensível a distúrbios (e.g. Incêndios);
- 5) Características geológicas incomuns.

Como referido anteriormente, as colónias de Freira-da-Madeira encontram-se restritas a uma pequena área na região do Maciço Montanhoso Central, sendo que, perante um cenário climático futuro onde as condições de habitat (incluído características geológicas alteradas) possam ser diferentes das atuais, esta espécie poderá deparar-se com algumas barreiras ao estabelecimento das suas colónias. O fato de parte do habitat desta espécie ter sido destruído por violentos incêndios em 2010, ameaçando a única colónia da espécie, poderá indicar que futuramente, e tendo por base o aumento do risco de incêndio perante cenários climáticos futuros, esta espécie possa enfrentar um fator de ameaça acrescido. A dependência de condições edafoclimáticas específicas da zona do Maciço Montanhoso Central para a sua nidificação, poderá implicar uma redução na sua capacidade de dispersão, dado o facto de não existir habitat com condições similares no raio de ação da espécie.

Relativamente, à Freira-do Bugio, encontra-se exclusivamente confinada à Ilha do Bugio nas Ilhas Desertas, como tal, as barreiras naturais são um factor que potencia a maior vulnerabilidade desta espécie devido ao isolamento geográfico a que a mesma está exposta. Também se deve atender ao fato de esta ser bastante sensível a alterações dos usos do solo e de estar dependente de um tipo de vegetação e substrato específicos para nidificar.

3.1.7.5. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados

Para este grupo, as principais falhas no conhecimento prendem-se com a falta de informação relativamente a respostas fisiológicas e fenológicas à variabilidade e às alterações climáticas. Importa destacar o fato da metodologia adoptada não permitir contemplar alguns efeitos indirectos das alterações climáticas, nomeadamente ao nível da disponibilidade de alimento, alterações nas características físicas nas colónias de nidificação (ex: vegetação), competição com outras espécies, alterações na fenologia, etc.. Assim sendo, embora os resultados apontem para uma baixa vulnerabilidade para este grupo, esta avaliação deverá ser aprofundada de modo a aferir, com maior segurança os reais impactos das alterações climáticas neste grupo animal.

Confiança = Alta. Para todas as espécies, a confiança foi alta. Para cada espécie o número de fatores sem resposta rondou os 37%.

3.1.8. Mamíferos

Autores: Jorge Palmeirim e Filipa Vasconcelos

3.1.8.1. Espécies estudadas

Tabela 28 – Lista de espécies-alvo por critério de seleção, habitat e área de distribuição.

ESPÉCIES-ALVO	CRITÉRIO DE SELEÇÃO	HABITAT	ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO
<i>Pipistrellus maderensis</i>	Endémica	Todos os habitats terrestres	Arquipélago da Madeira
<i>Nyctalus leisleri verrucosus</i>	Endémica	Laurissilva	Ilha da Madeira
<i>Plecotus austriacus</i>	Nativa	Laurissilva	Arquipélago da Madeira

Foram selecionadas três espécies de mamíferos terrestres do Arquipélago da Madeira sendo que todas pertencem à ordem Chiroptera (morcegos). Duas delas são as únicas espécies endémicas presentes no Arquipélago da Madeira (*Pipistrellus maderensis* e *Nyctalus leisleri verrucosus*) e a outra é uma espécie nativa (*Plecotus austriacus*) presente na Ilha da Madeira e, mais recentemente, localizada também nas Ilhas Desertas (Cabral et al. 2005) (Tabela 28). Apesar da falta de conhecimento do tamanho da população desta espécie nativa e da sua tendência populacional, é uma espécie que detém uma área de ocupação e extensão de ocorrência muito reduzidas, fragmentação elevada e apresenta um declínio da qualidade do habitat bastante acentuado (Cabral et al. 2005). É, portanto, relevante avaliar a sua vulnerabilidade às alterações climáticas devido ao seu possível aumento com a redução do seu habitat e, conseqüentemente, da sua distribuição atual.

3.1.8.2. Vulnerabilidades Atuais

Tabela 29 – Espécies-alvo de acordo com o seu estatuto de ameaça UICN. CR – Criticamente em perigo; EN – Em perigo; VU – Vulnerável; NT – Quase ameaçado; LC – Pouco Preocupante; DD – Informação insuficiente; NE – Não avaliado.

ESPÉCIES-ALVO	ESTATUTO DE AMEAÇA (UICN)
<i>Pipistrellus maderensis</i>	Em Perigo (EN)
<i>Nyctalus leisleri verrucosus</i>	Criticamente em Perigo (CR)
<i>Plecotus austriacus</i>	Pouco Preocupante (LC)

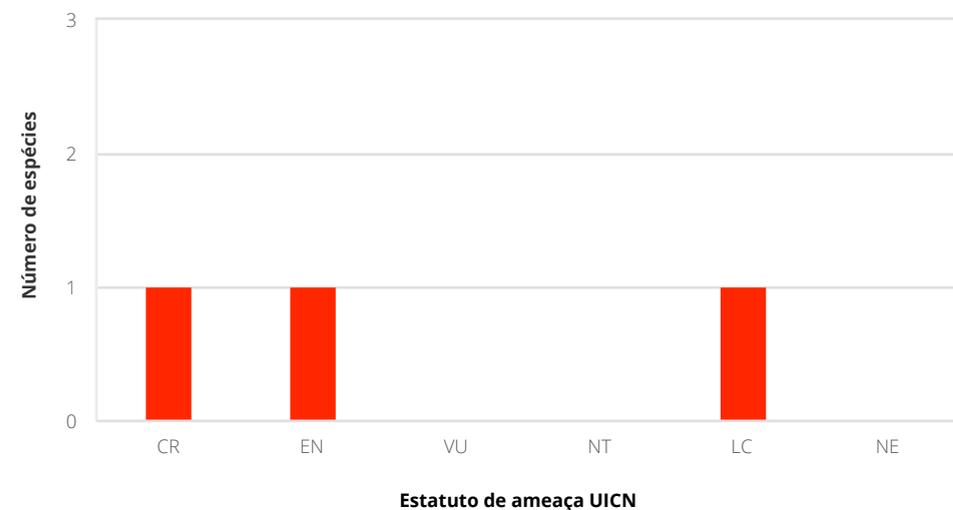


Figura 20 – Espécies-alvo de acordo com o seu estatuto de ameaça UICN. CR – Criticamente em perigo; EN – Em perigo; VU – Vulnerável; NT – Quase ameaçado; LC – Pouco Preocupante; DD – Informação insuficiente; NE – Não avaliado.

O grupo dos mamíferos terrestres apresenta um baixo número de endemismos, sendo que apenas foram avaliadas três espécies cuja categoria de ameaça é distinta: uma espécie (*Plecotus austriacus*) encontra-se como “Pouco Preocupante” (LC), outra espécie (*Pipistrellus maderensis*) está classificada como “Em Perigo” (EN), e por último, a espécie (*Nyctalus leisleri verrucosus*) está “Criticamente em Perigo” (CR) (Tabela 29 e Figura 20).

Os principais fatores que contribuem para a vulnerabilidade deste grupo, são o isolamento geográfico a que as populações estão sujeitas no Arquipélago da Madeira, tornando-as mais sensíveis a distúrbios de origem natural (e.g. tempestades) e a outro tipo de ameaças. Outras ameaças associadas a estas espécies prendem-se com a redução das suas áreas de ocupação, uso excessivo de pesticidas causando a redução da diversidade de presas e a contaminação dos morcegos por ingestão de insetos contaminados, perturbação de colónias, alteração e destruição de habitats de alimentação e de abrigos (e.g., eliminação de árvores antigas de folhosas bem desenvolvidas com cavidades e recuperação não planeada de edifícios) e, por último, substituição da iluminação pública com lâmpadas de mercúrio que atraem mais insetos, por lâmpadas de sódio mais eficientes energeticamente, reduzindo assim a disponibilidade de alimento (Cabral et al. 2005).

Em termos da vulnerabilidade atual às alterações climáticas, visto que as espécies se encontram adaptadas ao clima existente, esta foi considerada como “Neutra (0)” de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Muito embora se considere que possam já existir alguns efeitos das alterações climáticas sobre este grupo, estes não foram ainda documentados.

3.1.8.3. Vulnerabilidades Futuras

Tabela 30 – Vulnerabilidades futuras por cenário e horizonte temporal para cada espécie-alvo de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Escala de vulnerabilidade varia entre -3 e 2: Crítica (-3); Muito negativa (-2); Negativa (-1); Neutra (0); Positiva (1); Muito positiva (2).

ESPÉCIES-ALVO	CENÁRIOS E PERÍODOS TEMPORAIS			
	A2 E B2_2020	A2 E B2_2040	A2_2070	B2_2070
<i>Pipistrellus maderensis</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)
<i>Nyctalus leisleri verrucosus</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)
<i>Plecotus austriacus</i>	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)	Neutra (0)

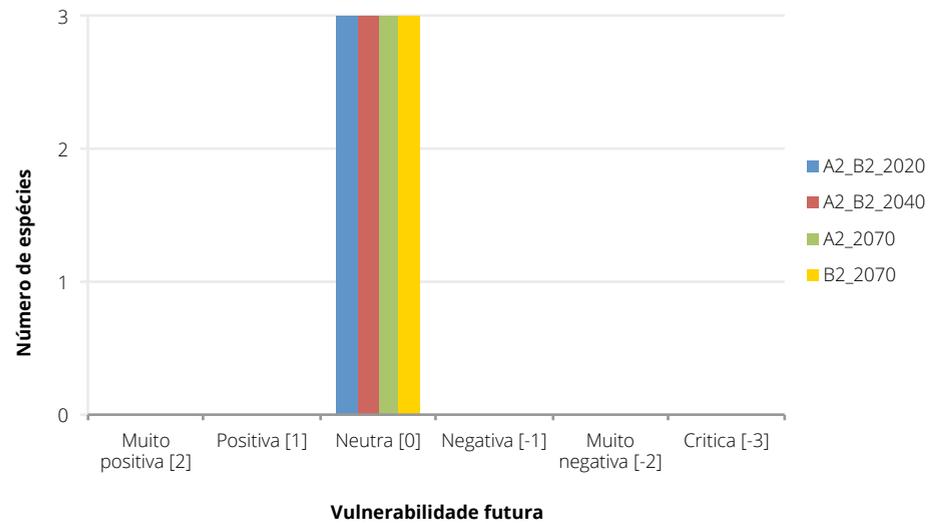


Figura 21 – Vulnerabilidades futuras por cenário e horizonte temporal para cada espécie-alvo de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Escala de vulnerabilidade varia entre -3 e 2: Crítica (-3); Muito negativa (-2); Negativa (-1); Neutra (0); Positiva (1); Muito positiva (2).

Para todos os cenários e períodos temporais, todas as espécies foram classificadas com a classe de vulnerabilidade “Neutra (0)” (Tabela 30 e Figura 21).

Esta análise parece indicar que nenhuma das espécies selecionadas será impactada negativa ou positivamente pelas alterações climáticas, visto que nos dois cenários e ao longo dos três horizontes temporais, estima-se que no geral se adaptem bem e que as populações se mantenham estáveis a um possível aumento de temperatura e redução da humidade relativa do ar.

3.1.8.4. Fatores de vulnerabilidade

Nenhuma das espécies foi considerada como vulnerável. O único fator identificado como podendo tornar estas espécies vulneráveis foi:

- 1) Nicho fisiológico – tolerância hidrológica.

Em todas as espécies este fator pronunciou-se como um fator de risco, evidenciando um possível aumento da vulnerabilidade deste grupo. É de bastante relevância, atender ao facto de a humidade relativa ser um fator importante para a conservação dos seus habitats e, também, em termos da sua cadeia trófica ao nível da disponibilidade de alimento e das suas interações bióticas. Com a diminuição da humidade relativa e visto que todas as espécies são insectívoras e dependem da disponibilidade de insectos, isto poderá resultar numa redução do recurso alimentar, de impactos ao nível dos sincronismos com uma possível alteração dos picos de alimento e de reprodução, levando a uma redução do efectivo populacional.

3.1.8.5. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados

Para este grupo, as principais falhas no conhecimento prendem-se com falta de informação relativamente aos fatores genéticos e à adaptação das espécies às alterações climáticas.

Confiança = Alta. Para todas as espécies, a confiança foi alta. Para cada espécie o número de fatores sem resposta rondou os 25%.

3.2. Padrões de vulnerabilidade entre espécies, grupos e habitats terrestres

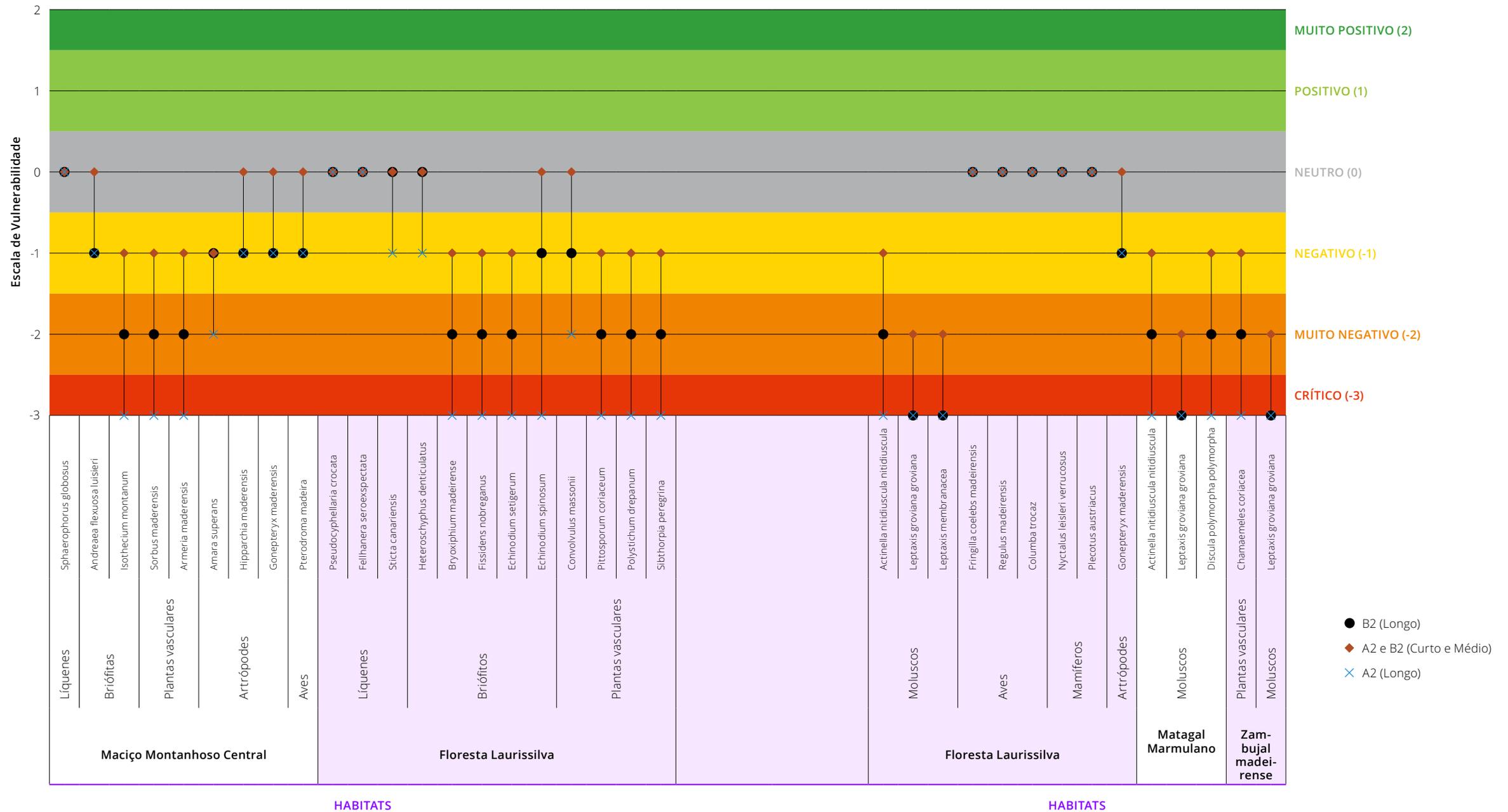


Figura 22 – Distribuição das espécies-alvo por habitat de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira].

Na análise da vulnerabilidade dos habitats foram consideradas apenas as espécies que durante todo ou parte do seu ciclo de vida dependem de um ou mais dos habitats da ilha da Madeira (35 espécies das 74 estudadas neste projecto). Dado que para muitas espécies a informação sobre as séries de vegetação de acordo com Capelo (2004) não é conhecida, os habitats considerados nesta análise foram o Maciço Montanhoso Central, a Floresta Laurissilva, o Matagal Marmulano e o Zambujal Madeirense (Figura 22).

Considerando a distribuição das espécies nas diferentes classes da escala de vulnerabilidade em todos os cenários, a Floresta Laurissilva apresenta um maior número de espécies nas classes “Neutra (0)”. O Maciço Montanhoso Central e a Floresta Laurissilva são os habitats melhor representados na RAM e por isso apresentam um maior e mais diversificado número de espécies consideradas. O Maciço Montanhoso Central apresenta um maior número de espécies na classe negativa “Negativa (-1)”. O Zambujal Madeirense e o Matagal Marmulano apresentam o maior número de espécies na classe “Crítica”.

Considerando que a vulnerabilidade dos habitats está dependente do número e vulnerabilidade das espécies seleccionadas, esta análise apresenta limitações inerentes à escolha das espécies seleccionadas, não sendo por isso representativa da vulnerabilidade dos habitats assim, procedeu-se também a uma análise dos resultados da modelação bioclimática realizada no estudo CLIMAATII (Cruz et al. 2009). Este estudo indicou que as alterações climáticas irão potenciar uma deslocação dos habitats em altitude, resultado numa diminuição da área de distribuição do Maciço Montanhoso Central que será progressivamente substituído pela floresta laurissilva. No entanto, a confiança nestes resultados é baixa pois existem fundamentais lacunas no conhecimento, no que respeita, por exemplo, à ecofisiologia das espécies e à incerteza na simulação da precipitação oculta. Por outro lado, considerando as características actuais de distribuição dos habitats e os diferentes usos do território na ilha da Madeira, ainda que a floresta Laurissilva possa deslocar-se em altitude esta deslocação irá estar condicionada pela topografia e substracto. Os habitats Matagal Marmulado e Zambujal Madeirense, não foram alvo de modelação bioclimática no entanto são habitats condicionados pela forte pressão urbana e fragmentação do habitat.

Considerando a informação acima descrita os habitats do Maciço Montanhoso Central, Matagal Marmulado e Zambujal Madeirense foram avaliados com vulnerabilidade crítica no cenário A2 para longo prazo e a Floresta Laurissilva foi avaliada com vulnerabilidade muito negativa (Anexo 6).

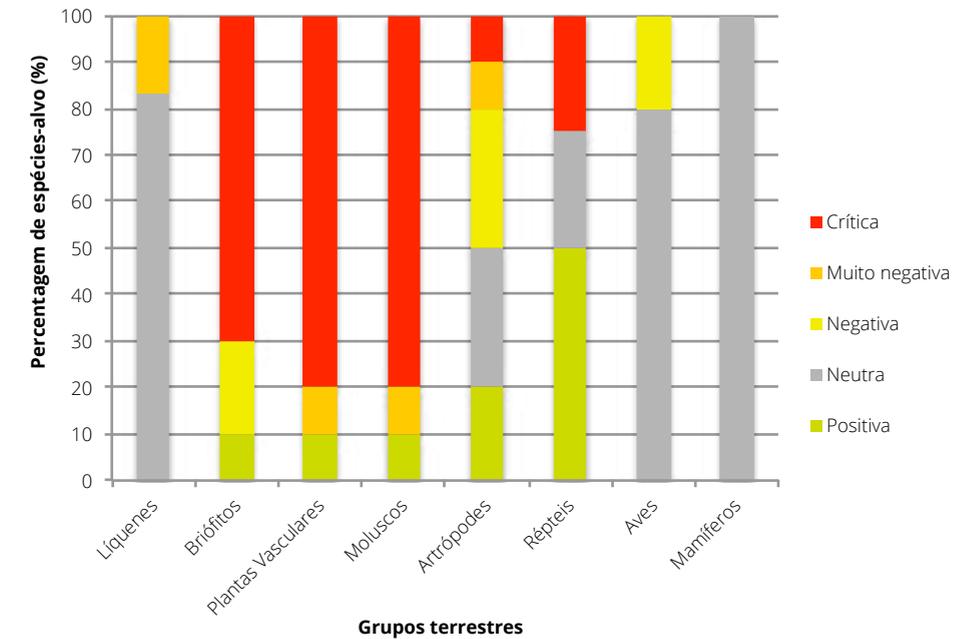


Figura 23 – Vulnerabilidade dos grupos terrestres no cenário A2 a longo prazo.

Os grupos que apresentam maior número de espécies vulneráveis no cenário A2 para longo prazo são os briófitos, as plantas vasculares e os moluscos terrestres. Destes, 80% das espécies de plantas vasculares e de moluscos terrestres e 70% das espécies de briófitos foram classificadas na classe “Crítica (-3)” (Figura 23).

Os artrópodes apresentam 30% das espécies avaliadas com vulnerabilidade negativa e 30% com vulnerabilidade neutra. A maioria das espécies nos grupos das aves, mamíferos e líquenes, apresentam uma vulnerabilidade neutra.

O grupo dos répteis apresenta 50% das espécies com uma vulnerabilidade positiva podendo este grupo beneficiar das alterações climáticas. Para além deste grupo 10% dos briófitos, das plantas vasculares e dos moluscos e 20% dos artrópodes também apresentam uma vulnerabilidade positiva (Figura 23).

Importa referir que as espécies-alvo consideradas nos diferentes grupos foram seleccionadas segundo um conjunto de critérios (ver 2.1 Listar espécies-alvo) e que o número de espécies varia consoante os grupos. Assim, o conjunto de espécies seleccionadas não são representativas dos respectivos grupos, não podendo os resultados ser extrapolados como representativos de toda a diversidade de espécies dos respectivos grupos na Madeira.

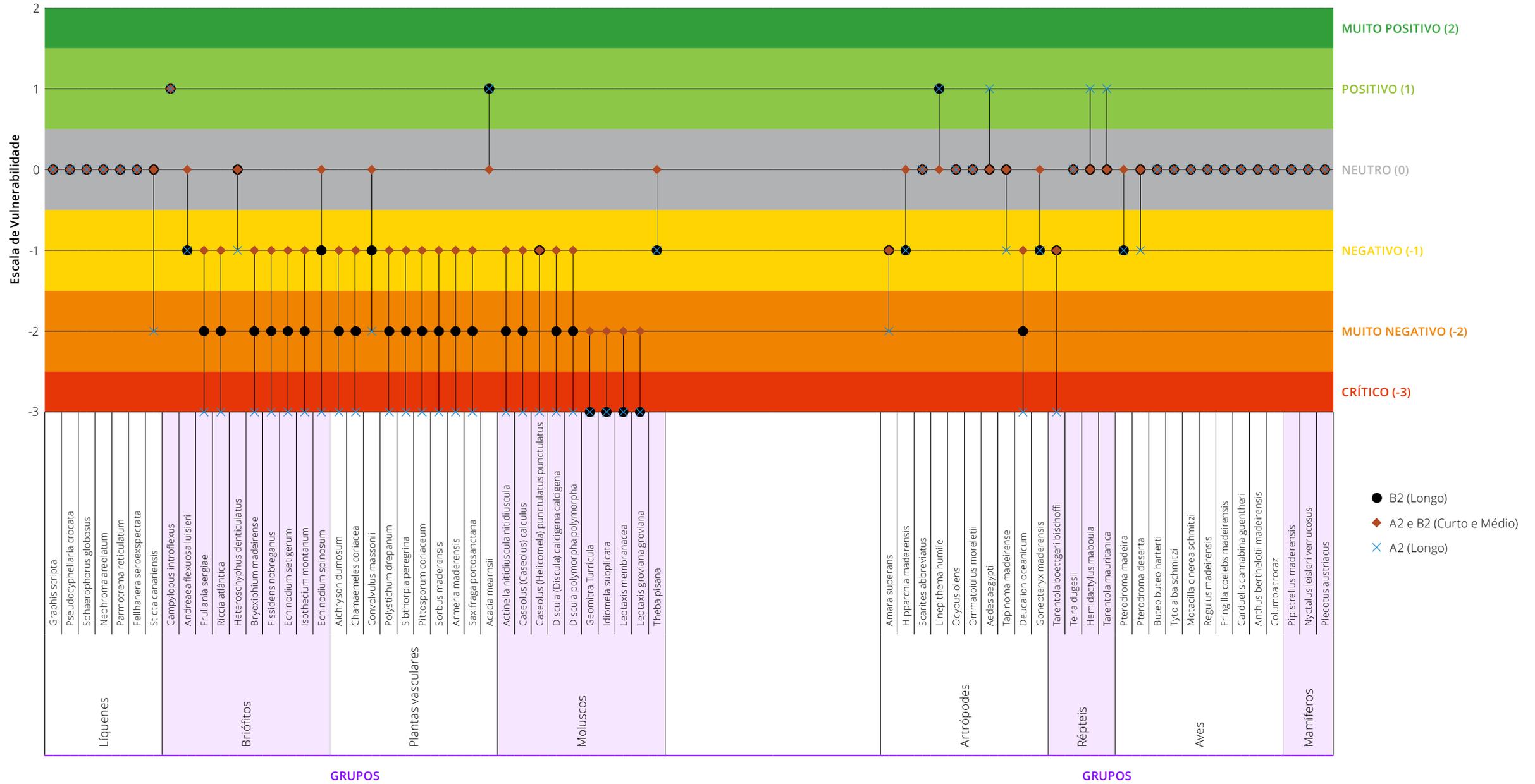


Figura 24 – Vulnerabilidade das espécies e grupos terrestres por cenário (A2 e B2) e por período temporal (curto, médio e longo prazo).

A vulnerabilidade das espécies de líquenes é "Neutra (0)" a curto, médio e longo prazo em ambos os cenários, com exceção da espécie *Sticta canariensis* que a longo prazo no cenário A2 apresenta uma vulnerabilidade "Muito negativa (-2)" (Figura 24).

A vulnerabilidade das espécies de briófitos também irá aumentar a médio e longo prazo. As espécies que a curto e médio prazo apresentam uma vulnerabilidade "Negativa (-1)", a longo prazo no cenário B2 passam a apresentar uma vulnerabilidade "Muito negativa (-2)" e no cenário A2 uma vulnerabilidade "Crítica (-3)". Para as espécies com uma vulnerabilidade neutra a curto e médio prazo, a longo prazo apresentam uma vulnerabilidade negativa. A espécie *Echinodium spinosum* desde o início até ao final do século atravessa dois níveis na escala de vulnerabilidade, passando de "Neutra (0)" a "Crítica (-3)".

A maioria das espécies de plantas vasculares apresenta um aumento da vulnerabilidade a longo prazo em ambos os cenários. A espécie exótica *Acacia mearnsii* é a única que a longo prazo poderá beneficiar das alterações climáticas. O grupo dos moluscos terrestres apresenta o mesmo padrão de aumento de vulnerabilidade a longo prazo.

O grupo dos artrópodes não apresenta um padrão de vulnerabilidade nos diferentes cenários e períodos temporais, sendo que quatro espécies aumentam a sua vulnerabilidade para "Negativa (-1)", "Muito negativa (-2)" ou "Crítica (-3)". No entanto, três espécies de artrópodes em ambos os cenários e períodos temporais apresentam uma vulnerabilidade "Neutra (0)". As espécies *Linepithema humile* e *Aedes aegypti* irão beneficiar das alterações climáticas, avaliadas com uma vulnerabilidade "Positiva (1)" para o final do século (Figura 24).

No grupo dos répteis, a espécie *Tarentola boettgeri bischoffi* foi avaliada com uma vulnerabilidade "Negativa (-1)" a curto e médio prazo e a longo prazo no cenário A2 atingiu uma vulnerabilidade "Crítica (-3)". As espécies *Hemidactylus mabouia* e *Tarentola mauritanica*, no final do século para o cenário A2 apresentam uma vulnerabilidade "Positiva (1)". A espécie *Teira dugesii* apresenta uma vulnerabilidade "Neutra (0)" em ambos os cenários e períodos temporais. À semelhança da espécie *Teira dugesii*, as três espécies de mamíferos avaliadas também apresentam uma vulnerabilidade "Neutra (0)". A maioria das espécies de aves apresenta uma vulnerabilidade neutra a longo prazo, com exceção das espécies *Pterodroma deserta* e *Pterodroma madeira* que apresentam uma vulnerabilidade "Negativa (-2)" a longo prazo.

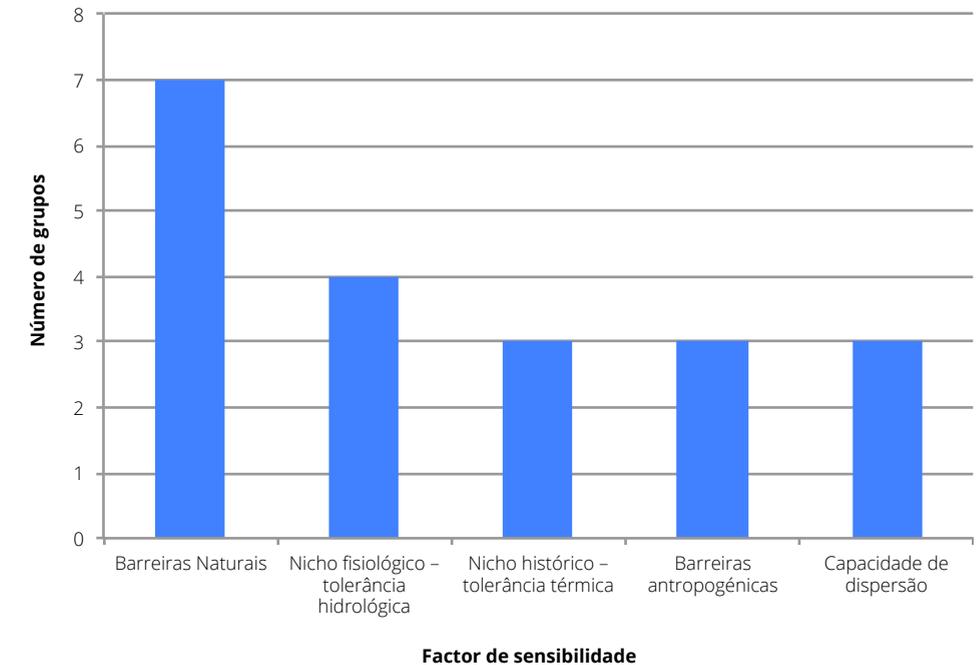


Figura 25 – Principais fatores que contribuem para uma vulnerabilidade negativa dos grupos terrestres

Foram analisados os principais fatores que contribuíram para uma elevada vulnerabilidade das espécies, onde se incluíram todas as vulnerabilidades avaliadas como "Negativo (-1)", "Muito negativo (-2)" ou "Crítico (-3)" (Figura 25). O fator que mais contribuiu para a classificação de espécies como vulneráveis foi a existência de barreiras naturais. Numa área como o arquipélago da Madeira, em que a maioria das espécies se encontra restringida a áreas relativamente pequenas, é de esperar que as barreiras naturais sejam um factor determinante por limitarem a capacidade das espécies alterarem a sua área de distribuição em resposta às alterações climáticas. As barreiras antropogénicas existentes tanto na ilha da Madeira como em Porto Santo e que incluem zonas urbanas, estradas, zonas agrícolas e áreas de floresta exótica, também limitam a capacidade das espécies se adaptarem às novas condições climáticas. A tolerância hidrológica relaciona-se com a dependência das espécies de um regime de precipitação ou de condições de humidade localizadas que podem vir a diminuir ou a desaparecer com as alterações climáticas que vão levar a uma redução significativa da precipitação e da humidade relativa para toda a área de estudo.

A tolerância térmica é um fator de sensibilidade importante para as espécies associadas a temperaturas frias que podem sofrer reduções na sua área de distribuição e/ou abundância. A capacidade de dispersão e movimento é uma característica intrínseca das espécies, que sendo elevada, torna as espécies mais resilientes às alterações nas condições climáticas ao longo do tempo.

À semelhança dos fatores de sensibilidade que mais contribuem para uma elevada vulnerabilidade, alguns dos mesmos fatores também contribuem para uma menor vulnerabilidade das espécies (Figura 26). Existem espécies que poderão beneficiar da alteração do regime hidrológico e do aumento da temperatura. A elevada capacidade de dispersão também contribui para diminuição da vulnerabilidade na maioria das espécies migratórias permitindo que estas alterem a sua área de distribuição, adaptando-se às alterações do clima. As alterações no ecossistema como resultado de um regime de distúrbios (cheias, fogos, etc.) podem também beneficiar algumas espécies, sobretudo espécies introduzidas.

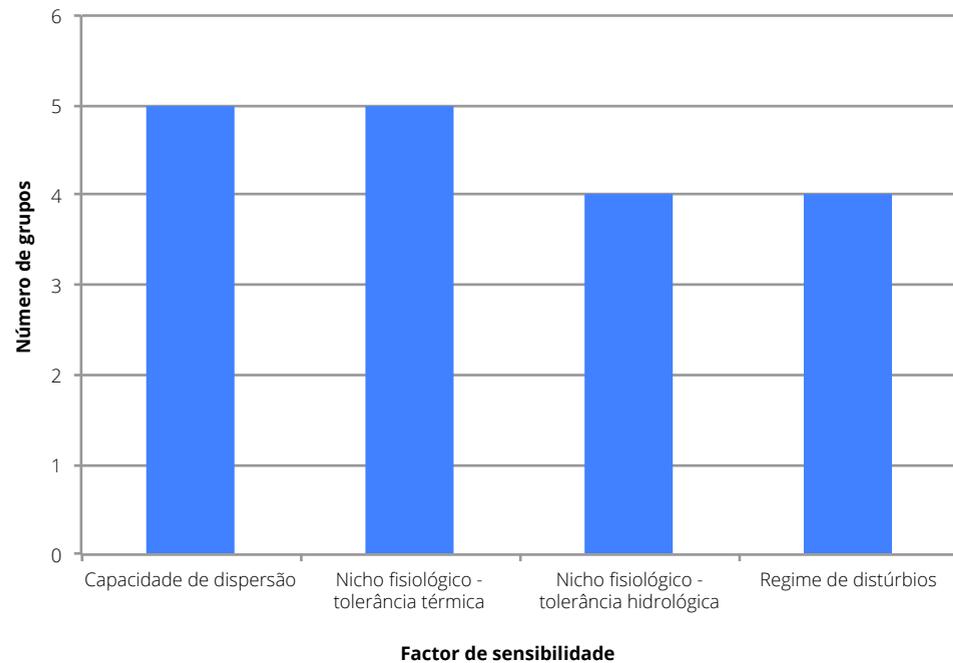


Figura 26 – Principais fatores que contribuem para uma vulnerabilidade positiva dos grupos terrestres.

3.3. Vulnerabilidade dos grupos de fauna marinhos

3.3.1. Cetáceos

Autores: Andreia Sousa, Filipe Alves, Ana Dinis, Maria João Cruz, Andreia Pereira e Francisco Martinho

3.3.1.1. Espécies estudadas

Das 25 espécies de cetáceos confirmadas que ocorrem no arquipélago da Madeira (Freitas et al. 2012) foram selecionadas as espécies com estatuto de conservação regional e para as quais existem dados suficientes para a atribuição de um estatuto de ameaça (Freitas 2004; Cabral et al. 2005). A esta lista foi adicionada a Baleia de Bryde devido ao cada vez mais frequente reavistamento sazonal (verão) da espécie nas águas da Madeira (Tabela 31 – Lista de espécies). As seis espécies selecionadas neste estudo constituem mais de 80% dos avistamentos no arquipélago da Madeira.

Tabela 31 – Lista de espécies-alvo e respetivo estatuto global (UICN) e regional (Freitas 2004). CR – Criticamente em perigo; EN – Em perigo; VU – Vulnerável; NT – Quase ameaçado; LC – Pouco Preocupante; DD – Informação insuficiente; NE – Não avaliado.

ESPÉCIES-ALVO	ESTATUTO GLOBAL (UICN)	ESTATUTO REGIONAL (FREITAS 2004)
<i>Physeter macrocephalus</i>	Vulnerável (VU)	Vulnerável (VU)
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Informação insuficiente (DD)	Pouco Preocupante (LC)
<i>Stenella frontalis</i>	Informação insuficiente (DD)	Pouco Preocupante (LC)
<i>Tursiops truncatus</i>	Pouco preocupante (LC)	Pouco preocupante (LC)
<i>Delphinus delphis</i>	Pouco preocupante (LC)	Pouco preocupante (LC)
<i>Balaenoptera brydei</i>	Informação insuficiente (DD)	Não avaliada (NA)
<i>Balaenoptera physalus</i>	Em Perigo (EN)	Em Perigo (EN)

Na avaliação de vulnerabilidade das espécies foram consideradas as populações do Atlântico norte. Para a baleia-piloto tropical (*Globicephala macrorhynchus*) e o golfinho roaz (*Tursiops truncatus*) foi realizada uma segunda análise de vulnerabilidade considerando apenas as populações associadas à ilha da Madeira (i.e., utilizando indivíduos residentes e/ou imigrantes temporários), devido à disponibilidade de informação para estas populações.

3.3.1.2. Vulnerabilidades atuais

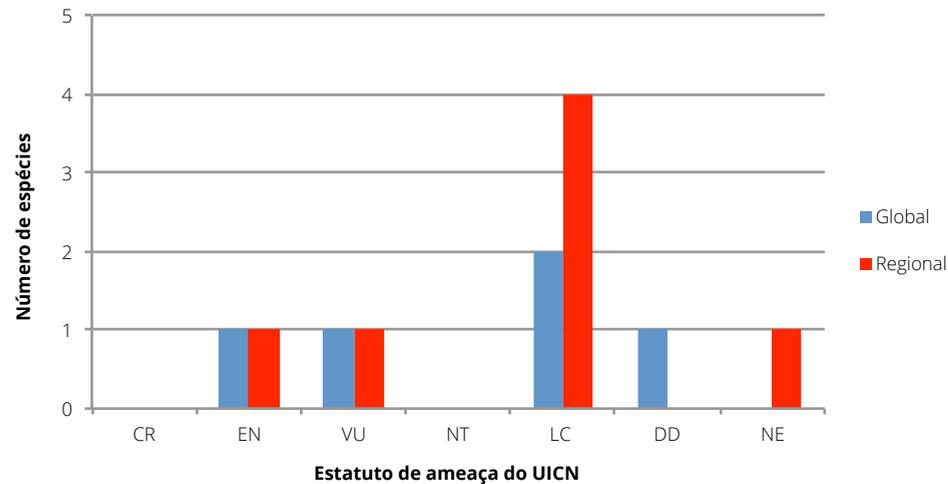


Figura 27 – Espécies-alvo de acordo com o seu estatuto de ameaça global e regional UICN. CR – Criticamente em perigo; EN – Em perigo; VU – Vulnerável; NT – Quase ameaçado; LC – Pouco Preocupante; DD – Informação insuficiente; NE – Não avaliado.

De acordo com o estatuto do UICN, uma das espécies estudadas é “Vulnerável” (VU) a nível global e regional, quatro das espécies estudadas encontram-se na categoria de “Pouco Preocupante” (LC) a nível regional, sendo que destas, duas são classificadas com “Informação Insuficiente” (DD) a nível global (Figura 27).

O cachalote (*Physeter macrocephalus*) é uma espécie vulnerável, tendo em conta que sofreu uma redução do seu efetivo populacional durante o período da baleação, em várias regiões no mundo. Em Portugal, a baleação industrial teve início no século XIX e terminou no século XX, sendo que no arquipélago da Madeira entre 1940 e 1981 cerca de 6000 cachalotes foram capturados. Embora a caça à baleia não seja atualmente uma ameaça para a espécie, a redução do seu efetivo populacional faz com que seja considerada vulnerável.

A baleia-piloto tropical (*Globicephala macrorhynchus*), o golfinho pintado (*Stenella frontalis*) e a baleia de Bryde (*Balaenoptera brydei*) não possuem informação suficiente para ser avaliada a sua vulnerabilidade atual. O golfinho roaz (*Tursiops truncatus*) e o golfinho comum (*Delphinus delphis*), são espécies com uma ampla área de distribuição e elevada abundância, apresentando uma baixa vulnerabilidade a nível global. No entanto populações locais podem estar sujeitas a ameaças específicas. No geral, para as espécies avaliadas, as principais ameaças estão relacionadas com atividades antropogénicas como a captura acidental em artes de pesca, as interações com o lixo no mar e o potencial impacto da observação comercial de cetáceos ou do tráfego marítimo.

Em termos da vulnerabilidade atual às alterações climáticas, visto que as espécies se encontram adaptadas ao clima existente, esta foi considerada como “Neutra (0)” de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Muito embora se considere que possam já existir alguns efeitos das alterações climáticas sobre este grupo, estes não foram ainda documentados.

3.3.1.3. Vulnerabilidades futuras

Na avaliação das vulnerabilidades das espécies às alterações climáticas foi aplicado o índice de vulnerabilidade desenvolvido para os cetáceos com base no trabalho de (Simmonds & Smith 2009) e (Morrison et al, *in prep.*).

Tabela 32 – Vulnerabilidade futura e confiança nos resultados de acordo com a escala do projeto [CLIMA-Madeira]. Escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira] [-3; 2]: Crítica (-3); Muito negativa (-2); Negativa (-1); Neutra (0); Positiva (1); Muito positiva (2).

ESPÉCIES-ALVO	VULNERABILIDADE	CONFIANÇA
<i>Physeter macrocephalus</i> Cachalote	Muito negativa (-2)	Alta
<i>Balaenoptera physalus</i> Baleia comum	Muito negativa (-2)	Alta
<i>Globicephala macrorhynchus</i> Baleia-piloto tropical (associados à ilha)	Negativa (-1)	Alta
<i>Globicephala macrorhynchus</i> Baleia-piloto tropical	Negativa (-1)	Alta
<i>Balaenoptera brydei</i> Baleia de Bryde	Negativa (-1)	Alta
<i>Tursiops truncatus</i> Golfinho roaz (associados à ilha)	Negativa (-1)	Alta
<i>Tursiops truncatus</i> Golfinho roaz	Neutra (0)	Alta
<i>Delphinus delphis</i> Golfinho comum	Neutra (0)	Alta
<i>Stenella frontalis</i> Golfinho pintado	Neutra (0)	Alta

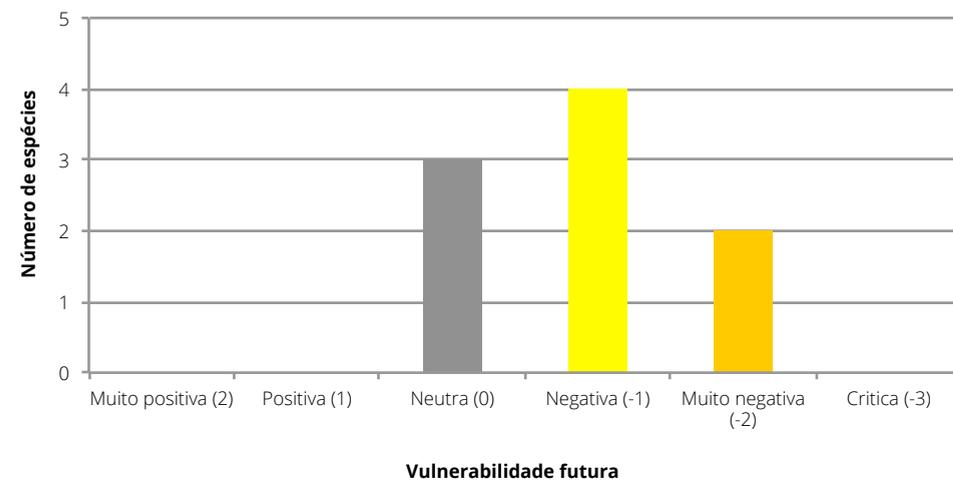


Figura 28 – Vulnerabilidades futuras das espécie-alvo de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Escala de vulnerabilidade varia entre -3 e 2: Crítica (-3); Muito negativa (-2); Negativa (-1); Neutra (0); Positiva (1); Muito positiva (2).

A vulnerabilidade futura das espécies é uma ponderação da pontuação atribuída a cada factor e da incerteza associada (ver métodos e Anexo 5). O cachalote e a baleia comum apresentam uma vulnerabilidade muito negativa sendo que os principais factores que contribuem para esta classificação são o tamanho da população, dieta, migrações e estatuto de ameaça (Tabela 32). Para os indivíduos associados à ilha de baleia piloto e golfinho roaz, o factor que diferencia o resultado da vulnerabilidade é a distribuição geográfica. Para a baleia piloto tropical a dieta é o factor que distingue esta espécie e contribui para a classificação de vulnerabilidade negativa, enquanto que para a baleia de bryde a baixa variabilidade genética é um factor que diferencia esta espécie. As espécies de golfinho roaz, comum e pintado apresentam uma vulnerabilidade neutra, sendo as actividades humanas o único factor que aparece a contribuir para aumentar a sua vulnerabilidade.

3.3.1.4. Factores de vulnerabilidade futura

Os principais factores que mais contribuíram para a classificação das várias populações de cetáceos como vulneráveis às alterações climáticas no futuro, foram:

- 1) Tamanho da população
- 2) Actividades humanas
- 3) Dieta

O tamanho da população é um dos principais factores que contribuiu para a vulnerabilidade das espécies. Espécies com elevado tamanho populacional terão uma maior capacidade para se adaptarem ou se reestabelecerem em novas áreas. No geral, com excepção do golfinho pintado e do golfinho comum, todas as espécies apresentam uma maior pontuação atribuída ao mais baixo tamanho populacional, definido na classe <100.000 indivíduos (Anexo 5). Das espécies com um menor efetivo populacional salientam-se a baleia de bryde, a baleia comum e as espécies de baleia piloto e golfinho roaz associadas à ilha.

Na Madeira, a baleia de Bryde foi avistada pela primeira vez em 2003 (Freitas et al. 2012), e desde então, alguns indivíduos têm demonstrado uma residência sazonal durante o verão (Alves et al. 2009). Existem várias explicações possíveis para estes avistamentos regulares na Madeira. Um aumento da temperatura poderá alterar o limite norte de distribuição de diversas espécies de peixes, o que poderá levar a um aumento do número de baleias de Bryde em águas madeirenses. Um aumento do esforço de observação, ou a moratória de caça que tem contribuído para o aumento das populações podem também contribuir para o aumento dos avistamentos. Possivelmente, este aumento dever-se-á à ação conjunta destes vários factores. O mesmo poderá ocorrer com o golfinho pintado, que tinha uma presença sazonal nas águas da Madeira mas que atualmente já existem indivíduos que permanecem durante todo o ano.

As espécies de golfinho roaz e baleia-piloto pertencem, a nível genético, a uma superpopulação do Atlântico norte (Quérouil et al. 2007; Alves et al. 2013). Contudo, existem indivíduos associados às ilhas com diferentes padrões de residência. À parte de um elevado número de transeuntes que ocorrem ao longo de todo o ano, foram ainda identificados cerca de 180 indivíduos de golfinho roaz (Dinis 2014) e 140 (IC 95%) de baleia-piloto (Alves et al. 2014) como sendo residentes e/ou migrantes/visitantes sazonais nas águas do sul da ilha da Madeira, com maior regularidade. Assim, estas populações associadas à ilha serão mais sensíveis a alterações no clima pois estão potencialmente mais dependentes destes habitats.

As actividades humanas foi outro dos factores de sensibilidade considerados visto que o possível aumento destas actividades poderá ampliar o impacto das alterações climáticas. A pontuação atribuída a este fator refletiu um cenário em que a intensidade das actividades humanas se mantinha, com tendência a aumentar no futuro. As principais ameaças humanas para as populações de cetáceos no arquipélago da Madeira são as interações com a atividade comercial de observação de cetáceos, com as embarcações de recreio e com o tráfego marítimo (Cunha 2013; Freitas et al. 2013; SRA 2014b). As interações de cetáceos com artes de pesca na Madeira são reduzidas e são poucos os registos de capturas acidentais (Nicolau et al. 2013).

Cunha, 2013 fez uma avaliação do tráfego marítimo na Madeira e identificou uma área de risco, que inclui a costa sul da ilha, onde a presença de cetáceos e de embarcações se sobrepõe, aumentando potencialmente o risco de colisões.

A atividade de observação de cetáceos na Madeira teve início à quase duas décadas, com um crescimento acentuado na última década (Dinis et al. 2004; Ferreira 2007; Vera 2012). A curto

prazo (entre 2002 e 2008), foi observado um aumento da velocidade dos delfínidos comparando os períodos “antes” e “durante e após” o encontro com embarcações (Ferreira 2007). Neste período, a atividade de observação de cetáceos não se encontrava regulamentada e regia-se por um código de conduta voluntário proposto pelo Museu da Baleia (Dinis et al. 2004). Em 2013, a Assembleia Legislativa Regional da Madeira aprovou um decreto-lei (Nº 15/2013/M) em que regulamenta a observação de cetáceos no arquipélago da Madeira. Neste sentido será importante dar continuidade à monitorização das interações entre os cetáceos e as embarcações, a curto e longo prazo, designadamente após a regulamentação desta atividade.

As populações associadas à ilha de golfinho roaz e baleia piloto serão mais vulneráveis às atividades humanas pois estão mais concentradas nas zonas costeiras.

Relativamente ao golfinho comum e ao golfinho pintado, estas espécies serão menos vulneráveis às alterações climáticas devido à sua vasta área de distribuição e ao seu elevado tamanho populacional. O golfinho comum é uma espécie que ocorre na Madeira no inverno e primavera, sendo nestas épocas uma das espécies mais observadas na atividade comercial de observação de cetáceos (Ferreira 2007).

A dieta é outro dos principais fatores que contribui para a vulnerabilidade das espécies. O cachalote e a baleia-piloto tropical alimentam-se essencialmente de lulas e outros cefalópodes (Taylor et al. 2008; Taylor et al. 2011). As restantes espécies têm uma dieta mais generalista podendo alimentar-se de diferentes espécies de peixe. Assim, espécies que se alimentam de uma maior variedade de presas, são potencialmente mais resilientes e menos vulneráveis às alterações climáticas.

3.3.1.5. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados

Para este grupo, a confiança é um reflexo da concordância e da evidência representada pela “qualidade dos dados” (ver métodos). As principais falhas no conhecimento são a falta de informação relativamente ao tamanho populacional das espécies, às migrações e ao impacto das atividades humanas nas populações de cetáceos.

As espécies de golfinho roaz e baleia piloto associadas à ilha são das que apresentam uma maior confiança nos resultados pois são populações que se distribuem junto à costa sendo alvo dos trabalhos de investigação científica e para as quais existe mais informação sobre a sua ecologia. O golfinho roaz e o golfinho comum são espécies cosmopolitas, com um elevado efetivo populacional sendo das espécies mais bem estudadas globalmente (Perrin et al. 2009).

O tamanho populacional é um dos fatores com maior incerteza nos resultados pois para muitas populações não existem estimativas para o Atlântico sendo a avaliação feita com base em estimativas para outras áreas.

No caso do cachalote esta é uma espécie para a qual existe menos informação concreta sobre estimativas populacionais no atlântico norte, os padrões de migração e diferenciação genética de stocks à escala regional (Cabral et al. 2005).

As espécies que realizam migrações anuais, estão dependentes temporal ou espacialmente de habitats específicos tornando-as mais vulneráveis às alterações climáticas. Para muitas espécies, os padrões de migração são pouco conhecidos. Por exemplo, para o cachalote, os machos durante o verão migram para zonas polares enquanto que as fêmeas mantêm-se em águas tropicais e subtropicais. No entanto, nos Açores, e possivelmente na Madeira, há indivíduos que estão presentes todo o ano, existindo a possibilidade de alguns não realizarem movimentos migratórios até às zonas polares. Silva et al. 2013 suporta a hipótese levantada por Clarke 1956 de que os Açores podem ser uma área de reprodução para o cachalote.

O impacto das atividades humanas nas populações de cetáceos é o fator com maior incerteza em todas as espécies avaliadas. Neste trabalho, tendo em conta as tendências observadas nas últimas décadas, assumiu-se que estas atividades se irão manter ou aumentar no futuro, no entanto, associou-se a este fator uma forte componente de incerteza.

O estatuto de conservação atribuído pelo International Union for conservation of Nature (IUCN) está dependente em grande parte do conhecimento biológico existente para as espécies. Neste estudo, a incerteza inerente aos dados disponíveis para avaliação do estatuto de conservação foi refletida na pontuação atribuída a este fator.

3.3.2. Peixes

Autores: Andreia Sousa e Maria João Cruz

3.3.2.1. Espécies estudadas

As espécies-alvo selecionadas estão entre as principais espécies de pescado descarregadas nos portos da região e para as quais existem dados de peso do pescado entre 1976 e 2013 (DREM 2013).

O setor das pescas na Madeira é influenciado pelas características oceanográficas e biológicas do ecossistema marinho da região. Destacam-se o caráter oligotrófico da área onde não existem afloramentos persistentes e a estreita plataforma insular que limita a pesca à captura de espécies demersais. Estas características fazem com que a pesca comercial na Madeira seja dirigida a espécies migratórias e de profundidade (SRA 2014b).

Em 2013 foram descarregadas em lota 4 172 toneladas de pescado correspondente a 10,9M€ transacionados. No entanto, a contribuição do setor das pescas para o PIB regional é de 0,8% (SRA 2014b). Este facto deve-se às características naturais acima mencionadas que moldam a atividade pesqueira na Madeira, sendo necessário recorrer à importação comercial de produtos da pesca (SRA 2014b).

Tabela 33 – Lista de espécies-alvo deste estudo e respetivo critério de seleção.

ESPÉCIES (NOME CIENTÍFICO)	ESPÉCIES (NOME COMUM)	CRITÉRIO DE SELEÇÃO
<i>Scomber colias</i>	Cavala	Interesse económico e dados disponíveis (DREM)
<i>Trachurus picturatus</i>	Chicharro	Interesse económico e dados disponíveis (DREM)
<i>Aphanopus carbo</i>	Peixe-espada-preto	Interesse económico e dados disponíveis (DREM)

Foram selecionadas espécies segundo o critério de interesse económico e de dados disponíveis, tendo sido selecionadas as três espécies mais capturadas (Tabela 33).

3.3.2.2. Vulnerabilidades atuais: tendências pesca e novas observações

Tabela 34 – Lista de espécies-alvo deste estudo e respetivo estatuto global de ameaça (UICN). CR – Criticamente em perigo; EN – Em perigo; VU – Vulnerável; NT – Quase ameaçado; LC – Pouco Preocupante; DD – Informação insuficiente; NE – Não avaliado.

ESPÉCIES (NOME CIENTÍFICO)	ESPÉCIES (NOME COMUM)	ESTATUTO GLOBAL (UICN)
<i>Scomber colias</i>	Cavala	Pouco Preocupante (LC)
<i>Trachurus picturatus</i>	Chicharro	Não Avaliado (NE)
<i>Aphanopus carbo</i>	Peixe-espada-preto	Não Avaliado (NE)

Em termos da vulnerabilidade atual às alterações climáticas, visto que as espécies se encontram adaptadas ao clima existente, apresenta-se como neutra.

De acordo com o estatuto do UICN, a cavala (*Scomber colias*) é classificada como pouco Preocupante (LC) sendo que o chicharro (*Trachurus picturatus*) e o peixe-espada-preto (*Aphanopus carbo*) não foram avaliados pelo UICN (Tabela 34) (ver www.iucnredlist.org).

Das espécies avaliadas o peixe espada preto é a espécie mais descarregada nos portos da Madeira, seguindo-se a cavala e o chicharro (Figura 29). Atualmente sabe-se que os dados de descargas do peixe-espada-preto incluem também a espécie simpátrica *A. Intermedius* (Biscoito et al. 2011).

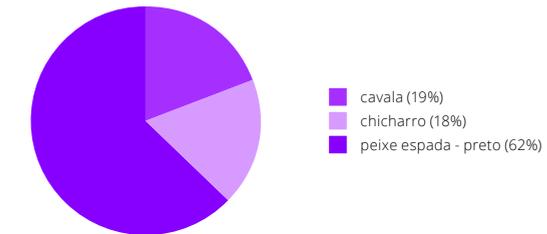


Figura 29 – Percentagem de peso do pescado descarregado em lota para as espécies-alvo.

O pesca de peixe espada preto é uma atividade ancestral que se iniciou à mais de 200 anos na Madeira sendo o primeiro local do mundo onde se explorou comercialmente uma espécie de profundidade (ver <http://goo.gl/LOUACw>). A pesca do peixe espada preto é feita através da utilização de um palangre horizontal de profundidade, sendo esta arte de pesca consideravelmente seletiva (SRA 2014b). O peixe espada preto é a espécie com um maior peso de pescado na Madeira, com um crescimento desde 1976 até 1998 (Figura 30). A partir desta data observa-se um decréscimo na pesca descarregada devido a uma possível diminuição deste recurso pesqueiro. De forma a garantir a exploração sustentável do peixe espada preto foram implementados dois planos de ajustamento de esforço de pesca para esta espécie (SRA 2012). Segundo o relatório da DGPIU (2008), a redução nas capturas de peixe espada preto estavam a obrigar à procura de bancos de pesca cada vez mais longínquos. A diminuição das capturas foi atribuída às alterações da temperatura das águas e ao facto de grande parte das pescarias se realizar entre Outubro e Dezembro, coincidindo com o período da desova.

O chicharro e a cavala são espécies capturadas através da pesca de cerco, na faixa costeira da Madeira, sobretudo na costa sul (SRA 2014b). Desde 1976, a cavala manteve-se entre as 500 e as 1500 toneladas sendo que a partir de 2001 e até 2013 os valores se situam abaixo das 500 toneladas. O chicharro teve um aumento gradual até 1986 com um decréscimo em 1995, atingindo o número mínimo de toneladas da série temporal. Desde esta data e até 2013 o número de descargas manteve-se próximo das 500 toneladas tendo vindo a diminuir nos últimos anos. Foi também delineado um plano de ajustamento do esforço de pesca de pequenos pelágicos com o objetivo de manter um nível de capturas sustentável (SRA 2008).

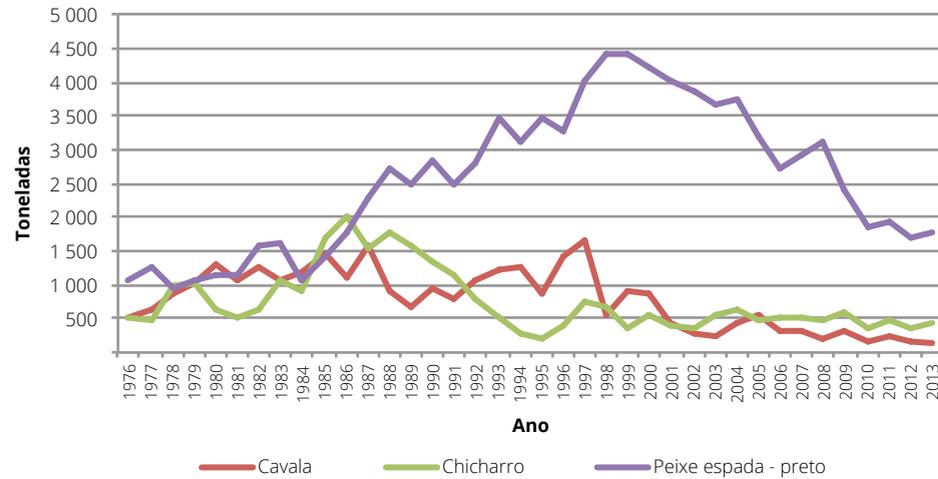


Figura 30 – Série temporal retrospectiva entre 1976 e 2012 de peso do pescado descarregado em lota em toneladas para as espécies-alvo.

3.3.2.3. Vulnerabilidades futuras

As alterações climáticas podem levar à alteração da área de distribuição das espécies, ocorrendo um deslocamento para norte do seu limite de distribuição. Este processo, também ocorre em ambientes terrestres mas é cerca de 10 vezes mais rápido no mar (Pinsky et al. 2013). É difícil identificar o efeito destas alterações, dado que muitos outros fatores podem atuar sinergisticamente como a sobre-exploração dos recursos e o desenvolvimento tecnológico (EEA 2012; Cheung et al. 2013). Para além das alterações na distribuição e nas comunidades de peixes, outros impactos conhecidos são a alteração da fenologia das migrações anuais e época de desova e alterações no crescimento e tamanho corporal devido à dependência da temperatura na termoregulação e nas respostas metabólicas (Simpson et al. 2013). Os fatores climáticos atuam em conjunto e de forma complexa na determinação do ciclo de vida, distribuição e abundância das espécies. Deste modo, é difícil prever os efeitos das alterações climáticas nos recursos marinhos. No entanto, de acordo com o IPCC (2007), as alterações climáticas terão um impacto muito significativo nos recursos pesqueiros globais.

A fauna marinha da Madeira é caracterizada por um conjunto de espécies da região temperada do Mediterrâneo-Atlântico e um conjunto de espécies tropicais (Wirtz et al. 2008). Os efeitos das alterações climáticas são já observados no arquipélago da Madeira, tendo sido recentemente identificadas 22 novas espécies provenientes de latitudes menores (Freitas & Canning-Clode 2014). O recente aparecimento e/ou aumento da frequência de espécies tropicais como *Abudefduf saxatilis*, *Aluterus scriptus*, *Canthidermis sufflamen*, *Caranx crysos* e *Gnatholepis thompsoni* pode provocar no futuro uma alteração significativa na composição faunística da Madeira (Bianchi et al. 1999; Wirtz et al. 2008; Freitas & Canning-Clode 2014).

Tendo em conta as tendências observadas nas últimas décadas, parece estar a observar-se um decréscimo das três espécies em estudo – Peixe espada preto, Cavala e Chicharro. Este decréscimo deverá estar associado à sobrepesca, não sendo no entanto possível afirmar que outros fatores como as alterações climáticas não estejam também envolvidos.

Relativamente ao peixe espada preto, dado que o Arquipélago da Madeira representa um dos limites sul da sua distribuição (ver <http://www.fishbase.org/summary/646>), não se pode descartar a hipótese de, com o aumento da temperatura do mar, haver uma redução da população, ou mesmo o seu desaparecimento. O peixe-espada-preto é uma espécie que habita em média profundidades entre os 800 e os 1200 m, sendo que de acordo com IPCC (2007) as observações desde 1961 mostram que o Oceano tem estado a absorver mais de 80% da temperatura adicionada ao sistema climático e que estas tem aumentado até profundidades de pelo menos 3000 metros. Tanto a Cavala como o Chicharro são espécies associadas a águas mais quentes e portanto menos vulneráveis ao aumento da temperatura do mar. Para além dos efeitos diretos do aumento da temperatura, poderão observar-se efeitos indiretos ao nível das cadeias tróficas difíceis de quantificar.

Resumindo, o impacto potencial das alterações climáticas no setor das pescas é de difícil quantificação. Por um lado poderão surgir novas espécies, criando oportunidades para o setor das pescas no arquipélago. Por outro lado, poderão desaparecer também algumas espécies e outras poderão sofrer alterações na sua abundância.

3.3.2.4. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados

Para este grupo, foi efetuada uma avaliação qualitativa da vulnerabilidade das espécies com base numa revisão bibliográfica e nas tendências de pesca observadas (pescado descarregado em lota) e novos avistamentos. A confiança nos resultados apresentados é portanto baixa. Os dados de descarga do pescado apresentam limitações quando se pretende inferir sobre o impacto alterações climáticas nas comunidades de peixes. Estas estatísticas estão influenciadas por fatores ambientais mas também sociais e económicos como as técnicas e equipamentos de pesca e as necessidades dos mercados. Desta forma é complexo avaliar os impactos das alterações climáticas nos ecossistemas marinhos devido à interação sinérgica entre os fatores naturais e humanos. No entanto, Teixeira et al. 2014 utilizando dados de descargas de pescado, identificou um decréscimo de espécies temperadas e um aumento de espécies com afinidades tropicais ou subtropicais para Portugal. Adicionalmente, os efeitos indiretos das alterações climáticas nas cadeias tróficas são complexos e difíceis de prever.

As principais falhas no conhecimento relacionam-se com a falta de informação sobre a biologia e ecologia das espécies e com a falta de informação sobre os efeitos potenciais a nível das alterações climáticas nas presas consumidas pelas espécies estudadas.

Uma verdadeira avaliação de vulnerabilidades às alterações climáticas para este grupo terá de passar pela elaboração de um índice de vulnerabilidade semelhante ao usado para os restantes grupos deste relatório (ver em cima). Muito embora a informação disponível seja ainda escassa,

a utilização de um índice irá permitir identificar espécies mais vulneráveis e os principais fatores de risco para este grupo assim como as principais falhas no conhecimento. Esta informação é necessária não só para avaliação dos impactos das alterações climáticas mas também para informar a avaliação dos stocks de pesca.

Seria também importante alargar a recolha de dados de pescas a outras espécies o que permitiria, por exemplo, monitorizar a descarga de novas espécies características de zonas tropicais ou subtropicais.

Com o objetivo de contribuir para a integração do conhecimento sobre o mar na RAM, o Observatório Oceânico da Madeira (OOM, ver oom.arditi.pt) iniciou o desenvolvimento de uma plataforma de visualização geográfica da biodiversidade marinha na Madeira (Visor-Bio), de uma base de dados de espécies marinhas comerciais na Madeira (MadeiraFish), bem como uma base de dados de biodiversidade marinha na Madeira (BioDivMarMadeira) que se encontra, à data deste estudo, em construção.

3.3.3. Invertebrados (Espécies não indígenas)

Autores: João Canning-Clode e Andreia Sousa

3.3.3.1. Espécies estudadas

Com o objetivo de reunir um conjunto de espécies que fossem representativas dos diferentes grupos, considerou-se que seria relevante incluir algumas espécies deste grupo neste relatório (Anexo 1). Dado que se têm observado nos últimos anos um aumento do número de espécies não indígenas no arquipélago da Madeira (Wirtz & Canning-Clode 2009; Canning-Clode et al. 2013; Ramalhosa et al. 2014) fruto de um programa de deteção e monitorização iniciado em 2006, foi compilada uma lista de 10 espécies não indígenas de invertebrados na Madeira por João Canning-Clode (Anexo 1).

Neste estudo não foi possível a aplicação de um índice de vulnerabilidade, considerando que o desenvolvimento de métodos quantitativos para avaliação da vulnerabilidade das espécies é uma abordagem recente, nomeadamente no que diz respeito a espécies marinhas.

Outra das limitações na aplicação de índices de vulnerabilidade prende-se com a natureza dos dados disponíveis na avaliação dos fatores de vulnerabilidade. Por exemplo, no que respeita à abundância de espécies não indígenas o conhecimento é muito limitado, sendo que as primeiras estimativas para a Madeira (na Marina da Quinta do Lorde) foram publicadas recentemente (Canning-Clode et al. 2013).

3.3.3.2. Vulnerabilidades atuais e futuras

Em termos da vulnerabilidade atual às alterações climáticas, considerou-se que as espécies com populações estabelecidas se encontram adaptadas ao clima existente. Deste modo, a vulnerabilidade atual das 10 espécies em estudo foi considerada como neutra.

As espécies não indígenas, não foram avaliadas pelo International Union for conservation of Nature (IUCN). No entanto, todas as espécies selecionadas apresentam atualmente populações estáveis na Madeira (Anexo 1). Uma delas (*Distaplia corolla*) é conhecida por dominar as comunidades de biofixação na marina da Quinta do Lorde e por competir com espécies indígenas na RAM (Canning-Clode et al. 2013; SRA 2014b).

Uma inventariação de trinta e nove espécies marinhas não indígenas foi compilada na Estratégia Marinha para a subdivisão da Madeira (SRA 2014b). Neste trabalho concluiu-se que o número de espécies não indígenas é reduzido e que não são conhecidos efeitos adversos de espécies não indígenas. Foi verificado que o rácio entre espécies não indígenas e espécies nativas também é baixo (SRA 2014b). No entanto, é importante salientar que a confiança nestes resultados é baixa.

É difícil estabelecer uma relação direta entre as alterações climáticas e a propagação das espécies não indígenas devido à influência de outros fatores como a atividade antropogénica (Cook et al. 2013). No entanto, é provável que com o aumento da temperatura, outras espécies não indígenas possam encontrar condições favoráveis para se introduzirem, estabelecerem, ou estenderem o seu limite de distribuição, podendo vir a competir com espécies nativas.

3.3.3.3. Falhas de conhecimento e confiança nos resultados

É necessária mais informação sobre a abundância de espécies não indígenas marinhas no arquipélago da Madeira. É também necessário aumentar de forma consistente a área de avaliação destas espécies e dar continuidade aos trabalhos de monitorização (Canning-Clode et al. 2013; SRA 2014b). No que respeita a políticas de gestão, mais informação sobre vetores de introdução de espécies não indígenas (tipologia e magnitude) é relevante para reduzir a chegada de novas espécies (VECTORS 2014).

A aplicação de um índice de vulnerabilidade tanto a invertebrados marinhos nativos como a espécies introduzidas poderá permitir no futuro fazer uma avaliação mais objetiva dos potenciais impactos que poderão decorrer das alterações climáticas.

Muitas das espécies de invertebrados marinhos são espécies fundadoras com um papel importante na estrutura das comunidades marinhas. Na Madeira muitos invertebrados marinhos dominam a zona costeira, sendo os mais importantes os crustáceos, moluscos e poliquetas. O grupo os invertebrados na Madeira é constituído por espécies do Mediterrâneo e espécies temperadas e tropicais e continuam a ser descobertas novas espécies todos os anos (e.g. Wirtz 2006; Wirtz & Canning-Clode 2009; Canning-Clode et al. 2013; Ramalhosa et al. 2014).

4. Conclusões

Neste estudo foi avaliada a vulnerabilidade atual e futura às alterações climáticas dos vários grupos taxonómicos terrestres e marinhos presentes no arquipélago da Madeira. Em termos da vulnerabilidade atual às alterações climáticas, visto que as espécies se encontram adaptadas ao clima existente, esta foi considerada como “Neutra (0)” de acordo com a escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]. Muito embora se considere que possam já existir alguns efeitos das alterações climáticas que ainda não foram documentados.

Biodiversidade Terrestre

A avaliação de vulnerabilidades da biodiversidade terrestre da RAM é bastante complexa devido à sua grande diversidade, quantidade de espécies endémicas e limitada informação tanto a nível do conhecimento e monitorização das espécies, como sistematização de ações que levam ao aumento da sua capacidade adaptativa. A abordagem pode ser a dois níveis: das espécies que constituem os vários grupos de flora e fauna ou dos habitats.

Espécies

Em termos gerais, as espécies mais vulneráveis às alterações climáticas na RAM são as espécies: i) ectotérmicas e cujo limiar térmico já se encontra perto do seu limite máximo ou dependentes de eventos de perturbação cíclica, ii) dependentes de factores climáticos que despoletam o início das suas actividades 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 e competição (por exemplo com espécies invasoras), v) cujo habitat é bastante reduzido ou se encontra fragmentado (não conectado) e vi) as suas populações estão bastante ameaçadas devido a outras pressões antropogénicas.

Em suma, os grupos terrestres com mais espécies identificadas como vulneráveis às alterações climáticas foram os grupos dos briófitos, das plantas vasculares e dos moluscos terrestres. Os grupos que detêm mais espécies que podem beneficiar das alterações do clima são o grupo dos répteis e dos artrópodes.

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

Por outro lado, as espécies exóticas com características invasoras são de igual relevância uma vez que o âmbito do estudo é uma região insular, cujo equilíbrio dos ecossistemas tem dinâmicas únicas fruto de anos de isolamento, que podem estar em causa aquando do aparecimento de espécies desestabilizadoras.

Importa evidenciar as várias espécies indicadoras das alterações ambientais, em particular do grupo dos briófitos, líquenes, moluscos e artrópodes. Os resultados nestas espécies indicam que está a ocorrer uma mudança e a sua monitorização é essencial para antecipar impactos futuros. É então vantajoso cingir os esforços a estas espécies dado que reflectem o que está a acontecer a outras espécies dos mesmos habitats.

Interessante reconhecer que no caso dos mamíferos, apesar de se terem estudado espécies potencialmente sensíveis como os morcegos devido à sua ecologia única, parecem ter uma capacidade adaptativa íntinseca robusta, dado que não aparentam ser sensíveis às alterações climáticas.

Importante destacar igualmente que algumas espécies poderão beneficiar com as alterações climáticas projectadas para a RAM, em particular espécies do grupo dos répteis e artrópodes.

Com o objetivo de representar de forma geral os factores de exposição, sensibilidade, impactos e vulnerabilidade da biodiversidade terrestres às alterações climáticas, foi elaborado um esquema conceptual (Figura 31) com uma representação simplificada da vulnerabilidade dos grupos, sendo que estes foram divididos em duas categorias de vulnerabilidade: 1) “Muito vulnerável” que corresponde às classes -3 a -1 na escala de vulnerabilidade do [CLIMA-Madeira] 2) “Neutra (0)” que corresponde às classes de “Neutra (0)” a “Positiva (2)” (Figura 31). O grupo dos briófitos, plantas vasculares, moluscos e artrópodes são grupos que 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 as alterações climáticas.

Habitats

Os habitats considerados neste estudo 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 umbellatae* – *Oleo madenrensis*), o Zambujal Madeirense (caracterizado pela série de vegetação *Helichryso melaleuci* – *Sideroxylo marmulanae*) e as ilhas desertas e selvagens (não caracterizados).

Em termos gerais, as alterações climáticas irão promover a deslocação destes habitats em altitude (dado que em latitude estão condicionados ao vasto oceano Atlântico). 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 ilhas desertas e selvagens), espécies exóticas (com características invasoras) e eventos climáticos extremos (como os fogos florestais).

A vulnerabilidade dos habitats terrestres foi avaliada por “*expert judgment*” recorrendo à informação dos modelos bioclimáticos (Cruz et al., 2009), à avaliação das espécies que os compõem e às características actuais dos habitats. O Maciço Montanhoso Central, o Zambujal Madeirense e o Matagal Marmulano apresentaram uma vulnerabilidade na classe “Crítico (-3)” e a Floresta Laurissilva na classe “Muito negativa (-2)” a longo prazo no cenário A2 (Anexo 6).

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 no vasto oceano.

No caso dos habitats do Zambujal Madeirense, Matagal Marmulano e Laurissilva (em particular a mediterrânea do barbazano) estão fortemente condicionados pela pressão urbana, agrícola e florestal das zonas costeiras da ilha da Madeira.

A vulnerabilidade dos habitats está também representada no esquema conceptual (Figura 31).

BIODIVERSIDADE TERRESTRE DA REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA

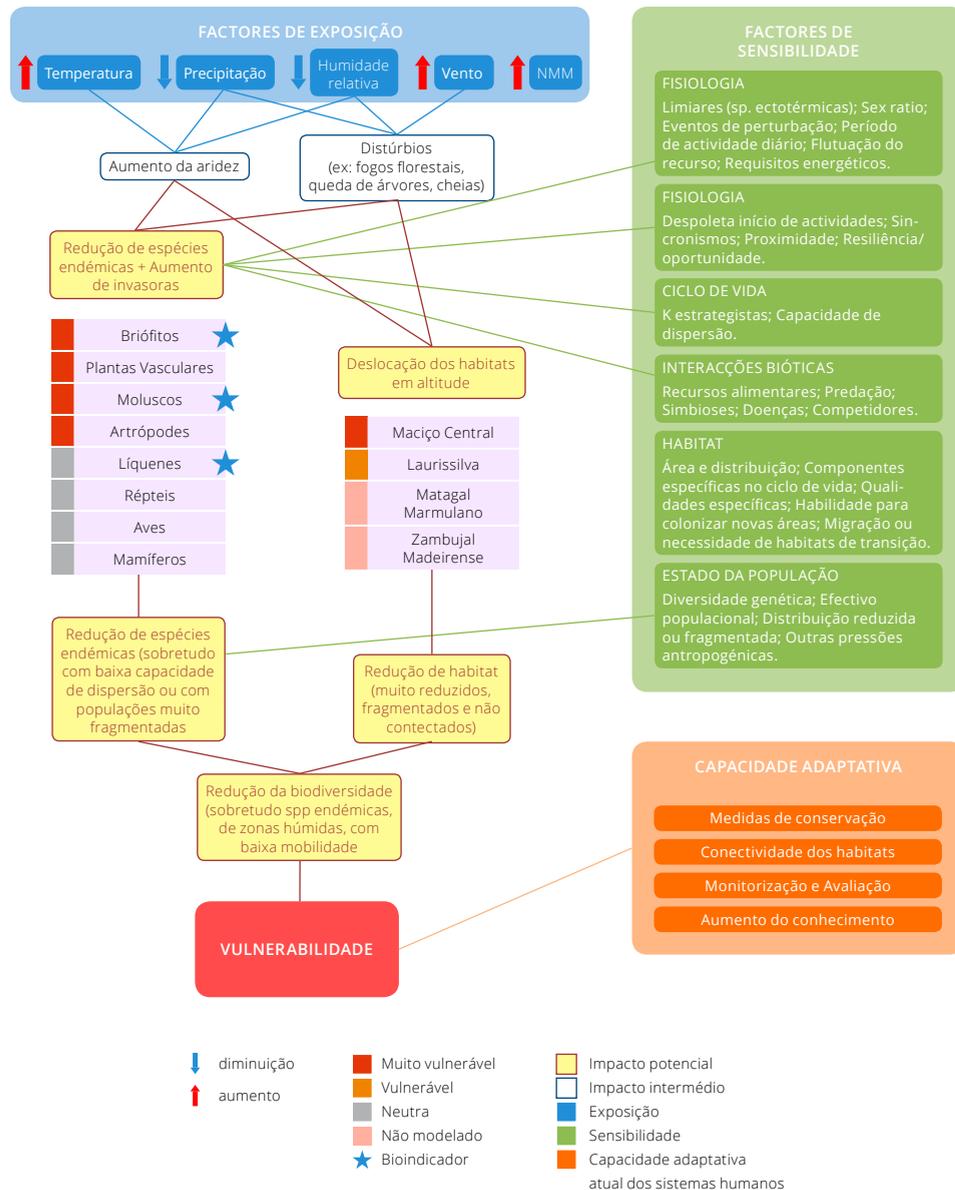


Figura 31 – Esquema conceptual da biodiversidade terrestre. Representação simplificada dos factores de exposição, sensibilidade e impactos das alterações climáticas.

Biodiversidade Marinha

A avaliação de vulnerabilidades da biodiversidade marinha da RAM é bastante complexa devido à grande diversidade de espécies e limitada informação sobretudo a nível do conhecimento ecológico das espécies e das interações entre as espécies e cadeias tróficas. A avaliação da vulnerabilidade das espécies seguiu, no grupo dos cetáceos, uma abordagem quantitativa e no grupo dos peixes e invertebrados uma abordagem qualitativa. Os habitats marinhos na RAM não foram avaliados devido à falta de informação base necessária para caracterizar a vulnerabilidade.

A Figura 32 representa um esquema conceptual geral e simplificado dos factores de exposição, sensibilidade e impactos das alterações climáticas na biodiversidade marinha.

Espécies e habitats

As espécies de cetáceos mais vulneráveis foram o cachalote e a baleia comum avaliadas na classe “Muito negativa (-1)”. As espécies de baleia piloto e golfinho roaz com indivíduos associados à ilha são relevantes para a RAM nomeadamente para o sector do turismo e apresentaram uma vulnerabilidade “Muito negativa”. A residência sazonal, durante o verão da espécie de baleia de Bryde, poderá dever-se a um conjunto de factores que actuam de forma conjunta, incluindo as alterações no clima.

No grupo dos peixes, e considerando que os impactos das alterações climáticas são difíceis de quantificar, foram identificadas 22 novas espécies de peixe provenientes de latitudes menores. Considerando as tendências observadas nas últimas décadas, o decréscimo das três espécies – Peixe espada preto, Cavala e Chicharro deverá estar associado a um conjunto de factores que actuam de forma sinérgica, não sendo no entanto possível afirmar que factores como as alterações climáticas não estejam também envolvidos.

Nos últimos anos tem-se observado um aumento do número de espécies não indígenas no arquipélago da Madeira não sendo conhecidos os impactos adversos provocados por estas espécies. É provável que com o aumento da temperatura, outras espécies não indígenas possam encontrar condições favoráveis para se introduzirem, estabelecerem, ou estenderem o seu limite de distribuição, podendo vir a competir com espécies nativas.

No futuro, é necessário desenvolver uma avaliação quantitativa dos impactos para os peixes, invertebrados e ainda outras espécies relevantes na Madeira como a foca-monge ou as espécies de tartarugas, através, por exemplo, da aplicação de índices de vulnerabilidade.

As falhas de conhecimento comuns a vários grupos prendem-se com a necessidade de um maior conhecimento da biologia e ecologia das espécies e de uma monitorização a longo prazo das comunidades faunísticas.

Nos habitats marinhos do Arquipélago, as principais falhas no conhecimento prendem-se com falta de informação base acerca da sua distribuição, composição e funcionamento. Uma das

principais lacunas sobre o ecossistema marinho da subdivisão da Madeira consiste na falta de conhecimento sobre as interações entre as espécies e os seus ecossistemas que acaba por limitar o desenvolvimento de estudos mais detalhados no que respeita à identificação de indicadores de biodiversidade (SRA 2014b) e dos impactos das alterações climáticas no ecossistema marinho.

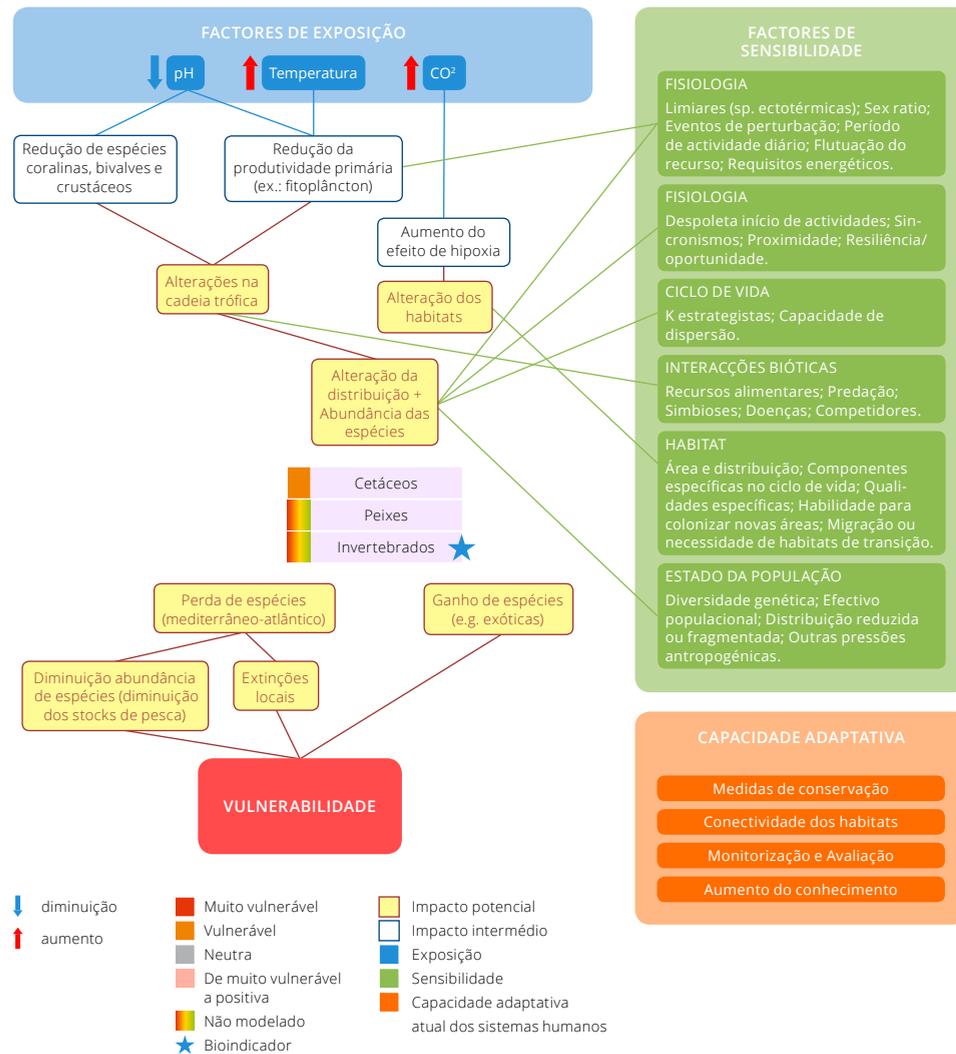


Figura 32 – Esquema conceptual da biodiversidade marinha. Representação simplificada dos factores de exposição, sensibilidade e impactos das alterações climáticas.

5. Referências

- › Alves F, Dinis A, Cascão I, Freitas L. 2009. Bryde's whale (*Balaenoptera brydei*) stable associations and dive profiles: New insights into foraging behavior. *Mar Mammal Sci* [Internet]. [cited 2014 Dec 15]; 26:202–212. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1748-7692.2009.00333.x>
- › Alves F, Dinis A, Nicolau C, Ribeiro C, Kaufmann M, Fortuna C, Freitas L. 2014. Survival and abundance of short-finned pilot whales in the archipelago of Madeira, NE Atlantic. *Mar Mammal Sci*.
- › Alves F, Quérrouil S, Dinis A, Nicolau C, Ribeiro C, Freitas L, Kaufmann M, Fortuna C. 2013. Population structure of short-finned pilot whales in the oceanic archipelago of Madeira based on photo-identification and genetic analyses: implications for conservation. *Aquat Conserv Mar Freshw Ecosyst*. 23:758–776.
- › Bagne K, Friggens M, Finch D. 2011. A system for assessing vulnerability of species (SAVS) to climate change. General Technical Report RMRS-GTR-257. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- › Barker GM. 2001. The biology of terrestrial molluscs. Ed. Landcare Research Hamilton, New Zealand. 558 pp.
- › Bertzky M, Dickson B, Galt R, Glen E. 2011. Impacts of climate change and selected renewable energy infrastructures on EU biodiversity and the Natura 2000 network: Summary Report. Eur Comm Int Union Conserv Nature, Brussels.
- › Bianchi CN, Morri C, Sartoni G, Wirtz P. 1999. Sublittoral epibenthic communities around Funchal (Island of Madeira, NE Atlantic): an update of previous information and a comparison with the Mediterranean Sea. *Bol Mus Munic Funchal Sup no 5*, 59–80.
- › Biscoito M, Delgado J, González JA, Stefanni S, Tuset VM, Isidro E, Mederos GM, Carvalho D. 2011. Morphological identification of two sympatric species of Trichiuridae, *Aphanopus carbo* and *A. intermedius*, in NE Atlantic. *Cybium*. 35:19–32.

- › Boeiro M, Aguiar AF, Aguiar CAS, Borges AV, Cardoso P, Crespo L, Menezes D, Pereira F, Rego C, Silva I, et al. 2013. Madeira, the biodiversity pearl - valuing the native habitats and endemic life forms. Lisboa, 80pp.
- › Borges PAV, Abreu C, Aguiar AMF, Carvalho P, Jardim R, Melo I, Oliveira P, Sérgio C, Serrano ARM, Vieira P (Eds). 2008. A list of the terrestrial fungi, flora and fauna of Madeira and Selvagens archipelagos. Direcção Regional do Ambiente da Madeira e Universidade dos Açores, Funchal e Angra do Heroísmo. 438pp.
- › Cabral MJ, Almeida J, Almeida PR, Dellinger T, Ferrand de Almeida, N., Oliveira ME, Palmeirim JM, Queiroz AI, L. R, Santos-Reis M. 2005. Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa.
- › Cameron RAD. 1989. Shell size shape in Madeira Land snails: do niches remain unfilled? Biological Journal of the Linnean Society 36: 79-96.
- › Canning-Clode J, Fofonoff P, McCann L, Carlton JT, Ruiz G. 2013. Marine invasions on a subtropical island: Fouling studies and new records in a recent marina on Madeira Island (Eastern Atlantic Ocean). Aquat Invasions. 8:261–270.
- › Capelo J. 2004. A paisagem vegetal da ilha da Madeira. Quarcetea. 6:3–200. FCT.
- › Cheung WWL, Watson R, Pauly D. 2013. Signature of ocean warming in global fisheries catch. Nature [Internet]. 497:365–368. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/nature12156>
- › Chiba S. 1998. A mathematical model for long-term patterns of evolution: effects of environmental stability and instability on macroevolutionary patterns and mass extinctions. Paleobiology. 24:336–348.
- › Clarke R. 1956. Sperm whales of the Azores. Discovery Reports 28.
- › Comer P, Young B, Schulz K. 2012. Climate Change Vulnerability and Adaptation Strategies for Natural Communities: Piloting methods in the Mojave and Sonoran deserts. Report to the U.S. Fish and Wildlife Service. NatureServe, Arlington, VA.
- › Comissão Europeia. 2009. White paper - Adapting to climate change: towards a European framework for action. Brussels.
- › Cook EJ, Jenkins S, Maggs C, Minchin D, Mineur F, Nall C, Sewell J. 2013. Impacts of climate change on non-native species. MCCIP Sci Rev 2013.:155–166.
- › Cruz MJ, Aguiar R, Correia A, Tavares T, Pereira JS, Santos FD. 2009. Impacts of climate change on the terrestrial ecosystems of Madeira. Int J Des Nat Ecodynamics. 4:413–422.

- › Cunha ISA. 2013. Marine traffic and potential impacts towards cetaceans within the Madeira EEZ : a pioneer study. Mestrado em Ecologia Ambiente e Território. Departamento de Biologia.
- › Davison J, Coe S, Finch D, Rowland E, Friggens M, Graumlich L. 2012. Bringing indices of species vulnerability to climate change into geographic space: an assessment across the Coronado national forest. Biodivers Conserv. 21:189–204.
- › Dinis A, Nóbrega F, Freitas L. 2004. Relatório da Caracterização da Actividade de Whale Watching e Avaliação dos seus Impactos (Documento J). Relatório técnico preparado no âmbito do Projecto para a Conservação dos Cetáceos no Arquipélago da Madeira. Museu da Baleia, Caniçal.
- › Dinis A. 2014. Ecology and Conservation of Bottlenose Dolphins in Madeira Archipelago, Portugal. Doctorate Thesis in Biological Sciences. Universidade da Madeira, Portugal.
- › Draper I, Hedenäs L, Stech M, Patiño J, Werner O, González-Mancebo, J.M. Sim-Sim M, Lopes T, Ros RM. 2015. How many species of Isoetecium (Lembophyllaceae, Bryophyta) are there in Macaronesia? A survey using integrative Botanical Journal of the Linnean Society (in press). taxonomy”.
- › DREM. 2013. Série retrospectiva da agricultura e pesca. Pesca descarregada nos portos da Região (1976-2013). Direcção Regional de Estatística da Madeira.
- › EEA, JRC, WHO. 2008. Impacts of Europe's changing climate - 2008 indicator-based assessment. Eur Environ Agency, Copenhagen.
- › EEA. 2009. Progress towards the European 2010 biodiversity target – European Environment Agency. Report. N° 4/2009.
- › EEA. 2012. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. An indicator-based report. European Environment Agency. Report No 12/2012.
- › Faber-Langendoen D, Master L, Nichols J. 2009. NatureServe Conservation Status Assessments: Methodology for Assigning Ranks. NatureServe, Arlington, VA.
- › Ferreira BR. 2007. Monitorização da actividade de observação de cetáceos no arquipélago da Madeira, Portugal. Tese de Mestrado, Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Portugal.
- › Franquinho AAM, Wakeham-Dawson A, Freitas JJG. 2009. The life cycle of the little known and endangered endemic Madeiran Brimstone Butterfly *Gonepteryx rhamni* Felder, 1862 (Pieridae). Nota lepidopterologica 32(2): 145-157.
- › Freitas L, Dinis A, Nicolau C, Alves F, Ribeiro C. 2013. Mar da Madeira um oásis a conservar - baleias e golfinhos da Madeira. Mus da Baleia da Madeira.

- › Freitas L, Dinis A, Nicolau C, Ribeiro C, Alves F. 2012. New records of cetacean species for Madeira Archipelago with an updated checklist. *Bol do Mus Munic do Funchal*. 62:25–43.
- › Freitas L. 2004. Estatutos de conservação dos cetáceos no arquipélago da Madeira (documento F). Relatório técnico do Projecto CETACEOSMADEIRA (LIFE99 NAT/P/06432). Museu da Baleia da Madeira.
- › Freitas M, Canning-Clode J. 2014. Non-indigenous fish in the fresh and marine waters of the Madeira Archipelago. In: Poster apresentado no SIBIC – V Jornadas Ibéricas Ictiol Mus Nac História Nat e da Ciência. 24 a 27 de Junho 2014.
- › Gardiner B. 2003. The possible cause of extinction of *Pieris brassicae wollastoni* Butler (Lepidoptera: Pieridae). *Entomol Gaz*. 54:267–268.
- › Hamon WR. 1961. Estimating potential evapotranspiration. *J. of the Hydraul. Div. Amer. Soc. Civ. Engrs*. 87:107-120.
- › IPCC. 2007. IPCC Fourth Assessment Report (AR4). Watson, R.T. and the Core Writing Team (Eds.). IPCC, Geneva, Switzerland.
- › IPCC. 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. eds. C. B. Field V. R. Barros D. J. Dokken K. UK and New York, USA: Cambridge University Press.
- › Jardim R, Sequeira M. 2008. As plantas vasculares (Pteridophyta e Spermatophyta) dos arquipélagos da Madeira e das Selvagens. In: List dos fungos, flora e fauna Terr dos arquipélagos da Madeira e Selvagens. Direcção Regional do Ambiente da Madeira e Universidade dos Açores, Funchal e Angra do Heroísmo.
- › Laidre KL, Stirling I, Lowry LF, Wiig Ø, Heide-Jørgensen MP, Ferguson SH. 2008. Quantifying the sensitivity of the arctic marine mammals to climate-induced habitat change. *Ecol Appl* [Internet]. 18:S97–S125. Available from: <http://dx.doi.org/10.1890/06-0546.1>
- › Lovejoy TE, Hannah L. 2005. *Climate Change and Biodiversity*. Yale University Press.
- › Martín JL, Arechavaleta M, Borges PAV, Faria B (Eds). 2008. TOP 100 - As cem espécies ameaçadas prioritárias em termos de gestão na Região Europeia Biogeográfica da Macaronésia. Consejo de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias, 500 pp.
- › Mastrandrea MD, Christopher BF, Stocker FT, Edenhofer O, Ebi KL, David J, Frame HH. 2010. Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties Guidance. Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report.

- › Matos P, Pinho P, Aragón G, Martínez I, Nunes A, Soares AMVM, Branquinho C. 2015. Lichen traits responding to aridity. *J Ecol* [Internet]. 103:451–458. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/1365-2745.12364>
- › MEA. 2005. *Ecosystems and human well-being*. World Resources Institute, Washington, DC.
- › Morrison W, Nelson M, Howard J, Teeters E, Hare J, Griffis R, Scott DJ, Alexander AM. Assessing the Vulnerability of Fish Stocks to Climate Change. (in prep.). NOAA, Office of Science and Technology.
- › Nicolau C, Alves F, Ferreira BR, Henriques F, Dinis A, Ribeiro C, Freitas L. 2013. A First Assessment Of The Cetaceans' Occurrence And Threats In The Offshore Waters Of Madeira. Poster presentation. In: European Cetacean Society Conference. Setúbal, Portugal.
- › Perrin WF, Wursig B, Thewissen JGM. 2009. *Encyclopedia of Marine Mammals*. Elsevier Science.
- › Pinsky ML, Worm B, Fogarty MJ, Sarmiento JL, Levin SA. 2013. Marine Taxa Track Local Climate Velocities. *Sci* [Internet]. 341:1239–1242. Available from: <http://www.sciencemag.org/content/341/6151/1239.abstract>
- › Piper J, Wilson E. 2008. Deliverable 4.1: Policy Analysis for Biodiversity under climate change. Minimisation Adapt to Clim Chang Impacts Biodivers [Internet]. Available from: <http://www.macis-project.net>
- › Quérouil S, Silva MA, Freitas L, Prieto R, Magalhães S, Dinis A, Alves F, Matos AJ, Mendonça D, Hammond PS, Santos RS. 2007. High gene flow in oceanic bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) of the North Atlantic. *Conserv Genet*. 8:1405–1419.
- › Ramalhosa P, Camacho-Cruz K, Bastida-Zavala R, Canning-Clode J. 2014. First record of *Branchiomma bairdi* McIntosh, 1885 (Annelida: Sabellidae) from Madeira Island, Portugal (northeastern Atlantic Ocean). *BiolInvasions Rec*. 3:235–239.
- › Rosenzweig C, Tubiello FN. 2007. Adaptation and mitigation strategies in agriculture: an analysis of potential synergies. *Mitig Adapt Strateg Glob Chang*. 12:855–873.
- › Silva L, Land EO, Rodríguez Luengo JL (Eds). 2008. *Invasive terrestrial flora & fauna of Macaronesia. TOP 100 in Azores, Madeira and Canaries*. ARENA, Ponta Delgada, 546 pp.
- › Silva MA, Prieto R, Cascão I, Seabra MI, Machete M, Baumgartner MF, Santos RS. 2013. Spatial and temporal distribution of cetaceans in the mid-Atlantic waters around the Azores. *Mar Biol Res*. 10:123–137.
- › Simmonds MP, Smith V. 2009. *Cetaceans and Climate Change – Assessing the Risks*. SC-F09-CC8.

- › Simpson DS, Blanchard J, Genner M. 2013. Impacts of climate change on fish. *Marine Climate Change Impacts Partnership: Science Review* 2013: 113-124.
- › Sim-Sim M, Ruas S, Fontinha S, Hedenäs L, Sérgio C, Lobo C. 2014. Bryophyte conservation on a North Atlantic hotspot: threatened bryophytes in Madeira and Selvagens Archipelagos (Portugal). *Syst Biodivers*. 12:315–330.
- › SRA. 2008. Plano de ajustamento do esforço de pesca para os pequenos pelágicos. Direcção de Serviços de Desenvolvimento e Administração das Pescas. Funchal, Junho de 2008.
- › SRA. 2012. 2º Plano de ajustamento do esforço de pesca para o peixe-espada-preto. Direcção de Serviços de Desenvolvimento e Administração das Pescas. Funchal, Junho de 2012.
- › SRA. 2014a. Jardim Botânico da Madeira – Recursos Naturais – Vegetação [Internet]. Available from: <http://goo.gl/CVi8Fh>
- › SRA. 2014b. Estratégia Marinha para a subdivisão da Madeira. Diretiva Quadro Estratégia Marinha. Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais, Junho 2014.
- › Stenseth N. 2008. Effects of climate change on marine ecosystems. *Clim Res*. 37:121–122.
- › Taylor BL, Baird R, Barlow J, Dawson SM, Ford J, Mead JG, Notarbartolo di Sciara, G, Wade P, Pitman RL. 2008. *Physeter macrocephalus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. IUCN Red List Threat Species Version 20143 [Internet]. Available from: <http://www.iucnredlist.org>
- › Taylor BL, Baird R, Barlow J, Dawson SM, Ford J, Mead JG, Notarbartolo di Sciara, G., Wade P, Pitman RL. 2011. *Globicephala macrorhynchus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. IUCN Red List Threat Species Version 20143 [Internet]. Available from: <http://www.iucnredlist.org>
- › Teixeira CM, Gamito R, Leitão F, Cabral HN, Erzini K, Costa MJ. 2014. Trends in landings of fish species potentially affected by climate change in Portuguese fisheries. *Reg Environ Chang* [Internet]. 14:657–669. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-013-0524-5>
- › VECTORS. 2014. Vectors in view. Newsletter. Issue 7. December 2014.
- › Vera AH. 2012. Quantification of the exposure of cetacean individuals to whale-watching vessels through the photo-identification technique in the South coast of Madeira Island (Portugal). Faculdade de Biologia. Universidade de Murcia.
- › Wetterer JK, Espadaler X, Wetterer AL, Aguin-Pombo D, Franquinho-Aguiar AM. 2006. Long-term impact of exotic ants on the native ants of Madeira. *Ecol Entomol*. 31:358–368.

- › Wetterer JK, Espadaler X. 2010. Invasive ants of Macaronesia. Pp. 133-144. In: A.R.M. Serrano, P.A.V. Borges, M. Boieiro & P. Oromí (Eds). *Terrestrial arthropods of Macaronesia – Biodiversity, Ecology and Evolution*. Sociedade Portuguesa de Entomologia.
- › Williams CR, Mincham G, Ritchie S a, Viennet E, Harley D. 2014. Bionomic response of *Aedes aegypti* to two future climate change scenarios in far north Queensland, Australia: implications for dengue outbreaks. *Parasit Vectors* [Internet]. 7:447. Available from: <http://www.parasitesand-vectors.com/content/7/1/447>
- › Wirtz P, Canning-Clode J. 2009. The invasive bryozoan *Zoobotryon verticillatum* has arrived at Madeira Island. *Aquat Invasions*. 4:669–670.
- › Wirtz P, Fricke R, Biscoito MJ. 2008. The coastal fishes of Madeira Island—new records and an annotated check-list. *Zootaxa*. 1715:1–26.
- › Wirtz P. 2006. Ten invertebrates new for the marine fauna of Madeira Arquipélago. *Life Mar Sci*. 23A:75–78.
- › Young B, Byers E, Gravuer K, Hall K, Hammerson G, Redder A, Cordeiro J, Szabo K. 2011. Guidelines for Using the NatureServe Climate Change Vulnerability Index. NatureServe.

Anexo 1 - Listagem de espécies-alvo

Líquenes

Graphis scripta
Pseudocyphellaria crocata
Sphaerophorus globosus
Nephroma areolatum
Parmotrema reticulatum
Fellhanera seroexpectata
Sticta canariensis

Briófitos

Campylopus introflexus
Andreaea flexuosa luisieri
Frullania sergiae
Riccia atlantica
Heteroschyphus denticulatus
Bryoxiphium madeirense
Fissidens nobreganus
Echinodium setigerum
Isothecium montanum
Echinodium spinosum

Plantas Vasculares

Aichryson dumosum
Chamaemeles coriacea
Convolvulus massonii
Pittosporum coriaceum

Polystichum drepanum
Saxifraga portosanctana
Sorbus maderensis
Armeria maderensis
Sibthorpia peregrina
Acacia mearnsii

Moluscos terrestres

Actinella nitidiuscula nitidiuscula
Caseolus (Caseolus) calculus
Caseolus (Helicomela) punctulatus punctulatus
Discula (Discula) calcigena calcigena
Discula polymorpha polymorpha
Geomitra Turricula
Idiomela subplicata
Leptaxis membranacea
Leptaxis groviana groviana
Theba pisana

Artrópodes

Amara superans
Hipparchia maderensis
Scarites abbreviatus
Linepithema humile
Ocypus olens
Ommatoiulus moreletii
Gonepteryx maderensis

Aedes aegypti
Deucalion oceanicum
Tapinoma madeirense

Répteis

Tarentola boettgeri bischoffi
Teira dugesii
Hemidactylus mabouia
Tarentola mauritanica

Aves

Buteo buteo harterti
Fringilla coelebs madeirensis
Carduelis cannabina guentheri
Motacilla cinerea schmitzi
Tyto alba schmitzi
Regulus madeirensis
Anthus berthelotii madeirensis
Columba trocaz
Pterodroma madeira
Pterodroma deserta

Mamíferos Terrestres

Pipistrellus maderensis
Nyctalus leisleri verrucosus
Plecotus austriacus

Mamíferos marinhos

Physeter macrocephalus
Globicephala macrorhynchus
Stenella frontalis
Tursiops truncatus
Delphinus delphis
Balaenoptera brydei
Balaenoptera physalus

Peixes

Scomber colias
Trachurus picturatus
Aphanopus carbo

Espécies não indígenas (invertebrados)



TOP 10 of non-indigenous species for the Madeira archipelago

List compiled by João Canning Clode^{1,2,3}

¹Centre of IMAR of the University of the Azores, Department of Oceanography and Fisheries/UAz,Rua Prof. Dr Frederico Machado, 4, PT-9901-862 Horta, Azores, Portugal

²MARE – Marine and Environmental Sciences Centre, Estação de Biologia Marinha do Funchal, Cais do Carvão 9000-107 Funchal, Madeira, Portugal.

³Smithsonian Environmental Research Center, Edgewater, MD 21037

Macroalgae

Asparagopsis armata (Harvey, 1855)

Taxonomy: Phylum Rhodophyta

First record in Madeira: 1974

Notes: Established populations. Present in Madeira, Porto Santo, Desertas and Selvagens.

References: (Levring 1974, Neto et al. 2001)

Macroinvertebrates

Distaplia corolla (Monniot F., 1974)

Taxonomy: Phylum Chordata

First record in Madeira: 2006

Notes: Established populations.

1) Present in Madeira and Porto Santo. High abundances found in PVC settling plates in Quinta do Lorde (south coast of Madeira) in the 2006-2012 survey performed by Canning-Clode et al (2013).

2) My research group is conducting a monitoring program on marine non- indigenous species in Madeira by deploying PVC settling plates in four marinas of Madeira (Mad_MOMIS project – see www.canning-clode.com). Settling plates were sampled every 3 months (4 sampling events in 1 year). *Distaplia corolla* was found in 3 (out of 4) marinas at all 4 sampling events (4 out of 4). *Distaplia corolla* was found in 17% of analyzed plates at all sampling events (Mad_MOMIS project, Canning-Clode, unpublished)

References: (Canning-Clode et al. 2013; Canning-Clode, unpublished)

Aiptasia diaphana (Rapp, 1829)

Taxonomy: Phylum Cnidaria

First record in Madeira: 2008

Notes: Established populations.

1) Present in Madeira and Porto Santo. High abundances found in PVC settling plates in Quinta do Lorde (south coast of Madeira) in the 2006-2012 survey performed by Canning-Clode et al (2013).

2) *Aiptasia diaphana* was found in 4 (out of 4) marinas at all 4 sampling events (4 out of 4). *Aiptasia diaphana* was found in 22% of analyzed plates at all sampling events (Mad_MOMIS project, Canning-Clode, unpublished).

References: (Canning-Clode et al. 2013; Canning-Clode, unpublished)

Botrylloides leachii (Savigny, 1816)

Taxonomy: Phylum Chordata

First record in Madeira: This species is present in Madeira for quite some time (at least 1990s) and is not yet considered introduced. Canning-Clode et al 2013 have considered this species as being cryptogenic (Unknown origin) but hint that preliminary evidence would suggest that this species is very likely to turn out to be NIS in the future.

Notes: Established populations.

1) Present in Madeira. Low abundances found in PVC settling plates in Quinta do Lorde (south coast of Madeira) in the 2006-2012 survey performed by Canning-Clode et al (2013).

2) *Botrylloides leachii* was found in 4 (out of 4) marinas at all 4 sampling events (4 out of 4). *Botrylloides leachii* was found in 60% of analyzed plates at all sampling events (Mad_MOMIS project, Canning-Clode, unpublished).

References: (Canning-Clode et al. 2013; Canning-Clode, unpublished)

Botryllus schlosseri (Pallas, 1766)

Taxonomy: Phylum Chordata

First record in Madeira: 2004

Notes: Established populations.

1) Present in Madeira and Porto Santo. Medium-high abundances found in PVC settling plates in Quinta do Lorde (south coast of Madeira) in the 2006-2012 survey performed by Canning-Clode et al (2013).

2) *Botryllus schlosseri* was found in 3 (out of 4) marinas at all 4 sampling events (4 out of 4). *Botryllus schlosseri* was found in 44% of analyzed plates at all sampling events (Mad_MOMIS project, Canning-Clode, unpublished).

References: (Canning-Clode et al. 2008, Canning-Clode et al. 2013; Canning-Clode, unpublished)

Clavelina lepadiformis (Müller, 1776)

Taxonomy: Phylum Chordata **First record in Madeira:** 1995

Notes: Established populations.

1) Present in Madeira and Porto Santo. Medium-High abundances found in PVC settling plates in Quinta do Lorde (south coast of Madeira) in the 2006-2012 survey performed by Canning-Clode et al (2013).

2) *Clavelina lepadiformis* was found in 3 (out of 4) marinas at all 4 sampling events (4 out of 4).

Clavelina lepadiformis was found in 27% of analyzed plates at all sampling events (Mad_MOMIS project, Canning-Clode, unpublished).

References: (Canning-Clode et al. 2013; Canning-Clode, unpublished)

Bugula neritina (Linnaeus, 1758)

Taxonomy: Phylum Bryozoa

First record in Madeira: 1909

Notes: Established populations.

1) Present in Madeira and Porto Santo. Not found in PVC settling plates in Quinta do Lorde (south coast of Madeira) in the 2006-2012 survey performed by Canning-Clode et al (2013)

2) *Bugula neritina* was found in 4 (out of 4) marinas at all 4 sampling events (4 out of 4). *Bugula neritina* was found in 44% of analyzed plates at all sampling events (Mad_MOMIS project, Canning-Clode, unpublished).

References: (Norman 1909, Canning-Clode et al. 2013; Canning-Clode, unpublished).

Schizoporella pungens Canu & Bassler, 1928

Taxonomy: Phylum Bryozoa

First record in Madeira: 2006

Notes: Established populations.

1) Present in Madeira and Porto Santo. Found in low abundances in PVC settling plates at Quinta do Lorde (south coast of Madeira) in the 2006-2012 survey performed by Canning-Clode et al (2013).

2) *Schizoporella pungens* was found in 4 (out of 4) marinas at all 4 sampling events (4 out of 4). *Schizoporella pungens* was found in 64% of analyzed plates at all sampling events (Mad_MOMIS project, Canning-Clode, unpublished).

References: (Canning-Clode et al. 2013; Canning-Clode, unpublished)

Watersipora subtorquata (d'Orbigny 1852)

Taxonomy: Phylum Bryozoa

First record in Madeira: 2006

Notes: Established populations.

1) Present in Madeira and Porto Santo. Found in very low abundances in PVC settling plates

at Quinta do Lorde (south coast of Madeira) in the 2006-2012 survey performed by Canning-Clode et al (2013).

2) *Watersipora subtorquata* was found in 4 (out of 4) marinas at all 4 sampling events (4 out of 4). *Watersipora subtorquata* was found in 35% of analyzed plates at all sampling events (Mad_MOMIS project, Canning-Clode, unpublished).

References: (Canning-Clode et al. 2013; Canning-Clode, unpublished)

Zoobotryon verticillatum (Della Chaije, 1828)

Taxonomy: Phylum Bryozoa

First record in Madeira: 2009

Notes: Established populations.

1) Present in Madeira and Porto Santo. Found in medium abundances in PVC settling plates at Quinta do Lorde (south coast of Madeira) in the 2006-2012 survey performed by Canning-Clode et al (2013).

2) *Zoobotryon verticillatum* was found in 3 (out of 4) marinas at all 4 sampling events (4 out of 4). *Zoobotryon verticillatum* was found in 11% of analyzed plates at all sampling events (Mad_MOMIS project, Canning-Clode, unpublished).

References: (Wirtz and Canning-Clode 2009, Canning-Clode et al. 2013; Canning-Clode, unpublished)

References

- › Canning-Clode, J., P. Fofonoff, L. McCann, J. T. Carlton, and G. Ruiz. 2013. Marine invasions on a subtropical island: Fouling studies and new records in a recent marina on Madeira Island (Eastern Atlantic Ocean). *Aquatic Invasions* **8**:261-270.
- › Canning-Clode, J., M. Kaufmann, M. Molis, M. Wahl, and M. Lenz. 2008. Influence of disturbance and nutrient enrichment on early successional fouling communities in an oligotrophic marine system. *Marine Ecology* **29**:115-124.
- › Levring, T. 1974. The marine algae of the archipelago of Madeira. *Bol. Mus. Mun. Funchal* **28**:5-111.
- › Neto, A. I., D. C. Cravo, and R. T. Haroun. 2001. Checklist of the benthic marine plants of the Madeira Archipelago. *Bot. Mar.* **44**:391-414.
- › Norman, A. M. 1909. The Polyzoa of Madeira and neighbouring islands. *Journal of the Linnean Society of London* **30**: 275-314.
- › Wirtz, P., and J. Canning-Clode. 2009. The invasive bryozoan *Zoobotryon verticillatum* has arrived at Madeira Island. *Aquatic Invasions* **4**:669-670.

Anexo 2 – Definição dos fatores de exposição indireta utilizados no CCVI

B. Indirect Exposure to Climate Change

1) Exposure to Sea Level Rise

This factor comes into play only in the case that all or a portion of the range within the assessment area may be subject to the effects of a 0.5-1 m sea level rise and the consequent influence of storm surges. Most climate model scenarios predict at least a 0.5 m sea level rise. Because projected sea level rise (0.5-2 m by 2100) is great compared to historical sea level changes, the negative impact on habitats for most affected species is expected to be high. See http://www.geo.arizona.edu/dgesl/research/other/climate_change_and_sea_level/sea_level_rise/sea_level_rise.htm for an interactive map to visualize the effect of sea level rise in your area.

2) Distribution to Barriers

This factor assesses the degree to which natural (e.g. topographic, geographic, ecological) or anthropogenic barriers limit a species' ability to shift its range in response to climate change. Barriers are defined here as features or areas that completely or almost completely prevent movement or dispersal of the species (currently and for the foreseeable future). Species for which barriers would inhibit distributional shifts with climate change-caused shifts in climate envelopes likely are more vulnerable to climate change than are species whose movements are not affected by barriers. Barriers must be identified for each species (but often are the same for a group of closely related species). Natural and anthropogenic barriers are defined for many species and taxonomic groups in NatureServe's Element Occurrence Specifications (viewable in the *Population/Occurrence Delineation* section of species accounts on NatureServe Explorer, www.natureserve.org/explorer), but usually these readily can be determined by considering a species' basic movement capacity and ecological tolerances.

The distinction between a barrier and unsuitable habitat sometimes may be unclear; in these cases assume the feature or area is unsuitable habitat (habitat through which the species can disperse or move but that does not support reproduction or long-term survival) and score the

species here and/or in Factor C1 as appropriate. Note that caves are considered under Factor C3: Restriction to Uncommon Geological Features, and not here where the focus is on barriers that affect the wide array of nonsubterranean species.

a) Natural barriers

Examples of features that may function as natural barriers for various species include: upland habitat (i.e., absence of aquatic stream, lake, or pond habitat) is a barrier for fishes (but not for semiaquatic or amphibious species that may occupy the same body of water); high mountain ranges (especially those that extend west-east) are a barrier for many lowland plants and nonvolant lowland animals; warm lowlands are a barrier for some alpine species such as American pika but not for elk or American pipit; large expanses of water are barriers for pocket gophers and many other small terrestrial animals (but not for many volant species, or for plant species that are dispersed by wide-ranging birds, or for species that readily swim between land areas if the distance is not too great); a high waterfall is a barrier for fishes (but not for American dippers or gartersnakes that occur along the same stream).

b) Anthropogenic barriers

Examples of features that may function as anthropogenic barriers include: large areas of intensive urban or agricultural development are barriers for many animals and plants; waters subject to chronic chemical pollution (e.g. acid mine drainage) can be a barrier for fishes and other strictly aquatic species; waters subject to thermal pollution (e.g. from power plants) may be a barrier for some strictly aquatic species but not for others (note thermal alterations associated with reservoirs often produce unsuitable habitat rather than impose a barrier); dams without fish passage facilities and improperly installed culverts can be barriers for fishes and certain other strictly aquatic species; tortoise-proof fencing may be barrier for small reptiles and certain other nonvolant animals (but not for most plants, large mammals, or large snakes).

The degree to which a barrier may affect a species' ability to shift its range in response to climate change depends in part on the distance of the barrier from the species' current distribution. Barriers that are separated from a species' range by a long distance of relatively flat topography can nevertheless affect range shifts because in gentle terrain relatively small changes in climate can result in large shifts in the location of a particular climate envelope. If a species changed its range accordingly (to track a particular climate envelope), it might encounter barriers that were far from its original range. In contrast, in landscapes in which climatic conditions change rapidly over small horizontal distances (e.g. mountainous areas, steep slopes, or other topographically diverse landscapes) a species' distribution would have to shift a relatively small distance in order to track a particular climate envelope, so the species is less likely to encounter distant barriers.

To count as a barrier for the purposes of this factor, a feature can be up to 50 km from the species' current range when measured across areas where climate changes gradually over latitude or longitude (e.g. relatively flat terrain) and up to 10 km when measured across areas where climate changes abruptly over latitude or longitude (e.g. mountainous or steep terrain). Use 25 km for species that occur in intermediate topography, such as moderate hill country. These distances

apply to both terrestrial and aquatic species. These distances are derived from Loarie et al. (2009, Nature 462:1052).

The following categories and criteria apply to both natural and anthropogenic barriers, but the two types of barriers are scored separately. Note that it is illogical for natural and anthropogenic barriers to both cause greatly increased vulnerability to climate change for a single species (only one or the other can completely surround a species' range). If both barriers occur, estimate the relative portions of the circumference of the range blocked by each and then score accordingly.

3) Predicted Impact of Land Use Changes Resulting from Human Responses to Climate Change (e.g., plantations for carbon offsets, new seawalls in response to sea level rise, and renewable energy projects such as wind-farms, solar arrays, or biofuels production)

Strategies designed to mitigate or adapt to climate change have the potential to affect very large areas of land and the species that depend on these areas, in both positive and negative ways. This factor arguably should be considered in conservation status assessments, but considering that for most species this factor has not yet been considered in these assessments, we include it here. This factor is NOT intended to capture habitat loss or destruction due to on-going human activities, as these should already be included in existing conservation status ranks. Include only new activities related directly to climate change mitigation here. There is much uncertainty about the types of mitigation action that are likely to threaten habitats and species. Remember that multiple categories can be checked for each factor to capture uncertainty. As federal and state climate change legislation is enacted, some of the mitigation directions (and associated threats or benefits to species) will become clearer.

C. Sensitivity, or Species-Specific Factors

These factors relate to characteristics of the species only. Anthropogenic effects, such as on the availability of dispersal corridors, should NOT be considered in this section.

1) Dispersal and Movements

This factor pertains to known or predicted dispersal or movement capacities and characteristics and ability to shift location in the absence of barriers as conditions change over time as a result of climate change. Species in which individuals exhibit substantial dispersal, readily move long distances as adults or immatures, or exhibit flexible movement patterns should be better able to track shifting climate envelopes than are species in which dispersal and movements are more limited or inflexible. This factor is assessed conservatively and pertains specifically to dispersal through unsuitable habitat, which, in most cases, is habitat through which propagules or individuals may move but that does not support reproduction or long-term survival. If all habitat is regarded as suitable (i.e., species can reproduce and persist in every habitat in which it occurs), then dispersal ability is assessed for suitable habitat. If appropriate, scoring of species whose dispersal capacity is not known can be based on characteristics of closely related species (or species of similar body size in the same major group).

Barriers, which are here defined as features or areas that completely or almost completely block dispersal, are treated in Factor B2. If a species requires other species for propagule dispersal, please also complete factor C4d. The following categorization for plants is loosely based on: Vittoz, P., and R. Engler. 2007. Seed dispersal distances: a typology based on dispersal modes and plant traits. *Botanica Helvetica* 117: 109 – 124.

A small number of species are confined by barriers to areas that are smaller than the species' potential dispersal distance (fishes in small isolated springs are a classic example). Most if not all of the fish species that occur in the smallest such habitat patches could disperse farther than the greatest extent of the occupied patch if a larger extent of habitat were available to them. For the purposes of this factor, the dispersal ability of these species is scored as if the species occurred in a large patch of habitat (longer than the dispersal distance), based on dispersal or movement patterns or capabilities of closely related species (or species of similar body size in the same major group).

Most migratory species will satisfy criteria for the decrease vulnerability criteria. Use their ability to shift their distribution within the assessment during the period of occupation or from one year to the next (whichever is larger) as the measure of dispersal distance.

Species in which propagule dispersal is both synchronous among all members of the population in the assessment area and infrequent (average of several years between successful reproduction events) should be scored as one category more vulnerable than the category that would otherwise apply. An example is the monocarpic giant cane (*Arundinaria gigantea*), a bamboo species that reproduces synchronously every 25-50 years and then dies.

2) Predicted Sensitivity to Temperature and Moisture Changes

This factor pertains to the breadth of temperature and precipitation conditions, at both broad and local scales, within which a species is known to be capable of reproducing, feeding, growing, or otherwise existing. Species with narrow environmental tolerances/requirements may be more vulnerable to habitat loss from climate change than are species that thrive under diverse conditions.

a) Predicted sensitivity to changes in temperature, based on current/recent past temperature tolerance

i) *Historical thermal niche (exposure to past variations in temperature)*

This factor measures large-scale temperature variation that a species has experienced in recent historical times (i.e., the past 50 years), as approximated by mean seasonal temperature variation (difference between highest mean monthly maximum temperature and lowest mean monthly minimum temperature) for occupied cells within the assessment area. It is a proxy for species' temperature tolerance at a broad scale. This factor may be evaluated by comparing the species range with the Annual Temperature Variation map 1951-2006 (see first image at bottom of this page) or calculated using GIS data downloaded from NatureServe (<http://www.natureserve.org/climatechange>). For aquatic species, follow the same procedure as for terrestrial species, since this factor measures broad regional patterns.

Use the annual map for both resident and migratory species. Although migratory species are not physically present to experience temperature variations, they nonetheless are affected by these variations through effects on food supply and habitat availability.

Note that tropical species in high deserts or alpine environments may experience daily temperature variations as high as seasonal variations in the temperate zone. Species in these tropical settings should either be assessed using daily temperature variation, or if data is not available, they may be ranked one category less vulnerable for this factor.

ii) *Physiological thermal niche*

Current projections indicate that climate warming will be nearly pervasive in North America over the next several decades. Species associated with cool or cold conditions likely will experience a reduction in habitat extent or quality and may experience declines in distribution or abundance within a given assessment area. This factor assesses the degree to which a species is restricted to relatively cool or cold above-ground terrestrial or aquatic environments that are thought to be vulnerable to loss or significant reduction as a result of climate change. Species that depend on these cool/cold environments include (but may not be limited to) those that occur in the assessment area's highest elevational zones, northernmost areas, or the coldest waters. The restriction to these relatively cool environments may be permanent or seasonal.

Species that occur in frost pockets, on north-facing slopes, in shady ravines, in alpine areas, or similar cool sites are scored here if those areas represent or are among the coldest environments in the assessment area; lacking this stipulation, species occurring in such sites may not be vulnerable to climate change because favorable sites may simply shift in location without reduction or loss. Species that are associated specifically with snow or ice are assessed separately in Factor C2d. Note that temperature conditions and hydrological regimes often covary and often are not neatly separable; these situations should be scored here if temperature per se appears to be the overriding factor; otherwise they should be scored under Factor C2bii: Physiological Hydrological Niche.

a) Predicted sensitivity to changes in precipitation, hydrology, or moisture regime.

i) *Historical hydrological niche (exposure to past variations in precipitation)*

This factor measures large-scale precipitation variation that a species has experienced in recent historical times (i.e., the past 50 years), as approximated by mean annual precipitation variation across occupied cells within the assessment area. Overlay the species' range on the Climate Wizard mean annual precipitation map 1951-2006. Subtract the lowest pixel value from the highest value to assess this factor. Use the extreme pixel values for this calculation. Use annual data for migratory species, as this measure reflects the precipitation regime of the ecosystem as a whole.

ii) *Physiological hydrological niche*

This factor pertains to a species' dependence on a narrowly defined precipitation/hydrologic regime, including strongly seasonal precipitation patterns and/or specific aquatic/wetland

habitats (e.g. certain springs,* vernal pools, seeps, seasonal standing or flowing water) or localized moisture conditions that may be highly vulnerable to loss or reduction with climate change. Dependence may be permanent or seasonal. Aquatic cave obligate species are considered here according to their hydrological needs.** Species nesting on islands in lakes, reservoirs, and/or wetlands that prevent predator access can be scored here to the extent that a changed hydrological regime may influence the availability of these predator-free breeding sites (for example, birds nesting on islands to avoid predation by mammals). If a species is dependent on aquatic/wetland habitats that are actively managed to maintain a particular hydrology, consider whether this management would be sufficient to ameliorate projected climate change impacts (and, if so, score as Neutral).

Many habitats in the U.S. are predicted to experience net drying (see annual Hamon AET:PET moisture metric map below and season maps in the Guidelines document or downloadable GIS files at www.natureserve.org/climatechange), even in areas where precipitation is predicted to increase. Consider the direction, strength, and seasonality of moisture change in ranking this factor, along with the level of dependence of the species on particular hydrologic conditions.

For plant species, the advantage of the C4 photosynthetic pathway for water use efficiency will likely enable C4 plants to be less vulnerable to decline under drying conditions than C3 plants (Taylor et al. 2010, *New Phytologist* 185:780). As such, C4 plants whose ranges are predicted to experience net drying during the growing season (see Hamon AET:PET Moisture Metric maps in the Guidelines document) should be scored one category less vulnerable than they otherwise would be for this factor.

As a result of geographical differences in modeled future hydrological conditions, a species may fall into more than one of the following categories. In such cases select all categories that apply; if the categories are not contiguous (e.g. Increase Vulnerability and Somewhat Decrease Vulnerability), select only those categories and do not select the nonapplicable intermediate categories. Note that temperature conditions and hydrological regimes often covary and often are not neatly separable; these situations should be scored under Factor C2aii: Physiological Thermal Niche if temperature per se appears to be the overriding factor; otherwise they should be scored here. "Range" refers to the range within the assessment area.

*Note that springs fed by bedrock groundwater sources are less likely to be significantly impacted by precipitation changes; consider scoring species associated with such springs as Neutral.

**Similarly, species inhabiting caves fed by groundwater may be less vulnerable to changes in precipitation than species inhabiting caves fed by surface runoff water.

b) Dependence on a specific disturbance regime likely to be impacted by climate change

This factor pertains to a species' response to specific disturbance regimes such as fires, floods, severe winds, pathogen outbreaks, or similar events. It includes disturbances that impact species directly as well as those that impact species via abiotic aspects of habitat quality. For example, changes in flood and fire frequency/intensity may cause changes in water turbidity, silt levels,

and chemistry, thus impacting aquatic species sensitive to these aspects of water quality. The potential impacts of altered disturbance regimes on species that require specific river features created by peak flows should also be considered here; for example, some fish require floodplain wetlands for larval/juvenile development or high peak flows to renew suitable spawning habitat. Use care when estimating the most likely effects of increased fires; in many ecosystems, while a small increase in fire frequency might be beneficial, a greatly increased fire frequency could result in complete habitat destruction.

Finally, be sure to also consider species that benefit from a lack of disturbance and may suffer due to disturbance increases when scoring this factor. For a map of modeled future fire regime, see Figura 2 in Krawchuk et al. (2009) *PLoS ONE* 4(4): e5102, available: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0005102>.

c) Dependence on ice, ice-edge, or snow cover habitats

This factor pertains to a species' dependence on habitats associated with ice (e.g. sea ice, glaciers) or snow (e.g. long-lasting snow beds, avalanche chutes) throughout the year or seasonally during an essential period of the life cycle. For aquatic species, the importance of snowpack for maintaining downstream water temperatures should be considered here. "Range" refers to the range within the assessment area.

3) Restriction to Uncommon Geological Features or Derivatives

This factor pertains to a species' need for a particular soil/substrate, geology, water chemistry, or specific physical feature (e.g. caves, cliffs, active sand dunes) for reproduction, feeding, growth, or otherwise existing for one or more portions of the life cycle (e.g. normal growth, shelter, reproduction, seedling establishment). It focuses on the commonness of suitable conditions for the species on the landscape, as indicated by the commonness of the features themselves combined with the degree of the species' restriction to them. Climate envelopes may shift away from the locations of fixed (within at least a 50 year timeframe) geological features or their derivatives, making species tied to these uncommon features potentially more vulnerable to habitat loss from climate change than are species that thrive under diverse conditions.

This factor does NOT include habitat preferences based on temperature, hydrology, or disturbance regime, as these are covered elsewhere in the Index. For example, species dependent on springs or ephemeral pools should not be scored as more vulnerable for this factor solely on that basis (addressed under Factor C2bii: Physiological Hydrological Niche). However, restriction to aquatic features with regionally uncommon water chemistry should be considered here. This factor also does NOT include microhabitat features such as stream riffles or basking rocks. Finally, this factor does NOT include biotic habitat components; for example, species that require features such as tree snags or a particular type/condition of plant community (e.g. old growth forest) should not be scored as more vulnerable for this factor.

If the idea of specificity to soil/substrate, geology, or specific physical features is not relevant to the species (e.g. many birds and mammals), choose Somewhat Decrease.

4) Reliance on Interspecific Interactions

The primary impact of climate change on many species may occur via effects on synchrony with other species on which they depend (Parmesan 2006), rather than through direct physiological stress.

d) Dependence on other species to generate habitat.

Habitat refers to any habitat (e.g. for reproduction, feeding, hibernation, seedling establishment, etc.) necessary for completion of the life cycle, including habitats used only on a seasonal basis. For plants, creation of habitat conditions necessary for seedling establishment should be considered here; nutritional relationships necessary for seedling establishment (e.g. parasitic or obligately myco-heterotrophic plants) should be considered under C4e.

e) Dietary versatility (animals only)

This factor pertains to the diversity of food types consumed by animal species. Dietary specialists are more likely to be negatively affected by climate change than are species that readily switch among different food types.

f) Pollinator versatility (plants only)

Quantitative thresholds loosely based on data in Waser et al. 1996 (Ecology 77:1043-1060).

g) Dependence on other species for propagule dispersal

Can be applied to plants or animals. Examples: Different species of freshwater mussels can be dispersed by one to many fish species; fruit dispersal by animals.

h) Forms part of an interspecific interaction not covered by C4a-d

Can be applied to plants or animals. Refers to interactions unrelated to habitat, seedling establishment, diet, pollination, or propagule dispersal. For example, an acacia bush requiring an ant colony for protection against herbivores. Here an interspecific interaction can include mutualism, parasitism, commensalism, or predator-prey relationship.

5) Genetic Factors

a) Measured genetic variation

Species with less standing genetic variation will be less able to adapt because the appearance of beneficial mutations is not expected to keep pace with the rate of 21st century climate change. Throughout this question, "genetic variation" may refer neutral marker variation, quantitative genetic variation, or both. To answer the question, genetic variation should have been assessed over a substantial proportion of a species' range.

Because measures of genetic variability vary across taxonomic groups, there cannot be specific threshold numbers to distinguish among the categories. The assessor should interpret genetic variation in a species relative to that measured in related species to determine if it is low, high, or in between.

b) Occurrence of bottlenecks in recent evolutionary history (use only if C5a is "unknown")

In the absence of rangewide genetic variation information (C5a), this factor can be used to infer whether reductions in species-level genetic variation that would potentially impede its adaptation to climate change may have occurred. Only species that suffered population reductions and then subsequently rebounded qualify for the Somewhat Increase or Increase Vulnerability categories.

6) Phenological Response to Changing Seasonal Temperature or Precipitation Dynamics

Recent research suggests that some phylogenetic groups are declining due to lack of response to changing annual temperature dynamics (e.g. earlier onset of spring, longer growing season), including European bird species that have not advanced their migration times (Moller et al. 2008), and some temperate zone plants that are not moving their flowering times (Willis et al. 2008) to correspond to earlier spring onset. This may be assessed using either published multi-species studies such as those cited above or large databases such as that of the U. S. National Phenology Network.

Anexo 3 - Exemplo do índice CCVI aplicado a um grupo terrestre (Plantas vasculares)

Espécies	Nível do mar	Barreiras naturais	Barreiras antropogénicas	Mitigação às alterações climáticas	Capacidade de dispersão/movimentos	Nicho histórico - tolerância térmica	Nicho fisiológico - tolerância térmica	Nicho histórico - tolerância hidrológica	Nicho fisiológico - tolerância hidrológica	Dependência de um regime de distúrbios	Gelo/neve	Características geológicas incomuns	Dependência de outras espécies para criação de habitat	Dieta	Polinizadores	Dependência de outras espécies para dispersão	Interação com outras espécies	Variabilidade genética	Redução substancial da população "bottleneck"	Respostas fenológicas	Escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]	Confiança	Escala de confiança [CLIMA-Madeira]	Fatores sem resposta
	B1	B2a	B2b	B3	C1	C2ai	C2aii	C2bi	C2bii	C2c	C2d	C3	C4a	C4b	C4c	C4d	C4e	C5a	C5b	C6				
<i>Aichryson dumosum_A2_B2_2020_2040</i>	N	GI	GI	Inc	Inc	U	N	U	SI	Inc	N	Inc	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Negativa [-1]	67%	Alta	33%
<i>Aichryson dumosum_A2_2070</i>	N	GI	GI	Inc	Inc	U	N	U	SI	Inc	N	Inc	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Crítica [-3]	67%	Alta	33%
<i>Aichryson dumosum_B2_2070</i>	N	GI	GI	Inc	Inc	U	N	U	SI	Inc	N	Inc	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Muito negativa [-2]	67%	Alta	33%
<i>Chamaemeles coriacea_A2_B2_2020_2040</i>	N	Inc	GI	Inc	Inc	U	N	U	SI	Inc	N	N	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Negativa [-1]	67%	Alta	33%
<i>Chamaemeles coriacea_A2_2070</i>	N	Inc	GI	Inc	Inc	U	N	U	SI	Inc	N	N	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Crítica [-3]	67%	Alta	33%
<i>Chamaemeles coriacea_B2_2070</i>	N	Inc	GI	Inc	Inc	U	N	U	SI	Inc	N	N	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Muito negativa [-2]	67%	Alta	33%
<i>Convolvulus massonii_A2_B2_2020_2040</i>	N	SI	SI	SI	Inc	U	N	U	SI	Inc	N	N	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Neutra [0]	67%	Alta	33%
<i>Convolvulus massonii_A2_2070</i>	N	SI	SI	SI	Inc	U	N	U	SI	Inc	N	N	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Muito negativa [-2]	67%	Alta	33%
<i>Convolvulus massonii_B2_2070</i>	N	SI	SI	SI	Inc	U	N	U	SI	Inc	N	N	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Negativa [-1]	67%	Alta	33%
<i>Polystichum drepanum_A2_B2_2020_2040</i>	N	Inc	SI	SI	Inc	U	GI	U	GI	Inc	N	N	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Negativa [-1]	67%	Alta	33%
<i>Polystichum drepanum_A2_2070</i>	N	Inc	SI	SI	Inc	U	GI	U	GI	Inc	N	N	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Crítica [-3]	67%	Alta	33%
<i>Polystichum drepanum_B2_2070</i>	N	Inc	SI	SI	Inc	U	GI	U	GI	Inc	N	N	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Muito negativa [-2]	67%	Alta	33%

Espécies	Nível do mar	Barreiras naturais	Barreiras antropogénicas	Mitigação às alterações climáticas	Capacidade de dispersão/movimentos	Nicho histórico - tolerância térmica	Nicho fisiológico - tolerância térmica	Nicho histórico - tolerância hidrológica	Nicho fisiológico - tolerância hidrológica	Dependência de um regime de distúrbios	Gelo/neve	Características geológicas incomuns	Dependência de outras espécies para criação de habitat	Dieta	Polinizadores	Dependência de outras espécies para dispersão	Interação com outras espécies	Variabilidade genética	Redução substancial da população "bottleneck"	Respostas fenológicas	Escala de vulnerabilidade [CLIMA-Madeira]	Confiança	Escala de confiança [CLIMA-Madeira]	Fatores sem resposta
	B1	B2a	B2b	B3	C1	C2ai	C2aii	C2bi	C2bii	C2c	C2d		C3	C4a	C4b	C4c	C4d	C4e	C5a	C5b	C6			
<i>Sibthorpia peregrina_A2_B2_2020_2040</i>	N	Inc	SI	SI	Inc	U	Inc	U	Inc	Inc	N	N	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Negativa [-1]	67%	Alta	33%
<i>Sibthorpia peregrina_A2_2070</i>	N	Inc	SI	SI	Inc	U	Inc	U	Inc	Inc	N	N	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Crítica [-3]	67%	Alta	33%
<i>Sibthorpia peregrina_B2_2070</i>	N	Inc	SI	SI	Inc	U	Inc	U	Inc	Inc	N	N	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Muito negativa [-2]	67%	Alta	33%
<i>Pittosporum coriaceum_A2_B2_2020_2040</i>	N	Inc	SI	SI	GI	U	Inc	U	GI	Inc	N	U	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Negativa [-1]	63%	Alta	33%
<i>Pittosporum coriaceum_A2_2070</i>	N	Inc	SI	SI	GI	U	Inc	U	GI	Inc	N	U	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Crítica [-3]	63%	Alta	33%
<i>Pittosporum coriaceum_B2_2070</i>	N	Inc	SI	SI	GI	U	Inc	U	GI	Inc	N	U	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Muito negativa [-2]	63%	Alta	33%
<i>Sorbus maderensis_A2_B2_2020_2040</i>	N	GI	N	N	Inc	U	Inc	U	GI	Inc	SI	N	N	N/A	N	N	N	U	Inc	N	Negativa [-1]	71%	Alta	33%
<i>Sorbus maderensis_A2_2070</i>	N	GI	N	N	Inc	U	Inc	U	GI	Inc	SI	N	N	N/A	N	N	N	U	Inc	N	Crítica [-3]	71%	Alta	33%
<i>Sorbus maderensis_B2_2070</i>	N	GI	N	N	Inc	U	Inc	U	GI	Inc	SI	N	N	N/A	N	N	N	U	Inc	N	Muito negativa [-2]	71%	Alta	33%
<i>Armeria maderensis_A2_B2_2020_2040</i>	N	GI	N	N	Inc	U	Inc	U	GI	Inc	N	SI	N	N/A	N	N	N	SI	N/A	N	Negativa [-1]	75%	Alta	33%
<i>Armeria maderensis_A2_2070</i>	N	GI	N	N	Inc	U	Inc	U	GI	Inc	N	SI	N	N/A	N	N	N	SI	N/A	N	Crítica [-3]	75%	Alta	33%
<i>Armeria maderensis_B2_2070</i>	N	GI	N	N	Inc	U	Inc	U	GI	Inc	N	SI	N	N/A	N	N	N	SI	N/A	N	Muito negativa [-2]	75%	Alta	33%
<i>Saxifraga portosantana_A2_B2_2020_2040</i>	N	GI	SI	SI	Inc	U	Inc	U	GI	Inc	N	SI	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Negativa [-1]	67%	Alta	33%
<i>Saxifraga portosantana_A2_2070</i>	N	GI	SI	SI	Inc	U	Inc	U	GI	Inc	N	SI	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Crítica [-3]	67%	Alta	33%
<i>Saxifraga portosantana_B2_2070</i>	N	GI	SI	SI	Inc	U	Inc	U	GI	Inc	N	SI	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Muito negativa [-2]	67%	Alta	33%
<i>Acacia mearnsii_A2_B2_2020_2040</i>	N	N	N	N	SD	U	SD	U	N	Dec	N	N	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Neutra [0]	67%	Alta	33%
<i>Acacia mearnsii_A2_2070</i>	N	N	N	N	SD	U	SD	U	N	Dec	N	N	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Positiva [1]	67%	Alta	33%
<i>Acacia mearnsii_B2_2070</i>	N	N	N	N	SD	U	SD	U	N	Dec	N	N	N	N/A	N	N	N	U	U	N	Positiva [1]	67%	Alta	33%
Falhas de conhecimento	0	0	0	0	0	30	0	30	0	0	0	3	0	0	0	0	0	27	24	0				

Anexo 4 – Definição dos fatores de sensibilidade utilizados no índice de vulnerabilidade de cetáceos

Fatores de sensibilidade, adaptados de (Laidre et al. 2008; Simmonds & Smith 2009) their habitat requirements, and evidence for biological and demographic responses to climate change. We then describe a pan-Arctic quantitative index of species sensitivity to climate change based on population size, geographic range, habitat specificity, diet diversity, migration, site fidelity, sensitivity to changes in sea ice, sensitivity to changes in the trophic web, and maximum population growth potential (R_{max}

Population size: The current population size. Species with bigger populations should have more options for adapting or reestablishing themselves in local or new areas. Considering estimates for the Atlantic are often not available, global population size is used to inform adequate judgements.

Geographic distribution: Geographic distribution of each species within the North Atlantic. Widely distributed species should be less vulnerable than narrowly distributed species given regional deviations in the direction and magnitude of climate warming.

Diet diversity: This variable identifies the diversity of diet. The diet diversity of a species is considered a fundamental variable because diet flexibility or ability to consume a variety of prey species should result in decreased sensitivity.

Migrations: This variable describes the extent and frequency of annual migrations. Migratory species are characterized as more vulnerable due to a potential specific temporal or seasonal reliance on a certain habitat.

***Human activities:** This variable describes the degree of vulnerability of species to human activities. Increased human activities may gauge vulnerability for species.

***Genetic variability:** This variable identifies the species genetic variability. Low genetic diversity may make species less able to respond to changes.

UICN Status: Status attributed by UICN Red List, both global and regional status when available.

*Definido neste projeto.

Anexo 5 – Exemplo do índice de vulnerabilidade de cetáceos aplicado à espécie baleia piloto (indivíduos associados à ilha)

Sensitivity Indicators	Possible answers	Score			Data	Agreement	Data quality				Total confidence
		1	2	3			0- no data	1- Expert Judgment	2- Limited Data	3- Adequate Data	
Population size	<100.000 - SCORE = 3				<i>Globicephala macrorhynchus</i> short-finned pilot whale	3	0	1	2	3	6
	100.000-500.000 - SCORE = 2			5							
	>500.000 - SCORE = 1										
Geographic distribution	restricted to an area - SCORE = 3				A core area, in the south-east of the island of Madeira, is indicative of the whales' habitat preferences. While breeding is suggested to be mainly associated with the increase in the relative density during autumn, the area plays an important role for the species throughout the year.	2	0	1	2	3	5
	widespread in the Northeast Atlantic but restricted by habitat (e.g. coastal or inshore waters) - SCORE = 2		2	3							
	widespread in the Northeast Atlantic - SCORE = 1										

Sensitivity Indicators	Possible answers	Score			Data	Agreement	Data quality				Total confidence	
		1	2	3			0- no data	1- Expert Judgment	2- Limited Data	3- Adequate Data		
Diet diversity	One prey type comprised of > 20% of its diet - SCORE = 3				Globicephala macrorhynchus short-finned pilot whale	Results from different regions agree that their diet consists primarily of squid, with lesser amounts of fish (Alves, 2013)	2			3	5	
	Two prey type comprised of > 20% of its diet=2 - SCORE = 2		2	3								
	If 3 or more prey types comprised of > 20% of its diet - SCORE = 1											
Migrations	Whole population undertook an annual migration of >1000km along defined routes and specific sites used through the year -SCORE = 3				Photo-identification study of short-finned pilot whales in the archipelago of Madeira (Portugal) suggests varying patterns of occurrence with resident (up to 14 years), transient and temporary emigrant whales occupying the study area (Alves et al., 2013).	2				3	5	
	Population undertook smaller migrations or substantial regional shifts - SCORE = 2	3	2									
	Population stayed in the same general region throughout the year - SCORE = 1											
Human activities	Increase in species vulnerability due to human activities - SCORE = 3				*Assumed that human activities impact will either stay the same or increase. whale-watching activity stands as the major potential threat.	2				2	4	
	Species vulnerability is maintained due to human activities - SCORE = 2		2	3								
	Reduction in species vulnerability due to human activities - SCORE = 1											
Genetic variability	Low genetic variability - SCORE = 3				Genetic analyses suggest that individuals of the different residency patterns encountered in Madeira may not be genetically isolated and that they may interact for mating purposes upon meeting (Alves et al., 2013). *Assumed medium to high genetic variability.	2				2	4	
	Medium genetic variability - SCORE = 2	4	1									
	High genetic variability - SCORE = 1											
IUCN Status	Critically Endangered (CR), Endangered (EN), Vulnerable (VU) - SCORE = 3				Global and regional status: LC	3				2	5	
	Near Threatened (NT) - SCORE = 2	5										
	Least Concern (LC) - SCORE = 1											
		12	9	14			0	0	6	12	34,0	77
		Score			VULNERABILITY SCORE				Data Quality Score			
		1	2	3					2,6			
		12	18	42	53							

BIODIVERSIDADE

adaptação às
alterações climáticas

AUTORES

Andreia Sousa, Filipa Vasconcelos,
David Avelar, Maria João Cruz

27 DE FEVEREIRO DE 2015

Resumo

O projeto CLIMA-Madeira tem como objetivo estudar a vulnerabilidade e as respostas às alterações climáticas no arquipélago da Madeira. O projeto envolve diferentes setores como agricultura e florestas, saúde, turismo, biodiversidade, energia e recursos hídricos. O projeto pretende identificar as vulnerabilidades nos diferentes setores, criar uma plataforma de apoio à decisão e informar o desenvolvimento de uma estratégia regional de adaptação às alterações climáticas.

No setor da biodiversidade, o projeto visa avaliar a vulnerabilidade das espécies às alterações climáticas para depois definir um plano de adaptação e monitorização para a Biodiversidade. No relatório 1 do setor da biodiversidade foi selecionado um conjunto de espécies-alvo tanto para grupos terrestres como para marinhos para as quais se avaliou a vulnerabilidade às alterações climáticas através da aplicação de índices de vulnerabilidade. De entre os grupos terrestres, os briófitos, as plantas vasculares e os moluscos apresentaram um aumento da vulnerabilidade ao longo dos cenários temporais atingindo a classe de vulnerabilidade “Crítica (-3)” no final do século. Os grupos que detêm mais espécies que podem beneficiar das alterações do clima são o grupo dos répteis e o das aves, atingindo a categoria de vulnerabilidade “Positiva (1)” no cenário A2 para longo prazo. Os habitats terrestres do Maciço Montanhoso Central, Matagal Marmulado e Zambujal Madeirense apresentaram uma vulnerabilidade “Crítica (-3)” no cenário A2 para longo prazo, enquanto que a Floresta Laurissilva apresentou uma vulnerabilidade “Muito negativa (-2)”.

As espécies de cetáceos mais vulneráveis são o cachalote e a baleia comum, na classe “Muito negativa (-2)” e espécies como a baleia tropical e o golfinho roaz associados à ilha apresentam uma vulnerabilidade “Negativa (-1)”. Relativamente aos peixes e invertebrados marinhos, poderão surgir tanto impactos negativos (como a redução das populações de espécies de climas mais frios) como impactos positivos, com o aumento da abundância de espécies com afinidades tropicais ou subtropicais e o aparecimento de novas espécies. Esta avaliação da vulnerabilidade permitiu a identificação de espécies em risco e de espécies indicadoras.

A avaliação da capacidade adaptativa humana veio permitir uma avaliação mais completa da vulnerabilidade dos diferentes grupos e habitats. Os grupos terrestres mais preocupantes são os briófitos e os artrópodes cujas espécies estudadas apresentam uma maior vulnerabilidade

e a capacidade adaptativa foi avaliada como “razoável”. O grupo dos líquenes apresenta uma vulnerabilidade baixa, no entanto, tem uma reduzida capacidade adaptativa.

No geral o grupo dos cetáceos é um grupo vulnerável, mas que apresenta uma elevada capacidade adaptativa. Os grupos dos peixes e invertebrados apresentam uma vulnerabilidade que pode variar de positiva a crítica mas ambos os grupos apresentam uma baixa capacidade adaptativa.

As medidas de adaptação foram compiladas com base nos contributos do workshop de adaptação do projeto CLIMA-Madeira e com uma seleção de medidas listadas da Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas para o sector da biodiversidade, aplicáveis à realidade da RAM. A maioria das medidas, focam-se nas dimensões conhecimento e governança.

Palavras-chave: Adaptação; Alterações Climáticas; Biodiversidade; Capacidade Adaptativa Atual; Arquipélago da Madeira.

1. Introdução

1.1. Enquadramento

A nível internacional há diversos documentos com recomendações e orientações que visam a criação de mecanismos de adaptação às alterações climáticas para a manutenção da biodiversidade. São exemplos a Convenção para a Diversidade Biológica, a Convenção sobre Zonas Húmidas, a Convenção sobre a Vida Selvagem e os Habitats Naturais na Europa, o Plano de Ação da União Europeia “Até 2010 — e mais além” e, mais recentemente, a Estratégia de Biodiversidade da União Europeia para 2020.

Em linha com os desenvolvimentos em matéria de adaptação às alterações climáticas na União Europeia, por exemplo o “Livro Branco. Adaptação às alterações climáticas: para um quadro de ação europeu” (Comissão Europeia 2009), Portugal aprovou a sua Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (EN AAC) em Abril de 2010 (Resolução do Conselho de Ministros n.º 24/2010, DR: 1.ª série N.º 64 de 1 de Abril de 2010). Este instrumento estratégico pretende enquadrar e promover um conjunto de orientações e de medidas de adaptação a aplicar através de uma abordagem integrada e envolvendo um alargado conjunto de setores.

A aplicação nacional da EN AAC está sob a coordenação interministerial da Comissão para as Alterações Climáticas (CAC), criada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 72/98, de 29 de Junho, apoiada pelo seu Comité Executivo (CECAC), que por sua vez é apoiado por um grupo de coordenação, pelos grupos de trabalho sectoriais e por um painel científico (Despacho n.º 14893/2010, de 18 de Setembro). A aplicação da EN AAC nas Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira é da responsabilidade dos respetivos Governos Regionais.

O projeto CLIMA-MADEIRA pretende identificar e caracterizar potenciais impactos das alterações climáticas sobre os setores saúde humana, biodiversidade, recursos hídricos, turismo, energia, agricultura e florestas no Arquipélago da Madeira, permitindo assim avaliar quais as principais vulnerabilidades desses sistemas às alterações climáticas e identificar e priorizar medidas de adaptação.

Existem ainda muitos desafios na previsão e monitorização dos impactos das alterações climáticas na biodiversidade. É necessário ter em conta que alguns efeitos poderão tornar-se evidentes apenas a longo prazo. Além disso, os efeitos das alterações climáticas nos ecossistemas e na biodiversidade associada são muito complexos, sendo necessário considerar a flexibilidade fenotípica e genotípica das espécies, as suas respostas aos efeitos de vários fatores climáticos em simultâneo, assim como as interações entre as várias componentes dos ecossistemas e os impactos indiretos que daí advêm.

Em termos estruturais, o presente documento é composto por cinco outros capítulos, além deste primeiro capítulo introdutório. No segundo capítulo são apresentadas as metodologias utilizadas. No terceiro capítulo são sumarizados os resultados obtidos a nível de lacunas do conhecimento. No quarto capítulo apresenta-se a capacidade adaptativa atual. O quinto capítulo lista as medidas de adaptação aplicáveis ao sector da biodiversidade no contexto do Arquipélago. No último capítulo apresentam-se as principais conclusões do presente trabalho.

1.2. Biodiversidade da Madeira

A Madeira apresenta uma fauna e flora única, sendo considerada um 'hot-spot' de biodiversidade mediterrânica. Localizada na região biogeográfica da macaronésia, tem um elevado número de endemismos e habitats ricos com uma elevada diversidade de espécies terrestres e marinhas. Para os principais grupos taxonómicos terrestres são conhecidos cerca de 1419 taxa -1286 espécies e 182 subespécies- sendo os grupos com maior número de endemismos os moluscos e os artrópodes, com cerca de 210 e 979 espécies e subespécies respetivamente. O grupo dos moluscos representa assim 14,68% do total de endemismos e os artrópodes a 69,09% (Borges et al. 2008). Várias espécies marinhas estão presentes em águas madeirenses nomeadamente 25 espécies de cetáceos, cinco espécies de tartarugas marinhas e a foca monge classificada como criticamente ameaçada (Cabral et al. 2005).

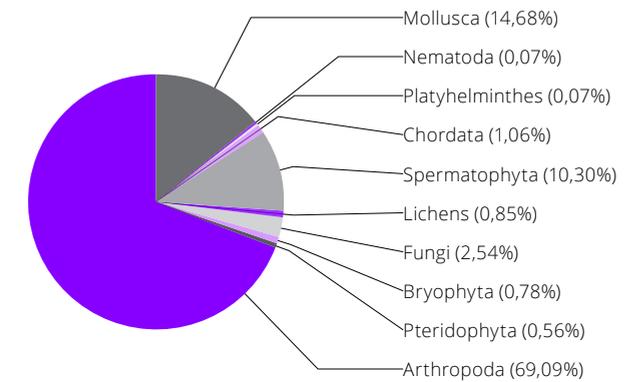


Figura 1 – Proporção de taxa endémicas (espécies e subespécies) dos vários grupos de fungos, plantas e animais terrestres dos arquipélagos da Madeira e Selvagens. Fonte: Borges et al.,2008.

Os diferentes habitats terrestres estão distribuídos em altitude em diferentes séries de vegetação, sendo estas vitais para a conservação e manutenção dos serviços de ecossistemas. A ilha da Madeira compreende vários andares de vegetação climatófila desde as cotas mais baixas até às de maior altitude (Capelo 2004). A primeira série de vegetação corresponde ao Zambujal Madeirense que se encontra a cotas inferiores com escarpas rochosas entre 0 e 200 metros na encosta sul (Figura 2). A série do Matagal Marmulano ocorre a cotas entre os 200 e 300 metros de altitude na encosta sul e entre os 0 e 50 metros na encosta norte. Esta série está associada a solos pouco profundos e apresenta uma elevada exposição aos ventos húmidos na encosta norte. A floresta autóctone, Laurissilva, é um ecossistema de extrema importância e de elevada raridade, que ocorre em duas séries distintas: Laurissilva Mediterrânica do Barbusano que se distribui aproximadamente entre os 300 e 800 metros em solos pouco profundos em ambas as encostas e a Laurissilva Temperada do Til que se encontra em solos mais profundos entre os 800 e 1450 metros na encosta sul e os 300 – 1400 metros na encosta norte. A Laurissilva Temperada do Til é a série de vegetação com a maior área ocupada em ambas as encostas. A vegetação de altitude do Maciço Montanhoso Central divide-se nas séries Urzal de Altitude e Vegetação Rupícola de Altitude. A primeira consiste num bosque de urzal arbóreo presente em solos pouco espessos e afloramentos rochosos com predominância de Erica arborea que ocupa cotas superiores a 1400 metros. A série de Vegetação Rupícola de Altitude é caracterizada por comunidades permanentes que ocorrem em substrato rochoso a cotas acima de 1560 metros de altitude (SRA 2014a).

2. Metodologia

De modo a identificar medidas de adaptação às alterações climáticas para o sector da biodiversidade da região autónoma da Madeira seguiram-se as seguintes etapas:

- 2.1. Avaliar os impactos e vulnerabilidade das espécies-alvo às alterações climáticas;
- 2.2. Avaliar a capacidade adaptativa atual dos sistemas humanos;
- 2.3. Avaliar lacunas no conhecimento;
- 2.4. Identificar principais medidas de adaptação tendo em conta as vulnerabilidades identificadas e a capacidade adaptativa atual.

De seguida descrevem-se os métodos utilizados para cada uma dessas etapas.

2.1. Avaliar os impactos e vulnerabilidades

Os principais impactos e vulnerabilidades da biodiversidade do Arquipélago da Madeira às alterações climáticas encontram-se descritos no primeiro relatório do projecto (Cruz et al. 2014). De notar que apenas foi avaliada a vulnerabilidade de cerca de 10 espécies-alvo por grupo, não sendo por isso uma avaliação completa e exaustiva. Os resultados devem por isso ser analisados com precaução.

Numa fase posterior, foram avaliados os potenciais impactos indiretos na biodiversidade decorrentes das vulnerabilidades identificadas nos outros sectores em estudo. Esta avaliação teve por base os resultados de impactos e vulnerabilidades obtidos pelos outros sectores, seguindo uma metodologia de *expert judgement*. Este cruzamento inter-sectorial dos impactos permite o desenvolvimento de respostas integradas às alterações climáticas.

2.2. Avaliar a capacidade adaptativa atual

A capacidade adaptativa atual avaliada refere-se à capacidade atual dos sistemas humanos de dar resposta aos impactos das alterações climáticas. A capacidade adaptativa intrínseca das espécies foi considerada aquando do desenvolvimento do índice CCVI (ver Cruz et al 2014).

A metodologia utilizada para avaliar a capacidade adaptativa atual dos sistemas humanos considera três critérios (Tabela 1):

- 4) Conhecimento;
- 5) Planos e/ou programas de conservação atuais;
- 6) Nível de proteção atual (legislação regional e europeia e estatuto de ameaça IUCN).

A cada um dos critérios foi atribuída uma avaliação de acordo com a escala da Tabela 1 para os diferentes grupos e habitats terrestres e marinhos (Tabela 4).

A avaliação da capacidade adaptativa atual foi elaborada com base em revisão bibliográfica e contribuições dos peritos e de *stakeholders* locais. Estas contribuições foram validadas no 1º workshop do projeto CLIMA-Madeira, a 12 de Fevereiro de 2015 que teve lugar no Funchal.

Tabela 1 – Critérios e escala de avaliação da capacidade adaptativa atual.

CRITÉRIOS	AVALIAÇÃO	
Conhecimento	(-)	Reduzido
	(+/-)	Razoável
	(+)	Elevado
Planos/programas de conservação atuais	(-)	Não existem planos
	(+)	Existem planos
Estatuto legal de proteção e/ou estatuto de conservação (IUCN)	(-)	Não existe proteção ou proteção reduzida
	(+)	Elevado grau de proteção (todas as espécies ou grande parte da área de distribuição no caso dos habitats)

A avaliação sumária da capacidade adaptativa atual para comparação com a vulnerabilidade dos grupos e habitats terrestres e marinhos (ver seção 3.4), foi realizada utilizando a seguinte escala da Tabela 2:

Tabela 2 – Escala da avaliação sumária da capacidade adaptativa atual.

ELEVADA	RAZOÁVEL	REDUZIDA
---------	----------	----------

2.3. Avaliar lacunas no conhecimento

Nos grupos terrestres, as lacunas no conhecimento foram avaliadas aquando da aplicação do índice CCVI (ver Cruz et al. 2014).

A avaliação da confiança nos resultados obtidos com o índice de vulnerabilidade dos cetáceos, foi calculada com base na pontuação atribuída a cada fator de sensibilidade e à qualidade da informação utilizada na avaliação. A qualidade da informação permitiu também identificar as falhas no conhecimento das espécies avaliadas. As lacunas no conhecimento para o grupo dos peixes e dos invertebrados foi avaliada através de revisão bibliográfica.

2.4. Identificar principais medidas de adaptação

No 1º *workshop* do projeto CLIMA-Madeira, foram identificadas medidas de adaptação para o futuro, por parte dos agentes externos representativos do poder regional, do poder e conhecimento local, da sociedade civil e da indústria na RAM. As medidas estratégicas para o sector da biodiversidade foram compiladas com base em: i) medidas identificadas no *workshop* pelos agentes externos e ii) uma seleção de medidas listadas da Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas para o sector da biodiversidade (Araújo et al. 2013) aplicáveis à realidade da RAM. A seleção destas medidas teve como base a avaliação de vulnerabilidades e da capacidade adaptativa. Estas medidas de adaptação foram agrupadas nas seguintes dimensões: i) conhecimento; ii) tecnologia; iii) governança; iv) socio-economia e v) natureza.

3. Resultados

3.1. Vulnerabilidade e vulnerabilidade cruzada (inter-sectorial)

3.1.1. Vulnerabilidade da biodiversidade às alterações climáticas

Os principais impactos e vulnerabilidades da biodiversidade do Arquipélago da Madeira às alterações climáticas encontram-se descritos no primeiro relatório (Cruz et al. 2014).

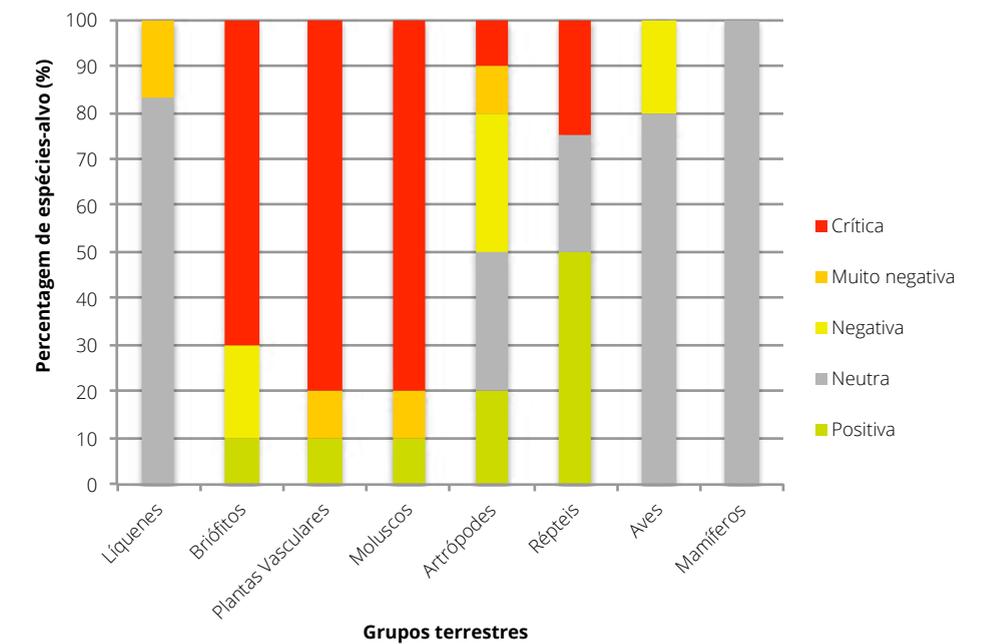


Figura 3 – Vulnerabilidade dos grupos terrestres para o cenário A2 de longo prazo.

Os grupos terrestres que apresentam maior número de espécies vulneráveis são os briófitos, as plantas vasculares e os moluscos terrestres. Destes, 80% das espécies de plantas vasculares e de moluscos terrestres e 70% das espécies de briófitos foram classificadas na classe “Crítica (-3)”, no cenário A2 para o final do século. No geral, com exceção das aves e dos répteis, a maioria dos restantes grupos apresenta uma vulnerabilidade “Neutra (0)” (Figura 3).

Em resumo a distribuição das espécies nas diferentes classes da escala de vulnerabilidade em todos os cenários, a Floresta Laurissilva apresenta um maior número de espécies nas classes “Neutra (0)”. O Maciço Montanhoso Central e a Floresta Laurissilva são os habitats melhor representados na RAM e por isso apresentam um maior e mais diversificado número de espécies consideradas. O Maciço Montanhoso Central apresenta um maior número de espécies na classe negativa “Negativa (-1)”. O Zambujal Madeirense e o Matagal Marmulano apresentam o maior número de espécies na classe “Crítica”.

Para além desta caracterização dos habitats de acordo com a distribuição das diferentes espécies, foi também considerada a informação da modelação bioclimática para o Maciço Montanhoso Central e para a Laurissilva e outras condicionantes do habitat como a topografia e substrato, a pressão urbana e a fragmentação do habitat. A vulnerabilidade final dos habitats é apresentada na matriz de vulnerabilidade (Anexo 3).

Relativamente ao grupo dos cetáceos o cachalote e a baleia comum apresentam uma vulnerabilidade muito negativa, as espécies de baleia piloto (incluindo os indivíduos associados à ilha), a baleia de Bryde e os indivíduos associados à ilha de golfinho roaz apresentam uma vulnerabilidade negativa. O golfinho roaz, o golfinho comum e o golfinho pintado apresentam uma vulnerabilidade neutra (Tabela 3).

Tabela 3 – Vulnerabilidade futura dos cetáceos e confiança nos resultados de acordo com a escala do projeto [CLIMA-Madeira: Crítica (-3); Muito negativa (-2); Negativa (-1); Neutra (0); Positiva (1); Muito positiva (2).]

ESPÉCIES (nome científico e nome comum)	VULNERABILIDADE CLIMA-MADEIRA [-3; 2]	CONFIANÇA CLIMA-MADEIRA [Muito alta; Muito baixa]
<i>Physeter macrocephalus</i> Cachalote	Muito negativa (-2)	Alta
<i>Balaenoptera physalus</i> Baleia comum	Muito negativa (-2)	Alta

ESPÉCIES (nome científico e nome comum)	VULNERABILIDADE CLIMA-MADEIRA [-3; 2]	CONFIANÇA CLIMA-MADEIRA [Muito alta; Muito baixa]
<i>Globicephala macrorhynchus</i> Baleia-piloto tropical (associados à ilha)	Negativa (-1)	Alta
<i>Globicephala macrorhynchus</i> Baleia-piloto tropical	Negativa (-1)	Alta
<i>Balaenoptera brydei</i> Baleia de Bryde	Negativa (-1)	Alta
<i>Tursiops truncatus</i> Golfinho roaz (associados à ilha)	Negativa (-1)	Alta
<i>Tursiops truncatus</i> Golfinho roaz	Neutra (0)	Alta
<i>Delphinus delphis</i> Golfinho comum	Neutra (0)	Alta
<i>Stenella frontalis</i> Golfinho pintado	Neutra (0)	Alta

O impacto potencial das alterações climáticas nos peixes e nos invertebrados marinhos é de difícil quantificação. Por um lado poderão surgir novas espécies, criando oportunidades para o setor das pescas no arquipélago mas, também, podendo criar impactos negativos a nível de alterações nas cadeias tróficas. Por outro lado, poderão desaparecer algumas espécies e outras poderão sofrer alterações na sua abundância. É o caso, por exemplo, do peixe-espada-preto, dado que o Arquipélago da Madeira representa um dos limites sul da sua distribuição. Tanto a Cavala como o Chicharro (as outras duas espécies mais pescadas no arquipélago) são espécies associadas a águas mais quentes e portanto menos vulneráveis ao aumento da temperatura do mar.

Principais fatores de Vulnerabilidade

Foram analisados os principais fatores que contribuem para uma elevada vulnerabilidade das espécies terrestres. Para a maioria das espécies as barreiras naturais são o fator que mais contribuiu para a vulnerabilidade das espécies. As barreiras naturais e antropogénicas limitam

a capacidade das espécies alterarem a sua área de distribuição em resposta às alterações climáticas. A tolerância hidrológica relaciona-se com a dependência das espécies de um regime de precipitação ou de condições de humidade localizadas que podem vir a diminuir ou desaparecer com as alterações climáticas. A tolerância térmica é um fator de sensibilidade importante para espécies associadas a temperaturas frias que podem sofrer reduções na sua área de distribuição e abundância. A capacidade de dispersão e movimento pretende refletir esta característica intrínseca das espécies, que, sendo elevada, torna as espécies mais resilientes às alterações nas condições climáticas ao longo do tempo (Figura 4).

À semelhança dos fatores de sensibilidade que mais contribuem para uma elevada vulnerabilidade, alguns dos mesmos fatores também contribuem para uma menor vulnerabilidade das espécies (Figura 5). Existem espécies que poderão beneficiar da alteração do regime hidrológico e do aumento da temperatura. A elevada capacidade de dispersão também contribuiu para diminuição da vulnerabilidade na maioria das espécies migratórias permitindo que estas alterem a sua área de distribuição. As alterações no ecossistema como resultado de um regimes de distúrbios (cheias, fogos, etc) podem beneficiar algumas espécies.

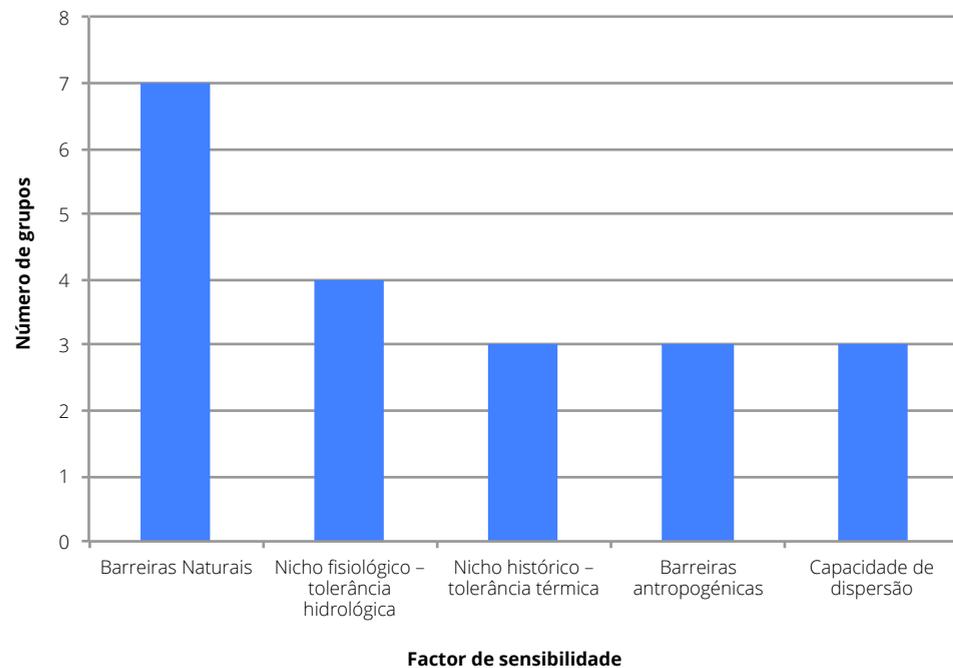


Figura 4 - Principais fatores que contribuem para uma vulnerabilidade negativa dos grupos terrestres

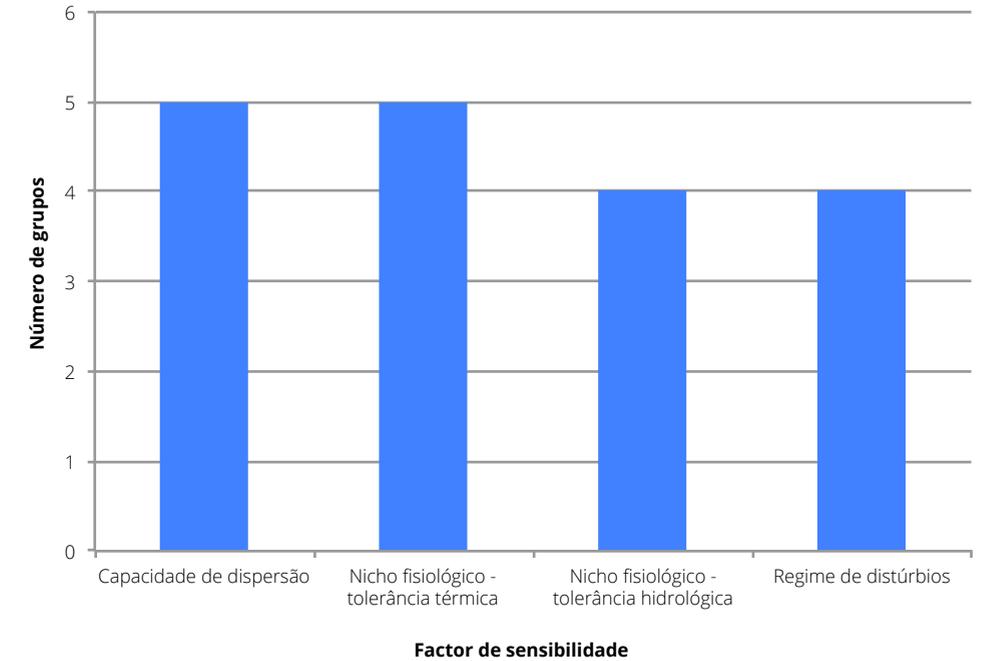


Figura 5 - Principais fatores que contribuem para uma vulnerabilidade positiva dos grupos terrestres.

Relativamente aos cetáceos, o cachalote e a baleia comum apresentam uma vulnerabilidade “Muito negativa (-2)” devido aos fatores tamanho da população, dieta, migrações e estatuto de ameaça. Os indivíduos associados à ilha, como a baleia piloto, apresentam uma vulnerabilidade negativa devido aos fatores tamanho da população, distribuição geográfica, migrações e estatuto de ameaça. As espécies que apresentam uma vulnerabilidade “Neutra (0)”, devem-se à avaliação dos fatores tamanho da população, distribuição geográfica, dieta, variabilidade genética e estatuto de ameaça.

Os resultados sumários da vulnerabilidade das espécies e habitats marinhos e terrestres, com os respetivos fatores de exposição e a avaliação de confiança estão representados na matriz de vulnerabilidades no Anexo 3.

3.1.2. Vulnerabilidades para a biodiversidade decorrentes dos impactos esperados noutros sectores

Foi identificada pelos participantes no *workshop* de adaptação do projeto CLIMA-Madeira, a potencialidade de as aluviões terem impacto no ecossistema litoral da ilha da Madeira com repercussões nas atividades marítimo-turísticas. Assim, caso se verifique um aumento destes fenómenos, a vulnerabilidade dos ecossistemas marinhos litorais poderá também aumentar.

No futuro este impacto poderá vir a ser avaliado em conjunto com o sector dos recursos hídricos na componente dos riscos e também em articulação com o sector do Turismo.

O sector da Agricultura e florestas identificou a expansão de exóticas invasoras e a existência de pragas e doenças como impactos que influenciam a produtividade das culturas de bananeira, vinha e hortícolas. O sector da biodiversidade identificou que no geral as espécies exóticas terão tendência a beneficiar das alterações climáticas (ver figura 6). Na avaliação da área de distribuição potencial das culturas foi considerado o efeito da deslocação da adequação climática em altitude e as características das culturas como fatores críticos a esta deslocação. Este impacto poderá ter consequências na floresta natural da Madeira, pois poderá haver competição por espaço e recursos com as culturas.

O risco de ocorrência de pragas influenciado pelo aumento da temperatura, diminuição da precipitação e interações bióticas poderá no futuro ser avaliado em articulação com o sector da biodiversidade no que respeita às espécies envolvidas e às interações bióticas das mesmas.

Por outro lado, o sector da agricultura identificou o potencial de em cenários futuros se observar uma redução da área agrícola, sobretudo das áreas agrícolas mais pequenas, em mosaicos, e, portanto, com uma maior importância a nível de biodiversidade. Esta potencial redução poderá ter impactos negativos nas espécies associadas a estes habitats. Assim, algumas espécies de aves como a *Columba torcaz* ou a *Carduelis cannabina* que foram classificadas como não vulneráveis às alterações climáticas, poderão ser afectadas indirectamente pelos impactos a nível da agricultura.

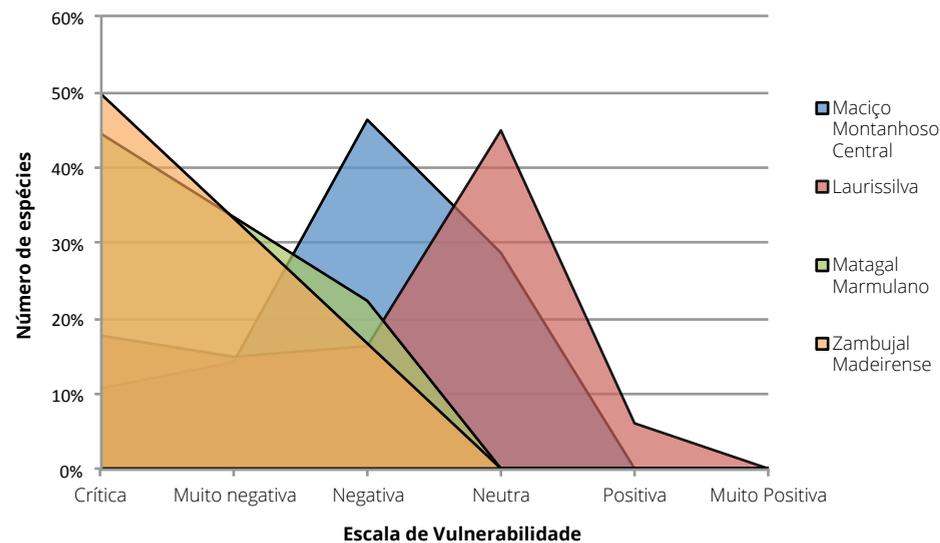


Figura 6 – Distribuição da vulnerabilidade das espécies endêmicas, exóticas e nativas para o cenário A2 no final do século.

3.1.3. Impactos das alterações da biodiversidade noutros sectores

O sector dos recursos hídricos identificou as alterações na qualidade e disponibilidade de água subterrânea como dependentes da recarga resultante da precipitação, precipitação oculta e temperatura. No entanto, para além destes fatores a recarga é ainda influenciada pela permeabilidade, o uso e ocupação do solo, o declive e o coberto vegetal. A importância das características físicas mas também naturais na disponibilidade de água podem ser articuladas com o impacto nos habitats avaliados no sector da biodiversidade.

Os potenciais impactos identificados para o sector do Turismo na Madeira prendem-se com a afetação dos percursos terrestres, dos cursos de água e da paisagem florestal. No meio marinho, a afetação de atividades como excursões, passeios e produtos turísticos como a observação de vertebrados marinhos, a pesca turística, a vela ou o remo também terão impacto na oferta turística da Madeira. Neste sentido é relevante a articulação destes impactos com os impactos identificados para a biodiversidade terrestre e marinha.

O sector da Saúde Humana identificou como impacto potencial das alterações climáticas o desenvolvimento e sobrevivência do mosquito *Aedes aegypti*. Segundo a avaliação feita pelo sector da biodiversidade, espera-se que esta espécie possa beneficiar das alterações climáticas e a aumentar a sua área de distribuição atual.

3.2. Lacunas no conhecimento

3.2.1. Habitats terrestres

Para os habitats naturais, as principais falhas no conhecimento prendem-se com falta de informação acerca da sua distribuição real assim como as limitações inerentes à modelação dos impactos diretos das alterações climáticas. Para o Maciço Montanhoso e para a Floresta da Laurissilva foi realizado um estudo de modelação bioclimática (Cruz et al. 2009), sendo por isso conhecidos os potenciais impactos diretos das alterações climáticas nestes dois habitats. Porém, existem ainda elevadas falhas no conhecimento dos efeitos indiretos e das potenciais interações bióticas. Para os habitats do Matagal Marmulano e do Zambujal Madeirense não existe qualquer informação disponível sobre os potenciais impactos diretos ou indiretos, tendo-se a presente avaliação baseado apenas em *expert judgement*.

3.2.2. Habitats marinhos

Para os habitats marinhos do Arquipélago, as principais falhas no conhecimento prendem-se com falta de informação acerca da sua distribuição, composição e funcionamento que em parte se traduzem também nas limitações inerentes à modelação dos impactos das alterações climáticas.

No geral, uma das principais lacunas sobre o ecossistema marinho da subdivisão da Madeira consiste na falta de conhecimento sobre as interações entre as espécies e os seus ecossistemas que acaba por limitar o desenvolvimento de indicadores de biodiversidade, que estão dependentes de valores de referência, para a avaliação do estado ambiental dos ecossistemas (SRA 2014b).

3.2.3. Fauna e Flora terrestres

Os artrópodes são, de um modo geral, um grupo ainda insuficientemente estudado no arquipélago da Madeira, tendo em consideração que a informação básica sobre a biologia, distribuição, abundância e requisitos ecológicos da maioria das espécies é ainda pouco conhecida. Para além disso, informação sobre a fisiologia, fenologia e genética das espécies é praticamente inexistente. Deste modo, o desconhecimento das respostas fisiológicas, fenológicas e relativamente aos fatores genéticos e adaptação das espécies às potenciais alterações climáticas constituiu um forte entrave para o conhecimento das tendências populacionais das espécies em função dos diferentes cenários de alterações no clima da Madeira.

Para o grupo dos líquenes, as principais falhas no conhecimento prendem-se com falta de informação acerca da distribuição das espécies com elevada resolução espacial e isso leva a uma ausência de informação sobre o nicho ecológico. Para além disso não há informação relativamente a respostas fisiológicas e à variabilidade genética de cada espécie nem quanto à sua capacidade de adaptação às potenciais alterações climáticas.

Relativamente aos grupos das aves e briófitos, as principais falhas no conhecimento prendem-se com a falta de informação relativamente a respostas fisiológicas e fenológicas à variabilidade e às alterações climáticas.

No que concerne aos mamíferos, as principais falhas no conhecimento prendem-se com falta de informação relativamente aos fatores genéticos e à adaptação das espécies às alterações climáticas.

Quanto ao grupo dos moluscos a principal falha no conhecimento prende-se com falta de informação relativamente às potenciais alterações dos usos do solo devido às alterações climáticas.

Para o grupo das plantas vasculares, as principais falhas no conhecimento prendem-se com falta de informação relativamente a respostas fisiológicas à variabilidade e às alterações climáticas.

Por fim, no grupo dos répteis, as principais falhas no conhecimento prendem-se com falta de informação relativamente a respostas fenológicas à variabilidade e às alterações climáticas, nomeadamente no que diz respeito à possibilidade de antecipar ou adiar a reprodução consoante a temperatura e/ou a disponibilidade de alimento.

3.2.4. Fauna marinha

No grupo dos cetáceos as principais falhas no conhecimento são a falta de informação relativamente ao tamanho populacional das espécies, às migrações e ao impacto das atividades humanas nas populações de cetáceos.

As principais falhas no conhecimento no grupo dos peixes e invertebrados relacionam-se com a falta de informação sobre a biologia e ecologia das espécies e sobre os impactos directos ao nível da cadeia trófica dos efeitos das alterações climáticas.

No que respeita aos dados de descarga do pescado, estes apresentam limitações quando se pretende inferir sobre o impacto alterações climáticas nas comunidades de peixes. Estas estatísticas estão influenciadas por fatores ambientais mas também sociais e económicos como as técnicas e equipamentos de pesca e as necessidades dos mercados. Desta forma é complexo avaliar os impactos das alterações climáticas nos ecossistemas marinhos devido à interação sinérgica entre os fatores naturais e humanos. Neste sentido devem ser desenvolvidas metodologias quantitativas para avaliar a vulnerabilidade das espécies (ver Cruz et al 2014).

No caso das espécies não indígenas é necessária mais informação sobre a abundância destas espécies no arquipélago da Madeira. É também necessário aumentar de forma consistente a área de avaliação e dar continuidade aos trabalhos de monitorização (Canning-Clode et al. 2013; SRA 2014b). No que respeita a políticas de gestão, mais informação sobre vetores de introdução de espécies não indígenas (tipologia e magnitude) é relevante para reduzir a chegada de novas espécies (VECTORS 2014).

3.3. Capacidade adaptativa actual dos sistemas humanos

A capacidade adaptativa atual avaliada neste subcapítulo refere-se à capacidade atual dos sistemas humanos de dar resposta aos impactos das alterações climáticas. A capacidade adaptativa intrínseca das espécies foi considerada aquando do desenvolvimento dos índices de vulnerabilidade (Cruz et al. 2014).

A capacidade adaptativa actual dos sistemas humanos foi avaliada considerando os seguintes critérios: i) conhecimento; ii) Planos/programas de conservação e iii) Nível de protecção actual. A tabela 4 resume a avaliação destes critérios para os grupos e habitats terrestres e marinhos que se encontram detalhados na secção 3.3.1 e 3.3.2.

Considerando os critérios acima mencionados foi efectuada uma avaliação global da capacidade adaptativa actual (tabela 4) e representada no esquema da figura 7.

Tabela 4 – Avaliação da capacidade adaptativa atual dos sistemas humanos às alterações climáticas para os grupos e habitats terrestres e marinhos de acordo com os critérios Conhecimento, Planos/programas de conservação e nível de protecção atual.

	CONHECIMENTO	PLANOS/ PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO ACTUAIS	NÍVEL DE PROTECÇÃO ACTUAL
GRUPOS TERRESTRES			
Líquenes	-	-	-
Briófitos	+	-	+
Plantas vasculares	+	+	+
Moluscos	+	+	+
Artrópodes	-	+	+/-
Répteis	+	+	+
Aves	+	+	+
Mamíferos	+/-	-	+
GRUPOS MARINHOS			
Cetáceos	+	+	+
Peixes	+	+	-
Invertebrados	-	-	-

	CONHECIMENTO	PLANOS/ PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO ACTUAIS	NÍVEL DE PROTECÇÃO ACTUAL
HABITATS TERRESTRES			
Maciço Montanhoso Central	+	+	+
Laurissilva	+	+	+
Martagal Marmulano	+/-	-	+/-
Zambujal Madeirense	+/-	-	+/-
HABITATS MARINHOS			
Reserva Natural Parcial do Garajau (marinha)	+/-	+	+
Reserva Natural da Rocha do Navio (marinha)	+/-	+	+
Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo (mista)	+	+	+
Reserva Natural das Ilhas Desertas (mista)	+	+	+
Reserva Natural das Ilhas Selvagens (mista)	+	+	+
Área marinha da Ponta de São Lourenço	+/-	+	+

3.3.1. Conhecimento

Neste critério a avaliação global da capacidade adaptativa atual teve como base o conhecimento existente sobre a ecologia e biologia das espécies e sobre os diferentes habitats. Ao nível dos grupos terrestres, este critério foi classificado como positivo (+) para os briófitos, plantas vasculares, moluscos, répteis e aves, pois estes grupos encontram-se relativamente bem estudados, sendo que as lacunas de conhecimento são reduzidas. Para o grupo dos mamíferos a avaliação foi razoável (+/-), pelo facto de existir algum conhecimento sobre as espécies estudadas, porém não muito aprofundado. Os líquenes e os artrópodes são os grupos onde as lacunas de conhecimento são superiores e, como tal, foram avaliados como negativo (-).

Relativamente aos habitats terrestres, o Maciço Montanhoso Central e a Laurissilva foram avaliados positivamente (Tabela 4) considerando os estudos realizados sobre estes habitats, nomeadamente, ao nível das alterações no clima através de modelação bioclimática com dois cenários e três períodos temporais desenvolvida no projecto (Santos & Aguiar 2006). Para os habitats Matagal do Marmulano e Zambujal Madeirense o conhecimento é razoável (+/-).

A avaliação do conhecimento dos habitats marinhos na Madeira foi feita com base na avaliação do estado ambiental de cada habitat de acordo com a Estratégia Marinha para a subdivisão da Madeira (SRA 2014b). A avaliação do estado ambiental foi efetuada com base num conjunto de critérios como a distribuição, extensão e condições dos habitats. A esta avaliação foi associado um grau de confiança que pretendeu refletir as limitações ao nível da informação e conhecimento disponível. A Reserva Natural Parcial do Garajau, a Reserva Natural da Rocha do Navio e a Área marinha da Ponta de São Lourenço apresentaram um grau de confiança moderado e as restantes áreas protegidas apresentaram um grau de confiança elevado.

O conhecimento para o grupo dos cetáceos foi avaliado como positivo considerando os vários estudos científicos até à data que inventariaram as espécies de cetáceos da Madeira e nos quais foram recolhidos dados sobre a abundância, sazonalidade, distribuição, estrutura social, genética populacional e impactos das atividades humanas nos cetáceos.

No grupo dos peixes o conhecimento foi avaliado como positivo considerando o desenvolvimento de projetos de monitorização das pescarias na RAM pela Direção Geral das Pescas com vista à sustentabilidade dos recursos pesqueiros.

Dos grupos marinhos avaliados, o grupo dos invertebrados apresenta as maiores lacunas no conhecimento (tabela 4). Muito pouca informação existe para este grupo e novas espécies para a Madeira são descobertas todos os anos (Wirtz 2006). Nomeadamente as espécies não indígenas que encontram condições favoráveis para se introduzirem, estabelecerem ou alargarem o seu limite de distribuição. Alguns estudos preliminares sobre as espécies marinhas não indígenas e o seu impacto no ecossistema estão a decorrer na Madeira (ver Cruz et al. 2014).

3.3.2. Planos/programas de conservação atuais

No presente critério a capacidade adaptativa actual foi avaliada com base na existência ou inexistência de planos de conservação atuais para os diferentes grupos e habitats terrestres. Em relação aos grupos terrestres existem planos a decorrer actualmente para o grupo das plantas vasculares, moluscos, artrópodes, répteis e aves, que se encontram listados no Anexo 1. Para o grupo dos líquenes, briófitos e mamíferos não existem planos (tabela 4).

Quanto aos habitats terrestres, a análise foi feita com base no conhecimento disponível de projetos de conservação em curso. No Anexo 1, verifica-se que existem projetos em curso que abrangem o Maciço Montanhoso Central e a Laurissilva (e.g. LIFE Maciço Montanhoso e LIFE RECOVER NATURA). A classificação foi positiva (+) para estes dois habitats. Para os restantes habitats (Zambujal madeirense e Matagal do Marmulano) a avaliação foi negativa (-), visto que os planos de gestão das ZEC não fazem referência a estas duas formações florestais (foram reconhecidas depois da criação dos SIC da Rede Natura) mas apenas a algumas espécies que constituem estes ecossistemas, como por exemplo, *Chamaemeles coriácea* (espécie prioritária) e *Maytenus umbellata* que pertencem ao Zambujal e que têm medidas propostas nalguns planos de gestão, como por exemplo no do pináculo.

A Região Autónoma da Madeira desenvolveu Planos de Ordenamento e Gestão das diferentes áreas marinhas protegidas que estão refletidas na avaliação positiva (+) da tabela 4. Do conjunto de habitats marinhos avaliados, 5 (Reserva Natural das Ilhas Desertas, Ilhas Selvagens, dos Ilhéus do Porto Santo, Ilhéu da Viúva e Ponta de São Lourenço) são Zonas Especiais de Conservação (ZEC) ao abrigo da Diretiva Habitats com área marinha. Destes, 3 (Ilhas Selvagens, Ilhas Desertas e Ponta de São Lourenço) são também Zonas de Proteção Especial (ZPE) ao abrigo da Diretiva Aves.

Relativamente ao grupo dos cetáceos, em 2013, a Assembleia Legislativa Regional da Madeira aprovou o Decreto Legislativo Regional 15/2013/M, que regulamenta a observação de vertebrados marinhos nas águas do Arquipélago da Madeira. Esta legislação contempla a definição e implementação de áreas de atuação e respetiva capacidade de carga.

No grupo dos peixes, as espécies de peixe-espada-preto, cavala e chicharro não foram avaliadas pela IUCN e não apresentam um estatuto de conservação.

A falta de conhecimento no grupo dos invertebrados (ver 3.3.1 e 3.2.4) acaba por se reflectir na falta de planos ou medidas de conservação específicas para estas espécies bem como da atribuição de um estatuto de ameaça.

3.3.3. Nível de protecção actual

Este critério foi avaliado de acordo na existência de um estatuto de protecção legal ao nível regional e europeu dos grupos e habitats terrestres e/ou o estatuto de ameaça IUCN dos grupos tendo como base as espécies.

Nos grupos terrestres, existe um elevado nível de proteção (+) para os briófitos, plantas vasculares, moluscos, répteis, aves e mamíferos. Todos os grupos apresentam espécies com estatuto de ameaça avaliado pelo IUCN (e.g. Sim-Sim et al. 2014). Para além do estatuto, as plantas vasculares e a espécie *Lacerta/Teira dugesii* (grupo dos répteis) constam do Anexo B da Diretiva Habitats. As aves estão protegidas pela Diretiva Aves e algumas espécies de moluscos constam dos anexos II e IV da Diretiva Habitats. O grupo dos líquenes foi avaliado como negativo (-), visto que não existe nível de proteção atual para as espécies estudadas, não estando estas incluídas em nenhuma Diretiva e o seu estatuto de ameaça ainda não se encontrar avaliado. O grupo dos artrópodes também foi avaliado como negativo (-), pois apresenta um nível de proteção reduzido, estando apenas duas espécies abrangidas pelo estatuto de ameaça IUCN (Cruz et al. 2014).

Ao nível dos habitats terrestres, a avaliação para o Maciço Montanhoso Central e Laurissilva foi positiva (+), pois estes habitats estão inseridos em áreas classificadas de ZEC e ZPE e no Parque Natural da Madeira, encontrando-se com um elevado nível de proteção (Anexo 2). Para o Zambujal Madeirense e Matagal do Marmulano a avaliação foi negativa (-) considerando que nem todo o habitat está protegido na totalidade. A área de Zambujal que se pode encontrar em áreas protegidas da Madeira é muito reduzida, pequenos núcleos nas ZEC da Rede Natura 2000 do Pináculo e dos Moledos -Madalena do Mar. Com efeito, a maior parte da área de Zambujal não está incluída em qualquer área protegida. No Porto Santo sobrevivem alguns exemplares de zambujeiros e de outros arbustos na ZEC do Bico Branco, mas não podemos considerar uma verdadeira formação florestal, pois só ocorrem alguns elementos dispersos e o mesmo se passa na Desertas (Reserva Natural das Ilhas Desertas). O zambujal corresponde ao habitat 9320 “Florestas de Olea e Ceratonia” da Diretiva Habitats. O bosque de Marmulano, corresponde a uma variante mediterrânica sub-xerófitica do habitat prioritário 9360 “laurissilvas macaronésicas”, mas apenas uma ínfima parte está incluída na porção do Parque Natural da Madeira que atinge as zonas mais baixas na encosta norte da ilha da Madeira. No Porto Santo ocorrem alguns exemplares isolados de Marmulano (árvore principal desta formação vegetal) principalmente na ZEC do Pico Branco. Na Reserva Natural das Ilhas Desertas apenas ocorrem poucos exemplares dispersos de Marmulano.

No grupo dos cetáceos, a nível europeu, o golfinho roaz está incluído no Anexo II da Diretiva Habitats e as restantes espécies avaliadas estão incluídas no Anexo IV da Diretiva Habitats. A nível regional todas as espécies avaliadas apresentam um estatuto regional de conservação (Freitas 2004).

No caso do peixe-espada preto foram implementados dois planos de ajustamento de esforço de pesca, bem como para a pesca de pequenos pelágicos com o objetivo de manter um nível de capturas sustentável.

No caso dos invertebrados e apesar das lacunas no conhecimento existentes, alguns planos de gestão das áreas marinhas protegidas acabam por conferir boas condições de proteção, reprodução, repouso e áreas de alimentação a diversas espécies.

3.4. Vulnerabilidade e capacidade adaptativa atual dos sistemas humanos

A relação entre a vulnerabilidade dos grupos e habitats (Cruz et al. 2014) e a avaliação global da capacidade adaptativa actual (tabela 4) é representada de forma simplificada na Figura 7.

No que concerne aos grupos terrestres, dentro dos grupos mais vulneráveis, as plantas vasculares e os moluscos são os grupos com uma maior capacidade adaptativa atual, por oposição o grupo dos briófitos e dos artrópodes apresentam uma capacidade adaptativa inferior (Figura 7).

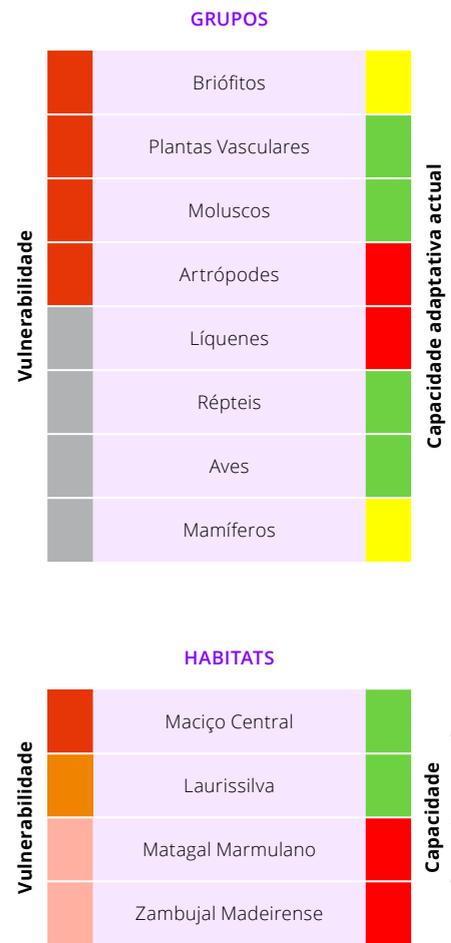
Relativamente aos grupos em que a vulnerabilidade é neutra, os répteis e aves apresentam uma maior capacidade adaptativa atual. Os mamíferos apresentam uma capacidade adaptativa razoável. O grupo dos líquenes, apesar de estar classificado com vulnerabilidade neutra, são o grupo com uma menor capacidade adaptativa atual, conferindo-lhes no geral uma maior vulnerabilidade devido à reduzida capacidade deste grupo se adaptar às alterações climáticas.

Nos habitats terrestres, o Maciço Montanhoso Central é o habitat mais vulnerável devido sobretudo ao facto de com o aumento da temperatura o limite inferior do habitat tenderá a deslocar-se em altitude ficando cada vez mais confinado ao topo da ilha da Madeira, seguindo-se pela Laurissilva que tenderá a deslocar-se em altitude (sobretudo a Laurissilva do Til) estando condicionada pela topografia e substrato, contudo a capacidade adaptativa atual para ambos os habitats é elevada. No caso dos habitats Matagal do Marmulano e Zambujal Madeirense, o conhecimento sobre é reduzido não existindo inclusivamente modelação bioclimática. Considera-se que estes habitats estão muito vulneráveis às alterações climáticas, essencialmente, devido ao facto de representarem pequenas parcelas, serem bastante fragmentados e impactados pela pressão urbana. Devido a essas lacunas no conhecimento e, também, ao nível da conservação e gestão desses territórios, a capacidade adaptativa é baixa.

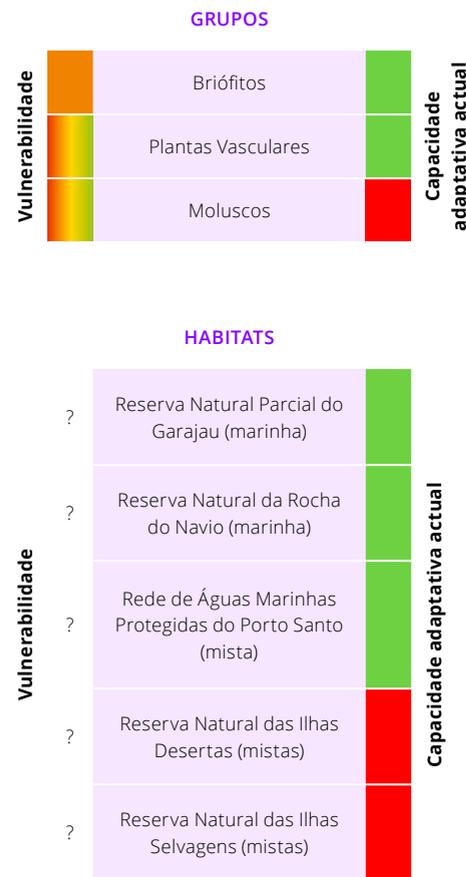
Nos grupos marinhos, os cetáceos são o grupo com maior vulnerabilidade mas também com maior capacidade adaptativa atual. As espécies de peixes e invertebrados, apresentam uma vulnerabilidade que varia de muito vulnerável a positiva, pois poderão existir espécies negativamente impactadas pelas alterações climáticas e espécies que poderão beneficiar da alteração das condições do clima, por exemplo, através da extensão da sua área de distribuição. Em ambos os grupos foi efetuada uma avaliação qualitativa da vulnerabilidade. O grupo dos peixes apresenta uma maior capacidade adaptativa atual que o grupo dos invertebrados.

Devido às lacunas no conhecimento sobre os habitats marinhos na Madeira (ver 3.2.1) não foi possível avaliar as vulnerabilidades destes habitats. No entanto foi possível avaliar a capacidade adaptativa atual dos habitats marinhos (Figura7).

Biodiversidade terrestre



Biodiversidade marinha



Vulnerabilidade

- muito vulnerável
- vulnerável
- neutra
- de muito vulnerável a positiva
- não modelado

Capacidade adaptativa actual

- elevada
- razoável
- reduzida

3.5. Medidas de adaptação

No total foram selecionadas 16 medidas de adaptação para o sector da biodiversidade. A maioria das medidas são provenientes da Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (Araújo et al. 2013), mas também foram incluídas medidas reunidas no *workshop* de adaptação realizado na Madeira com agentes locais no dia 12 de Fevereiro de 2015. Algumas ações concretas identificadas para a RAM nesse *workshop* encontram-se detalhadas na tabela 5. As medidas estão divididas em 5 dimensões: conhecimento, tecnologia, governança, socio-economia e natureza. A maior parte destas medidas encontram-se na dimensão do conhecimento e da governança. Sete das medidas indicadas na tabela possuem relevância para outros sectores. Este conjunto de medidas, serão priorizadas, em conjunto com os restantes sectores, num segundo *workshop* com agentes locais na Madeira.

Figura 7 – Esquema sumário da vulnerabilidade e capacidade adaptativa actual para a biodiversidade terrestre e marinha.

Tabela 5 – Medidas de adaptação para o sector da biodiversidade.

OBJETIVO ENAAC	OBJ. ESPECÍFICO BIODIVERSIDADE	MEDIDAS	PROVENIÊNCIA MEDIDAS	MEDIDAS RELEVANTES PARA OUTROS SECTORES	AÇÕES CONCRETAS JÁ IDENTIFICADAS NA MADEIRA	DIMENSÕES DE ADAPTAÇÃO
1. Informação e conhecimento	1.1. Aumentar o conhecimento sobre os efeitos e formas de adaptação das espécies e habitats, e da estrutura e função dos ecossistemas às alterações climáticas	1.1.1. Estabelecer planos regionais de investigação de longo termo sobre os efeitos e formas de adaptação ao nível da comunidade, ecossistema, paisagem e das espécies terrestres e marinhas, garantindo financiamento de longo prazo.	Adaptado ENAAC e WS	Todos os sectores	Avaliar as oportunidades para o sector das pescas do aparecimento de novas espécies marinhas (WS). Desenvolver estudos de caracterização dos fundos marinhos (WS). Desenvolver metodologias de avaliação de vulnerabilidade, para peixes, invertebrados e outros vertebrados marinhos (ver Cruz et al. 2014). Considerar a Agência Regional para o Desenvolvimento da Investigação Tecnologia e Inovação - ARDITI	Conhecimento
		1.1.2. Rever estatutos regionais de ameaça de espécies com base nos critérios definidos pela IUCN	EN AAC e WS			Conhecimento
	1.2. Monitorizar os efeitos das alterações climáticas ao nível das espécies, habitats e ecossistemas	1.2.1. Criar um programa de monitorização regional com espécies indicadoras das alterações climáticas reunidos numa base de dados em formato SIG.	Adaptado ENAAC e WS	Todos os sectores	Medida para as espécies terrestres (grupo dos líquenes, briófitos e moluscos) e espécies marinhas não indígenas, identificadas no relatório. Integrar esta medida nas plataformas SIG já existentes (e.g. VISOR-BIO do OOM).	Conhecimento Tecnologia
		1.2.2. Criar planos de acompanhamento e monitorização para situações de risco imprevisíveis, como os fogos, as inundações, as secas e as ondas de calor.	EN AAC	Todos os sectores		Conhecimento Tecnologia Governança
2. Reduzir a vulnerabilidade e aumentar a capacidade de resposta.	2.1. Diminuir a vulnerabilidade de espécies, habitats e ecossistemas aos efeitos das alterações climáticas	2.1.1. Criar ou manter áreas de proteção, considerando os efeitos das alterações climáticas, para os ecossistemas e habitats mais vulneráveis.	EN AAC	Recursos hídricos	Maciço Montanhoso Central, Matagal Marmulano; Zambujal Madeirense	Natureza
		2.1.2. Garantir a existência de uma paisagem diversificada que suporte uma rede de corredores ecológicos eficaz.	EN AAC	Turismo, Agricultura e Florestas		Natureza
		2.1.3. Reduzir outras pressões antropogénicas sobre a biodiversidade.	EN AAC		Pressão urbanística e turística. Aparecimento e estabelecimento de espécies exóticas e a sobreexploração de recursos. Desenvolvimento de artes de pesca mais selectivas (WS).	Natureza e Governança
	2.2. Integrar a biodiversidade e as alterações climáticas nas várias políticas sectoriais, planos e programas, incluindo os instrumentos de gestão territorial de âmbito regional e local, e nos projetos	2.2.1. Rever políticas sectoriais, planos e legislação associada e documentos de referência e garantir a sua validação climática em termos de biodiversidade.	EN AAC e WS			Governança
		2.2.2. Rever a Rede Fundamental de Conservação da Natureza (RFCN) face à problemática das alterações climáticas.	EN AAC	Florestas	Considerar a proposta de criação de um SIC para roazes nas águas do arquipélago da Madeira.	Governança
		2.2.3. Rever, implementar e fiscalizar planos de gestão e ação para espécies e habitats vulneráveis e áreas classificadas.	EN AAC e WS		Efetivar a fiscalização das pescarias na RAM.	Governança

EN AAC: Estratégia nacional de adaptação às alterações climáticas - sector biodiversidade

WS: Workshop realizado na Madeira com stakeholders locais no dia 12 de Fevereiro

OBJETIVO ENAAC	OBJ. ESPECÍFICO BIODIVERSIDADE	MEDIDAS	PROVENIÊNCIA MEDIDAS	MEDIDAS RELEVANTES PARA OUTROS SECTORES	AÇÕES CONCRETAS JÁ IDENTIFICADAS NA MADEIRA	DIMENSÕES DE ADAPTAÇÃO
3. Participar, sensibilizar e divulgar	3.1. Capacitar os vários agentes públicos e privados com responsabilidades na tomada de decisões influenciadas pelas alterações climáticas	3.1.1. Disponibilizar à sociedade e aos decisores o conhecimento científico atualizado sobre a adaptação da biodiversidade às alterações climáticas.	ENAAC e WS		Divulgar e promover a continuação da plataforma CLIMA-Madeira.	Conhecimento
		3.1.2. Promover ações de formação sobre as alterações climáticas que contribuam para a valorização das espécies e habitats mais vulneráveis.	ENAAC e WS			Conhecimento Socio-economia
	3.2. Sensibilizar e envolver um vasto conjunto de partes interessadas na adaptação da biodiversidade às alterações climáticas	3.2.1. Implementar um programa de sensibilização sobre alterações climáticas e a biodiversidade.	ENAAC e WS		Escolas na RAM	Conhecimento Socio-economia
4. Cooperar a nível regional, nacional e internacional	4.1. Cooperar a nível regional e com regiões da macaronésia	4.1.1. Promover a cooperação e articulação de medidas de gestão entre diferentes instituições responsáveis pelas florestas, biodiversidade e ambiente (e.g. DROTA, SRA, DR Florestas, Agricultura)	WS	Agricultura e Florestas		Governança
		4.1.2. Melhorar a circulação e divulgação de informação e participar em projetos de cooperação sobre a adaptação da biodiversidade às alterações climáticas a nível regional, nacional (ENAAC) e na região da macaronésia.	Adaptado ENAAC		Nomeadamente para espécies migratórias (aves e cetáceos)	Conhecimento
	4.2 Cooperar no contexto Europeu e da ONU	4.2.1. Propor a revisão dos estatutos de proteção de espécies e habitats a nível internacional.	Adaptado ENAAC; WS			Conhecimento

4. Conclusões

Este relatório identificou as principais lacunas do conhecimento e cruzou a avaliação de vulnerabilidades apresentada no relatório anterior (Cruz et al. 2014) com a avaliação da capacidade adaptativa dos sistemas humanos de modo a identificar quais os grupos e habitats prioritários para a aplicação de medidas de adaptação. No total foram seleccionadas 16 medidas de adaptação para o sector da biodiversidade divididas em 5 dimensões: conhecimento, tecnologia, governança, socio-economia e natureza. A maior parte destas medidas encontram-se na dimensão do conhecimento e da governança. Sete das medidas indicadas na tabela 5 possuem relevância para outros sectores.

5. Referências

- › Araújo P, Silva REP, Costa T, Cruz MJ, Avelar D, Pulquério M. 2013. Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas - Sector da Biodiversidade - R - DPOT/ 001 / 2013. Lisboa.
- › Borges PAV, Abreu C, Aguiar AMF, Carvalho P, Jardim R, Melo I, Oliveira P, Sérgio C, Serrano ARM, Vieira P (Eds). 2008. A list of the terrestrial fungi, flora and fauna of Madeira and Selvagens archipelagos. Direcção Regional do Ambiente da Madeira e Universidade dos Açores, Funchal e Angra do Heroísmo. 438pp.
- › Cabral MJ, Almeida J, Almeida PR, Dellinger T, Ferrand de Almeida, N., Oliveira ME, Palmeirim JM, Queiroz AI, L. R, Santos-Reis M. 2005. Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa.
- › Canning-Clode J, Fofonoff P, McCann L, Carlton JT, Ruiz G. 2013. Marine invasions on a subtropical island: Fouling studies and new records in a recent marina on Madeira Island (Eastern Atlantic Ocean). *Aquat Invasions*. 8:261–270.
- › Capelo J. 2004. A paisagem vegetal da ilha da Madeira. *Quarcetea*. 6:3–200. FCT.
- › Comissão Europeia. 2009. White paper - Adapting to climate change: towards a European framework for action. Brussels.
- › Cruz MJ, Aguiar R, Correia A, Tavares T, Pereira JS, Santos FD. 2009. Impacts of climate change on the terrestrial ecosystems of Madeira. *Int J Des Nat Ecodynamics*. 4:413–422.
- › Cruz MJ, Avelar D, Sousa A, Vasconcelos F, Jardim R. 2014. Relatório da Vulnerabilidade do Setor da biodiversidade na Região Autónoma da Madeira. Elaboração do Estudo sobre as Vulnerabilidades e Respostas às Alterações Climáticas no Arquipélago da Madeira.
- › Freitas L. 2004. Estatutos de conservação dos cetáceos no arquipélago da Madeira (documento F). Relatório técnico do Projecto CETACEOSMADEIRA (LIFE99 NAT/P/06432). Museu da Baleia da Madeira.

- › Santos FD, Aguiar R. 2006. CLIMAAT II, Impactos e Medidas de Adaptação às Alterações Climáticas no Arquipélago da Madeira, Projecto CLIMAAT II. Direcção Regional do Ambiente da Madeira, Funchal.
- › Sim-Sim M, Ruas S, Fontinha S, Hedenäs L, Sérgio C, Lobo C. 2014. Bryophyte conservation on a North Atlantic hotspot: threatened bryophytes in Madeira and Selvagens Archipelagos (Portugal). *Syst Biodivers* [Internet]. 12:315–330. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14772000.2014.918063>
- › SRA. 2014a. Jardim Botânico da Madeira – Recursos Naturais – Vegetação [Internet]. Available from: <http://goo.gl/CVi8Fh>
- › SRA. 2014b. Estratégia Marinha para a subdivisão da Madeira. Diretiva Quadro Estratégia Marinha. Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais, Junho 2014.
- › VECTORS. 2014. Vectors in view. Newsletter. Issue 7. December 2014.
- › Wirtz P. 2006. Ten invertebrates new for the marine fauna of Madeira Arquipélago. *Life Mar Sci*. 23A:75–78.

Anexo 1 - Lista de Planos/programas de conservação atuais

Fonte: Parque Natural da Madeira (<http://www.pnm.pt/>)

Projeto LIFE RECOVER NATURA

Objetivo: Recuperação de espécies e habitats terrestres dos sítios da Rede Natura 2000 da Ponta de São Lourenço e Ilhas Desertas, no Centro Cívico do Caniçal

Programa de controlo de plantas invasoras

Objetivos: 1) Salvaguarda do Património Natural da RAM, através do controlo e erradicação de plantas invasoras e da recuperação de ecossistemas naturais. 2) Sensibilização dos gestores e utilizadores dos espaços naturais, assim como de todos aqueles que estão ligados ao setor da produção e venda de plantas.

Programa de monitorização do estado de conservação do pombo-torcaz

Objetivo: Estabelecer uma linha de monitorização, que permita seguir os efetivos populacionais da espécie e pela compatibilização entre a presença do pombo-torcaz e a prática agrícola nas zonas limítrofes do seu habitat, através da minimização dos estragos causados (ilha da Madeira).

Projeto LIFE “Conservação da Freira-da-Madeira através da recuperação do seu habitat”

Objetivo: Monitorização da população e avaliação do sucesso das medidas de gestão implementadas, para que se proceda a eventuais alterações no mesmo se assim for necessário. (Ilha da Madeira; Maciço Montanhoso Central)

Programa de Educação Ambiental

Objetivo: O Centro de informação do Serviço do Parque Natural da Madeira (CISPNM), dando continuidade ao trabalho iniciado nos anos anteriores, apresentou e desenvolveu um programa de educação ambiental específico, para a ilha da Madeira e para Porto Santo, com um plano de atividades que visou promover a conservação da biodiversidade, mais especificamente nas

áreas protegidas da Região Autónoma da Madeira, assim como, os projetos de conservação e informação desenvolvidos nesses espaços.

Projeto LIFE Natureza “Medidas urgentes para a recuperação da Freira-do-Bugio (Pterodroma deserta) e do seu habitat/SOS Freira-do-Bugio”

Objetivo: Garantir que a população de Freira-do-Bugio e o seu habitat de nidificação nas ilhas Desertas.

Projeto LIFE Maciço Montanhoso

Objetivo: Recuperação e conservação de espécies e habitats do Maciço Montanhoso Central da Madeira.

Levantamento das plantas e seus usos tradicionais

Objetivos: 1) Efetuar um levantamento da flora aromática e medicinal local, identificando e catalogando os seus usos, bem como as tradições e as tecnologias agrárias associadas, contribuindo para o conhecimento do património natural e o desenvolvimento rural da freguesia. 2) Recuperar o conhecimento popular para as futuras gerações, valorizando as informações encontradas, através da edição duma publicação, da dinamização de exposições e um pequeno jardim de ervas aromáticas e medicinais, em modo de produção biológico. 3) Contribuir para a diversificação e valorização das atividades rurais.

Projeto LIFE Ilhéus do Porto Santo

Objetivo: Ocorre predominantemente na área terrestre dos seis ilhéus do Porto Santo no Arquipélago da Madeira: Ilhéu da Cal, Ilhéu do Farol, Ilhéu de Ferro, Ilhéu da Fonte da Areia, Ilhéu das Cenouras e Ilhéu de Fora. A área terrestre total a intervir é cerca de 232 hectares estando previstas cerca de 45 ações distintas. Este projeto é fundamental para cessar as causas e ameaças de degradação dos habitats.

Anexo 2 - Nível de proteção atual

Fonte: Parque Natural da Madeira (<http://www.pnm.pt/>)

Classificação Regional

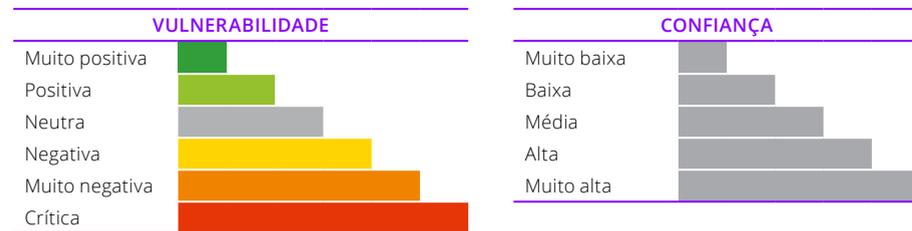
ÁREA	TIPO CLASSIFICAÇÃO
Parque Natural da Madeira	Inclui áreas com diferentes tipos de proteção
Reserva Natural Parcial do Garajau	Reserva marinha
Reserva Natural da Rocha do Navio	Reserva marinha
Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo	Área Protegida (inclui a Área Classificada de ZEC)
Reserva Natural das Ilhas Desertas	Reserva Natural (sobrepõe a área classificada de ZEC e ZPE)
Reserva Natural das Ilhas Selvagens	Reserva Natural (sobrepõe a área classificada de ZEC e ZPE)

Classificação da Rede Natura 2000 (Europeu)

ÁREA	TIPO CLASSIFICAÇÃO
Maciço Montanhoso Central	Área Classificada de ZEC e ZPE apenas a zona ocidental, totalmente incluída no PNM
Laurissilva	Área Classificada de ZEC e ZPE, maioritariamente incluída no PNM
Ponta de S. Lourenço	Área Classificada de ZEC, parcialmente incluída no PNM e ZPE
Ilhéu da Viúva	Área Classificada de ZEC, sobrepõe à Reserva Natural da Rocha do Navio
Achadas da Cruz	Área Classificada de ZEC
Moledos	Área Classificada de ZEC
Pináculo	Área Classificada de ZEC
Pico Branco (Porto Santo)	Área Classificada de ZEC
Ilhéus do Porto Santo	Área Classificada de ZEC, incluída na Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo
Ilhas Desertas	Área Classificada de ZEC e ZPE, sobrepõe à Reserva Natural das Ilhas Desertas
Ilhas Selvagens	Área Classificada de ZEC e ZPE, sobrepõe à Reserva Natural das Ilhas Selvagens

Anexo 3 - Matriz de vulnerabilidade dos habitats e grupos terrestres e marinhos

-  radiação solar
-  vento
-  temperatura
-  efeito fertilizante CO₂
-  precipitação
-  humidade relativa
-  subida nível médio do mar
-  acidificação do oceano



IMPACTOS NA BIODIVERSIDADE - HABITATS E GRUPOS MARINHOS E TERRESTRES		EXPOSIÇÃO	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
HABITATS	<p>Maçiço Montanhoso Central</p> <p>Devido sobretudo ao aumento de temperatura o limite inferior do habitat tenderá a deslocar-se em altitude (ex.: <i>Sorbus maderensis</i> e <i>Armeria maderensis</i>), ficando cada vez mais confinado no topo da ilha da Madeira.</p>		<p>Atual</p> <p>Curto (2020-2039)</p> <p>Longo (2070-2099)</p>		
	<p>Floresta Laurissilva</p> <p>A Laurissilva tenderá a deslocar-se em altitude (sobretudo a Laurissilva do Til, ex.: <i>Pittosporum coriaceum</i> e <i>Polystichum drepanum</i>) estando condicionada pela topografia e substrato.</p>		<p>Atual</p> <p>Curto (2020-2039)</p> <p>Longo (2070-2099)</p>		
	<p>Matagal Marmulano</p> <p>Devido ao aumento da temperatura e diminuição da humidade relativa, este habitat tende a deslocar-se em altitude. No entanto está condicionado pela forte pressão urbana e fragmentação do habitat.</p>		<p>Atual</p> <p>Curto (2020-2039)</p> <p>Longo (2070-2099)</p>		
	<p>Zambujal Madeirense</p> <p>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.</p>		<p>Atual</p> <p>Curto (2020-2039)</p> <p>Longo (2070-2099)</p>		

IMPACTOS NA BIODIVERSIDADE - HABITATS E GRUPOS MARINHOS E TERRESTRES		EXPOSIÇÃO	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE	
TERRESTRE	AVES	Sobretudo devido ao aumento da temperatura e diminuição da precipitação o habitat da freira da Madeira reduzir-se-á. Os eventos extremos (e.g. incêndios) tenderão a aumentar degradando o seu habitat. As restantes espécies beneficiam devido à capacidade de dispersão e por serem generalistas no habitat.		Atual Curto (2020-2039) Longo (2070-2099)		
	BRIÓFITOS	O aumento da temperatura, diminuição da precipitação e da humidade relativa, irá produzir alterações no regime hídrico dos ecossistemas que será ampliado pela baixa capacidade de dispersão das espécies, desflorestação por incêndios ou aparecimento de espécies invasoras.		Atual Curto (2020-2039) Longo (2070-2099)		
	MAMÍFEROS	Com a diminuição da humidade relativa, existirá uma redução da disponibilidade de insetos e alteração dos picos de alimento e reprodução. As espécies tenderão a deslocar-se, estando no entanto limitadas pela fragmentação do habitat. Não são vulneráveis pois têm uma boa capacidade de dispersão e são endotérmicos.		Atual Curto (2020-2039) Longo (2070-2099)		
	PLANTAS VASCULARES	O aumento da temperatura e diminuição da precipitação e da humidade relativa, irá potenciar alterações do regime hídrico limitando a capacidade de dispersão das espécies devido à maior fragmentação do habitat, aumento de distúrbios ou aparecimento de espécies invasoras.		Atual Curto (2020-2039) Longo (2070-2099)		
	RÉPTEIS	Com aumento da temperatura e diminuição da precipitação e da humidade relativa, tenderá a existir uma redução da disponibilidade de insetos, que será potenciado com o aumento de espécies invasoras. Espécies beneficiam devido aos limites fisiológicos não ultrapassados e boa capacidade de dispersão.		Atual Curto (2020-2039) Longo (2070-2099)		
	ARTRÓPODES	O aumento da temperatura e diminuição da humidade relativa, terá impacto nos limites fisiológicos térmicos e hídricos das espécies, potenciado com a redução dos habitats e aumento de espécies invasoras.		Atual Curto (2020-2039) Longo (2070-2099)		
	MOLUSCOS	Devido sobretudo ao aumento da temperatura e diminuição da humidade relativa, as espécies tenderão a deslocar-se, estando no entanto limitadas pela geomorfologia das ilhas, fragmentação do habitat e espécies competidoras.		Atual Curto (2020-2039) Longo (2070-2099)		
	LÍQUENES	O aumento da temperatura e diminuição da humidade relativa, irá afetar os limites térmicos e hidrológicos dos ecossistemas. São bons bioindicadores das condições microclimáticas e detêm uma boa capacidade de dispersão.		Atual Curto (2020-2039) Longo (2070-2099)		
MARINHO	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 Curto (2020-2039) Longo (2070-2099)		
	PEIXES	A área de distribuição das espécies tenderá a alterar-se, ocorrendo uma perda de espécies mediterrâneo-atlântico e ganho de um conjunto de espécies tropicais. Outros impactos prendem-se com alterações na abundância, na fenologia e no crescimento das espécies.		Atual Curto (2020-2039) Longo (2070-2099)		
	INVERTEBRADOS	Impacto na distribuição, abundância, fenologia e crescimento das espécies. Espécies não indígenas podem encontrar condições para se introduzirem, estabelecerem ou estenderem o seu limite de distribuição podendo vir a competir com espécies nativas.		Atual Curto (2020-2039) Longo (2070-2099)		

