

**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL GENERAL
2022/2023**



TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO INDIVIDUAL

**O IMPACTO DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NA ESTRATÉGIA DA
MARINHA**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IUM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO
SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DAS
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS OU DA GUARDA NACIONAL
REPUBLICANA.**

**Luís Miguel Cardoso Pércio Bessa Pacheco
CAPITÃO-DE-MAR-E-GUERRA**



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**O IMPACTO DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NA
ESTRATÉGIA DA MARINHA**

CMG Luís Miguel Cardoso Pércio Bessa Pacheco

Trabalho de Investigação Individual do CPOG 2022/2023

Pedrouços 2023



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**O IMPACTO DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NA
ESTRATÉGIA DA MARINHA**

CMG Luís Miguel Cardoso Pércio Bessa Pacheco

Trabalho de Investigação Individual do CPOG 2022/2023

Orientador: CMG António Manuel Gonçalves Alexandre

Pedrouços 2023



Declaração de compromisso antiplágio

Eu, **Luís Miguel Cardoso Pércio Bessa Pacheco**, declaro por minha honra que o documento intitulado **O impacto das alterações climáticas na estratégia da Marinha** corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor do **CPOG 2022/2023** no Instituto Universitário Militar e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas.

Tenho consciência que a utilização de elementos alheios não identificados constitui grave falta ética, moral, legal e disciplinar.

Pedrouços, **19 de julho de 2023**

Luís Miguel Cardoso Pércio Bessa Pacheco
CMG



Agradecimentos

É com grande satisfação que expresso os meus agradecimentos a um conjunto de pessoas que contribuíram para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho de investigação individual.

Em particular, gostaria de agradecer ao meu orientador, o Comandante Gonçalves Alexandre, pela sua permanente disponibilidade, orientação, apoio pragmático e prontidão na resposta a todas as minhas questões e solicitações, o que foi fundamental para o sucesso deste trabalho.

Agradeço também aos seis entrevistados, o Vice-almirante Ventura Soares, o Contra-almirante Jorge Pires, o Capitão-de-fragata Lourenço da Piedade, o Capitão-de-fragata Quaresma dos Santos, o Coronel António Romão (Exército) e a Tenente Rita Santos (Força Aérea), que generosamente se dispuseram a partilhar os seus conhecimentos e experiências, contribuindo significativamente para a qualidade da pesquisa realizada.

Por fim, gostaria de agradecer a todos os camaradas do Curso de Promoção a Oficial General 2022-2023 pelo excelente ambiente de trabalho e camaradagem.



Índice

1. Introdução.....	1
2. Enquadramento teórico e conceptual.....	4
2.1 Revisão da Literatura	4
2.2 Modelo de análise	8
3. Metodologia e método.....	9
3.1 Metodologia	9
3.2 Método	9
3.2.1 Participantes e procedimento	9
3.2.2 Instrumentos de recolha de dados	9
3.2.3 Técnicas de análise de dados.....	9
4. Apresentação dos dados	11
4.1 Causas e consequências das alterações climáticas.....	11
4.1.1 O sistema climático e a interferência antropogénica.....	11
4.1.2 Cenários de evolução das alterações climáticas.....	13
4.1.3 Consequências das alterações climáticas	15
4.2 Medidas de resposta às alterações climáticas	21
4.2.1 Medidas implementadas pela Marinha e por organizações congéneres..	21
5. Discussão dos resultados	24
5.1 Objetivos estratégicos, objetivos operacionais e medidas	25
6. Conclusões.....	30
Referências bibliográficas	33

Índice de Apêndices

Apêndice A — Corpo de conceitos	Apd A-1
Apêndice B — Modelo de análise.....	Apd B-1
Apêndice C — Análise do conteúdo das entrevistas.....	Apd C-1
Apêndice D — Previsão dos principais indicadores do ambiente marinho.....	Apd D-1
Apêndice E — Análise SWOT.....	Apd E-1
Apêndice F — Medidas propostas de resposta às alterações climáticas.....	Apd F-1



Índice de Figuras

Figura 1 - Delimitação espacial do estudo	2
Figura 2 - Balanço energético global da Terra (Wm^{-2})	11
Figura 3 - Evolução 1990-2019 da emissão global de GEE.....	12
Figura 4 - Emissões globais de GEE em 2019 por setor de atividade.....	13
Figura 5 - Evolução estimada de emissões de GEE para os 5 cenários SSP.....	14
Figura 6 - Alteração global da temperatura	15
Figura 7 – Alterações globais na precipitação terrestre.....	16
Figura 8 - Média global do pH à superfície do oceano	17
Figura 9 - Dimensão da camada gelada do Ártico em setembro	17
Figura 10 - Rota do Norte nas suas três variantes	18
Figura 11 - Subida do nível médio global	20
Figura 12 - Diagrama de ação-reação das alterações climáticas com foco no oceano	20

Índice de Quadros

Quadro 1 - Previsão de indicadores ambientais em 2050.....	Apd D-1
Quadro 2 - Previsão de indicadores ambientais em 2100.....	Apd D-1



Resumo

As condições meteorológicas e oceanográficas afetam de forma significativa, e a vários níveis, as capacidades da Marinha e a realização de operações navais. As alterações climáticas, por provocarem um aumento da intensidade de determinados fenómenos ambientais, estão a incrementar os problemas e dificuldades normalmente sentidos. Este estudo tem o objetivo de identificar um conjunto de medidas genéticas, estruturais e operacionais a adotar pela Marinha na resposta às alterações climáticas, por forma a garantir a eficiência e eficácia da sua ação.

Com base na análise das causas, consequências e previsões das alterações climáticas, e das estratégias de resposta implementadas por várias organizações militares, foram identificados e deduzidos objetivos estratégicos orientadores e medidas para garantir a adaptação e mitigação dos efeitos das alterações climáticas pela Marinha.

Do conjunto de medidas propostas destacam-se, no âmbito da mitigação das alterações climáticas, as relacionadas com a redução da emissão de gases com efeito de estufa, materializada por processos relacionados com a transição energética. No âmbito da adaptação às alterações climáticas destacam-se as medidas que visam responder ao aumento de fenómenos meteorológicos extremos, ao aumento da temperatura média e extrema do oceano, e à subida do nível médio das águas do mar.

Palavras-chave:

Alterações climáticas; estratégia naval; aquecimento global, nível médio do mar.



Abstract

Meteorological and oceanographic conditions significantly affect the capabilities of the Navy and the execution of naval operations. Climate change, by increasing the intensity of certain environmental phenomena, is increasing the problems and difficulties normally experienced. This study aims to identify a set of genetic, structural, and operational measures to be adopted by the Portuguese Navy in response to climate change, in order to ensure the efficiency and effectiveness of its action.

Based on the analysis of the causes, consequences, and predictions of climate change, and the response strategies implemented by various military organizations, guiding strategic objectives and measures were identified and deduced to ensure the adaptation and mitigation of the effects of climate change by the Portuguese Navy.

In the set of proposed measures, those related to the reduction of greenhouse gas emissions stand out in the scope of mitigating climate change, materialized by processes related to the energy transition. In the scope of adapting to climate change, stand out measures that aim to respond to the increase in extreme weather events, the increase in average and extreme ocean temperatures, and the rise in average sea level.

Keywords:

Climate change; naval strategy; global warming; mean sea level.



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

A

AC Alterações climáticas

C

CCEM Conselho de Chefes de Estado-Maior

CH₄ Metano

CO₂ Dióxido de carbono

E

EEINC Espaço estratégico de interesse nacional conjuntural

EEINP Espaço estratégico de interesse nacional permanente

EUA Estados Unidos da América

G

GEE Gases com efeito de estufa

GtCO_{2e} Giga toneladas de dióxido de carbono equivalente

I

IPCC *Intergovernmental Panel on Climate Change*

M

MdA *Ministère des Armées* (Ministério das Forças Armadas de França)

ME Medida estrutural

MG Medida genética

MO Medida operacional

N

N₂O Óxido nitroso

NATO *North Atlantic Treaty Organization* (Organização do Tratado do Atlântico Norte)



O

- OE Objetivo estratégico
ONU Organização das Nações Unidas

R

- RCM Resolução do Conselho de Ministros

S

- SSP *Shared Socio-economic Pathways*

U

- UE União Europeia
UNFCCC *United Nations Framework Convention on Climate Change*
(Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações
Climáticas)

W

- Wm⁻² Watts por metro quadrado (unidade de medida da radiação solar)



1. Introdução

As condições meteorológicas e oceanográficas são fatores de relevo no planeamento e condução das operações navais (L. Q. Santos, entrevista telemática, 6 de dezembro de 2022).

A previsão e avaliação das condições ambientais e dos seus impactos operacionais num dado período é uma prática estabelecida há vários anos na Marinha para apoio ao treino e às operações navais (âmbito militar) e marítimas (âmbito não-militar).

Desde há várias décadas que a comunidade científica tem vindo a alertar para alterações relevantes de ordem física e química de determinados parâmetros ambientais, face ao que seria naturalmente espectável em termos climáticos. Estas alterações climáticas (AC) estão a provocar variações graduais nos equilíbrios do sistema ambiental global com consequências que se começam a sentir a vários níveis, representando e provocando desafios de ordem variada, e que se antevêm crescentes (Ministère des Armées [MdA], 2022, p. 6).

No âmbito da defesa, a resposta a estes desafios levou à criação do termo *Green Defence* que abarca no seu âmbito um conjunto de medidas para controlar e reduzir o impacto das organizações de defesa no ambiente e o combate às AC através da implementação de medidas de mitigação (MdA, 2022, p. 7). O ministério das forças armadas francês afirma objetivamente que a adaptação das forças armadas às AC é um projeto de longo prazo e de larga escala, que tem de ser contemplado na sua política de defesa (MdA, 2022, p. 8).

Com a gradual consciencialização deste problema, a Organização das Nações Unidas (ONU) iniciou em 1992 um processo de âmbito mundial que visa prevenir e mitigar os efeitos das AC (United Nations, 1992).

Atendendo à natureza da missão da Marinha e ao ambiente onde normalmente opera, as condições meteorológicas e oceanográficas, principalmente as extremas, cada vez mais associadas às AC, podem ter um impacto significativo na sua ação e esta pode, igualmente, impactar de forma significativa o meio ambiente.

Este estudo tem como objeto de investigação a adaptação da Marinha ao desafio das AC para garantir o cumprimento da sua missão de uma forma eficiente, eficaz e consequente.

A natureza das implicações das AC é muito abrangente e diversificada, pelo que se verifica a necessidade de limitar a presente investigação no tempo, no espaço e no âmbito (Santos & Lima, 2019, p. 42).

Em termos temporais, a análise a realizar baseia-se no período entre 1992, data de oficialização dos trabalhos da ONU de combate às AC, e 2022, ano de publicação do mais



recente relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), com as mais recentes análises e previsões relativamente às AC.

Atendendo a que o foco das medidas de adaptação é sobre a Marinha, os tópicos das AC a discutir são limitados ao ambiente marinho no espaço estratégico de interesse nacional conjuntural (EEINC), tal como definido no atual Conceito Estratégico Militar (Conselho de Chefes de Estado-Maior [CCEM], 2014, p. 26), embora pontualmente se façam referências a impactos secundários em áreas geográficas ou temáticas de outra natureza. Atendendo à abrangência relativamente larga e subjetiva do EEINC, que inclui igualmente o espaço estratégico de interesse nacional permanente (EEINP), foram identificados os espaços marítimos de atuação da Marinha nos últimos cinco anos e considerada a atual evolução geopolítica internacional. Assim, o presente estudo é limitado às áreas geográficas do oceano Atlântico (EEINP, missões de segurança marítima e diplomacia no Golfo da Guiné e países de expressão portuguesa), mar Mediterrâneo e mar Negro (missões de segurança marítima e cooperação no âmbito da Força Marítima Europeia, missões de prevenção de migração irregular e missões da *North Atlantic Treaty Organization* (NATO)), mar Báltico (missões NATO), oceano Índico ocidental (operação ATALANTA de combate à pirataria e proteção dos navios do programa alimentar mundial) e espaços marítimos dos países membros da Comunidade de Países de Língua Portuguesa, com exceção de Timor face à reduzida probabilidade de realização de uma missão naval na região nos próximos anos (Figura 1). São incluídos os espaços geográficos dos países selecionados como referências na estratégia de resposta às alterações climáticas: EUA, Canadá, Reino Unido, França, Grécia, Países Baixos e Dinamarca.

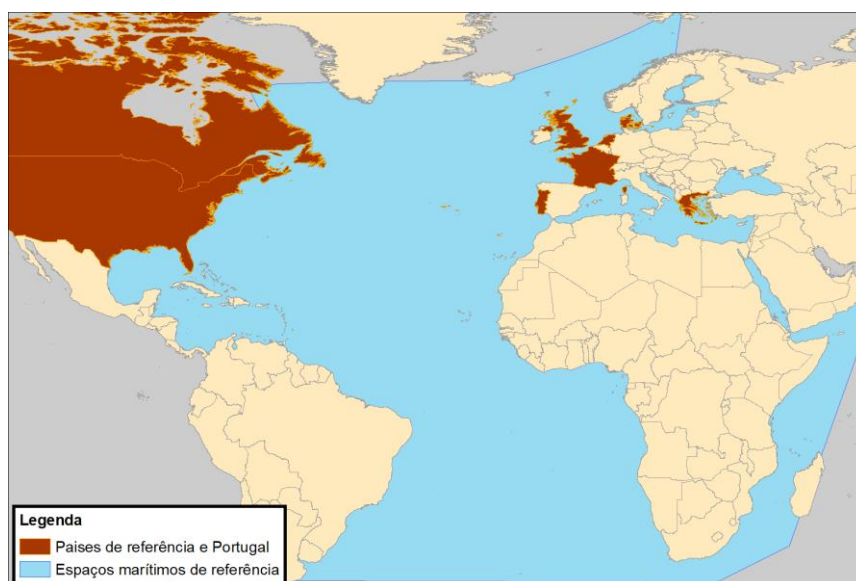


Figura 1 - Delimitação espacial do estudo



No que se refere ao âmbito específico será exclusivamente versada a Marinha, identificando-se medidas de adaptação e mitigação das AC.

O objetivo geral deste estudo é o de propor medidas genéticas, estruturais e operacionais de adaptação e mitigação das AC no âmbito da estratégia naval. Assim, estabeleceu-se a seguinte questão central: “Que medidas ao nível genético, estrutural e operacional devem ser incluídas na estratégia naval portuguesa no âmbito da sua adaptação e da mitigação das alterações climáticas?”.

A partir do objetivo geral deduziram-se como objetivos específicos:

- i. Descrever as principais causas e consequências das AC relevantes para a Marinha.
- ii. Analisar as principais estratégias que estão a ser delineadas ou implementadas por organizações congéneres como resposta às AC.

A estes objetivos específicos correspondem, respetivamente as seguintes questões derivadas:

- iii. Quais são as principais causas e as consequências das alterações climáticas relativamente ao meio marinho e relevantes para a missão da Marinha?
- iv. Que estratégias estão a ser delineadas ou implementadas como resposta às alterações climáticas por organizações congéneres?

Para descrever a investigação realizada, organizou-se este artigo em seis capítulos. O primeiro apresenta o tema da investigação, o objeto de estudo, os objetivos e as questões de base da investigação. O segundo faz um enquadramento teórico e conceptual da problemática das AC. O terceiro apresenta a metodologia e o método seguido na investigação. O quarto apresenta os dados adquiridos e processados. O quinto apresenta os resultados, materializando uma proposta de medidas a implementar na Marinha, e o sexto apresenta as conclusões do trabalho sintetizando o problema e os resultados obtidos.



2. Enquadramento teórico e conceptual

Neste capítulo são apresentados o contexto e as bases conceptuais para o estudo do impacto das AC na estratégia da Marinha.

2.1 Revisão da Literatura

Na sequência da cimeira da Terra realizada em 1992 no Rio de Janeiro (Brasil), foi adotada, no mesmo ano, a convenção quadro das Nações Unidas para as AC (UNFCCC), que entrou em vigor em 1994. O seu objetivo era a estabilização das concentrações dos gases com efeito de estufa (GEE) na atmosfera a um nível em que a ação antropogénica não representasse um risco de interferência no sistema climático natural (United Nations, 1992, p. 3).

Com base na UNFCCC, em 1997 foi discutido e negociado em Quioto, Japão, um protocolo internacional ambiental com compromissos de limites e redução da emissão de GEE (United Nations, 1998, p. 1).

Em 2015, na sequência da 21^a Conferência do Clima em Paris, foi discutido e negociado um novo acordo climático que veio a substituir o protocolo de Quioto. O seu objetivo era o de limitar a subida da temperatura média global em 2° C, preferencialmente apenas até 1.5° C, tendo como referência o período pré-industrial (United Nations, 2015, p. 3).

Os trabalhos no âmbito da UNFCCC são sustentados cientificamente pelos relatórios periódicos do IPCC. Em 2021/2022 foi produzido o sexto relatório organizado em três partes (IPCC, 2021; IPCC, 2022a; IPCC, 2022b).

No âmbito da NATO, o conceito estratégico revisto em 2022 dá um enfoque especial à integração das AC nas suas tarefas e atividades (NATO, 2022a, p. 3). Neste conceito é reconhecido que um conjunto alargado de desafios aos interesses da Aliança são agravados pelas consequências das AC (NATO, 2022a, p. 4), chegando a ser classificadas como um fator multiplicador de crises e ameaças, podendo exacerbar conflitos, fragilidades e competição geopolítica (NATO, 2022a, p. 5).

Ainda em 2022, a NATO publicou um relatório do Secretário-Geral sobre as AC e a avaliação do seu impacto na segurança. Este relatório sintetiza os impactos das AC nas infraestruturas, equipamentos e missões e apresenta um conjunto de medidas para reduzir ou capturar emissões de dióxido de carbono (CO₂) emitidas no âmbito da atividade militar (NATO, 2022b, pp. 8-9).



Em novembro de 2021, o Canadá propôs ao comité militar da NATO a criação de um centro de excelência sobre AC e segurança, que foi aceite, estando o processo de edificação e acreditação em curso (Government of Canada, 2022).

Em 2007 foi revisto e assinado em Lisboa o atual tratado da União Europeia (UE), tendo sido expressamente incluído no art.º 174.º uma entrada com o desígnio da promoção de medidas de combate às AC (União Europeia, 2007, p. 87).

Em 2019, o Parlamento Europeu aprovou uma resolução sobre AC onde defendia o objetivo de até 2050 se atingir emissões líquidas nulas de GEE (Parlamento Europeu, 2019, p. 116). Nesse mesmo ano, a Comissão Europeia estabeleceu o Pacto Ecológico Europeu (vulgarmente conhecido por *Green Deal*), uma espécie de roteiro de políticas a implementar com o objetivo de transformar um conjunto alargado de processos, visando assegurar uma utilização eficiente dos recursos, para que em 2050 se atinja um saldo nulo nas emissões de GEE e que o crescimento económico esteja dissociado da utilização dos recursos (Comissão Europeia, 2019, p. 2).

Ainda em 2020, o Serviço de Ação Externa da União Europeia publicou um roteiro para os assuntos das AC no âmbito da Defesa. Este documento, para além de estabelecer a ligação entre as AC e a potencial instabilidade geopolítica, a segurança, o comércio mundial e a migração forçada de pessoas, também reflete sobre a necessidade de adaptação militar na sua capacidade de planeamento e execução de missões no âmbito da Política Comum de Segurança e Defesa (European External Action Service, 2020, p. 4).

No âmbito nacional, em 2021 foi aprovada a estratégia nacional para o mar para a década 2021-2030 (Resolução do Conselho de Ministros [RCM] n.º 68/2021, de 4 de junho) e o respetivo plano de ação (RCM n.º 120/2021, de 1 de setembro). Nesta estratégia, o primeiro objetivo especificado é combater as AC e a poluição, e proteger e restaurar os ecossistemas, tendo como medidas emblemáticas o mapeamento de habitats, dos ecossistemas e serviços dos ecossistemas marinhos, e o estabelecimento e gestão de áreas marinhas protegidas numa extensão de cerca de 30% dos espaços marítimos nacionais (RCM n.º 120/2021).

No que se refere à estratégia naval, esta deriva da estratégia de defesa nacional e da estratégia militar, que por sua vez já contemplam, no aplicável, as estratégias da NATO e da UE, sendo materializada pelo conceito estratégico naval, pelos paradigmas genético, estrutural e operacional de transformação da Marinha e operacionalizada, a cada mandato do Chefe do Estado-Maior da Armada, pela Diretiva Estratégica da Marinha.



Em 2013, foi revisto e aprovado um novo Conceito Estratégico de Defesa Nacional que identificou riscos de natureza ambiental e apontou a necessidade de melhorar a capacidade nacional de prevenção, adaptação e resposta rápida a vários desafios, entre eles as AC (RCM n.º 19/2013, de 5 de abril, p. 1985).

Em 2014, foi aprovado o Conceito Estratégico Militar que identificou, entre as ameaças e riscos que continuariam a enformar o ambiente estratégico militar, as situações ambientais extremas, designadamente as AC (CCEM, 2014, p. 15).

Em 2015, foi revisto e aprovado o Conceito Estratégico Naval que incluiu o objetivo estratégico de concorrer, em colaboração com outras instituições do Estado, para a proteção das populações e promoção do seu bem-estar em diversas situações, incluindo no caso de AC extremas (Estado-Maior da Armada, 2015, p. 3.2).

Em 2022, foi revista a Diretiva Estratégica da Marinha que, no objetivo estratégico relacionado com a estruturação de programas de reequipamento, tem identificada uma iniciativa estratégica que consiste na elaboração de uma *Agenda Verde*, que inclui a alocação de recursos a projetos de investimento na área das energias alternativas, de modo a promover a sustentabilidade ambiental (Marinha, 2022, p. 15).

Ainda em 2022, foi publicada pelo Estado-Maior-General das Forças Armadas a visão estratégica militar para as Forças Armadas Portuguesas 2022-2034. Neste documento é reconhecido que as AC têm como consequência o aumento na intensidade e na frequência de fenómenos naturais extremos com implicações na segurança e bem-estar das populações, com particular realce para as regiões autónomas dos Açores e da Madeira (Estado-Maior-General das Forças Armadas, 2022, p. 10).

Algumas organizações de defesa de diversos países definiram nos últimos anos estratégias cujas temáticas se focam ou incluem respostas às AC. Algumas partem dos objetivos de desenvolvimento sustentável, que tem pontos de contacto relevantes com a resposta às AC, especialmente no que se refere à necessidade de se operar uma transição energética.

Assim, o Departamento de Defesa do Canadá publicou em 2020 uma atualização da sua estratégia de defesa para a energia e o ambiente para o período 2020-2023 (Canada Department of National Defense, 2020).

O Ministério da Defesa da Dinamarca publicou em 2016 uma estratégia relativa ao ambiente e energia, que inclui aspetos relacionados com a eficiência e transição energética (Danish Ministry of Defense, 2016). Para o período 2021-2025, o mesmo ministério definiu



um plano de ação verde com medidas de adaptação da defesa nacional às AC, notando-se um foco na redução de emissão de GEE (Danish Ministry of Defense, 2021, p. 5).

O Ministério das Forças Armadas de França publicou em 2020 uma estratégia para a energia na defesa. Embora especialmente focada nos aspetos relacionados com a eficiência energética, são referidos objetivos relacionados com a necessária resposta ao impacto das AC (MdA, 2020, p. 19) e apresentadas 34 recomendações. Em 2022, o mesmo ministério publicou uma estratégia de clima e defesa (MdA, 2022). Este documento é focado na resposta às AC, principalmente no que se refere ao aquecimento global, tendo um capítulo dedicado aos aspetos de transição energética.

Em 2021, o Ministério da Defesa Nacional da Grécia publicou uma revisão da sua política de adaptação energética e AC (Hellenic Republic Ministry of National Defense, 2021, p. 8).

Os Países Baixos publicaram um plano de ação para a transição climática da defesa nacional para o período 2020-2022 com um envelope financeiro de cerca de 49 milhões de euros para a sua implementação (Ministerie van Defensie, 2020, p. 3).

O Ministério da Defesa do Reino Unido publicou em 2015 uma estratégia a 10 anos com objetivos no âmbito da eficiência energética e segurança, da resiliência climática, dos serviços de utilidade pública (i.e., eletricidade, água, etc.), da aquisição de equipamentos e da modernização do ambiente de trabalho (Ministry of Defence, 2015, pp. 7-8). Em 2021, o mesmo ministério publicou um roteiro de ação estratégica relativo às AC e à sustentabilidade (Ministry of Defence, 2021, pp. 21-26). Em 2022, foi publicado um estudo encomendado pelo mesmo ministério onde são elencados impactos das AC na defesa e segurança, e são feitas recomendações de resposta (Cox et al., 2020, pp. 27-35).

Em 2014, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (EUA) publicou um roteiro de adaptação às AC com três objetivos gerais: identificar e avaliar os efeitos das AC na defesa; integrar as considerações sobre as AC de forma transversal na defesa e gerir os riscos associados; e colaborar com os atores relevantes nos desafios relativos às AC (Department of Defense, 2014, p. 1). Em 2021, o Departamento de Defesa publicou um relatório provisório com um plano de adaptação climático. Este plano elenca cinco linhas de ação prioritárias: tomada de decisão informada no âmbito do clima, treinar e equipar uma força pronta face ao clima, construir infraestruturas resilientes ao clima e aprimorar a adaptação e resiliência ao clima por meio de colaborações (Department of Defense, 2021, pp. 5-25).



Apesar da base científica já produzida e que sustenta evidências da correlação entre as atividades antropogénicas e as AC, existem alguns autores céticos, como por exemplo Jerome Corsi, Julian Simon e John Holdren (Corsi, 2022), que desvalorizam estas evidências. As suas alegações são diversas e algumas têm sido residualmente aceites para publicação em revistas científicas. Todavia, num estudo realizado entre 2012 e 2021, de um total de cerca de 88.125 publicações científicas sobre o clima foi selecionada uma amostra de 3.000, e destas apenas quatro eram de céticos das AC, pelo que o consenso científico sobre a correlação entre atividades antropogénicas e as AC foi calculado em cerca de 99% (Lynas, Houlton, & Perry, 2021, p. 1).

2.2 Modelo de análise

O modelo de análise definido para o presente estudo tem como conceito estruturante as AC. Este conceito estruturante foi complementado com um conjunto alargado de definições e conceitos base incluídos no Apêndice A.

Os dados recolhidos a partir de fontes bibliográficas e entrevistas semiestruturadas foram analisados segundo duas dimensões, a ambiental e a naval.

Na dimensão ambiental foram definidas três variáveis a explorar: as causas, as consequências e as previsões das AC. Os indicadores selecionados para caracterizar a variável das causas foram os GEE e os aerossóis. Os indicadores para caracterização das consequências foram a temperatura média global, a temperatura média do oceano, a variação do nível médio das águas do mar, o degelo polar e terrestre, a alteração da frequência e intensidade de fenómenos ambientais extremos, e a variação da acidez do oceano. No que se refere à variável das previsões foram selecionados como indicadores os cinco cenários de previsão de evolução do clima incluídos no relatório do IPCC de 2021 (IPCC, 2021, p. 562).

Na dimensão naval foram igualmente definidas três variáveis a explorar: as componentes genética, a estrutural e a operacional da estratégia naval. Na variável genética foram selecionados como indicadores os meios, os sistemas e as pessoas. Na variável estrutural foram selecionados os indicadores doutrina e organização. Na variável operacional foram selecionados os indicadores tipo e frequência de missões.

Os dados de base, depois de analisados e selecionados de acordo com as referidas dimensões, variáveis e indicadores, foram utilizados para categorizar, inferir e selecionar um conjunto de medidas a implementar pela Marinha como resposta às AC. Uma representação esquemática deste modelo de análise está incluída no Apêndice B.



3. Metodologia e método

Neste capítulo são apresentados a metodologia e o método utilizados no processo de investigação.

3.1 Metodologia

No que se refere à metodologia, este estudo baseou-se num raciocínio indutivo, partindo de um conjunto de referências climáticas e estratégias particulares de várias organizações para concretizar o caso da Marinha. Foi seguida uma estratégia de investigação qualitativa com um desenho de pesquisa do tipo estudo de caso por se centrar a análise dos dados na sua aplicabilidade à Marinha.

3.2 Método

3.2.1 Participantes e procedimento

No que se refere às entrevistas semiestruturadas, foram identificadas quatro entidades na Marinha (Superintendente do Material, Diretor de Navios, Chefe da Divisão de Inovação do Estado-Maior da Armada e Diretor do Centro Geoespacial, Meteorológico e Oceanográfico do Instituto Hidrográfico), uma no Exército (área do ambiente) e uma na Força Aérea (área do ambiente) cujas funções e conhecimentos se consideraram relevantes para o presente estudo.

3.2.2 Instrumentos de recolha de dados

A recolha de dados foi essencialmente realizada através de pesquisa bibliográfica e análise documental. A base do trabalho de investigação foi constituída pelos relatórios técnicos do IPCC sobre as AC e os documentos relativos à estratégia de resposta às AC do ministério ou departamento de defesa de vários países (i.e., EUA, Reino Unido, França, Grécia, Países Baixos, Canadá e Dinamarca).

As transcrições das entrevistas foram alvo de análise interpretativa para enquadramento, categorização e identificação de dados relevantes para a investigação.

3.2.3 Técnicas de análise de dados

A identificação de causas e consequências das AC está associada a um conjunto alargado e diversificado de observações científicas de parâmetros físicos, químicos e biológicos, sintetizados e analisados nos relatórios técnico-científicos do IPCC. Estes relatórios foram analisados tematicamente e os dados relevantes para o objeto desta investigação foram selecionados por escolha racional tendo em conta cada um dos fenómenos relevantes para o meio marinho e as previsões de acordo com os vários cenários evolutivos.



A análise interpretativa do conteúdo das entrevistas permitiu identificar medidas de resposta às AC aplicáveis à Marinha, principalmente no que se refere a medidas genéticas e estruturais (Apêndice C).

A análise temática das estratégias e medidas implementadas por organizações congéneres permitiu trabalhar sobre uma amostra homogénea tendo-se identificado categorias, padrões, relações e tendências generalizadas de respostas às AC.

Da conjugação racional da análise documental e das entrevistas foram inferidas e selecionadas medidas equivalentes de diverso âmbito para adaptação e mitigação das AC pela Marinha.



4. Apresentação dos dados

Neste capítulo são apresentados os dados selecionados no que se refere às causas, consequências e previsões relativas às AC e as respetivas estratégias de resposta desenvolvidas por diversas organizações militares e de defesa, por forma a responder às duas questões derivadas da presente investigação.

4.1 Causas e consequências das alterações climáticas

4.1.1 O sistema climático e a interferência antropogénica

O sistema climático é constituído pela atmosfera, a hidrosfera, a criosfera, a superfície terrestre e a biosfera. O clima, a meteorologia e as suas alterações são ditados por fatores naturais, como sejam a radiação solar e a atividade vulcânica, e por fatores de origem antropogénica, como sejam a atividade industrial, a pecuária e a alteração da ocupação do solo.

A principal fonte de energia da meteorologia e do clima é o Sol através da radiação solar (IPCC, 1990, p. 90). O balanço energético global médio da Terra, normalmente medido em *watts* por metro quadrado (Wm^{-2}), é ditado por um conjunto de fenómenos de absorção e reflexão da radiação solar em que participam todos os elementos do sistema climático. Na Figura 2 está representado o sistema climático, verificando-se uma diferença entre a radiação emitida pelo Sol e absorvida pela Terra ($0.7 Wm^{-2}$), resultado do efeito de estufa (de causas naturais e antropogénicas), e provocando um aquecimento global do planeta.

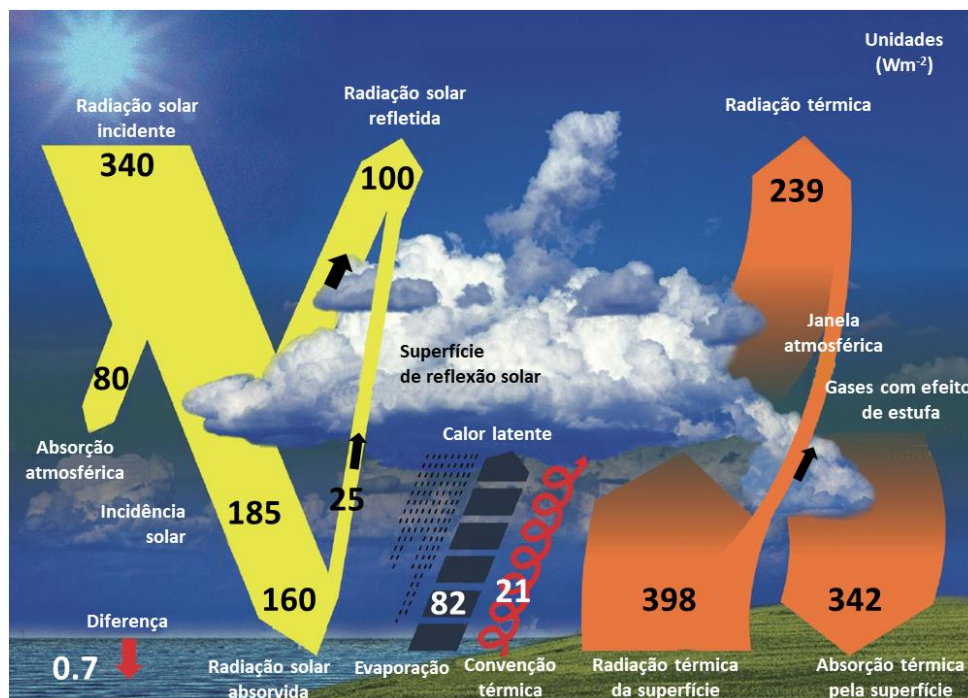


Figura 2 - Balanço energético global da Terra (Wm^{-2})

Fonte: Adaptado de IPCC (2021, p. 934).



O clima tem variações naturais de muito longo prazo, todavia as AC que se estão a verificar estão a acontecer num prazo muito curto e as explicações científicas associam esta rápida alteração às consequências da crescente atividade humana em diversos âmbitos (IPCC, 2001, p. 43 e 425).

Os principais motores das AC são os GEE (provocam aumento da temperatura) e os aerossóis (provocam uma diminuição da temperatura) (IPCC, 2013, p. 164). Os principais gases com efeito de estufa são o CO₂, o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O). Estes gases, apesar de representarem apenas cerca de 0,1% da atmosfera, são preeminentes no saldo energético do sistema climático (IPCC, 2001, pp. 87-95).

Em 2019 terão sido emitidas cerca de 58.5 giga toneladas de GEE com fator térmico equivalente de CO₂ (GtCO₂e). Nesse ano, a combinação de emissões de CO₂, resultantes da queima de combustíveis fósseis, da atividade industrial, da agricultura, alterações na ocupação do solo e floresta, representou 75% do total de GEE (IPCC, 2022b, p. 59). Seguiram-se as emissões de CH₄ representando 18% do total de GEE e de N₂O com cerca de 4.5% (Figura 3).

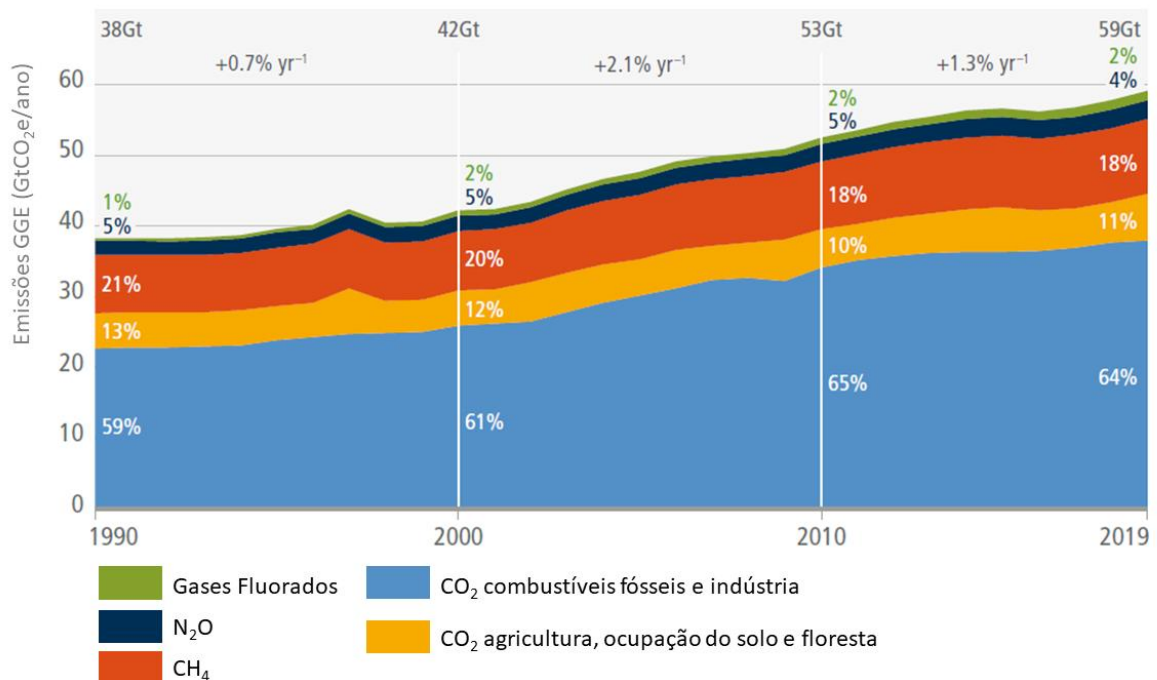


Figura 3 - Evolução 1990-2019 da emissão global de GEE

Fonte: Adaptado de IPCC (2022b, p. 59).



A Figura 4 mostra a distribuição, em giga toneladas equivalentes de CO₂, da emissão de GEE em 2019, pelos diversos setores e áreas de atividade, verificando-se que a produção energética, para consumo elétrico e aquecimento, é o setor com maior nível de emissões.

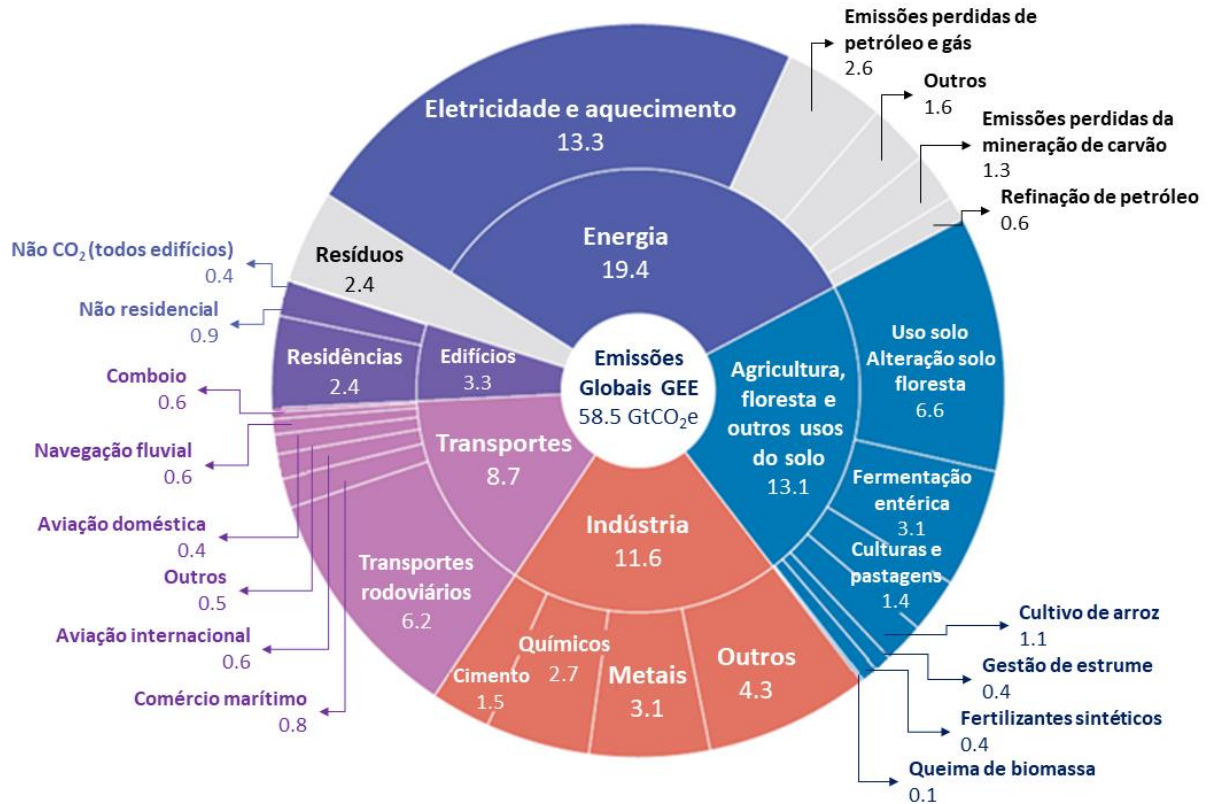


Figura 4 - Emissões globais de GEE em 2019 por setor de atividade

Fonte: Adaptado de Boehm et al. (2022, p. 4).

4.1.2 Cenários de evolução das alterações climáticas

De acordo com o IPCC (2021, p. 244), a relação entre as atividades antropogénicas e as AC está cientificamente comprovada e a emissão de GEE é a principal causa destas alterações (European Commission, 2020, p. 12).

A previsão das AC deve ser realizada tendo em conta diversos cenários de resposta das sociedades ao problema em questão. No sexto relatório do IPCC foram utilizados modelos de previsão de última geração desenvolvidos no âmbito do projeto *Coupled Model Intercomparison Project Phase 6* (IPCC, 2021, p. 215). Este projeto corre simulações baseadas em cenários socioeconómicos (SSP). De entre um conjunto de centenas, foram selecionados, pelo IPCC, cinco cenários (descritos no Apêndice A) que cobrem um espectro de respostas que passam pela redução de emissões (SSP1) até a um aumento significativo de emissões por crescente uso intensivo de combustíveis fósseis (SSP5) (IPCC, 2021, pp. 230 e 555; Riahi et al., 2017, 157):



- SSP1 – 1.9 (“sustentabilidade”);
- SSP1 – 2.6 (“meio caminho”);
- SSP2 – 4.5 (“rivalidade regional”);
- SSP3 – 7.0 (“inequalidade”);
- SSP5 – 8.5 (“uso intensivo de combustíveis fósseis”).

Nestas designações o primeiro número refere-se ao tipo de desenvolvimento socioeconómico adotado e o segundo ao forçamento radiativo global, no ano de 2100, em Wm^{-2} .

Os cenários SSP1-1.9 e SSP1-2.6 são os que correspondem a uma redução de emissões de GEE, tendo como referência o Acordo de Paris de 2015 para limitar o aumento da temperatura global, em 2100, em $2^{\circ}C$ relativamente ao período pré-industrial (SSP1-2.6) ou, preferencialmente, $1.5^{\circ}C$ (SSP1-1.9) (IPCC, 2021, pp. 228-229).

A Figura 5 tem representada a evolução comparativa da quantidade de emissões de GEE até ao ano de 2300, em cada um dos cinco cenários selecionados.

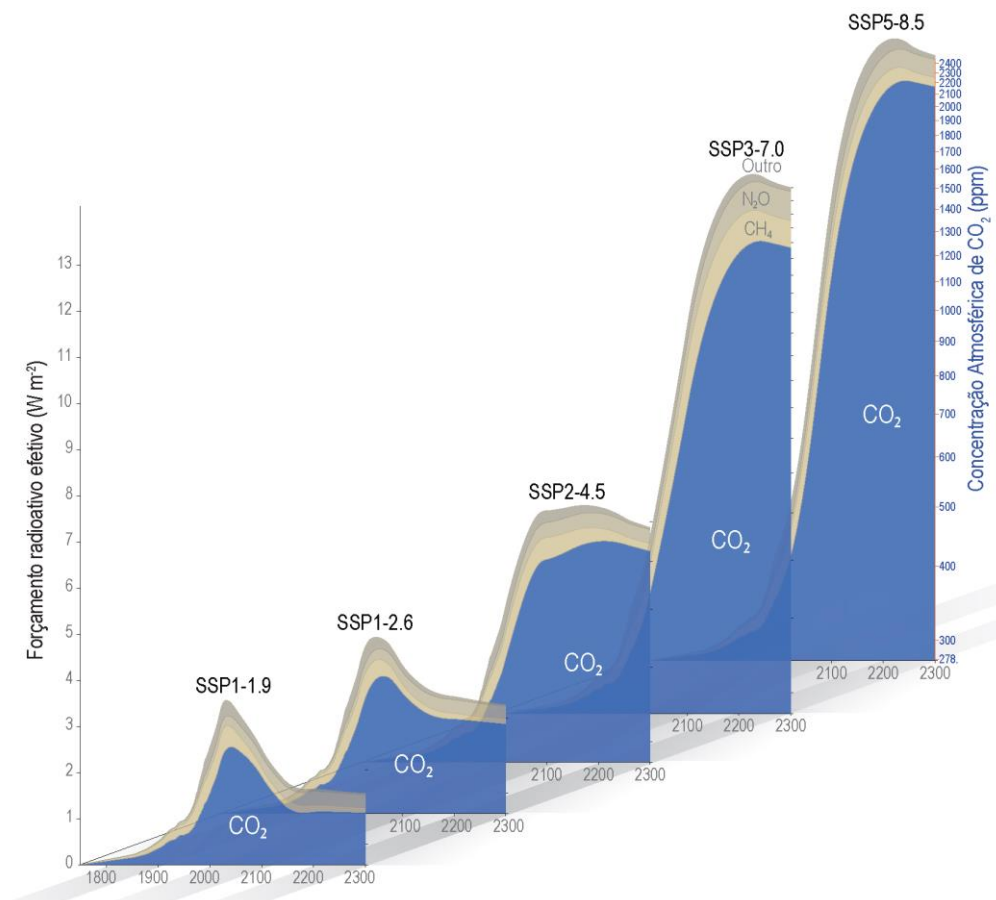


Figura 5 - Evolução estimada de emissões de GEE para os 5 cenários SSP

Fonte: adaptado de IPCC (2021, p. 241).



4.1.3 Consequências das alterações climáticas

O aquecimento global é a consequência primária das AC, estimando-se que desde o período pré-industrial se tenha verificado um aumento entre 0.8°C e 1.3°C , sendo mais provável um valor da ordem dos 1.07°C , considerando a média entre 1850-1900 e entre 2010-2019 (IPCC, 2021, p. 425). As alterações da temperatura face às condições naturais terá sido entre -0.1°C e $+0.1^{\circ}\text{C}$ (IPCC, 2021, p. 425), ou seja, efeito praticamente nulo. Os aerossóis terão tido um efeito entre 0.0°C e -0.8°C (IPCC, 2021, p. 425). Os GEE terão tido um efeito entre 1.0°C e 2.0°C (IPCC, 2021, p. 425). A Figura 6 mostra a evolução global da temperatura média anual desde 1950 e as previsões até 2100 nos cinco cenários SSP, tendo como referência o período pré-industrial (escala da direita) e a temperatura média entre 1995 e 2014 (escala da esquerda).

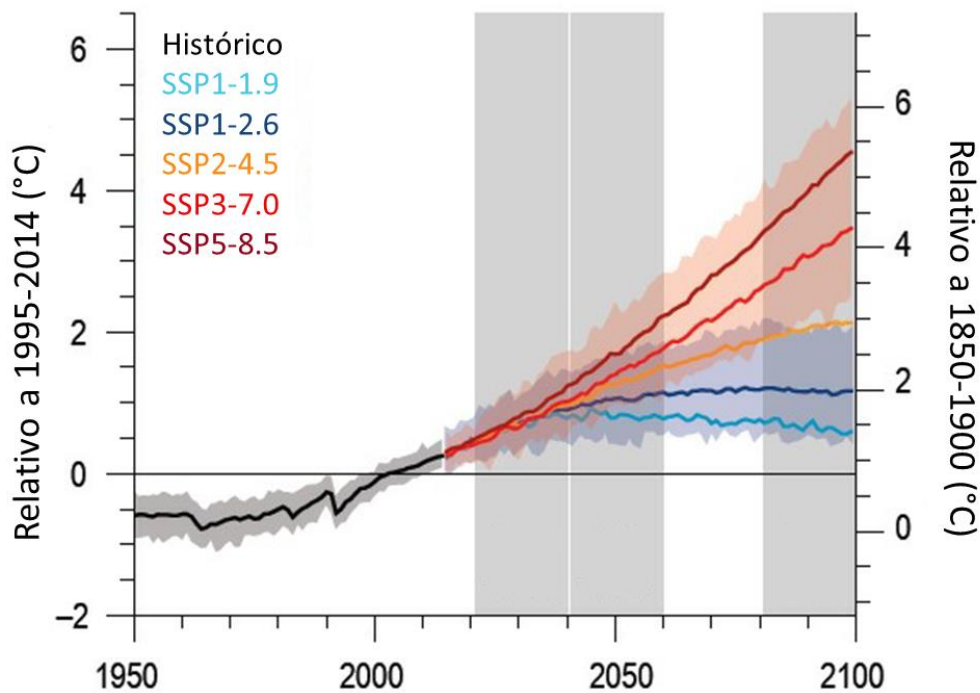


Figura 6 - Alteração global da temperatura

Fonte: Adaptado de IPCC (2021, p. 571).

A tendência crescente do aquecimento global vai implicar uma alteração do regime de pluviosidade ao nível mundial com um aumento que deverá situar-se entre os 2% e os 5% dos valores atuais tendo como referência os cenários SSP1-2.6 e SSP5-8.5 relativamente à média observada entre 1994 e 2014 (IPCC, 2021, p. 573). No que se refere à pluviosidade apenas sobre terra, o aumento será entre os 3.3% e os 8.3% para os mesmos cenários e considerando a previsão para 2100 (Figura 7).

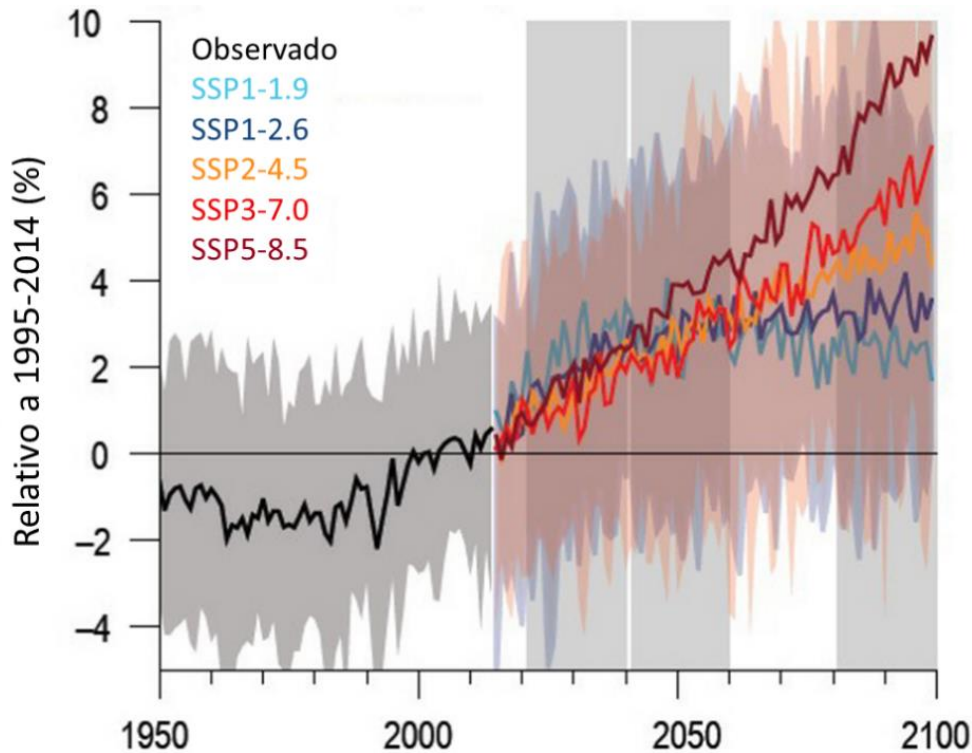


Figura 7 – Alterações globais na precipitação terrestre

Fonte: Adaptado de IPCC (2021, p. 571).

A absorção de radiação decorrente do aquecimento global terá provocado um aumento da temperatura média do oceano em 0.87°C relativamente ao período pré-industrial (IPCC, 2018, p. 186). Acresce a este aquecimento um aumento da frequência de ondas de calor marinhas (54% a mais desde o período pré-industrial), associadas a padrões atmosféricos anómalos e a reduzida advecção de água fria que tem implicações nos ecossistemas marinhos (IPCC, 2022a, p. 417). A resposta natural vem sob a forma de migração de espécies, em direção a mais altas latitudes (IPCC, 2018, p. 179), de degradação de habitats marinhos e do surgimento de espécies invasoras que, conseqüentemente, provocam a degradação da produção primária, podendo dar azo a insegurança alimentar (IPCC, 2022a, p. 417).

A acidificação e desoxigenação do oceano é uma consequência prevista nos vários cenários evolutivos (Figura 8). Tal alteração química é verificada pela diminuição do pH, e decorre essencialmente do aumento de captação de CO_2 pelo oceano (IPCC, 2021, p. 577) como resposta ao aumento das emissões de GEE com origem antropogénica. A principal consequência deste fenómeno é sobre os ecossistemas marinhos, causando dificuldades de adaptação e afetando a produção primária (IPCC, 2021, p. 164).

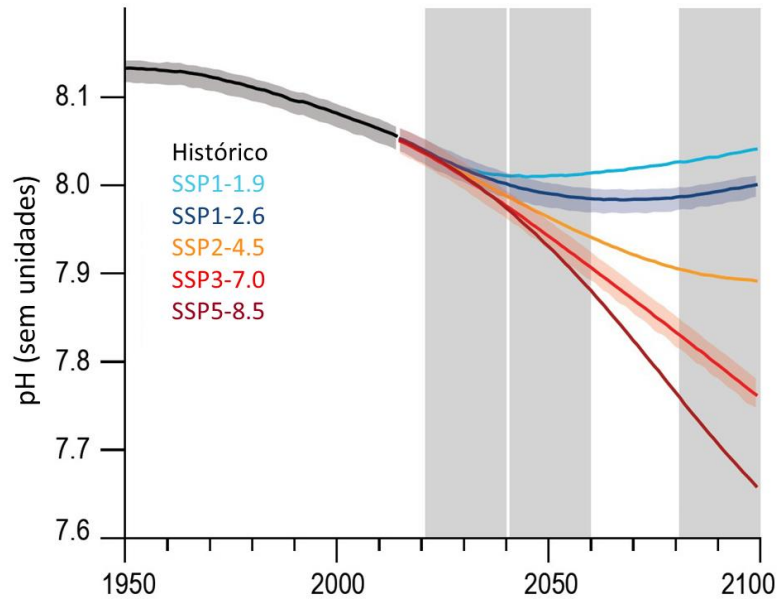


Figura 8 - Média global do pH à superfície do oceano

Fonte: Adaptado de (IPCC, 2021, p. 577).

Uma das consequências mais visíveis do aquecimento global é a diminuição significativa da cobertura polar e da espessura do gelo, esta última em cerca de 50% (IPCC, 2018, p. 205). As previsões apontam para que, com um aquecimento global na ordem dos 1.5° C acima do verificado no período pré-industrial, a calote polar do Ártico seja totalmente derretida durante o período de verão na maior parte dos anos (IPCC, 2018, p. 205). As previsões de dimensão da calote polar para os diversos cenários SSP estão representadas na Figura 9.

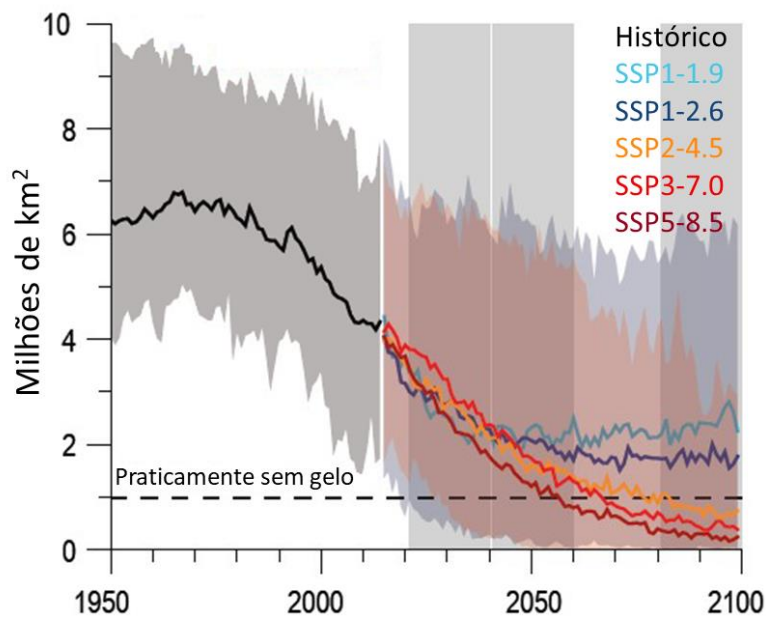


Figura 9 - Dimensão da camada gelada do Ártico em setembro

Fonte: Adaptado de IPCC (2021, p. 571).



Esta alteração física permitirá uma utilização cada vez mais frequente e por períodos mais alargados de rotas marítimas polares (Figura 10), que possibilitam uma navegação mais eficiente entre a costa asiática e a europa ou a costa leste dos EUA/Canadá.

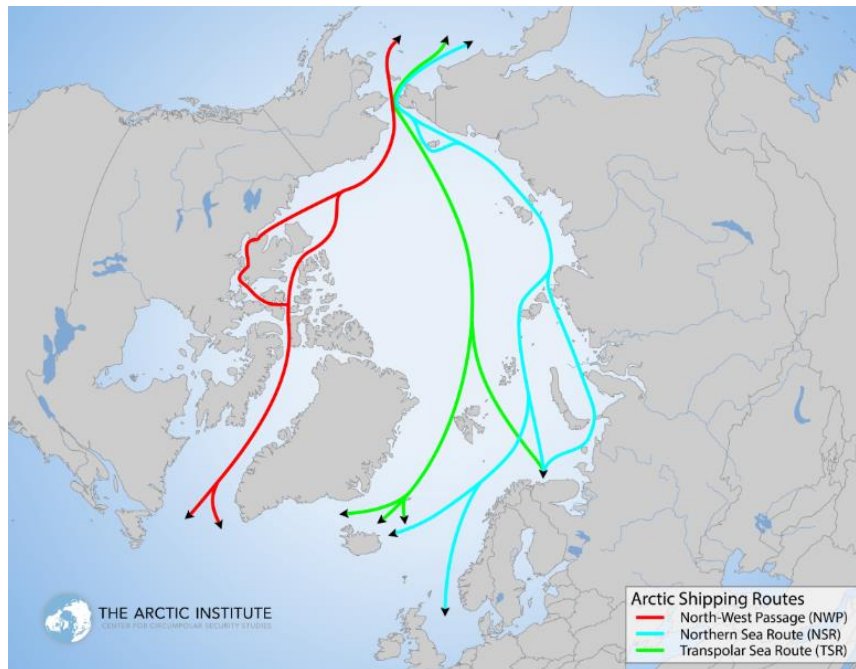


Figura 10 - Rota do Norte nas suas três variantes

Fonte: Humpert (2011).

A alteração da frequência e intensidade de eventos meteorológicos extremos tem sido associada às AC. São incluídos neste tipo de eventos as temperaturas extremas, a precipitação forte, as cheias, as secas e as tempestades extremas. O IPCC inventariou uma seleção de eventos extremos que ocorreram desde 1998, destacando-se na área do Atlântico: em 2004 o primeiro ciclone no hemisfério sul desde 1970; em 2005 o recorde do número de ciclones de intensidade máxima desde 1970; em 2010-2011 o inverno mais frio do Reino Unido desde 1910; em 2012 um aquecimento anormal das águas do Atlântico noroeste; em 2013 chuvas intensas no Reino Unido; em 2017 múltiplos ciclones de grande intensidade no Atlântico ocidental, o mais forte ciclone a chegar ao Atlântico nordeste e um aquecimento anormal das águas do Atlântico sudoeste (IPCC, 2019, pp. 597-601).

Todos estes eventos tiveram efeitos devastadores nas zonas costeira, afetaram ecossistemas marinhos e alguns provocaram numerosas perdas de vidas humanas. No caso das tempestades tropicais, os modelos de previsão não apontam para um aumento da sua frequência, mas para um aumento da sua intensidade, tanto ao nível da velocidade máxima do vento como da precipitação (IPCC, 2019, pp. 601-602).



No que se refere a temperaturas extremas, no caso dos cenários SSP1-1.9 e SSP1-2.6, prevê-se, à escala global, um aumento da intensidade e frequência de dias e noites quentes e uma diminuição da intensidade e frequência de dias e noites frias (IPCC, 2018, p. 210; IPCC, 2021, p. 1548). No cenário SSP1-1.9 prevê-se um aumento de temperaturas extremas de até 3° C na estação quente nas latitudes médias e até 4.5° C na estação fria nas altas latitudes (IPCC, 2018, p. 210). No cenário SSP1-2.6 prevê-se um aumento de temperaturas extremas de até 4° C na estação quente nas latitudes médias e até 6° C na estação fria nas altas latitudes (IPCC, 2018, p. 210).

O aquecimento global gera um conjunto de efeitos secundários que se refletem na alteração do nível médio das águas do mar. O primeiro efeito é o aumento da temperatura média da água do oceano e, conseqüente, a sua expansão térmica. A este efeito junta-se o aumento da massa líquida decorrente do degelo polar e terrestre, designadamente na Gronelândia, na Antártica e nos glaciares, bem como o aumento do corrimento de lençóis freáticos (IPCC, 2001, pp. 1298-1300).

As previsões de subida do nível médio das águas do mar para os diferentes perfis SSP de previsão climática, tendo como referência o período entre 1995 e 2014, para 2100 é de cerca de 38 cm no melhor cenário, enquanto no pior cenário se prevê um aumento de cerca de 77 cm (IPCC, 2021, p. 1302).

O potencial de subida do nível médio está relacionado com o volume dos lençóis gelados na criosfera e no Ártico. O Ártico e os glaciares representam um potencial de subida do nível médio de 0.32 m (Farinotti et al., 2019, p. 168), a Gronelândia tem um potencial de 7.42 m (Morlighem1 et al., 2017, p. 11055) e a Antártica tem um potencial de 58 m (Fretwell et al., 2013, p. 390). No caso de degelo total destas fontes de água, teremos uma subida do nível médio em cerca de 66 metros (IPCC, 2019, p. 80).

A Figura 11 mostra a previsão de subida do nível médio até 2100, para cada um dos cenários SSP.

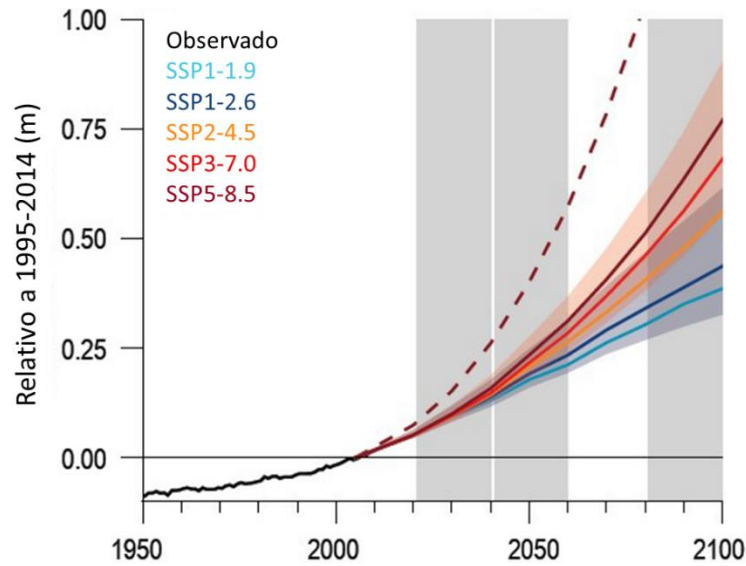


Figura 11 - Subida do nível médio global

Fonte: Adaptado de IPCC (2021, p. 571).

A Figura 12 mostra um diagrama de ação-reação entre a principal causa das AC, o aumento da concentração de CO₂ na atmosfera, com a sua principal consequência, o aquecimento global por razão do efeito de estufa, e o desenvolvimento em cascata de um conjunto de AC relacionadas com o oceano. Estas AC geram depois eventos de alto impacto cujas consequências representam riscos para os objetivos definidos pela ONU na sua Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.

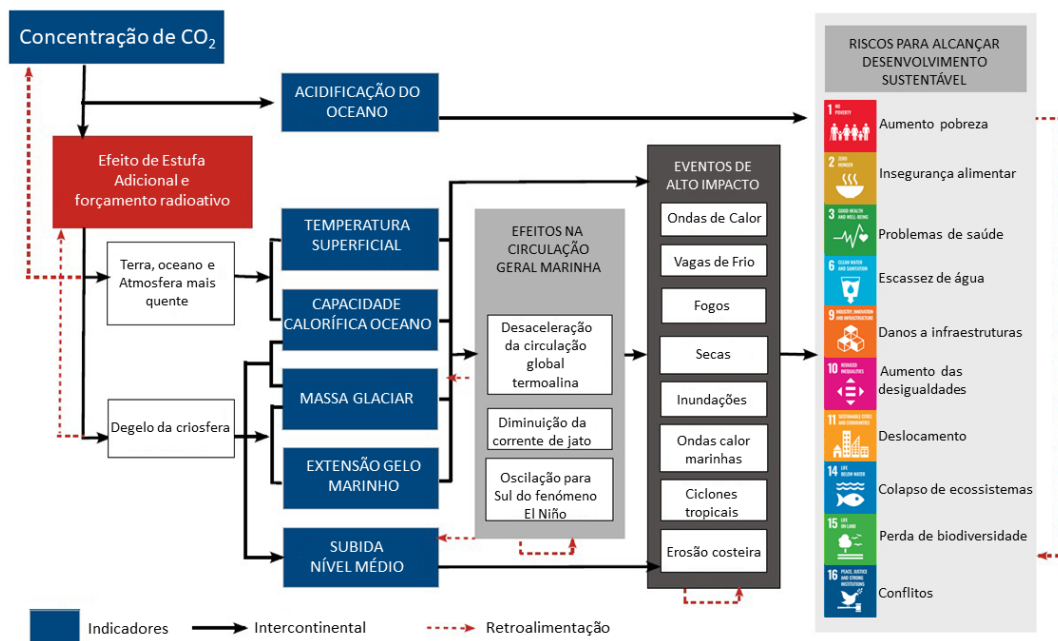


Figura 12 - Diagrama de ação-reação das alterações climáticas com foco no oceano

Fonte: Adaptado de World Meteorological Organization (2021, p. 31).



4.2 Medidas de resposta às alterações climáticas

A resposta às AC é realizada em dois níveis: a mitigação dos efeitos, atuando sobre as causas, e a adaptação às alterações ambientais, atuando sobre as consequências. A mitigação inclui as ações e atividades para limitar as AC enquanto a adaptação inclui ações e atividades a tomar para limitar os riscos de alterações que não se podem evitar (IPCC, 2021, p. 150).

No âmbito da mitigação podemos considerar três perspetivas de atuação: a medição dos parâmetros ambientais e da pegada climática de cada sistema; a redução das causas das AC reduzindo as emissões de GEE, melhorando a eficiência energética de sistemas e desenvolvendo sistemas inovadores para atuar nos agentes das alterações climáticas; e a captura ambiental ou tecnológica dos GEE (Maher, Meinecke, Gromier, Garcia-Novelli, & Fortmann, 2022, p. 5).

No âmbito da adaptação, podemos considerar duas perspetivas de atuação: a previsão da evolução de riscos ambientais, identificando tendências de longo prazo e desenvolvendo sistemas de aviso antecipado; e a gestão de vulnerabilidades e exposição aos fenómenos climáticos através da gestão de crises, reforço da proteção e resistência de infraestruturas, meios e sistemas, proteção das pessoas e preservação da biodiversidade (Maher et al., 2022, p. 5).

4.2.1 Medidas implementadas pela Marinha e por organizações congéneres

A adoção e o grau de implementação de medidas de mitigação e adaptação às AC, no âmbito das Forças Armadas, depende do objetivo a atingir de acordo com o nível de ambição desejado e a garantia de pressupostos de segurança do pessoal e eficácia operacional. Algumas estratégias e medidas práticas adotadas por organizações militares e de defesa, poderão ser usadas como referência ou, caso adequado, ser implementadas na Marinha.

O Canadá (Canada Department of National Defense, 2020), a Dinamarca (Danish Ministry of Defense, 2016), a França (MdA, 2020), a Grécia (Hellenic Republic Ministry of National Defense, 2021) e os Países Baixos (Ministerie van Defensie, 2020) desenvolveram estratégias e planos particularmente focados na transição energética, por forma a responderem a dois desafios: o aumento da eficiência energética e a diminuição da dependência de combustíveis fósseis. O Reino Unido (Ministry of Defence, 2021) e os Estados Unidos da América (Department of Defense, 2014) desenvolveram estratégias mais alargadas de adaptação das Forças Armadas às AC. Em ambos os tipos de documentos, verifica-se uma preocupação de também incluir medidas de proteção ambiental visando a sua contribuição para o desenvolvimento sustentável.



No conjunto das estratégias e medidas definidas pelos países referidos, destaca-se a adoção generalizada de objetivos de redução da emissão de GEE, tanto por via de medidas no âmbito da eficiência energética como da substituição de fontes de combustíveis fósseis por fontes renováveis ou “mais limpas”. A adaptação das capacidades militares às previsões climáticas, com aumento de temperaturas extremas e de frequência de eventos meteorológicos extremos, é materializada através de um conjunto diversificado de medidas sobre o desenvolvimento de novos meios, sistemas e treino de pessoal. No âmbito da evolução e transformação necessária realizar, é igualmente dado um ênfase significativo ao estabelecimento de condições no âmbito do combate às AC, tanto para os materiais a utilizar como na avaliação da pegada ecológica das empresas concorrentes. Por fim, verifica-se igualmente uma preocupação de apoiar e incentivar a investigação e o desenvolvimento de novas tecnologias, nas diferentes áreas militares, que possam ser adotadas no âmbito da adaptação e mitigação das AC.

No âmbito das Forças Armadas Portuguesas, o Exército estabeleceu uma Diretiva Ambiental para o biénio 2023-24 focada na preservação ambiental, e da qual constam algumas medidas de resposta às AC. No âmbito da gestão ambiental destaca-se o reaproveitamento de águas pluviais, a intenção de edificação de um acampamento energeticamente inteligente, as ações de formação ambiental, e a implementação de critérios ambientais nas aquisições (A. Romão, entrevista em 31/03/2023). No âmbito da gestão energética destacam-se a aquisição de viaturas elétricas, a implementação de unidades de produção para autoconsumo, a implementação de soluções de energias renováveis para iluminação e aquecimento e a aquisição de equipamentos energeticamente eficientes (A. Romão, entrevista em 31/03/2023). No âmbito da gestão agroflorestal destaca-se o plano de arborização com vista à captação de CO₂ (A. Romão, entrevista em 31/03/2023).

A Força Aérea, para além das orientações estratégicas estabelecidas para o período 2022/2024 e da Diretiva estratégica para o período 2022/2025, estabeleceu em 2023 um Roteiro para a Neutralidade Carbónica, com o objetivo de atingir este desiderato em 2050. Neste roteiro destacam-se diversas medidas relacionadas com a transição energética, com a captação de CO₂ e com a sensibilização dos seus efetivos para estas matérias.

A Marinha ao longo dos últimos anos implementou uma série de medidas, não só tendo em vista a resposta às AC, mas também a proteção ambiental e a exploração sustentável dos recursos, estando previsto no final de 2023 ser criada uma *Agenda Verde* (L. Piedade, entrevista telemática, 20 de março de 2023). As medidas já implementadas pela Marinha



neste âmbito incluem a instalação de painéis solares em edifícios, a implementação de um projeto de edifícios inteligentes em gestão energética, a criação em 2022 do gabinete de ambiente, energia e recursos para a gestão de processos e projetos nesses três âmbitos, a aquisição de veículos elétricos e a inclusão de medidas de prevenção ambiental nos concursos de contratação. Quanto a medidas planeadas ou em curso: está prevista a instalação de painéis solares na cobertura do parque de estacionamento da Estação Naval, para alimentar de energia a Base Naval de Lisboa; uma lancha de fiscalização, o NRP Centauro, está a ser equipado com painéis solares para reduzir a sua dependência energética de sistemas de terra, no aprontamento em curso para a sua comissão em São Tomé e Príncipe; e para as novas construções navais está a ser privilegiada a adoção de sistemas de propulsão elétricos.

No âmbito da medição e controlo de parâmetros ambientais, o Instituto Hidrográfico contribui para as bases de dados mundiais utilizadas na avaliação e previsão ambiental com a rede maregráfica nacional e a rede de boias ondógrafo e multiparamétricas do programa de monitorização ambiental da zona económica exclusiva.

No âmbito geral das Forças Armadas portuguesas, verifica-se uma adoção muito alargada de medidas de mitigação das AC, que contrasta com um número relativamente reduzido de medidas de adaptação às AC, tendo em conta as previsões dos principais indicadores climáticos para os vários cenários SSP (Apêndice D).

Neste capítulo identificaram-se as principais causas, consequências e previsões das AC no âmbito do ambiente marinho, bem como as principais estratégias e medidas adotadas por organizações congéneres da Marinha na adaptação e mitigação das alterações climáticas dando-se resposta às duas questões derivadas.



5. Discussão dos resultados

Neste capítulo, e em resposta à questão central da investigação, apresenta-se uma proposta com medidas genéticas, estruturais e operacionais para consideração no processo recorrente de transformação da estratégia naval.

Face às previsões ambientais associadas às AC, a adaptação da Marinha e o seu contributo para a mitigação dos efeitos deve ser planeado como um projeto de longo prazo. Este projeto tem de estar assente em pressupostos base, objetivos estratégicos e objetivos operacionais.

Considera-se que a transformação de resposta às AC pela Marinha deverá ser realizada tendo em conta as provas da estratégia no que se refere à adequabilidade, aceitabilidade e exequibilidade das medidas a implementar. Estes testes devem ter subjacente, pelo menos, os seguintes pressupostos: as transformações não podem implicar uma degradação da capacidade operacional face aos sistemas atuais; os novos sistemas não devem representar um risco acrescido para a segurança do pessoal e dos meios; deve ser assegurada a autonomia estratégica de acesso e produção dos materiais e sistemas a implementar nos processos de transição energética; deve ser assegurado o treino mínimo adequado em ambiente real; e as respostas às AC não devem, para além dos investimentos de transformação, implicar aumento significativo dos custos de operação, para garantir a sua sustentabilidade financeira.

Uma visão para a adaptação e mitigação das AC na Marinha deverá estar focada na redução das emissões de GEE, a fim de garantir a eficácia da missão da Marinha e simultaneamente contribuir para proteger o planeta. Esta visão poderia ser orientada por um conjunto de valores de cariz ambiental, de cooperação e responsabilidade coletiva, e de inovação.

Face à complexidade e interconexão dos conceitos relacionados com as alterações climáticas, no processo de dedução, identificação e seleção de medidas a implementar na Marinha foram utilizadas várias técnicas de análise, incluindo uma análise cruzada entre os pontos fortes, pontos fracos da Marinha face a oportunidades e desafios no âmbito ambiental (Apêndice E), uma seleção e análise de medidas implementadas ou planeadas por organizações congêneres e a dedução racional de iniciativas face às causas e consequências das alterações climáticas.



5.1 Objetivos estratégicos, objetivos operacionais e medidas

A transformação da Marinha face às AC deverá ser orientada por quatro objetivos estratégicos (OE), três no âmbito da adaptação e um no âmbito da mitigação dos efeitos das AC:

- a) OE1 – Gerir as consequências das AC nas missões da Marinha. Este objetivo resulta das potenciais alterações geopolíticas, físicas, biológicas e meteorológicas provocadas pelas AC. Estas alterações geram a necessidade de novas ou diferentes missões, nomeadamente a proteção, busca e salvamento nas rotas polares face ao degelo do Ártico, a proteção de ecossistemas marinhos em deslocamento para mais altas latitudes, o controlo de migrações decorrentes da escassez de água e alimentos, e a crescente sujeição das populações a eventos meteorológicos extremos;
- b) OE2 – Gerir as consequências das AC nas capacidades da Marinha. Este objetivo resulta das alterações físicas do ambiente provocadas pelas AC no ambiente, ultrapassando, por exemplo, os limites de temperatura de operação atuais de plataformas, sistemas de armas e sensores definidos nas especificações técnicas e requisitos operacionais aquando da sua construção ou aquisição;
- c) OE3 – Garantir a resiliência das infraestruturas face às AC. Este objetivo decorre do previsível aumento da intensidade de fenómenos meteorológicos, como sejam a temperatura, pluviosidade e vento, a que se junta a subida do nível médio das águas do mar, o que implica uma maior agressividade natural sobre as estruturas e materiais de construção;
- d) OE4 – Contribuir para os esforços coletivos de mitigação das AC. Este objetivo decorre da necessidade de mitigar os efeitos das AC no seu global, cabendo à Marinha contribuir para os esforços nacionais, regionais e globais neste âmbito.

No âmbito do OE1 deverão ser objetivos operacionais: garantir a resposta operacional da Marinha em teatros afetados pelas AC; desenvolver e acompanhar o conhecimento antecipado dos efeitos das AC para atualização da doutrina operacional; identificar as tendências das necessidades operacionais para ajuste dos perfis das missões e dos respetivos procedimentos.

Propõem-se como medidas genéticas (MG) para o OE1:



- a) MG1 – Priorizar a aquisição de meios navais especialmente adequados à resposta a catástrofes e apoio de emergência nas zonas costeiras e ilhas, como sejam navios reabastecedores, polivalente logísticos e navios multifuncionais, face às previsões de maior frequência e intensidade de fenómenos meteorológicos e oceanográficos extremos, incluindo elevada intensidade de pluviosidade e potenciais inundações e deslizamentos de terras;
- b) MG2 – Desenvolver e/ou atualizar os modelos de previsão meteorológica-oceanográfica tendo em conta as previsões de alteração de parâmetros físicos ambientais e as necessidades de aumento de resolução geoespacial, para garantir o adequado aviso antecipado e o planeamento de missões em situações ambientais extremas. Deverá ser especialmente tido em conta que as alterações físico-químicas do oceano (temperatura e salinidade) afetam a propagação do som na água, podendo gerar implicações no planeamento da guerra submarina;
- c) MG3 – Ampliar a rede de monitorização ambiental da Zona Económica Exclusiva portuguesa em direção ao mar profundo e nos parâmetros ambientais relevantes para melhor se conhecerem os efeitos das AC no mar português e, conseqüentemente, adequar as respetivas ações de adaptação das capacidades navais;

Propõem-se como medidas estruturais (ME) para o OE1:

- d) ME1 – Acompanhar os trabalhos do Centro de Excelência da NATO sobre o impacto das AC em edificação no Canadá e incluir os seus resultados, onde adequado e aplicável, na estratégia operacional da Marinha;
- e) ME2 – Atualizar a documentação estratégica da Marinha com a inclusão objetiva dos efeitos e respostas às AC aplicáveis às respetivas missões;

Propõem-se como medidas operacionais (MO) para o OE1:

- f) MO1 – Desenvolver a capacidade de resposta operacional da Marinha tendo em conta as conseqüências ambientais das AC, particularmente no apoio a catástrofes e apoio de emergência nas zonas costeiras e ilhas, controlo de migrações espectáveis face a crescente escassez de água e comida, proteção de ecossistemas marinhos face à crescente competição por recursos naturais e do seu potencial deslocamento para maiores latitudes;



- g) MO2 – Desenvolver a capacidade operacional de, no âmbito da NATO e na sequência do degelo polar, integrar eventuais missões de proteção de rotas marítimas polares;
- h) MO3 – Aumentar as ações de treino operacional com inclusão de objetivos e parâmetros relacionados com as AC, a fim de ganhar proficiência de resposta operacional.

No âmbito do OE2 deverão ser objetivos operacionais: adaptar plataformas, armas e sensores a fenómenos meteorológicos e oceanográficos extremos; e adaptar plataformas, armas e sensores às transformações físicas do oceano, nomeadamente à temperatura e salinidade.

Propõem-se como medidas genéticas para o OE2:

- i) MG4 - Incluir nas especificações e requisitos operacionais, para os meios e sistemas navais, os aspetos relacionados com as AC, principalmente no que se refere ao aumento da temperatura média e extrema do oceano, por forma a garantir a eficácia da ação dos meios e sistemas navais;

Propõem-se como medidas estruturais para o OE2:

- j) ME3 - Acompanhar a evolução das avaliações e previsões ambientais das AC de relevo para as capacidades navais, com o objetivo de ir atualizando as especificações de meios e sistemas navais;
- k) ME4 - Implementar um processo de avaliação de risco ambiental face à evolução histórica e previsões das AC, para se deduzirem medidas de mitigação operacional;
- l) ME5 - Promover a cooperação com a academia e a indústria no desenvolvimento de elementos das capacidades da Marinha no âmbito das AC, para sua implementação posterior.

Propõe-se como medida operacional para o OE2:

- m) MO4 - Incluir cenários de AC no treino operacional, por forma a ganhar proficiência de resposta operacional para os cenários mais prováveis.

No âmbito do OE3 ser considerado como objetivo operacional, assegurar a resiliência e a eficiência de infraestruturas costeiras face às previsões de subida do nível médio e ao aumento da intensidade de fenómenos meteorológicos extremos.

Propõe-se como medida genética para o OE3:



- n) MG5 - Incluir os aspetos relacionados com as previsões das AC nas adaptações e novas especificações dos edifícios, para garantir a sua resiliência aos eventos meteorológicos extremos e maximizar a eficiência energética na sua exploração.

No âmbito do OE4 deverão ser objetivos operacionais: materializar uma transição energética focada na redução da emissão de GEE e na captação de CO₂; desenvolver uma cultura energética sóbria; e contribuir para o conhecimento científico das AC.

Propõem-se como medidas genéticas para o OE4:

- o) MG6 – Substituir parcialmente a frota de veículos de combustão de uso administrativo por elétricos/híbridos para reduzir as emissões de CO₂;
- p) MG7 - Instalar carregadores de veículos elétricos nas unidades em terra, tanto para uso de viaturas oficiais como de particulares;
- q) MG8 – Assegurar o isolamento térmico de edifícios para assegurar a eficiência energética dos sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado;
- r) MG9 – Avaliar, e implementar quando adequado, a utilização de novas e/ou complementares fontes energéticas mais limpas na propulsão de meios navais (bioenergia, hidrogénio, etc.);
- s) MG10 - Privilegiar a construção de infraestruturas, meios e sistemas com materiais com reduzido impacto na emissão de GEE para reduzir a pegada carbónica direta e indireta da Marinha;
- t) MG11 – Aumentar a instalação de sistemas de produção própria/local de energia de fontes renováveis (eólica, solar, bioenergia, hidrogénio), nomeadamente de painéis solares em edifícios e espaços livres, reduzindo o consumo elétrico com origem em fontes de energia fósseis e favorecendo o autoconsumo;
- u) MG12 - Reforçar capacidade de produção autónoma de água doce, atendendo à previsível escassez face a eventuais secas prolongadas e necessidade de apoio a emergências;
- v) MG13 - Plantar floresta, onde possível, nos espaços sob gestão da Marinha, para contribuir para a captação natural de carbono;
- w) MG14 – Implementar, onde possível e adequado, tecnologias de captura e armazenamento de carbono para reduzir as emissões de GEE.

Propõem-se como medidas estruturais para o OE4:



- x) ME6 - Estabelecer uma liderança e coordenação do projeto de transição energética na Marinha;
- y) ME7 - Incluir na aquisição de meios militares parâmetros de resposta às AC, por forma a garantir a sua eficácia operacional;
- z) ME8 - Incluir nos processos de aquisição de bens e serviços, parâmetros de avaliação climática dos fornecedores, para privilegiar as empresas que contribuem para a mitigação das AC;
- aa) ME9 - Implementar um sistema de monitorização das emissões de GEE com quadros de situação em tempo quase real, para permitir conhecer os processos de picos e intervir na sua redução;
- bb) ME10 - Planear a inclusão das matérias relativamente às AC e à transição energética na formação, contribuindo para uma educação e sensibilização alargada das pessoas da Marinha na sua mitigação;
- cc) ME11 - Priorizar a realização de reuniões por via telemática, evitando transporte de pessoas e reduzindo a emissão de GEE associadas à atividade da Marinha;
- dd) ME12 - Implementar políticas e medidas de redução de consumo de água e energia, para minimizar a pegada carbónica;
- ee) ME13 - Implementar medidas de reutilização de água, face às previsões de escassez na sequência de secas prolongadas.

Propõem-se como medidas operacionais para o OE4:

- ff) MO5 - Balancear as emissões dos GEE resultantes da atividade operacional com medidas compensatórias de captação de CO₂, por forma a contribuir para a neutralidade carbónica;
- gg) MO6 - Contribuir para a investigação e o desenvolvimento no âmbito das AC sobre o ambiente marinho (aquisição de dados, realização de projetos científicos, etc.), visando um contributo alargado para o conhecimento e para as soluções de mitigação das AC.

O Apêndice F mostra, sob forma tabelar, as medidas propostas associadas a cada objetivo estratégico.



6. Conclusões

As AC materializam um processo de longo prazo com implicações crescentes para as Forças Armadas e, conseqüentemente, para a Marinha. Estas implicações refletem-se tanto na tipologia e frequência de determinadas missões como na necessária adaptação dos seus meios, infraestruturas, sistemas e recursos humanos à alteração físico-química do meio ambiente. Assim, verifica-se a necessidade de incluir no processo transformacional da Marinha, ou seja, na sua estratégia, um conjunto de medidas genéticas, estruturais e operacionais de adaptação e mitigação dos efeitos das AC.

No que se refere à metodologia da investigação, esta dividiu-se em duas fases, uma primeira exploratória e uma segunda analítica e conclusiva, aplicando um raciocínio indutivo, com base numa estratégia qualitativa e num desenho do tipo estudo de caso.

O objeto de estudo deste trabalho foi a adaptação da Marinha às AC. A questão central foi direcionada para a identificação de medidas genéticas, estruturais e operacionais a propor. Para auxiliar neste objetivo foram definidas duas questões derivadas. Uma relacionada com as causas e conseqüências das AC, para permitir identificar necessidades de adaptação e mitigação dos seus efeitos. A segunda questão foi direcionada para as estratégias e medidas a implementar por organizações congéneres, e que fossem aplicáveis à Marinha.

Assim, a recolha de dados e análise documental foi direcionada para os relatórios técnicos do IPCC sobre as AC, que fazem pontos de situação e apresentam vários cenários da sua evolução até 2100, e para os documentos das estratégias ambientais e de resposta às AC, de Forças Armadas de outros países. Para o estabelecimento do ponto de situação na Marinha, foram realizadas entrevistas focadas nas medidas genéticas, estruturais e operacionais já implementadas ou planeadas implementar num futuro próximo. Em complemento foram igualmente entrevistados um elemento do Exército e um da Força Aérea.

Da análise às causas e conseqüências das AC que particularmente deverão afetar a Marinha verificou-se que a principal causa das AC é a emissão em grande escala de GEE, que alteram o balanço do sistema energético global, provocando um aumento do aquecimento global. A partir deste efeito primário, surgem outros em cascata como sejam o degelo polar, a subida do nível médio das águas do mar, o aumento da frequência e magnitude de eventos meteorológicos extremos e a subida da temperatura média da água do mar.



Para além desta panóplia de efeitos físicos, a emissão de GEE também é a principal causa da acidificação do oceano, pelo excesso de absorção de CO₂, implicando alterações negativas em diversos ecossistemas marinhos e consequentemente afetando a produção primária. Todas estas alterações potenciam consequências sociais, económicas e de segurança que importa prever e mitigar, como sejam os danos em pessoas e bens, a migração irregular de pessoas de zonas afetadas, a escassez de água e alimentos e, ultimamente, conflitos entre Estados na disputa por recursos diversos.

Destaca-se o facto de até 2100 o nível médio das águas do mar poder subir entre 38 e 77 cm, a subida da temperatura média da atmosfera entre 0.8° C e 4.3° C e o aumento da frequência e intensidade da pluviosidade global entre os 2% e os 5%.

A resposta das Forças Armadas nacionais e estrangeiras às AC tem sido essencialmente orientada para a mitigação das AC através da implementação de medidas relacionadas com a eficiência e a transição energética, de fontes de combustíveis fósseis para fontes de energia renováveis. Verifica-se num segundo plano uma preocupação na transformação de infraestruturas, tornando-as mais eficientes no âmbito energético e privilegiando a sua construção com materiais mais “verdes”. Todavia, com raras exceções, não se identificaram medidas concretas e imediatamente exequíveis de adaptação de infraestruturas, meios e sistemas às AC.

Os resultados deste estudo culminaram num conjunto de 33 medidas, das quais 14 genéticas, 13 estruturais e seis operacionais, passíveis de inclusão na estratégia de transformação da Marinha. Considera-se que o estabelecimento de metas para as medidas propostas deve ser precedido de uma avaliação ou quantificação primária da pegada carbónica da Marinha.

O presente trabalho sistematiza, com base nos dados mais atuais e previsões de AC, um conjunto de objetivos considerados estratégicos e medidas de adaptação e mitigação das AC pela Marinha. Os elementos identificados poderão ser adotados como base da definição formal de uma estratégia específica nesta área, ou integrar os documentos orientadores em elaboração até final de 2023, como seja a *Agenda Verde*.

O estudo realizado foi limitado à análise das causas e efeitos das AC com especial impacto no ambiente marinho, que é o espaço primordial de atuação da Marinha. Em termos geográficos, o estudo limitou-se à área dos oceanos Atlântico e Índico ocidental, mar Mediterrâneo e mar Báltico, zonas onde a Marinha normalmente realiza operações, e aos espaços geográficos dos países selecionados como referências na estratégia de resposta às



alterações climáticas: EUA, Canadá, Reino Unido, França, Grécia, Países Baixos e Dinamarca.

As conclusões e propostas apresentadas resultam do conhecimento atual das AC e as perspetivas de resposta das sociedades, materializadas em vários cenários, que carecem de atualização de acordo com dois fatores base: os resultados globais das tentativas em curso de mitigação das AC e do desenvolvimento tecnológico que poderá ditar respostas relevantes não só na adaptação, mas especialmente na mitigação da principal causa do aquecimento global que é a emissão de GEE.

Face aos resultados da presente investigação recomenda-se a formalização de uma estratégia de adaptação e mitigação das AC na Marinha, a encabeçar um conjunto de projetos nas áreas da eficiência e da transição energética, adaptação de infraestruturas, meios e sistemas às previsões extremas das AC e sensibilização do pessoal para a necessidade de mitigação alargada dos efeitos das AC.

Embora o foco deste estudo seja a Marinha, considera-se que a implementação de algumas medidas deve ser sincronizada entre os ramos das FFAA para garantir a adoção de soluções comuns visando a geração de benefícios mútuos por razão de escala e uniformidade de ação.

Recomenda-se que seja feito um seguimento muito próximo das atividades lideradas pela ONU no combate às AC, nomeadamente o acompanhamento das conferências anuais do clima e a avaliação detalhada do próximo relatório do IPCC, provavelmente a ser editado em 2026, para se poder ajustar, em tempo, a estratégia da Marinha de resposta às AC.

Recomenda-se, igualmente, que sejam estabelecidas metas ambiciosas, mas exequíveis, dos principais objetivos a atingir, especialmente no que se refere à redução de emissão de GEE e à neutralidade carbónica para dois momentos chave, como sejam os anos de 2030 e 2050.

Por fim, face à estreita ligação com as AC, recomenda-se como trabalho futuro a realização de um estudo sobre potenciais medidas de sustentabilidade e proteção ambiental a serem implementadas pela Marinha visando contribuir para os objetivos da agenda da ONU para o desenvolvimento sustentável.



Referências bibliográficas

- Boehm, S., Jeffery, L., Levin, K., Hecke, J., Schumer, C., Fyson, C. ... Geiges, A. (2022). *State of climate action 2022*. Berlin and Cologne, Germany, San Francisco, CA, and Washington DC: Systems Change Lab. Retirado em 12/02/2023 de <https://www.doi.org/10.46830/wrirpt.22.00028>
- Canada Department of National Defense. (2020). *Defense Energy and Environment Strategy 2020-2023*. Ottawa: Autor. ISBN 978-0-660-35846-8. Retirado em 06/12/2022 de https://www.canada.ca/content/dam/dnd-mdn/images/dees2020/2020-23%20Defence%20Energy%20and%20Environment%20Strategy_EN%20-%20Signed.pdf
- Comissão Europeia. (2019). *Pacto Ecológico Europeu*. COM(2019) 640. Bruxelas: Autor. Retirado em 29/11/2022 de https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0008.02/DOC_1&format=PDF
- Conselho de Chefes de Estado-Maior. (2014). *Conceito Estratégico Militar*. CEM2014.
- Corsi, J. R. (2022). *The truth about energy, global warming and climate change: exposing climate lies in an age of disinformation*. [e-book]. Post Hill Press. ISBN 1637589204.
- Cox, K., Knack, A., Robson, M., Adger, N., Paillé, P., Freeman, J. ... Harris, R. (2020). *A Changing Climate. Exploring the implications of climate change for UK Defence and Security*. Santa Monica, Calif., and Cambridge, UK: RAND Corporation. Retirado em 11/12/2022 de https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/930787/dcdc_report_changing_climate_gsp_RR-A487.pdf
- Danish Ministry of Defense. (2016). *Environment and Energy Strategy 2016-2020*. Copenhaga: Autor. Retirado em 27/10/2022 de <https://www.fmn.dk/globalassets/fmn/dokumenter/strategi/miljo/-danish-ministry-of-defence-environment-and-energy-strategy2016-2020-web-.pdf>
- Danish Ministry of Defense. (2021). *The Danish Ministry of Defence: Green Action Plan 2021-2025*. Copenhaga: Autor. Retirado em 14/03/2023 de <https://www.fmn.dk/globalassets/fmn/dokumenter/strategi/miljo/-danish-mod-green-action-plan-2021-2025-.pdf>
- Department of Defense. (2014). *2014 Climate Change Adaptation Roadmap*. Alexandria, VA: Autor. Retirado em 06/03/2023 de https://www.acq.osd.mil/eie/downloads/CCARprint_wForward_e.pdf



- Department of Defense. (2021). *Department of Defense Draft Climate Adaptation Plan. Report Submitted to National Climate Task Force and Federal Chief Sustainability Officer*. Autor. Retirado em 18/09/2022 de <https://www.sustainability.gov/pdfs/dod-2021-cap.pdf>
- Estado-Maior da Armada. (2015). *Conceito Estratégico Naval*. PAA 32 - SUPL V (A). Autor.
- Estado-Maior da Armada. (2021). *Processo Estratégico da Marinha*. PAA 34. Autor.
- Estado-Maior-General das Forças Armadas. (2022). *Visão Estratégica Militar para as Forças Armadas 2022-2034*. Autor.
- European Commission (2020). Adaptation to Health Effects of Climate Change in Europe. Group of Chief Scientific Advisors. *Scientific Opinion*, (9) Brussels: Autor. ISBN 978-92-76-16414-2. Retirado em 11/02/2023 de <http://www.doi.org/10.2777/30323>
- European External Action Service. (2020). *Climate Change and Defence Roadmap*. EEAS (2020) 1251. Working document. Bruxelas: Conselho da União Europeia. Retirado em 20/11/2022 de <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-12741-2020-INIT/en/pdf>
- Farinotti, D., Huss, M., Fürst, J. J., Landmann, J., Machguth, H., Maussion, F., & Pandit, A. (2019). A consensus estimate for the ice thickness distribution of all glaciers on Earth. *Nature Geoscience*, 12(3), pp. 168-173. Retirado em 14/02/2023 de <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0300-3>
- Fretwell, P., Pritchard, H. D., Vaughan, D. G., Bamber, J. L., Barrand, N. E., Bell, R. ... Zirizzotti, A. (2013). Bedmap2: improved ice bed, surface and thickness datasets for Antarctica. *The Cryosphere*, 7(1), pp. 375–393. Retirado em 14/02/2023 de <https://doi.org/10.5194/tc-7-375-2013>
- Government of Canada. (2022). NATO Climate Change and Security Centre of Excellence. [Página online]. Retirado em 06/12/2022 de https://www.international.gc.ca/world-monde/international_relations-relations_internationales/nato-otan/centre-excellence.aspx?lang=eng
- Hellenic Republic Ministry of National Defense. (2021). *Environmental - Energy and Climate Change Adaptation Policy*. Athens: Autor. ISBN 978-618-80914-9-8. Retirado em 27/10/2022 de <https://www.greenarmedforces.mil.gr/pdf/EECCAP.pdf>



- Humpert, M. (2011). *The Future of the Northern Sea Route - A “Golden Waterway” or a Niche Trade Route*. The Arctic Institute. Retirado em 06/03/2023 de <https://www.thearcticinstitute.org/future-northern-sea-route-golden-waterway-niche/>
- IPCC. (1990). *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 0-521-40720-6. Retirado em 21/12/2012 de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ipcc_far_wg_I_full_report.pdf
- IPCC. (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom e New York, NY, USA: Cambridge University Press. Retirado em 08/12/2022 de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGI_TAR_full_report.pdf
- IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Cambridge: Cambridge University Press. Retirado em 08/12/2022 de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_all_final.pdf
- IPCC. (2018). *Global warming of 1.5°C*. Cambridge, UK & New York, NY, USA: Cambridge University Press. Retirado em 04/12/2012 de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2022/06/SR15_Full_Report_HR.pdf
- IPCC. (2019). *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Cambridge, UK and New York, USA: Cambridge University Press. ISBN 978-1-009-15797-1. Retirado em 15/11/2022 de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2022/03/01_SROCC_SPM_FINAL.pdf
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK & New York, NY, USA: Cambridge University Press. Retirado em 12/08/2022 de https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf
- IPCC. (2022a). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK & New York, NY, USA: Cambridge University Press. Retirado em 12/08/2022 de https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf
- IPCC. (2022b). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on*



Climate Change. Cambridge, UK & New York, NY, USA: Cambridge University Press. Retirado em 08/12/2022 de https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_Full_Report.pdf

Lynas, M., Houlton, B. Z., & Perry, S. (2021). Greater than 99% consensus on human caused climate change in the peer-reviewed scientific literature. *Environmental Research Letters*, 16(11), pp. 1-7. Retirado em 04/12/2022 de <https://www.doi.org/10.1088/1748-9326/ac2966>

Maher, H., Meinecke, H., Gromier, D., Garcia-Novelli, M., & Fortmann, R. (2022). *How AI Can Be a Powerful Tool in the Fight Against Climate Change*. BCG Gamma. AI for the Planet. Retirado em 14/03/2023 de <https://web-assets.bcg.com/ff/d7/90b70d9f405fa2b67c8498ed39f3/ai-for-the-planet-bcg-report-july-2022.pdf>

Marinha. (2022). *Diretiva Estratégica da Marinha*. Autor.

Ministère des Armées. (2020). *Defense Energy Strategy*. Autor. Retirado em 05/12/2022 de <https://www.defense.gouv.fr/sites/default/files/ministere-armees/Defense%20energy%20strategy.pdf>

Ministère des Armées. (2022). *Climate & Defence Strategy*. Autor. Retirado em 04/12/2022 de <https://www.defense.gouv.fr/sites/default/files/ministere-armees/Presentation%20Climate%20ans%20defence%20strategy.pdf>

Ministerie van Defensie. (2020). *Defense Energy Transition Plan of Action. New Energie in the Organization*. Autor. Retirado em 15/12/2022 de https://english.defensie.nl/binaries/defence/documenten/publications/2021/07/21/defence-energy-transition-plan-of-action/2020+07+16+Plan+van+aanpak+Energietransitie+Defensie_EN.pdf

Ministry of Defence. (2015). *Sustainable MOD Strategy: Act & Evolve 2015-2025*. Autor. Retirado em 28/11/2022 de https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/498482/Sustainable_MOD_Strategy_2015-2025.pdf

Ministry of Defence. (2021). *Ministry of Defence Climate Change and Sustainability Strategic Approach*. Autor. Retirado em 29/11/2022 de https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/973707/20210326_Climate_Change_Sust_Strategy_v1.pdf

Morlighem1, M., Williams, C. N., Rignot, E., An, L., Arndt, J. E., Bamber, J. L. ... Zinglensen, K. B. (2017). BedMachine v3: Complete Bed Topography and Ocean Bathymetry Mapping of Greenland From Multibeam Echo Sounding CombinedWith



- Mass Conservation. *Geophysical Research Letters*, 44(11), pp. 11051-11061. Retirado em 14/02/2023 de <https://doi.org/10.1002/2017GL074954>
- NATO. (2022a). *NATO 2022 Strategic Concept*. Retirado em 03/11/2022 de https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2022/6/pdf/290622-strategic-concept.pdf
- NATO. (2022b). *The Secretary General's Report - Climate Change & Security Impact Assessment*. Bruxelles: Autor.
- Parlamento Europeu. (2019). *Resolução do Parlamento Europeu, de 14 de março de 2019, sobre alterações climáticas — uma visão estratégica de longo prazo da UE para uma economia próspera, moderna, competitiva e com impacto neutro no clima*. Bruxelas: Jornal Oficial da União Europeia. pp. 116-125. Retirado em 28/11/2022 de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52019IP0217&from=EN>
- Philander, S. G. (2012). *Encyclopedia of global warming & climate change* (2.ª Ed.). 3 vols., Los Angeles, Calif.: SAGE Reference. ISBN 978-1-4129-9261-9.
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 120/2021, de 1 de setembro (2021). *Aprova o plano de ação da Estratégia Nacional para o Mar 2021-2030*. Diário da República, 1.ª série, 170, 2-23. Presidência do Conselho De Ministros.
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 68/2021, de 4 de junho (2021). *Aprova a Estratégia Nacional para o Mar 2021-2030*. Diário da República, 1.ª série, 108, 23-62. Presidência do Conselho de Ministros.
- Riahi, K., Vuuren, D. P. V., Kriegler, E., Edmonds, J., O'Neill, B. C., Fujimori, S. ... Tavoni, M. (2017). The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Global Environmental Change*, 42, pp. 153-168. ISBN 0959-3780. Retirado em 12/03/2023 de <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>
- Santos, L. A. B. D., & Lima, J. M. M. D. V. (2019). *Orientações Metodológicas para Elaboração de trabalhos de investigação* (2.ª Ed., revista e atualizada). Lisboa: Instituto Universitário Militar. Retirado de https://www.ium.pt/s/wp-content/uploads/20190821_CAD-08_Miolo_WEB-1.pdf
- União Europeia. (2007). *Tratado de Lisboa que altera o Tratado da União Europeia e o Tratado que institui a Comunidade Europeia, assinado em Lisboa em 13 de Dezembro de 2007*. Tratado de Lisboa. vol. C306, ISBN 1725-2482. Retirado em 27/11/2022 de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=OJ:C:2007:306:FULL&from=PT>



United Nations. (1992). *United Nations Framework Convention on Climate Change (FCC/INFORMAL/84/Rev.1)*. New York: United Nations. Retirado em 03/11/2022 de https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf

United Nations. (1998). *Kioto Protocol*. Autor. Retirado em 03/11/2022 de <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>

United Nations. (2015). *Paris Agreement*. Autor. Retirado em 03/11/2022 de https://treaties.un.org/doc/Treaties/2016/02/20160215%2006-03%20PM/Ch_XXVII-7-d.pdf

World Meteorological Organization. (2021). *State of the Global Climate 2020*. Geneva: Autor. ISBN 978-92-63-11264-4. Retirado de https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10618



Apêndice A — Corpo de conceitos

Acordo de Paris: acordo estabelecido na conferência do clima de 2015, em Paris, para limitar o aquecimento global. Sucedeu ao Protocolo de Quioto.

Aerossóis: partículas sólidas ou líquidas suficientemente pequenas para se manterem em suspensão na atmosfera durante horas ou dias (Philander, 2012, p. 11).

Alterações climáticas: alterações do clima que são, direta ou indiretamente, associadas à atividade antropogénica, que provoca alterações na composição global da atmosfera. Estas alterações somam-se à variabilidade natural do clima observada ao longo de períodos semelhantes (United Nations, 1992, p. 3).

Antropogénico: algo que resulta ou é produzido por seres humanos.

Clima: é a média das condições meteorológicas de um longo período (Philander, 2012, p. 262).

Criosfera: todos os elementos da Terra que contém água no estado sólido.

Estratégia estrutural: estratégia que define a interligação organizacional entre os setores da Marinha tanto para a gestão de recursos como para o emprego de meios (EMA, 2021, p. 3.7).

Estratégia genética: estratégia que estabelece as orientações para a edificação das capacidades militares navais (Estado-Maior da Armada, 2021, p. 3.7).

Estratégia operacional: estratégia que visa a capacidade da Marinha em realizar operações navais e marítimas (EMA, 2021, p. 3.8).

Gases com efeito de estufa: conjunto de constituintes gasosos da atmosfera, tanto naturais como resultantes das atividades humanas, que absorvem e reemitem radiação infravermelha (United Nations, 1992, p. 3).



Meteorologia: são as condições atmosféricas prevalentes num dado momento, podendo sofrer alterações no curso de horas ou dias (Philander, 2012, p. 262).

Período pré-industrial: período temporal entre os anos de 1850 e 1900 que é, em regra, utilizado como referência de origem para avaliar as alterações climáticas (IPCC, 2018, p. 24).

Protocolo de Quioto: protocolo adotado na terceira convenção do clima, em Quioto, Japão, no ano de 1997, tendo entrado em vigor em 2005 após assinatura de 192 países e uma organização regional, onde os países industrializados se comprometeram com metas para combater as alterações climáticas.

Radiação: a energia transmitida por ondas eletromagnéticas (Philander, 2012, p. 1159).

SSP1-1.9: cenário de evolução das alterações climáticas designado por “sustentabilidade” (desafios baixos para mitigação e adaptação). O mundo muda gradualmente, mas de forma abrangente, para um caminho mais sustentável, enfatizando um desenvolvimento mais inclusivo que respeita os limites ambientais percebidos. A gestão dos bens comuns globais melhora lentamente, os investimentos em educação e saúde aceleram a transição demográfica e o foco no crescimento económico altera-se para o bem-estar humano. Impulsionada por um compromisso crescente em alcançar metas de desenvolvimento, a desigualdade é reduzida tanto entre como dentro dos países. O consumo é orientado para um crescimento material baixo e menor intensidade de recursos e energia (Riahi et al., 2017, p. 157).

SSP1-2.6: cenário de evolução das alterações climáticas designado por “meio caminho” (desafios médios para mitigação e adaptação). O mundo segue um caminho em que as tendências sociais, económicas e tecnológicas não mudam muito dos padrões históricos. O desenvolvimento e o crescimento do rendimento progridem de forma desigual, com alguns países evoluindo relativamente bem, enquanto outros ficam aquém das expectativas. Instituições globais e nacionais trabalham para alcançar objetivos de desenvolvimento sustentável, mas fazem progressos lentos. Os sistemas ambientais sofrem degradação, embora haja algumas melhorias e, no geral, a intensidade do uso de recursos e energia



diminui. O crescimento populacional global é moderado e estabiliza-se na segunda metade do século. A desigualdade do rendimento persiste ou melhora apenas lentamente e os desafios para reduzir a vulnerabilidade às mudanças sociais e ambientais persistem (Riahi et al., 2017, p. 157).

SSP2-4.5: cenário de evolução das alterações climáticas designado por “rivalidade regional” (desafios altos para mitigação e adaptação). Um nacionalismo ressurgente, preocupações com competitividade e segurança e conflitos regionais levam os países a se concentrarem cada vez mais em questões domésticas ou, no máximo, regionais. As políticas mudam ao longo do tempo para se tornarem cada vez mais orientadas para questões de segurança nacional e regional. Os países concentram-se em alcançar objetivos de segurança energética e alimentar dentro de suas próprias regiões, em detrimento de um desenvolvimento mais amplo. Os investimentos em educação e desenvolvimento tecnológico diminuem. O desenvolvimento económico é lento, o consumo é intensivo em materiais e as desigualdades persistem ou pioram ao longo do tempo. O crescimento populacional é baixo nos países industrializados e alto nos países em desenvolvimento. Uma baixa prioridade internacional para lidar com questões ambientais leva a uma forte degradação ambiental em algumas regiões (Riahi et al., 2017, p. 157).

SSP3-7.0: cenário de evolução das alterações climáticas designado por “inequidade” (baixos desafios para mitigação, altos desafios para adaptação). Investimentos altamente desiguais em capital humano, combinados com disparidades crescentes em oportunidades económicas e poder político, levam a crescentes desigualdades e estratificação tanto entre como dentro dos países. Com o tempo, alarga-se o fosso entre uma sociedade internacionalmente ligada que contribui para setores intensivos em conhecimento e capital da economia global, e uma coleção fragmentada de sociedades de baixo rendimento e mal-educadas que trabalham numa economia intensiva em trabalho e baixa tecnologia. A coesão social degrada-se e conflitos e tumultos tornam-se cada vez mais comuns. O desenvolvimento tecnológico é alto na economia e setores de alta tecnologia. O setor da energia globalmente interligado diversifica-se, com investimentos tanto em combustíveis intensivos em carbono, como carvão e petróleo não convencional, assim como em fontes de energia de baixo carbono. As políticas ambientais concentram-se em questões locais e em áreas de rendimento médio e alto (Riahi et al., 2017, p. 157).



SSP5-8.5: cenário de evolução das alterações climáticas designado por “uso intensivo de combustíveis fósseis” (altos desafios para mitigação, baixos desafios para adaptação). Este mundo deposita crescente confiança em mercados competitivos, inovação e sociedades participativas para produzir progresso tecnológico rápido e desenvolvimento de capital humano como caminho para o desenvolvimento sustentável. Os mercados globais estão cada vez mais integrados. Há também fortes investimentos em saúde, educação e instituições para melhorar o capital humano e social. Ao mesmo tempo, o impulso para o desenvolvimento económico e social é combinado com a exploração de abundantes recursos de combustíveis fósseis e a adoção de estilos de vida intensivos em recursos e energia em todo o mundo. Todos esses fatores levam a um crescimento rápido da economia global, enquanto a população global atinge o pico e declina no século XXI. Problemas ambientais locais, como a poluição do ar, são geridos com sucesso. Existe fé na capacidade de gerir efetivamente sistemas sociais e ecológicos (Riahi et al., 2017, p. 157).



Apêndice B — Modelo de análise

		MODELO DE ANÁLISE				
Objetivo Geral	OG – Propor medidas genéticas, estruturais e operacionais de adaptação e mitigação das alterações climáticas no âmbito da estratégia naval					
Objetivos Específicos	Questão Central	QC - Que medidas ao nível genético, estrutural e operacional devem ser incluídas na estratégia naval portuguesa no âmbito da sua adaptação e da mitigação das alterações climáticas?				
	Questões Derivadas	Conceito estruturante	Dimensões	Variáveis	Indicadores	Técnicas de recolha de dados
OE1 - Descrever as principais causas e consequências das alterações climáticas.	QD1 - Quais são as principais causas e as consequências das alterações climáticas relativamente ao meio marinho e relevantes para a missão da Marinha?	Alterações climáticas	Ambiental	Causa	GEE Aerossóis	Análise Documental & Entrevistas semiestruturadas
				Consequências	Nível médio Temperatura Acidificação ...	
Previsões	SSP1-1.9 SSP1-2.6 SSP2-4.5 SSP3-7.0 SSP5-8.5					
OE2 - Analisar as principais estratégias que estão a ser delineadas ou implementadas por organizações congéneres como resposta às AC.	QD2 - Que estratégias estão a ser delineadas ou implementadas como resposta às alterações climáticas por organizações congéneres?		Naval	Genética	Meios Sistemas Pessoas	
				Estrutural	Doutrina Organização	
				Operacional	Tipo de missões Freq. de missões	



Apêndice C — Análise do conteúdo das entrevistas

Entrevistado/Questões	Está prevista a elaboração de uma estratégia específica da Marinha/Ramo como resposta às alterações climáticas?	Que pressupostos devem ser tidos em conta na adaptação da Marinha/Forças Armadas e mitigação das alterações climáticas?	Estão definidos objetivos/nível de ambição a atingir pela Marinha/Ramo?	Que medidas genéticas, estruturais ou operacionais já foram implementadas ou estão a ser equacionadas na Marinha/Ramo que representam uma resposta às alterações climáticas?	Em termos estruturais, no seio da Marinha/Ramo esta responsabilidade deve ser assumida por que unidade orgânica?
CFR Lourenço da Piedade (EMA/DIVINOV)	Não. Está previsto a elaboração de uma Agenda Verde em 2023.	Não foram definidos pressupostos.	1) Reduzir consumo combustível fóssil em 40% 2) Até 2030 garantir 10% de autoconsumo energético	1) Plano de gestão florestal 2) Medidas na contratação pública 3) Painéis fotovoltaicos na BNL 4) Programa de edifícios inteligentes 5) Veículos elétricos 6) Criado gabinete de energia, ambiente e recursos na Superintendência do material	1) Definição e controlo estratégico – EMA DIVINOV 2) Transição energética – Gabinete de Ambiente, Energia e Recursos da Superintendência do Material
CALM Jorge Pires (Diretor de Navios)	Não tenho conhecimento.	A capacidade operacional deverá sempre prevalecer sobre a mitigação das alterações climáticas.	Não tenho conhecimento.	1) Privilegiar propulsão elétrica nos novos meios (primária ou relevante) 2) Prever soluções energéticas em aberto nas novas construções (“fitted for”) 3) Nas novas construções incluir respostas às AC prevendo vida útil dos navios de 30+ anos. 4) Parque estacionamento estação naval com cobertura de painéis solares para alimentar a Base Naval de Lisboa. 5) NRP Centauro está a ser equipada com painéis solares para aumentar eficiência energética. 6) Nas novas construções inclusão de sistema de geração de energia a partir da propulsão principal.	1) EMA deverá elaborar e coordenar a estratégia. 2) Superintendência do Material deverá ser um dos principais setores de implementação da estratégia, nomeadamente no que se refere os aspetos de transição energética.



Entrevistado/Questões	Está prevista a elaboração de uma estratégia específica da Marinha/Ramo como resposta às alterações climáticas?	Que pressupostos devem ser tidos em conta na adaptação da Marinha/Forças Armadas e mitigação das alterações climáticas?	Estão definidos objetivos/nível de ambição a atingir pela Marinha/Ramo?	Que medidas genéticas, estruturais ou operacionais já foram implementadas ou estão a ser equacionadas na Marinha/Ramo que representam uma resposta às alterações climáticas?	Em termos estruturais, no seio da Marinha/Ramo esta responsabilidade deve ser assumida por que unidade orgânica?
VALM Ventura Soares (Superintendente do material)	Não. Todavia foi elaborado um Plano de Eficiência ECO.AP 2030, na sequência da Resolução de Conselho de Ministros n.º 104/2020 sobre esta matéria.	<ol style="list-style-type: none">1) A Marinha segue as imposições legais nacionais em matéria ambiental, o que limita algumas opções.2) Devemos, dentro do possível, privilegiar a indústria nacional.3) Algumas soluções, por exemplo, de propulsão ainda são experimentais, pelo que é preciso acautelar soluções novas não testadas.	<ol style="list-style-type: none">1) Uma das referências de objetivos a atingir pela Marinha são os definidos no plano nacional e que lhe sejam aplicáveis.	<ol style="list-style-type: none">1) Em 2022 foi criado o Gabinete de Ambiente, Energia e Recursos.2) Caracterização dos consumos energéticos, de materiais, de gases e de água.3) Substituição do sistema de iluminação.4) Implementação de um sistema de gestão energética.5) Reabilitação de edifícios.6) Cursos de sensibilização sobre eficiência de recursos.7) Instalação de painéis solares fotovoltaicos.8) Instalação de painéis solares térmicos.9) Aquisição de viaturas elétricas.10) Instalação de postos de viaturas elétricas.11) Aquisição de bicicletas.	<ol style="list-style-type: none">1) Ao nível da definição estratégica deverá ser o Estado-Maior da Armada.2) Ao nível da operacionalização, a componente do material deve ser coordenada pela Superintendência do Material através do Gabinete de Ambiente, Energia e Recursos.



Entrevistado/Questões	Está prevista a elaboração de uma estratégia específica da Marinha/Ramo como resposta às alterações climáticas?	Que pressupostos devem ser tidos em conta na adaptação da Marinha/Forças Armadas e mitigação das alterações climáticas?	Estão definidos objetivos/nível de ambição a atingir pela Marinha/Ramo?	Que medidas genéticas, estruturais ou operacionais já foram implementadas ou estão a ser equacionadas na Marinha/Ramo que representam uma resposta às alterações climáticas?	Em termos estruturais, no seio da Marinha/Ramo esta responsabilidade deve ser assumida por que unidade orgânica?
COR António Romão (Estado-Maior do Exército)	Não. Todavia, foi estabelecida um Diretiva Ambiental do Exército que inclui aspetos relacionados com as alterações climáticas.	A atividade do Exército deve minimizar impactos ambientais.	As metas ambientais ambicionadas estão definidas na DAE 23-24 e serão materializadas pelas medidas ambientais definidas no Plano de Ação Ambiental.	<ol style="list-style-type: none">1) No âmbito estrutural estão definidos 5 níveis para a gestão ambiental (desde o CEME até às Unidades).2) Reaproveitamento de águas pluviais, para rega e lavagens.3) Implementação de sistemas de Gestão de resíduos.4) edificar um <i>Smart Energy Deployable Camp</i>.5) Implementação de critérios ambientais para aquisição de materiais, equipamentos, infraestrutura e serviços.6) Aquisição de 12 viaturas elétricas.7) Implementação de Unidades de Produção para Autoconsumo.8) Implementação de soluções de energia renováveis para AQS e aquecimento, através da aquisição de painéis solares.9) Aquisição de equipamentos energeticamente mais eficientes, designadamente bombas de calor, AC, sistemas de iluminação.10) Implementação de planos de gestão florestal, que contribuem para o sequestro de CO₂.	<ol style="list-style-type: none">1) MDN deveria ser entidade primariamente responsável pela estratégia de resposta às alterações climáticas.2) Divisão de Recursos do Estado-Maior do Exército – define linhas gerais de atuação.3) Comando da Logística é a autoridade técnica nesta matéria.



Entrevistado/Questões	Está prevista a elaboração de uma estratégia específica da Marinha/Ramo como resposta às alterações climáticas?	Que pressupostos devem ser tidos em conta na adaptação da Marinha/Forças Armadas e mitigação das alterações climáticas?	Estão definidos objetivos/nível de ambição a atingir pela Marinha/Ramo?	Que medidas genéticas, estruturais ou operacionais já foram implementadas ou estão a ser equacionadas na Marinha/Ramo que representam uma resposta às alterações climáticas?	Em termos estruturais, no seio da Marinha/Ramo esta responsabilidade deve ser assumida por que unidade orgânica?
TEN Rita Santos (Estado-Maior da Força Aérea)	Não. Todavia foi estabelecido um Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 da Força Aérea (RNC2050FA) que prevê medidas de mitigação das alterações climáticas.	Não foram definidos pressupostos, uma vez que eles são estabelecidos no processo de definição de requisitos operacionais e técnicos relativo à edificação de capacidades.	Sim. A Força Aérea tem definido o objetivo de atingir a neutralidade carbónica em 2050, que implica uma redução da emissão de GEE em cerca de 43% relativamente a 2022.	<ol style="list-style-type: none">1) Substituição das viaturas a gasóleo por viaturas 100% elétricas.2) Substituição dos atuais sistemas de Águas Quentes Sanitárias + aquecimento a gasóleo e a gás por bombas de calor.3) Substituição da iluminação existente por tecnologia LED.4) Investir na produção de energia elétrica por fontes de energia renovável.5) Tem também havido um trabalho contínuo na sensibilização dos militares e civis da Força Aérea para os impactes decorrentes das alterações climáticas.	



Questões	CFR Quaresma dos Santos (Diretor do Centro Geoespacial, Meteorológico e Oceanográfico da Marinha)
Qual a relevância das condições ambientais para as operações militares navais?	As características meteo-oceanográficas do ambiente marinho afetam significativamente as operações navais face ao seu dinamismo, à sua escala temporal e espacial. As características deste meio têm implicações diretas no desempenho de meios, sistemas e pessoas.
As consequências das alterações climáticas já se fizeram sentir no apoio ambiental às operações navais? De que forma são mais visíveis?	Notam-se particularmente os efeitos nos meios navais de águas mais quentes, que são o principal meio de arrefecimento da propulsão. Também se verifica uma maior frequência de eventos meteorológicos extremos.
Uma das implicações do aquecimento global é o degelo polar e a abertura da rota do Norte. O Centro Geoespacial, Meteorológico e Oceanográfico consegue de momento apoiar operações que aí decorram?	Em termos de previsões oceanográficas, o Centro Geoespacial, Meteorológico e Oceanográfico tem capacidade de fazer previsões ao nível de qualquer região do globo, todavia, nas zonas polares é preciso considerar um sistema de projeção diferente do que usamos, por exemplo, para o Atlântico. No âmbito da NATO está a ser feito um esforço de colaboração entre os vários países com particular interesse polar para garantir a operacionalidade dos sistemas de previsão oceanográfica, dividindo os esforços de modelação entre vários países.
No âmbito da NATO quais são as atuais discussões relacionadas com as alterações climáticas?	A maior preocupação é a discussão sobre as consequências geopolíticas, e depois operacionais, das consequências das alterações climáticas. Para isso, o Canadá está a implementar um Centro de Excelência dedicado a esta matéria. Uma outra preocupação tem sido garantir que os países membros adaptam as suas capacidades às previsões climáticas.
O Roteiro da EU para as alterações climáticas e defesa prevê o destacamento de um expert ambiental para o teatro de operações (CSDP) para controlar e avaliar a pegada ambiental das operações. Antevê-se aplicabilidade de uma medida destas na Marinha?	Vejo essa medida muito associado à comunicação estratégica das operações da UE. Não vejo aplicabilidade dessa medida à Marinha no curto-médio prazos, embora compreenda o seu mérito.



Apêndice D — Previsão dos principais indicadores do ambiente marinho

Quadro 1 - Previsão de indicadores ambientais em 2050

Ano 2050					
Indicador	SSP1-1.9	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP3-7.0	SSP5-8.5
Temperatura global média	0.8°C	1°C	1.3°C	1.4°C	1.7°C
Dimensão da placa de gelo do Ártico	2.2 x 10 ⁶ km ²	2.0 x 10 ⁶ km ²	1.7 x 10 ⁶ km ²	1.7 x 10 ⁶ km ²	1.2 x 10 ⁶ km ²
Nível médio	18 cm	19 cm	20 cm	22 cm	23 cm
Temperatura média da água do mar	-	-	-	-	-
Temperatura do mar à superfície	-	-	-	-	-
Precipitação Global	-	-	-	-	-

Fonte: Adaptado de IPCC (2021, pp. 572-575 e 1302).

Quadro 2 - Previsão de indicadores ambientais em 2100

Ano 2100					
Indicador	SSP1-1.9	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP3-7.0	SSP5-8.5
Temperatura global média	0.7°C	1.2°C	2°C	3.1°C	4°C
Dimensão da placa de gelo do Ártico	2.4 x 10 ⁶ km ²	1.7 x 10 ⁶ km ²	0.8 x 10 ⁶ km ²	0.5 x 10 ⁶ km ²	0.3 x 10 ⁶ km ²
Nível médio	38 cm	44 cm	56 cm	68 cm	77 cm
Temperatura média da água do mar	0.6°C	1°C	1.8°C	2.7°C	3.4°C
Temperatura do mar à superfície	-	0.86°C	1.51°C	2.19°C	2.89°C
Precipitação Global	>2%	>2.9%	>4%	>4.7%	>6.5%

Fonte: Adaptado de IPCC (2021, pp. 572-575, 1302 e 1223).



Apêndice E — Análise SWOT

POTENCIALIDADES	VULNERABILIDADES
<p>P1. Novas construções de navios planeadas para os próximos 10 anos</p> <p>P2. Sensibilidade organizacional para a necessidade de responder às alterações climáticas</p> <p>P3. Espaço disponível nas bases para aumentar a floresta e capturar mais dióxido de carbono</p> <p>P4. Boa capacidade de relações públicas para valorizar a Marinha perante a sociedade</p> <p>P5. Robusto sistema de formação profissional na Marinha</p> <p>P6. A Marinha tem capacidade instalada na previsão meteorológica e oceanográfica</p> <p>P7. A Marinha contribui com as suas observações oceanográficas para a monitorização do ambiente marinho</p>	<p>V1. Várias infraestruturas encontram-se junto ao oceano e não são resilientes aos efeitos das alterações climáticas</p> <p>V2. Elevada dependência de fontes de energia fósseis</p> <p>V3. Atuais meios navais poderão ter especificações desadequadas às alterações climáticas</p> <p>V4. Inexistência de uma estratégia formal para a resposta às alterações climáticas</p> <p>V5. Limitações orçamentais significativas para suportar transformações de fundo</p> <p>V6. Diversos sistemas dos navios são arrefecidos com água do oceano</p> <p>V7. Muitos edifícios não têm isolamento térmico adequado e não são eficientes em termos energéticos</p> <p>V8. Não existe formação nem sensibilização específica do pessoal sobre alterações climáticas</p> <p>V9. Não existe sensibilidade no pessoal para a necessidade de adotar práticas que contribuam para mitigar as alterações climáticas</p>

OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
<p>O1. Programas nacionais e da União Europeia para financiar projetos de transição energética</p> <p>O2. Desenvolvimentos técnicos em fontes de energia limpa para navios</p> <p>O3. Linhas de investigação académica na área das energias renováveis</p> <p>O4. Grande sensibilização nacional para as organizações amigas do ambiente e da mitigação às alterações climáticas</p> <p>O5. Desenvolvimento tecnológicos no âmbito dos edifícios inteligentes em termos energéticos</p> <p>O6. Monitorização ambiental da comunidade científica que estuda as alterações climáticas</p> <p>O7. Relatórios do IPCC permitem aferir evolução geral das alterações climáticas</p> <p>O8. Concursos de valorização ambiental e resposta às alterações climáticas</p>	<p>A1. Subida do nível médio das águas do mar até 77 cm até ao ano 2100</p> <p>A2. Potenciais inundações costeiras em áreas habitadas</p> <p>A3. Aumento da temperatura média do oceano</p> <p>A4. Aumento da temperatura média da atmosfera</p> <p>A5. Deslocação de ecossistemas para mais altas latitudes</p> <p>A6. Eventos meteorológicos extremos mais intensos e frequentes</p> <p>A7. Aumento da insegurança alimentar e acesso a água doce</p> <p>A8. Migrações irregulares por insegurança alimentar e de água doce</p> <p>A9. Limitações no acesso a combustíveis fósseis</p> <p>A10. Elevada incerteza na evolução dos efeitos das alterações climáticas</p>



Linhas de ação deduzidas:

1. Aproveitar as oportunidades de financiamento para projetos de transição energética (O1) e desenvolvimentos técnicos em fontes de energia limpa para navios (O2) para reduzir a dependência de combustíveis fósseis (V2) e adaptar os meios navais às alterações climáticas (V3).
2. Investir em investigação e desenvolvimento de energias renováveis para navios (O3) e edifícios inteligentes em termos energéticos (O5) para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e melhorar a eficiência energética de infraestruturas navais e bases (V1, V7).
3. Fortalecer a sensibilidade organizacional para a necessidade de responder às alterações climáticas (P2) e desenvolver uma estratégia formal para a resposta às alterações climáticas (V4) para aumentar a sensibilização e a formação do pessoal sobre as alterações climáticas (V8, V9).
4. Aproveitar a capacidade instalada na previsão meteorológica e oceanográfica (P6) e contribuir com as suas observações oceanográficas para a monitorização do ambiente marinho (P7) para melhorar a capacidade de prever e monitorizar os efeitos das alterações climáticas.
5. Aproveitar a sensibilização nacional para as organizações amigas do ambiente e da mitigação às alterações climáticas (O4) para valorizar a Marinha perante a sociedade (P4) e para apoiar a implementação de práticas que contribuam para mitigar as alterações climáticas (V8, V9).
6. Aumentar a floresta e capturar mais dióxido de carbono (P3) para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e mitigar os efeitos das alterações climáticas.
7. Desenvolver planos de adaptação e resiliência para infraestruturas junto ao oceano (V1) e para lidar com as ameaças das alterações climáticas, incluindo a subida do nível médio das águas do mar (A1), potenciais inundações costeiras



(A2), aumento da temperatura média do oceano (A3), aumento da temperatura média da atmosfera (A4), deslocação de ecossistemas (A5), eventos meteorológicos extremos (A6), insegurança alimentar e acesso a água doce (A7), migrações irregulares (A8) e limitações no acesso a combustíveis fósseis (A9).

8. Aproveitar a monitorização ambiental da comunidade científica que estuda as alterações climáticas (O6) e os relatórios do IPCC (O7) para atualizar e melhorar a estratégia da Marinha para responder às alterações climáticas e para informar a sociedade sobre a importância da adaptação e mitigação das alterações climáticas.



Apêndice F — Medidas propostas de resposta às alterações climáticas

Objetivos Estratégicos	Medidas Genéticas	Medidas Estruturais	Medidas Operacionais
OE1 – Gerir as consequências das AC nas missões da Marinha	Priorizar a aquisição de meios navais especialmente adequados à resposta a catástrofes e apoio de emergência nas zonas costeiras e ilhas, como sejam navios reabastecedores, polivalente logísticos e navios multifuncionais	Acompanhar os trabalhos do Centro de Excelência da NATO sobre o impacto das AC em edificação no Canadá e incluir os seus resultados, onde adequado e aplicável, na estratégia operacional da Marinha	Desenvolver a capacidade de resposta operacional da Marinha tendo em conta as consequências ambientais das AC, particularmente no apoio a catástrofes e apoio de emergência nas zonas costeiras e ilhas, controlo de migrações espectáveis face a crescente escassez de água e comida, proteção de ecossistemas marinhos face à crescente competição por recursos naturais e do seu potencial deslocamento para maiores latitudes
	Desenvolver e/ou atualizar os modelos de previsão meteorológica-oceanográfica tendo em conta as previsões de alteração de parâmetros físicos ambientais e as necessidades de aumento de resolução geoespacial	Atualizar a documentação estratégica da Marinha com a inclusão objetiva dos efeitos e respostas às AC aplicáveis às respetivas missões	Desenvolver a capacidade operacional de, no âmbito da NATO e na sequência do degelo polar, integrar eventuais missões de proteção de rotas marítimas polares
	Ampliar a rede de monitorização ambiental da Zona Económica Exclusiva portuguesa em direção ao mar profundo e nos parâmetros ambientais relevantes para melhor se conhecerem os efeitos das AC no mar português		Aumentar as ações de treino operacional com inclusão de objetivos e parâmetros relacionados com as AC
OE2 – Gerir as consequências das AC nas capacidades da Marinha	Incluir nas especificações e requisitos operacionais, para os meios e sistemas navais, os aspetos relacionados com as AC, principalmente no que se refere ao aumento da temperatura média e extrema do oceano	Acompanhar a evolução das avaliações e previsões ambientais das AC de relevo para as capacidades navais	Incluir cenários de AC no treino operacional
		Implementar um processo de avaliação de risco ambiental face à evolução histórica e previsões das AC	
		Promover a cooperação com a academia e a indústria no desenvolvimento de elementos das capacidades da Marinha no âmbito das AC	



Objetivos Estratégicos	Medidas Genéticas	Medidas Estruturais	Medidas Operacionais
OE3 – Garantir a resiliência das infraestruturas face às AC	Incluir os aspetos relacionados com as previsões das AC nas adaptações e novas especificações dos edifícios		
OE4 – Contribuir para os esforços coletivos de mitigação das AC	Substituir parcialmente a frota de veículos de combustão de uso administrativo por elétricos/híbridos	Estabelecer uma liderança e coordenação do projeto de transição energética na Marinha	Balacear as emissões dos GEE resultantes da atividade operacional com medidas compensatórias de captação de CO ₂ , por forma a contribuir para a neutralidade carbónica
	Instalar carregadores de veículos elétricos nas unidades em terra, tanto para uso de viaturas oficiais como de particulares	Incluir na aquisição de meios militares parâmetros de resposta às AC, por forma a garantir a sua eficácia operacional	Contribuir para a investigação e o desenvolvimento no âmbito das AC sobre o ambiente marinho
	Assegurar o isolamento térmico de edifícios para assegurar a eficiência energética dos sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado	Incluir nos processos de aquisição de bens e serviços, parâmetros de avaliação climática dos fornecedores	
	Avaliar, e implementar quando adequado, a utilização de novas e/ou complementares fontes energéticas mais limpas na propulsão de meios navais	Implementar sistemas de monitorização das emissões de GEE com quadros de situação em tempo quase real	
	Privilegiar a construção de infraestruturas, meios e sistemas com materiais com reduzido impacto na emissão de GEE	Planear a inclusão das matérias relativamente às AC e à transição energética na formação	
	Aumentar a instalação de sistemas de produção própria/local de energia de fontes renováveis (eólica, solar, bioenergia, hidrogénio), nomeadamente de painéis solares em edifícios e espaços livres	Priorizar a realização de reuniões por via telemática, evitando transporte de pessoas e reduzindo a emissão de GEE	
	Reforçar a capacidade de produção autónoma de água doce, atendendo à previsível escassez face a eventuais secas prolongadas e necessidade de apoio a emergências	Implementar políticas e medidas de redução de consumo de água e energia	
	Plantar floresta, onde possível, nos espaços sob gestão da Marinha, para contribuir para a captação natural de carbono	Implementar medidas de reutilização de água	
	Implementar, onde possível e adequado, tecnologias de captura e armazenamento de carbono para reduzir as emissões de GEE		