

**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL GENERAL
2017/2018**



TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO INDIVIDUAL

**VIGILÂNCIA ACÚSTICA DOS ESPAÇOS MARÍTIMOS SOB
SOBERANIA OU JURISDIÇÃO NACIONAL**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IUM SENDO DA RESPONSABILIDADE DOS
SEUS AUTORES, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOUTRINA OFICIAL DAS
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS**

**João Paulo Ramalho Marreiros
Capitão-de-mar-e-guerra**



DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

VIGILÂNCIA ACÚSTICA DOS ESPAÇOS MARÍTIMOS

SOB SOBERANIA OU JURISDIÇÃO NACIONAL

CMG João Paulo Ramalho Marreiros

Trabalho de Investigação Individual CPOG 2017/2018

Pedrouços 2018



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

**VIGILÂNCIA ACÚSTICA DOS ESPAÇOS
MARÍTIMOS SOB SOBERANIA OU JURISDIÇÃO
NACIONAL**

CMG João Paulo Ramalho Marreiros

Trabalho de Investigação Individual do CPOG 2017/2018

Orientador: Brigadeiro-General PILAV António Amorim Temporão

Pedrouços 2018



Declaração de Compromisso Antiplágio

Eu, Capitão-de-mar-e-guerra João Paulo Ramalho Marreiros, declaro por minha honra que o documento intitulado "Vigilância acústica dos espaços marítimos sob soberania ou jurisdição nacional" corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor do Curso de Promoção a Oficial General 2017/2018, 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.

Lisboa, 19 de abril de 2018

João Paulo Ramalho Marreiros
Capitão-de-mar-e-guerra



Agradecimentos

Expresso o meu reconhecimento ao Sr. Brigadeiro-General António Temporão, meu orientador, pelo apoio, disponibilidade e aconselhamento, que muito contribuiu para melhorar a clareza e a profundidade da investigação.

A todos os que me auxiliaram, Dias Gonçalves, João Rocha, Paulo Oliveira, Pedro Carmona, Quaresma dos Santos, Ricardo Veloso, Serras Simões e Silva Gouveia, com informações, dados, ideias, sugestões e críticas, e a quem este trabalho possa interessar, por concederem significado ao tempo despendido na sua elaboração.



Índice

Introdução.....	1
Enquadramento e justificação do tema.....	1
Objeto de estudo e sua delimitação	2
Objetivos da investigação.....	2
Questões da investigação.....	3
Breve síntese da metodologia da investigação	3
Organização do estudo.....	4
1. Contextualização da vigilância marítima	5
1.1. Enquadramento concetual	5
1.2. Enquadramento estratégico.....	6
1.3. Caraterização de um sistema de vigilância marítima	9
1.4. Vigilância marítima integrada	10
1.5. Modelo de análise.....	12
1.6. Síntese conclusiva	14
2. Vigilância dos espaços marítimos nacionais.....	15
2.1. Caraterização espacial e económica dos espaços marítimos nacionais.....	15
2.2. Níveis de conhecimento situacional	16
2.3. Ameaças e riscos	17
2.4. Entidades nacionais	19
2.5. Organizações internacionais	20
2.5.1. União Europeia.....	20
2.5.2. NATO	23
2.6. Sistemas de informação e de vigilância marítima	24
2.7. Vulnerabilidades dos sistemas de vigilância marítima.....	25
2.8. Síntese conclusiva	26
3. Vigilância acústica	27
3.1. O Sonar.....	27
3.1.1. Sonares rebocados	27
3.1.2. Sonoboias	29



3.2. Plataformas	30
3.2.1. Meios aéreos	30
3.2.2. Meios navais	31
3.2.3. Veículos autónomos	32
3.3. O <i>Sound Surveillance System</i> (dos EUA).....	37
3.4. Síntese conclusiva	39
4. Um sistema de vigilância acústica para os espaços marítimos nacionais	40
4.1. Método de análise para apoio à decisão	40
4.2. Ponderação dos atributos	41
4.3. Ponderação das variáveis e indicadores do modelo de análise.....	42
4.4. Avaliação das opções.....	43
4.5. Cálculo dos méritos das opções.....	44
4.6. Análise de sensibilidade	45
4.7. Edificação do sistema	47
4.7.1. Doutrina	47
4.7.2. Organização	47
4.7.3. Formação e Treino.....	48
4.7.4. Material.....	48
4.7.5. Liderança	49
4.7.6. Pessoal	49
4.7.7. Infraestruturas	49
4.7.8. Interoperabilidade	49
4.7.9. Financiamento	50
4.8. Síntese conclusiva	50
Conclusões.....	52
Sumário com as grandes linhas do procedimento metodológico seguido	52
Avaliação dos resultados obtidos	52
Contributos para o conhecimento	54
Recomendações e outras considerações de ordem prática	54
Bibliografia.....	56



Índice de Apêndices

Apêndice A - Corpo de conceitos.....	A-1
Apêndice B - Resumo da pesquisa documental inicial.....	B-1
Apêndice C - Resumo de legislação e limites dos espaços marítimos nacionais	C-1
Apêndice D - Principais corredores de tráfego marítimo ao largo de Portugal.....	D-1
Apêndice E - Meios navais e aéreos e estações de vigilância marítima.....	E-1
Apêndice F - Sistemas de informação e vigilância dos espaços marítimos nacionais	F-1

Índice de Figuras

Figura 1 – Enquadramento do CSM no ciclo OODA.....	6
Figura 2 – Documentação estruturante da defesa nacional.	7
Figura 3 – Modelo de análise.	12
Figura 4 – Esquadras de submarinos da Rússia.....	19
Figura 5 – Projetos europeus de vigilância marítima integrada.	22
Figura 6 – Arquitetura SOA do sistema de vigilância marítima da Marinha.....	24
Figura 7 – Sonar rebocado TACTAS.	28
Figura 8 – Sonar rebocado passivo com fonte sonora ativa.	28
Figura 9 – Princípio de funcionamento e configuração de uma sonoboia.....	29
Figura 10 – Sonoboia AN/SSQ 101.	30
Figura 11 – Sistemas de deteção acústica nos submarinos da classe Tridente.....	32
Figura 12 – Representação global de sistemas autónomos de vigilância marítima.....	33
Figura 13 – Princípio de funcionamento de um glider.	34
Figura 14 – Princípio de funcionamento e configuração de um <i>wave glider</i>	34
Figura 15 – Monitorização ambiental da ZEE portuguesa	35
Figura 16 – Projeto SUB-ECO: a) protótipo; b) localização das estações.	36
Figura 17 – Esquema representativo da propagação do som no canal SOFAR.	37
Figura 18 – <i>Integrated Undersea Surveillance System</i> (IUSS) em 2010.	38
Figura 19 – Representação do funcionamento do sistema SURTASS LFA.	39
Figura 20 – Esquema do método de análise para apoio à decisão.....	41
Figura 21 – Análise de sensibilidade da ponderação dos atributos.	46
Figura 22 – Arquitetura organizacional.....	48
Figura 23 – Representação cartográfica dos espaços marítimos nacionais.	C-2
Figura 24 – Principais rotas de comércio marítimo mundial.....	D-1



Figura 25 – Mapas instantâneo de densidade de tráfego marítimo.	D-2
Figura 26 – Principais corredores de navegação	D-3
Figura 27 – Dispositivo naval nacional permanente da Marinha.	E-1
Figura 28 – Alcance das aeronaves da FA.	E-1
Figura 29 – Estações do SIVICC.....	E-2
Figura 30 – Estações VTS Costeiro.....	E-2

Índice de Quadros

Quadro 1 – Objetivo geral e objetivos específicos	3
Quadro 2 – Questão central e questões derivadas	3
Quadro 3 – Atributos, variáveis e indicadores a considerar no processo de análise... ..	12
Quadro 4 – Espaços marítimos e domínios de interesse	16
Quadro 5 – Vulnerabilidades dos sistemas de vigilância dos espaços marítimos nacionais.....	26
Quadro 6 – Ponderação dos atributos do modelo.....	42
Quadro 7 – Ponderação das variáveis e indicadores do modelo.	43
Quadro 8 – Avaliação das opções.....	44
Quadro 9 – Fórmulas de cálculo dos méritos finais.	44
Quadro 10 – Méritos relativos finais das opções.	45
Quadro 11 – Ordenamento das Opções.....	46
Quadro 12 – Resumo da legislação que define, os limites e as competências do Estado nos espaços marítimos	C.1
Quadro 13 – Fontes de dados para o sistema OVERSEE	F.1



Resumo

Portugal exerce jurisdição sobre o maior espaço marítimo atlântico da Europa, numa área geográfica de articulação intercontinental, por onde passam algumas das mais importantes rotas marítimas. Neste vasto espaço oceânico devem existir garantias de segurança e condições para exercer a autoridade do Estado, sendo necessário possuir capacidade de vigilância para adquirir, processar, integrar e partilhar informação com o objetivo de monitorizar, detetar e atuar perante situações anómalas.

Algumas das vulnerabilidades identificadas na vigilância dos espaços marítimos sob soberania ou jurisdição nacional advêm da inexistência de um sistema de vigilância acústico que permita melhorar a capacidade de deteção de submarinos em imersão e de navios, a autonomia e a redundância com os sistemas de vigilância marítima existentes.

O estudo da edificação de um sistema de vigilância acústica para os espaços marítimos sob soberania ou jurisdição nacional baseou-se numa análise Benefícios-Oportunidades-Custos-Riscos. A edificação deste sistema deve ser faseada, considerando diversos tipos de plataforma e os sensores tecnologicamente mais adequados, numa perspetiva de desenvolvimento crescente e sustentado, garantindo a interoperabilidade com os sistemas de vigilância existentes e orientada de acordo com as linhas de ação para a edificação do Conhecimento Situacional Marítimo definidas e implementadas pela Marinha.

Palavras-chave

Vigilância acústica do oceano, Vigilância marítima, Conhecimento Situacional Marítimo



Abstract

Portugal has jurisdiction over the largest Atlantic maritime area in Europe, in a geographical area of intercontinental articulation, crossed by some of the most important sea routes. In this vast ocean space, there must be a guarantee of security and state authority, requiring maritime surveillance to acquire, process, integrate and share information, in order to monitor, detect and act in case of anomalous situations.

Some of the vulnerabilities identified in the surveillance of maritime areas under national sovereignty or jurisdiction arise from the lack of an acoustic surveillance system to improve the detection of submarines and ships, as well as autonomy and redundancy with existing maritime surveillance systems.

A Benefits-Opportunities-Costs-Risks analysis was applied to the problem of building an acoustic surveillance capability for marine areas under national sovereignty or jurisdiction. The edification of this system should be on a step-by-step plan, considering different types of platforms and the most technologically suitable sensors, in order to increase its sustained development and ensure interoperability with existing surveillance systems, under the guidelines already in use by the Navy for the edification of a more resilient Maritime Situational Awareness.

Keywords

Acoustic surveillance, Maritime Situational Awareness, Maritime surveillance



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

AAN – Autoridade Aeronáutica Nacional

ADAR – *Advanced Deployable Acoustic Receiver*

AIS – *Automatic Identification System*

AMN – Autoridade Marítima Nacional

ANP – *Analytic Network Process*

AR – Assembleia da República Portuguesa

AUV – *Autonomous Underwater Vehicle*

BLUEMASSMED – *Blue Maritime Surveillance System on the Mediterranean*

BOCR – Benefícios, Oportunidades, Custos e Riscos

CA – Comando Aéreo

CEDN – Conceito Estratégico de Defesa Nacional

CEMA – Chefe do Estado-Maior da Armada

CEMFA – Chefe do Estado-Maior da Força Aérea

CISE – *Common Information Sharing Environment*

CNADS – Conselho Nacional do Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável

CNUDM – Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar

COMAR – Centro de Operações Marítimas

COMNAV – Comando Naval

COSMOS – *Collaborative System for Maritime Operations Support*

CRP – Constituição da República Portuguesa

CSDN – Conselho Superior de Defesa Nacional

CSM – Conhecimento Situacional Marítimo (tradução em português de MSA)

DGPM – Direção-Geral de Política do Mar

DMPDM – Diretiva Ministerial de Política de Defesa Militar

DOTMLPII - Doutrina, Organização, Treino, Material, Liderança, Pessoal, Infraestruturas e Interoperabilidade

EDA – *European Defense Agency*

EEINP – Espaço Estratégico de Interesse Nacional Permanente

EMA – Estado Maior da Armada

EMSA – *European Maritime Safety Agency*

ES – Esquadilha de Submarinos

EUA – Estados Unidos da América



FA – Força Aérea
FFAA – Forças Armadas
FPAS – Forças Permanentes em Ação de Soberania
GMDSS – *Global Maritime Distress and Safety System*
GNR – Guarda Nacional Republicana
GNSS – *Global Navigation Satellite System*
GTSCM – Grupo de Trabalho Conhecimento Situacional Marítimo
HALE – *High-Altitude-Long-Endurance*
IDN – Instituto de Defesa Nacional
IH – Instituto Hidrográfico
IMO – *International Maritime Organization*
JUP – Janela Única Portuária
kts – *Knots* / nós
LFA – *Low Frequency Active*
MALE – *Medium-Altitude-Long-Endurance*
MARSUR – *Iniciativa Maritime Surveillance*, da EDA
MCCIS – *Maritime Command and Control Information System*
METOC – Meteorologia e oceanografia
MDA – *Maritime Domain Awareness*
MDN – Ministério da Defesa Nacional
mn – milhas náuticas
MPA – Avião de patrulha marítima / *Maritime Patrol Aircraft*
MSA – *Maritime Situational Awareness*
MSSIS – *Maritime Safety and Security Information System*
NATO – *North Atlantic Treaty Organization*
NATO STO/CMRE – *NATO Science and Technology Organization, Centre for Maritime Research and Experimentation*
NIPIM@R – Nú Nacional de Integração e Partilha de Informação sobre o Mar
OE – Objetivo específico
OODA – Observar, Orientar, Decidir e Agir
OG – Objetivo geral
PCM – Presidência do Conselho de Ministros
RMP – *Recognized Maritime Picture*
SAR – Busca e Salvamento / *Search and Rescue*



SIVE – *Sistema Integrado de Vigilância Exterior* (espanhol)

SIVICC – *Sistema Integrado de Vigilância, Comando e Controlo*

SOA – *Service-Oriented Architecture*

SOFAR - *Sound Fixing and Ranging channel*

SOLAS – *International Convention for the Safety of Life at Sea*

Sonar – *Sound Navigation da Ranging*

SOSUS - *Sound Surveillance System*

SPA – *Serviço de Policiamento Aéreo*

TACTAS – *Tactical Towed Array Sonar*

TRITON - *Maritime Command and Control Information Services*

UAS – *Unmanned Aerial System*

UAV – *Unmanned Aerial Vehicle*

UE – *União Europeia*

US Navy – *United States Navy / Marinha dos Estados Unidos da América*

USV – *Unmanned Surface Vehicle*

UUV – *Unmanned underwater vehicle*

VDS – *Variable Depth Sonar*

VTS – *Vessel Traffic Service*

ZEE – *Zona Económica Exclusiva*

ZERO – *Associação Sistema Terrestre Sustentável*



Introdução

Enquadramento e justificação do tema

Portugal exerce jurisdição sobre o maior espaço marítimo atlântico da Europa, numa área geográfica de articulação intercontinental, por onde passa o corredor de navegação com maior intensidade de tráfego comercial, a nível mundial (PWC, 2016, p. 30). Os espaços marítimos sob soberania ou jurisdição nacional, neste trabalho abreviadamente designados por espaços marítimos nacionais, são também percorridos por forças navais estrangeiras, que os utilizam para se deslocarem entre as suas bases e diferentes teatros de operações. Considerando o trânsito de submarinos, muitos deles com propulsão e armamento nuclear (estimado em cerca de uma centena por ano), podemos constatar que estes espaços marítimos não se circunscrevem apenas à superfície oceânica, mas constituem um contínuo tridimensional, que abrange toda a coluna de água.

Apesar de os navios mercantes, em trânsitos internacionais e com mais de 300 toneladas brutas, serem obrigados a navegar com *Automatic Identification Systems*, (AIS) (IMO, 2017) e de a navegação costeira ser monitorizada por radar e meios eletro-óticos através do *Vessel Traffic System* (VTS) (IMO, 2017a), em especial nos esquemas de separação de tráfego e nas aproximações aos portos, é possível que uma parte da atividade marítima ainda escape à vigilância e controlo nacional. Incluem-se neste grupo pequenas embarcações, por vezes associadas a ações ilícitas, submarinos em imersão e navios que transitam encobertos ao largo, incluindo navios de investigação e de exploração submarina que procuram manter despercebidos os seus objetivos e os meios que utilizam nas suas explorações. O atual contexto de incremento de ameaças assimétricas não pode ser negligenciado, com a possibilidade de organizações terroristas poderem ter acesso a navios de superfície ou pequenos submarinos, com os quais poderão cometer ataques.

Em suma, nos espaços marítimos ocorrem múltiplas atividades num ambiente adverso e em constante mutação, permeável a ameaças à segurança e ao exercício da autoridade do Estado. Perante este quadro, torna-se necessário possuir capacidade de vigilância para adquirir, processar, integrar e partilhar informação, com o objetivo de monitorizar e detetar situações anómalas. Deter superioridade de informação no ambiente marítimo implica conhecer/vigiar esse espaço de modo a possuir vantagem potencial em relação aos demais intervenientes (EMA, 2012).



Objeto de estudo e sua delimitação

O mar constitui um importante ativo estratégico nacional. Como tal, está integrado numa ampla perspetiva de segurança e defesa nacional. Os interesses nacionais e as responsabilidades internacionais assumidas por Portugal na vigilância e controlo dos espaços marítimos abrangem uma enorme extensão geográfica. A enorme extensão destes espaços marítimos e a intensa atividade de navegação tornam impossível a Portugal proteger, reclamar e salvaguardar o seu vasto território sem uma forte capacidade de vigilância marítima que inclua o espaço submarino. Atualmente, o garante da soberania deste vasto espaço submerso apoia-se na atividade operacional das fragatas e submarinos da Marinha e dos aviões de patrulha aérea marítima da Força Aérea (FA). No entanto, esta atividade é escassa e muito limitada, não existindo uma capacidade contínua e efetiva de vigilância do espaço submarino. Tal como um oponente pode utilizar submarinos ou pequenas embarcações para atuar em espaço nacional sem ser detetado, o ambiente submerso pode ser usado em ações de vigilância acústica, sem que esse oponente se aperceba que foi detetado e que está a ser monitorizado.

A capacidade para estabelecer um elevado estado de conhecimento sobre todos os espaços marítimos de atuação é crucial para alcançar os objetivos de defesa e segurança nacional. O objeto da investigação consiste no estudo da edificação de um sistema acústico para vigilância e controlo dos espaços marítimos nacionais, com o objetivo de detetar submarinos, bem como contatos de superfície, independentemente da sua dimensão e tipo. A abordagem a adotar terá em consideração a integração com os sistemas de vigilância marítima existentes e os recursos operacionais disponíveis, contribuindo e beneficiando de projetos de investigação em curso, relacionados com esta temática.

O estudo está geograficamente delimitado aos espaços marítimos nacionais. Consideram-se espaços marítimos sob soberania nacional as águas interiores, o mar territorial e a plataforma continental. A Zona Económica Exclusiva (ZEE) é considerada espaço marítimo sob jurisdição nacional, onde se exercem os poderes do Estado no quadro da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM) (PCM, 2002).

Objetivos da investigação

A investigação tem por objetivo contribuir para melhorar a vigilância e o controlo dos espaços marítimos nacionais, delimitada à temática da vigilância acústica. O Objetivo Geral (OG) e os Objetivos Específicos (OE) da investigação constam no quadro seguinte.



Quadro 1 – Objetivo geral e objetivos específicos

OG:	Formular linhas de orientação para a edificação da capacidade de vigilância acústica, contribuindo para melhorar a vigilância dos espaços marítimos nacionais e considerando os recursos disponíveis.
OE1:	Identificar as características operacionais dos sistemas que contribuem para a vigilância dos espaços marítimos nacionais.
OE2:	Identificar vulnerabilidades na vigilância marítima e as ameaças aos espaços marítimos nacionais.
OE3:	Descrever a tecnologia de sistemas de vigilância acústica e identificar os recursos nacionais disponíveis que possam contribuir para a sua edificação.

Questões da investigação

Considerando o objeto do estudo e a delimitação do tema, e após terem sido definidos os objetivos, a Questão Central (QC), as respectivas Questões Derivadas (QD) constam no quadro seguinte:

Quadro 2 – Questão central e questões derivadas

QC:	Como desenvolver a capacidade de vigilância acústica que contribua para melhorar a vigilância marítima dos espaços marítimos nacionais, considerando os recursos disponíveis?
QD1:	Quais as características operacionais dos sistemas que contribuem para a vigilância dos espaços marítimos nacionais e como se articulam entre si?
QD2:	Quais as vulnerabilidades nas capacidades de vigilância e as ameaças aos espaços marítimos nacionais?
QD3:	Quais as características e tendências de desenvolvimento das plataformas e sensores acústicos e quais os recursos nacionais que podem contribuir para a edificação de um sistema de vigilância acústico para os espaços marítimos nacionais?

Breve síntese da metodologia da investigação

Face ao objetivo da investigação, será adotada uma postura que, na perspetiva ontológica, será objetiva e realista, e, na perspetiva epistemológica, será de tendência positivista. Ao longo de toda a investigação será aplicado o pensamento crítico, procurando clareza e objetividade, na busca de respostas devidamente sustentadas (IESM, 2016).

A metodologia utilizada neste trabalho baseia-se no método de raciocínio dedutivo (IESM, 2016), procurando alcançar o OG e os OE, através da resposta à QC e QD, que se enquadram nos seguintes tópicos:

- Contextualização conceptual da vigilância marítima;
- Quadro legal, acordos e convenções internacionais aplicáveis aos espaços marítimos nacionais: limites geográficos e competências;



- A vigilância acústica dos espaços marítimos, descrição da tecnologia, sensores e integração com outros sistemas;
- Ameaças à segurança nacional e vulnerabilidades que podem advir dos espaços marítimos nacionais;
- Sistemas de vigilância acústica dos espaços marítimos;
- Aplicação de um processo de análise de apoio à decisão na edificação de um sistema de vigilância acústico.

No que respeita às técnicas de recolha de dados recorreu-se essencialmente à análise documental e reuniões técnicas com especialistas do Comando Naval (COMNAV), Comando Aéreo (CA), Instituto Hidrográfico (IH), Esquadilha de Submarinos (ES), Direção de Tecnologias de Informação e Comunicações da Marinha, Centro de Investigação Naval e da empresa *Critical Software*.

Organização do estudo

O trabalho foi organizado numa lógica de desenvolvimento sequencial, no qual cada capítulo visa contribuir para dar resposta a cada uma das questões derivadas e ao objetivo geral da investigação.

No primeiro capítulo fez-se o enquadramento concetual e estratégico, a caracterização da composição de um sistema de vigilância marítima e a contextualização da vigilância marítima integrada no contexto da União Europeia (EU) e da *North Atlantic Treaty Organization* (NATO).

No segundo capítulo, fez-se a caracterização dos sistemas de vigilância dos espaços marítimos nacionais, a sua dimensão espacial e níveis de interesse de Conhecimento Situacional Marítimo (CSM), as entidades envolvidas, sistemas de vigilância em funcionamento, a identificação de ameaças e a análise das vulnerabilidades.

No terceiro capítulo fez-se contextualização da vigilância acústica, a descrição das capacidades de sensores das plataformas e os recursos nacionais disponíveis.

O quarto capítulo foi dedicado ao estudo de um modelo de edificação de um sistema de vigilância acústica que contribua para melhorar a vigilância marítima dos espaços marítimos nacionais, considerando os recursos disponíveis.

Nas conclusões, fez-se a síntese dos resultados obtidos, concretizou-se as respostas às questões da investigação e efetuaram-se recomendações para investigação futura.



1. Contextualização da vigilância marítima

1.1. Enquadramento concetual

Esta temática insere-se no contexto das ciências militares, na área nuclear das técnicas e tecnologias militares, aplicada ao desenvolvimento das metodologias e dos processos de edificação de capacidades utilizadas na vigilância e controlo de espaços marítimos, tendo sido abordada por diversos autores (apêndice B).

A aquisição de conhecimento sobre os espaços marítimos segue um processo cíclico OODA (Observar, Orientar, Decidir, Agir) (Marques & Correia, 2012, p. 191). Este modelo de processo foi desenvolvido por Boyd (2010), no âmbito militar, tendo, porém, uma aplicação muito mais vasta. O ciclo OODA reflete a aplicação do modelo de investigação científica desenvolvido por Karl Popper (2005) ao estudo das doutrinas militares. Este modelo tem por base os conceitos de “falibilidade”, “verdade provisória”, “refutabilidade” e “aproximações sucessivas”. A criação de conhecimento é o exercício contínuo da procura da verdade, que por sua vez é inalcançável. O conhecimento é provisório, falível e passível de ser corrigido e aperfeiçoado (IESM, 2016, p. 13). O sucesso depende do correto desenvolvimento do ciclo OODA, com base em boas fontes de informação continuamente atualizadas que permitam decidir com agilidade e em antecipação.

É neste quadro concetual que se insere o conceito de CSM, que visa a “criação de saber acerca do espaço de ação ou de envolvimento, que será o espaço marítimo de interesse (permanente ou conjuntural), com o objetivo de, entre outras finalidades, prever, identificar e localizar situações anómalas e assim propiciar tomada de decisões atempadas e mais informadas, que levem a que as ações subsequentes provoquem os efeitos desejados no tempo e na medida dos interesses de quem os toma” (Marques & Correia, 2012, p. 190).

A vigilância marítima faz parte do CSM, intervindo nas fases de “observação” e “orientação”. Na função “observação” são usados sistemas que permitem conhecer a posição, detetar, identificar contatos e estabelecer comunicações. Na função “orientação” são usados sistemas de informação que integram e processam as observações para apoiar o processo de análise e de decisão.

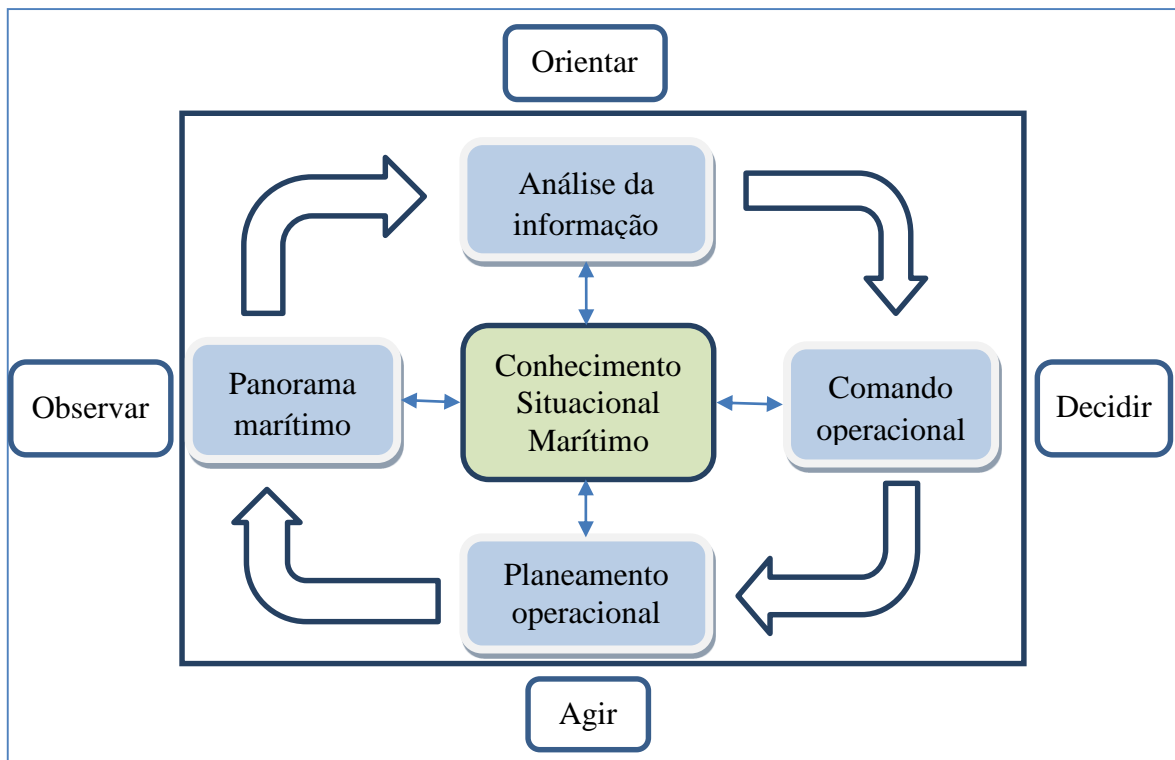


Figura 1 – Enquadramento do CSM no ciclo OODA.

Fonte: adaptado de Boyd (2010, p. 3)

O conceito de vigilância marítima tem diferentes definições, consoante o âmbito:

- Do ponto de vista militar: “*Sea Surveillance - systematic observation of aerospace, cyberspace, surface, or subsurface areas, places, persons, or things, by visual, aural, electronic, photographic, or other means*” (NATO, 2013, p. 2.S.3).
- Do ponto de vista económico e político, a UE adota uma definição mais abrangente: “*Maritime Surveillance is the effective understanding of all activities carried out at sea that could impact the security, safety, economy, or environment of the European Union and its Member States*” (CISE, 2010, p. 7).

1.2. Enquadramento estratégico

O enquadramento estratégico da vigilância dos espaços marítimos nacionais resulta da relação hierárquica de documentos estruturantes da defesa nacional, começando na Lei de mais elevada hierarquia, a Constituição da República. Nesta Lei, de acordo com o n.º 1 do art.º 273.º “É obrigação do Estado assegurar a defesa nacional” (AR, 2005, p. 4682).

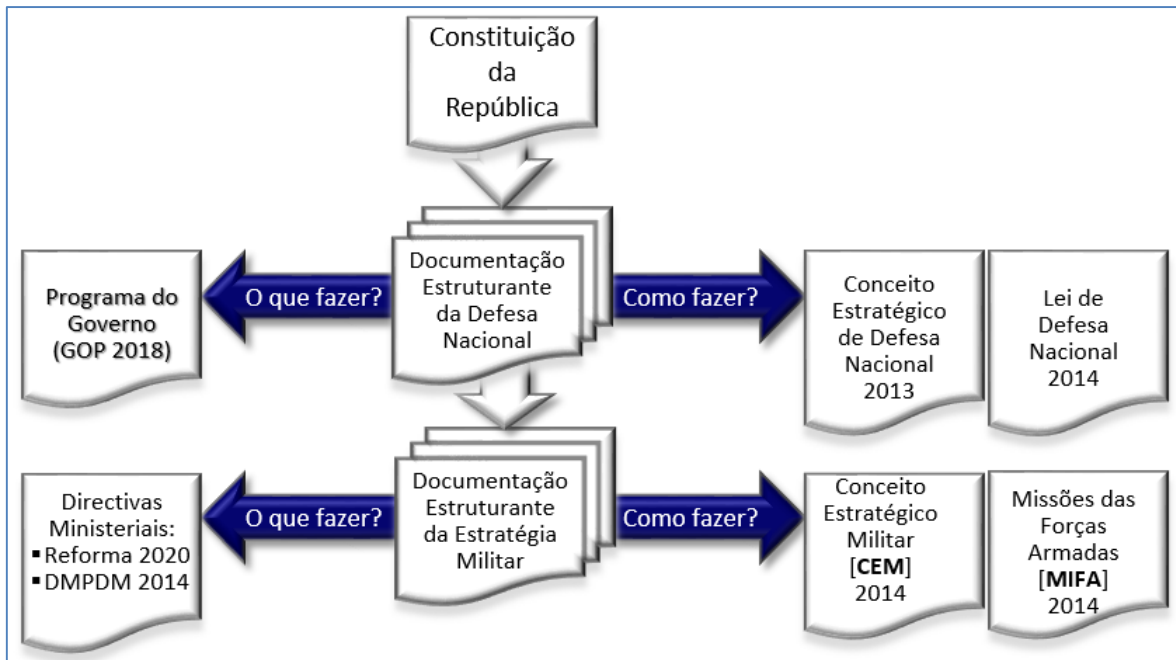


Figura 2 – Documentação estruturante da defesa nacional.

Fonte: adaptado de Marques (2017)

A Lei de Defesa Nacional (AR, 2014a) define os princípios gerais da defesa nacional e os objetivos e as componentes da política de defesa nacional. A política de defesa nacional integra os princípios, objetivos, orientações e prioridades definidos nos seguintes documentos:

- a) Constituição da República;
- b) própria Lei de Defesa Nacional;
- c) Programa do Governo;
- d) Conceito Estratégico de Defesa Nacional (CEDN).

A Lei Orgânica de Bases da Organização das Forças Armadas estabelece, no n.º 3 do art.º 2.º (AR, 2009), que a atuação das Forças Armadas se desenvolve no respeito pela Constituição e pela lei, em execução da política de defesa nacional definida e do Conceito Estratégico de Defesa Nacional aprovado, e por forma a corresponder às normas e orientações estabelecidas nos seguintes documentos estruturantes:

- a) Conceito Estratégico Militar (CEM), documento determinante dos princípios reguladores das ações de defesa militar do Estado (CSDN, 2014);
- b) Missões das Forças Armadas (MIFA), onde são definidas as orientações necessárias à atuação da Marinha, do Exército e da Força Aérea (CSDN, 2014a);
- c) Sistema de Forças (SF), que indica os meios necessários ao cumprimento das MIFA e estabelece as medidas fundamentais à sua edificação (documento confidencial);



- d) Dispositivo de Forças, onde é definida a vinculação geográfica dos meios para o cumprimento das MIFA.

Ao nível político, o Programa do Governo define a política de defesa nacional, anualmente refletida nas Grandes Opções do Plano (GOP), que afirmam as principais linhas estratégicas do Governo e integram as medidas de política e os investimentos que as permitem concretizar. Ao nível do Ministro da Defesa Nacional (MDN), existem diretivas, designadamente as seguintes, com relevância para a elaboração da estratégia militar:

- a) A Diretiva Ministerial para a Reforma Estrutural na Defesa Nacional (Defesa 2020);
- b) A Diretiva Ministerial de Planeamento de Defesa Militar (DMPDM) (MDN, 2014).

A orientação política da estratégia de Defesa Nacional está refletida nas GOP-2018, sendo o Mar considerado um ativo fundamental para a coesão territorial e a valorização competitiva do país. A Estratégia do Governo para o Mar tem como objetivo primordial o crescimento da economia do mar salvaguardando a preservação do nosso Mar, tendo a afirmação da soberania como um dos eixos estratégicos. Neste eixo estratégico salienta-se a fiscalização e intervenção, assegurando a observância, da ordem e da segurança nos espaços sob soberania ou jurisdição nacionais (AR, 2017).

A definição da estratégia de Defesa Nacional, nos princípios gerais da Lei de Defesa Nacional (n.º 1 do art.º 2.º), estabelece que “a República Portuguesa defende os interesses nacionais por todos os meios legítimos, dentro e fora do seu território, das zonas marítimas sob soberania ou jurisdição nacional e do espaço aéreo sob sua responsabilidade” (AR, 2014b, p. 4548). O CEDN enfatiza a necessidade de investir nos recursos marinhos, assumindo que “como ativo estratégico, o mar deve estar integrado numa perspetiva ampla de segurança e defesa nacional” e acentua a necessidade de “manter uma capacidade adequada de vigilância e controlo do espaço marítimo sob responsabilidade nacional e do espaço marítimo interterritorial” (PCM, 2013a, p. 1994).

A orientação política da estratégia Militar, contida na Defesa 2020, estabelece como fator de planeamento estratégico, a constituição de três conjuntos de forças, estando, em segunda prioridade “um conjunto de Forças Permanentes em Ação de Soberania (FPAS) orientadas para missões, designadamente, de defesa aérea, patrulhamento, vigilância e fiscalização marítima (...) em continuidade no território nacional e nas áreas de jurisdição ou responsabilidade nacional.” (PCM, 2013b, p. 9). A DMPDM 2014, inclui nas suas finalidades: “Garantir a manutenção e edificação das capacidades essenciais para a defesa



militar, busca e salvamento, vigilância e fiscalização dos espaços de soberania ou sob jurisdição nacional, se necessário através da eventual transferência de recursos de capacidades excedentárias ou de menor prioridade” (MDN, 2014, p. 23656).

Na definição da estratégia Militar, O CEM considera, como um dos cenários de emprego das Forças Armadas, o “exercício da soberania, jurisdição e responsabilidades nacionais: na vigilância e controlo, incluindo a fiscalização e o policiamento aéreo, dos espaços sob soberania e jurisdição nacional, na busca e salvamento e na segurança das linhas de comunicação no EEINP” (CSDN, 2014). As MIFA incluem a vigilância marítima no âmbito das seguintes missões das Forças Armadas (CSDN, 2014a):

- Segurança e defesa do território nacional e dos cidadãos:
 - Garantia de circulação no espaço interterritorial.
- Exercício da soberania, jurisdição e responsabilidades nacionais:
 - Vigilância e controlo, incluindo a fiscalização e o policiamento aéreo, dos espaços marítimos nacionais;
 - Segurança das linhas de comunicação no EEINP.
- Segurança cooperativa:
 - Outras operações e missões no âmbito da NATO.

1.3. Caracterização de um sistema de vigilância marítima

A vigilância dos espaços marítimos é realizada por sistemas com requisitos especiais e de elevada complexidade tecnológica, com capacidade para incorporar e processar informação geográfica, bem como um conjunto diversificado de outra informação relevante para o conhecimento do espaço marítimo e apoiar monitorização dos espaços marítimos e na orientação e coordenação dos meios operacionais.

Os requisitos funcionais de um sistema de vigilância são definidos pelos seguintes parâmetros, a partir de Neujat *et al.* (1998):

- Parâmetros de espaço e tempo:
 - a) Cobertura espacial: área que o sistema abrange em cada ciclo completo de cobertura;
 - b) Cobertura espacial por unidade de tempo: área coberta pelo sistema em cada instante;
 - c) Tempo de refrescamento: intervalo de tempo entre oportunidades consecutivas para a deteção de um contacto;
 - d) Exatidão referente à determinação da posição do contacto;



- e) Atraso na visualização da informação: intervalo de tempo entre o evento real e o instante em que é disponibilizado para visualização pelo sistema;
- f) Raio de incerteza: este requisito depende de d), e) e da velocidade do contacto.
- Parâmetros de deteção e classificação:
 - g) Probabilidade de deteção de contactos: inclui a capacidade de deteção de intrusos, que pretendem não ser detetados;
 - h) Probabilidade de falsos contactos;
 - i) Discriminação de contactos;
 - j) Classificação e identificação de contactos: capacidade para identificar contactos.
- Parâmetros de operação:
 - k) Capacidade de operação em cenário de conflito armado: esta capacidade inclui a robustez do sistema e continuidade de operação em situações adversas e refere-se à capacidade de distinguir entre diferentes tipos de contactos, tais como navios ou aeronaves, amigos ou inimigos, combatentes ou não combatentes
 - l) Capacidade de comunicação e ligação com outros sistemas;
 - m) Capacidade de *tasking*: possibilidade de direccionar o sistema para a vigilância de áreas específicas, conforme as necessidades do utilizador

1.4. Vigilância marítima integrada

As linhas de ação para a edificação da capacidade de CSM, definidas pela Marinha, apontam para uma abordagem que permita “a construção de panoramas marítimos integrados, que incluam informação de agências externas e de outros departamentos e agentes do Estado e que possam ser por estes partilhados, no sentido de potenciar a ação dos meios no domínio marítimo” (EMA, 2012, p. 2.2). A vigilância marítima integrada apresenta importantes vantagens na ação estratégica, ao nível genético, estrutural e operacional (EMA, 2012):

- Vantagens genéticas, relacionadas com a sinergia na edificação de novas capacidades, integráveis e conjugáveis entre si:
 - Equilíbrio de capacidades: garante um conjunto harmonioso e complementar de capacidades, que permite uma melhor resposta à imprevisibilidade das ameaças;



- Economia de escala: potenciadora de poupanças e otimização na gestão do pessoal, formação, material, infraestruturas, logística e recursos financeiros;
- Interoperabilidade de capacidades: utilização de uma matriz comum de elementos funcionais (doutrina, organização, treino, material, pessoal e infraestruturas), que permite assegurar compatibilidade e uniformidade;
- Vantagens estruturais, relacionadas com as sinergias conseguidas na composição, organização e articulação dos meios, segundo capacidades coerentes, interdependentes e colaborantes:
 - Economia de esforço: organização otimizada dos meios, com vista ao seu emprego de forma ajustada;
 - Coordenação do emprego dos meios: direcionamento adequado dos meios, de forma coordenada entre todos os agentes;
- Vantagens operacionais, ganhos conseguidos no emprego dos meios:
 - Flexibilidade de atuação: o empenho dos meios de diversos agentes permite cobrir um conjunto mais alargado de tarefas;
 - Atuação em *continuum*: potencia a coerência de atuação entre todos os agentes, sem quebras, nem interrupções na deteção, seguimento e eliminação das ameaças.

Em face destas vantagens, a evolução da vigilância marítima passa pelo reforço na partilha de informação. O caminho que está a ser seguido na UE e na NATO é o de criar sistemas, métodos e processos de fusão de dados civis e militares para contruir um CSM global, dando corpo a estratégias de vigilância marítima integradas.

1.5. Modelo de análise

O modelo de análise assenta num raciocínio dedutivo, com o objetivo de responder à QC, segundo um modelo de análise, abaixo representado, que aborda todas as componentes do problema: estratégia, tecnologia e recursos disponíveis.

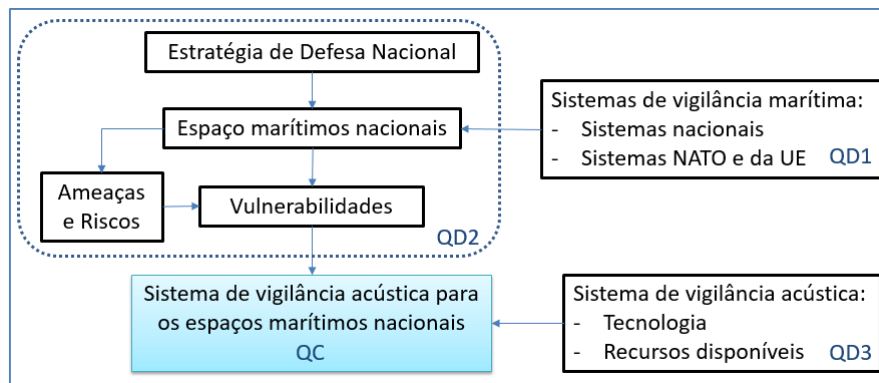


Figura 3 – Modelo de análise.

No processo de análise são utilizados atributos associados ao objetivo deste modelo, que é o de responder à QC, usando a metodologia Benefícios-Oportunidades-Custos-Riscos (BOCR) (Tchangani & Pérès, 2010, pp. 507-513), cujos elementos caracterizadores se apresentam no quadro seguinte:

Quadro 3 – Atributos, variáveis e indicadores a considerar no processo de análise.

Atributos	Variáveis	Indicadores
Benefícios	Defesa e segurança	Níveis de CSM
	Investigação e desenvolvimento	Tomografia acústica
		Modelos acústicos do oceano
		Sistemas de informação
	Proteção do ambiente	Monitorização ambiental
Proteção espécies marinhas		
Oportunidades	Economia	Economia do Mar
		Financiamento projetos científicos
	Defesa	Incremento da ameaça submarina
Custos	Não recorrentes	Aquisição
		Instalação
	Recorrentes	Formação
		Manutenção
Riscos	De desenvolvimento	De financiamento
		De tecnologia
	De operação	Destrução intencional por terceiros
		Avarias

Apresenta-se a descrição dos elementos caracterizadores do modelo de análise:

- Benefícios - Inclui as variáveis diretamente relacionadas com o objetivo e que contribuem para a sua valorização:



- Defesa e segurança nacional - Constitui a variável mais relevante, tendo como indicadores os níveis de CSM (cuja descrição está desenvolvida no capítulo seguinte).
- Investigação e desenvolvimento – Inclui as atividades de investigação na área da oceanografia e engenharias que contribuem para o desenvolvimento e beneficiam com os dados obtidos a partir de um sistema de vigilância acústica. Foram considerados os seguintes indicadores: tomografia acústica, modelos acústicos do oceano e sistemas de informação.
- Proteção do ambiente – A contribuição para detetar fontes de poluição, é outro dos benefícios que podem advir de um sistema de vigilância acústico. Nesta variável são incluídos os indicadores monitorização ambiental e proteção de espécies marinhas.
- Oportunidades - Inclui variáveis que influem favoravelmente para a consecução do objetivo, mas dependem de fatores conjunturais não controláveis:
 - Economia – A evolução positiva da economia contribui para o objetivo, designadamente com o desenvolvimento da economia do Mar e proporcionará maior disponibilidade de verbas para o financiamento de projetos científicos.
 - Defesa – O aumento da ameaça submarina e o incremento do orçamento na área da defesa potenciará condições favoráveis para a consecução do objetivo.
- Custos - Inclui as variáveis diretamente relacionadas com o objetivo e que não contribuem para a sua valorização:
 - Custos não recorrentes – Incluem-se todos os encargos relacionados com a aquisição e instalação de novas estações, plataformas e equipamentos. Estes encargos poderão ser os mais significativos, mas só se aplicam por uma vez.
 - Custos recorrentes - Incluem-se todos os encargos relacionados com a formação de pessoal e ações de manutenção, que devem ser planeados numa perspetiva de apoio logístico integrado, que garanta o funcionamento do sistema após a sua edificação.
- Riscos – Inclui variáveis que influem desfavoravelmente para a consecução do objetivo, mas dependem de fatores não controláveis:



- De desenvolvimento – Podem existir riscos associados ao desenvolvimento do sistema devido a insuficiente financiamento ou falta de pessoal qualificado.
- De operação – Incluem-se os indicadores relacionados com a destruição intencional por terceiros, de origem humana, e também avarias que advêm da normal operação do sistema ou que sejam causadas pela ação da natureza.

1.6. Síntese conclusiva

A vigilância dos espaços marítimos nacionais faz parte do processo inerente ao CSM e é uma das missões que advêm da documentação estruturante da defesa nacional. Um sistema de vigilância marítima é um “sistema de sistemas”, com requisitos especiais, que processa um conjunto diversificado de informação, ligado a sistemas de outras entidades nacionais e internacionais, especialmente concebido para o conhecimento do espaço marítimo e apoio na orientação e coordenação dos meios operacionais.

Neste capítulo foi desenvolvido o modelo de análise, cujo processo assenta na metodologia BOCR, com elementos caracterizadores (variáveis e indicadores) que decorrem do enquadramento concetual, do enquadramento estratégico no contexto da defesa nacional, dos requisitos funcionais e de uma abordagem integrada à vigilância marítima.



2. Vigilância dos espaços marítimos nacionais

2.1. Caracterização espacial e económica dos espaços marítimos nacionais

Os interesses nacionais e as responsabilidades internacionais assumidas por Portugal na vigilância marítima abrangem uma enorme extensão geográfica: águas interiores marítimas (no interior das linhas de base reta), mar territorial, ZEE, plataforma continental e zona de responsabilidade SAR (*Search and Rescue*), constituindo-se como um país com uma zona marítima entre as maiores a nível mundial. Os espaços marítimos nacionais ocupam uma área superior a 1,7 milhões de km², correspondente a quase 19 vezes a área terrestre (apêndice C).

As atividades da economia do mar, em 2013, correspondem a 3.1 % da produção e 3.6% do emprego nacional, apresentando uma tendência de crescimento. As atividades que mais contribuíram para aquele vetor da economia são por ordem decrescente (Santos, 2018):

1. Turismo, recreio, desporto e cultura: 35.5%;
2. Pesca, aquacultura e transformação: 25.7%;
3. Serviços marítimos: 15.8%;
4. Portos, transporte e logística: 14.5%;
5. Equipamentos marítimos: 3.4%;
6. Construção, manutenção e reparação naval: 2.5%.

Portugal tem uma posição geográfica específica de articulação intercontinental, por onde cruzam algumas das principais rotas marítimas mundiais, (apêndice D). A Associação Sistema Terrestre Sustentável (ZERO), através da análise do tráfego marítimo proporcionada por dados disponíveis na internet (Marinetraffic.com, 2017) quantificou o número de navios que passam na ZEE de Portugal Continental no trajeto Norte – Mediterrâneo ou vice-versa. Estima-se que, por dia, são aproximadamente 110 navios de carga, 30 navios-tanque (petroleiros) e 2 grandes navios de cruzeiro (ZERO, 2017). Os seguintes indicadores salientam a dependência marítima de Portugal e a necessidade de atuação no Mar, garantindo o seu uso adequado (Marinha, 2017):

- Aproximadamente 60% das trocas comerciais com o exterior processam-se por via marítima;
- Cerca de 70% das importações chegam por mar, incluindo a totalidade do petróleo e cerca de 2/3 do gás natural;
- Cerca de 90% dos turistas que nos visitam procuram a faixa costeira e atividades de lazer de âmbito marítimo;



- Elevada percentagem do tráfego cibernético intercontinental (tanto de voz como de dados) é transportado de Portugal por cabos submarinos.

2.2. Níveis de conhecimento situacional

A necessidade de gerar CSM consubstancia uma caracterização específica consoante os domínios de interesse, sendo mais exigente nas áreas marítimas próximas da costa, nas águas territoriais ou em pontos focais, e menos em áreas oceânicas remotas.

Quadro 4 – Espaços marítimos e domínios de interesse

Domínio jurisdicional	Domínio SAR	Áreas de interesse específico
Águas Interiores	Áreas balneares e locais de desembarque	Reservas naturais, áreas protegidas e zonas onde podem ser efetuados desembarques
Mar Territorial (12 mn)	Área de navegação local (emb. boca aberta, 6 mn)	Esquemas de separação e corredores de tráfego.
Zona Contígua (das 12 às 24 mn)	Área de navegação local (30 mn).	Bancos Gorringe e D. João de Castro, montes submarinos cujos picos ficam a menos de 200 m, o <i>fried egg</i> (70 mn a sul do Faial) e outros que possam ser de especial interesse.
ZEE (200 mn)	Área navegação costeira (200 mn)	
Limite exterior da Plat. Continental e mar aberto	Área SAR nacional	Áreas de interesse conjuntural e de operações fora de área.

Fonte: Adaptado de EMA (2012, p. 4.7)

O EMA (2012, p. 4.8) definiu níveis de conhecimento padrão, numa ótica de *continuum* do Mar e de gestão do esforço de vigilância, tendo por base a intensidade das ocorrências e das necessidades de atuação:

- Nível 1 – “ocorre em áreas de tráfego mais intenso, onde deve ser assegurado um profundo conhecimento sobre todas as atividades e ocorrências, de modo a maximizar a prontidão da resposta e a capacidade de intervenção. Requer uma cobertura permanente e a utilização de uma multiplicidade de sistemas numa ótica de complementaridade e de redundância”.
- Nível 2 – “onde a importância das ocorrências com impacto direto no nível anterior, se traduzirão na necessidade de uma reação célere, logo numa grande capacidade C2 sobre alertas automáticos. Requer uma cobertura continuada e complementar à do nível anterior com a utilização de sistemas focalizados na origem das ocorrências”.
- Nível 3 – “os sistemas a empregar requerem uma coordenação a um nível superior e uma capacidade de análise através de centros dedicados (relativamente a padrões comportamentais e ao seu impacto nas tarefas próprias) de modo a possibilitar a



geração de alertas acionáveis ao nível operacional. A cobertura será tão frequente quanto necessário sendo a partilha de informação com outras agências essencial.”

- Nível 4 – “corresponde aos limites exteriores das áreas de menor intensidade de ocorrências, que se poderá estender a todo o espaço estratégico de interesse nacional conjuntural em função de requisitos de informação específicos em períodos temporais determinados, onde a capacidade de análise, tal como referida para o nível 3, é especialmente útil no apoio ao processo de decisão de nível estratégico. A cobertura assentará num conceito de vigilância por rotinas de amostragem.”
- Nível 5 – “aplicável para missões fora de área, que deverá ser ajustado aos requisitos operacionais da missão.”

2.3. Ameaças e riscos

O conceito de ameaça “refere-se essencialmente aos recursos de um adversário para realizar uma ação hostil”, enquanto que risco se refere a “(...) um dano que podemos sofrer, uma situação ou cenário que procuraremos tentar minimizar por preparação antecipada. (...) se existe uma ameaça, mas não temos qualquer vulnerabilidade que possa ser atingida, então, em teoria, não haverá risco. Os riscos, no entanto, também existem independentemente de haver ou não uma ameaça subjacente. É o caso, por exemplo, dos chamados riscos ambientais. É quase exclusivamente sob esta interpretação que o atual conceito estratégico se refere a riscos.” (Rodrigues, 2013). Ou seja, o risco resulta do potencial dano ou destruição de bens ou interesses em resultado da combinação das ameaças com as vulnerabilidades existentes, representado pela seguinte expressão:

$$\text{Risco} = \text{Ameaça} * \text{Vulnerabilidade}$$

O CEM identifica um conjunto de vulnerabilidades e preocupações que o País tem de considerar, salientando-se as de natureza geoestratégica, que são relevantes para o tema deste trabalho (CSDN, 2014, p. 7):

- “A descontinuidade territorial, que, se por um lado confere uma maior profundidade estratégica ao País, por outro, implica a presença e, se necessário, a defesa, para garantir a livre circulação no espaço interterritorial e o abastecimento das regiões periféricas, o que obriga à dispersão de forças, bem como a aptidão para as reforçar e um esforço continuado de vigilância, controlo e intervenção nesse espaço”;
- “A dependência do exterior em matéria de recursos energéticos e alimentares que impõe que, através da projeção de força além-fronteiras, se contribua ativamente para o esforço internacional de combate às ameaças que impedem a livre circulação



de pessoas e bens, o que, num contexto de carência noutras áreas com muita visibilidade social, pode alienar a opinião pública e, com ela, o apoio político a essas operações”;

- “A proximidade a regiões com tendências fragmentárias ou com forte instabilidade política, social e demográfica, que pode colocar o País perante situações de significativa dimensão humanitária, social ou securitária”.

Das ameaças à segurança nacional, consideradas no CEM (CSDN, 2014), foram deduzidas as que impliquem vigilância e controlo dos espaços marítimos nacionais:

- Ameaças tradicionais clássicas, de cariz militar, às fronteiras de segurança;
- Pirataria marítima e ações de terrorismo, provenientes do mar, em portos ou infraestruturas costeiras de elevado valor estratégico e de impacto social;
- Movimentos descontrolados de refugiados e fluxos migratórios em direção a regiões mais desenvolvidas;
- Eventuais bloqueios nas rotas marítimas usadas para o aprovisionamento de recursos vitais;
- Depredação ou exploração não autorizada dos recursos marinhos e do subsolo;
- Ameaças à segurança e ao bem-estar das populações, a partir de ações de:
 - Crime organizado;
 - Imigração ilegal;
 - Poluição, seja por ação deliberada ou de origem natural.

Relativamente aos riscos resultantes de causas naturais ou da atividade humana no mar, que podem advir ou ocorrer nos espaços marítimos nacionais, são os seguintes:

- Situações ambientais extremas, resultantes de fenômenos naturais;
- Catástrofes naturais;
- Naufrágios e incidentes/acidentes marítimos ou aéreos.

Esta tipologia complexa de ameaças e riscos à segurança nacional, pode gerar conflitos e está em permanente mudança e evolução. Os submarinos estão entre as armas que mais facilmente podem concretizar ameaças de cariz militar, pelo seu alcance e dificuldade na deteção. Atualmente existem 40 países que operam cerca de 400 submarinos, dos quais se estima que 75% sejam plataformas modernas (GlobalSecurity.org, 2017). A atividade de submarinos da Rússia no Atlântico tem vindo a aumentar, principalmente na vizinhança das linhas de cabos de comunicação que ligam a Europa aos Estados Unidos da América (EUA). Estes cabos de comunicação são uma infraestrutura de vital importância para a economia

mundial e os interesses da NATO, que deve ser protegida, estando em curso o reforço das capacidades de deteção e de guerra anti-submarina para o Atlântico (Birnbbaum, 2017).



Figura 4 – Esquadras de submarinos da Rússia.

Fonte: Defense Intelligence Agency, Teleogeography (Birnbbaum, 2017)

2.4. Entidades nacionais

Diversas entidades nacionais operam sistemas de vigilância e dispõem de meios operacionais para o exercício das funções fundamentais de defesa militar e de segurança e autoridade do Estado no mar. A Marinha assegura as funções típicas de uma Armada e as de uma Guarda Costeira, cujo comandante é simultaneamente a Autoridade Marítima Nacional (AMN) (PCM, 2002). A FA assegura as funções militares no domínio aéreo e as de policiamento aéreo, cujo comandante é simultaneamente a Autoridade Aeronáutica Nacional (AAN) (AR, 2013).

A capacidade de vigilância marítima da Marinha está centrada no COMNAV, no Centro de Operações (COMAR), que tem por função adquirir, processar e disseminar informação de CSM necessária para o planeamento, comando e controlo das operações navais nos espaços marítimos nacionais e onde o interesse nacional o exigir, em articulação com os outros centros operacionais nacionais e internacionais e com outras entidades do Estado com competências específicas neste domínio.

A capacidade de vigilância marítima da FA está centrada no CA, onde se inclui o Centro de Reconhecimento, Vigilância e Informações. O Comandante Aéreo é o responsável pela direção e controlo das atividades desenvolvidas pelo Serviço de Policiamento Aéreo (SPA). Para assegurar o cumprimento das competências do SPA, o CA



tem competência para determinar medidas, entre as quais se inclui, o reconhecimento e vigilância de aeronaves e navios (AR, 2013).

A Guarda Nacional Republicana (GNR), através da Unidade de Controlo Costeiro, tem competências específicas de vigilância em toda a costa e mar territorial, competindo-lhe ainda gerir e operar o Sistema Integrado de Vigilância, Comando e Controlo (SIVICC), em funcionamento desde 2013. Este sistema é composto por um conjunto de postos de observação fixos e móveis, distribuídos ao longo da orla marítima (GNR, 2015).

A Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos (DGRM) opera e coordena os serviços e sistemas de monitorização e controlo do tráfego marítimo e exerce funções de Autoridade Nacional de Controlo de Tráfego Marítimo, coordenando o Sistema Nacional de Controlo de Tráfego Marítimo (PCM, 2009). A DGRM é a autoridade responsável pelo sistema VTS costeiro e pela partilha, com a rede europeia, de informação relacionada com a segurança, proteção e vigilância marítima. A par do VTS costeiro, a DGRM tem também um papel importante na infraestrutura dos VTS portuários, bem como de partilha de dados com o SIVICC.

O Centro Nacional Coordenador Marítimo, criado em 2007, visa agilizar os procedimentos de articulação entre os órgãos e serviços entre as entidades com responsabilidades nos espaços marítimos nacionais (MDN, 2007). O dispositivo naval, o alcance dos meios aéreos de patrulhamento da FA e a localização das estações de vigilância marítima operados pelas diversas entidades constam no apêndice E.

2.5. Organizações internacionais

2.5.1. União Europeia

A vigilância marítima integrada constitui um dos instrumentos de gestão da política marítima da UE, que teve início em 2009 com o projeto BlueMassMed (*Blue Maritime Surveillance System on the Mediterranean*), com o objetivo da integração da vigilância marítima, envolvendo a área do mediterrâneo e as aproximações atlânticas, e constituiu um importante passo para a implementação do *Common Information Sharing Environment* (CISE) (Comissão Europeia, 2010).

O CISE resultou da necessidade de melhorar o CSM necessário para a atividade das autoridades e organizações dos Estados-membros da UE, num conceito de partilha de informação no domínio marítimo, que tem vindo a ser desenvolvido desde 2008. As autoridades dos Estados-membros desempenham tarefas operacionais de vigilância, cuja missão é garantir a segurança e a proteção dos espaços marítimos da respetiva responsabilidade. Tais tarefas exigem competências e recursos específicos em vários



domínios: defesa, alfândegas, controlo das fronteiras, imposição da lei, controlo das pescas, proteção do meio marinho e resposta a casos de poluição dos mares e proteção e segurança do transporte marítimo.

A implementação do CISE, em Portugal, está a ser concretizada, desde 2014, através do projeto do Nó Nacional de Integração e Partilha de Informação sobre o Mar (NIPIM@R), no quadro do Plano de Ação Estratégica Nacional para o Mar 2013-2020 (Plano Mar-Portugal) (DGPM, 2016). O objetivo consiste em permitir o acesso, a informação relevante, em tempo útil, de boa qualidade e de rigor, através de mecanismos automáticos de partilha.

Esta abordagem visa tornar a vigilância marítima mais acessível e coerente entre todos os intervenientes dos diversos países europeus, desviando o enfoque da vertente de recolha de dados para a aquisição de conhecimento. Neste contexto, têm vindo a ser desenvolvidas iniciativas, que visam a implementação do CISE, as quais envolveram a participação dos seguintes projetos (Velooso, 2015):

- BlueMassMed: este projeto piloto decorreu entre 2009 e 2012, tendo sido cofinanciado pela Comissão Europeia, Espanha, França, Grécia, Itália, Malta e Portugal, cujo esforço incidiu na integração da vigilância marítima no Mediterrâneo e aproximações atlânticas, envolvendo 39 entidades destes países. Tinha como principais objetivos aumentar a interoperabilidade dos atuais sistemas de controlo e localização integrada e avaliar a capacidade dos parceiros do projeto na partilha de informação de vigilância associada as diversas áreas de intervenção dos estados costeiros, nomeadamente, à segurança marítima, controlo fronteiriço e poluição marinha;
- CoopP – o *Cooperation Project*, decorreu de 2012 a 2014, tendo como objetivos a identificação de casos de uso relacionados com os sistemas de informação de interesse e o seu enquadramento legal. Visava também a definição dos formatos dos dados e a respetiva semântica a adotar para facilitar o acesso entre organismos da UE envolvidos na vigilância marítima;
- MARSUNO - Trata-se de um projeto piloto, que decorreu de 2010 a 2012, para a vigilância marítima das bacias oceânicas do norte da Europa, no qual Portugal não participou.

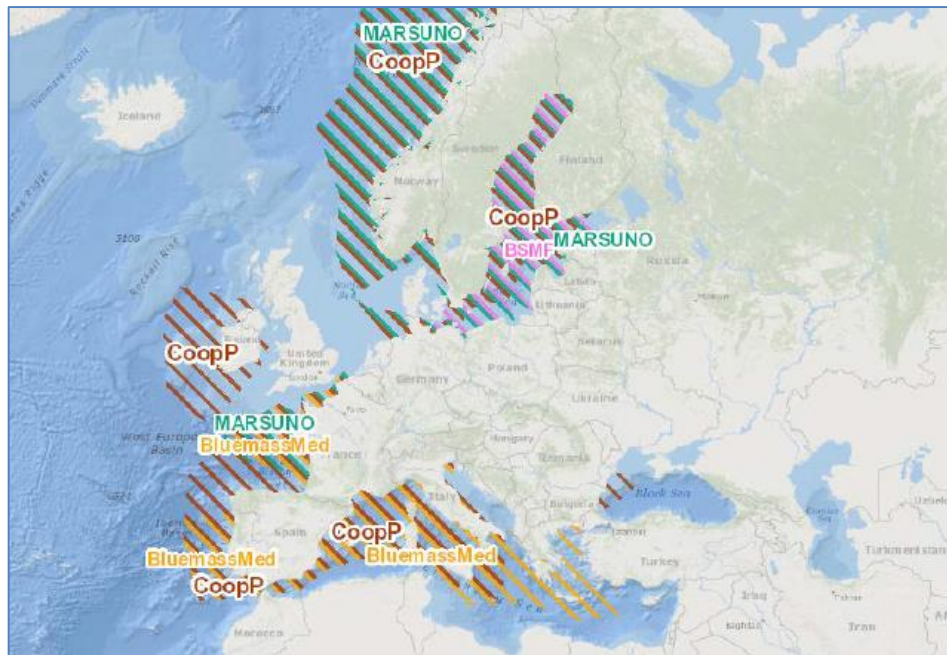


Figura 5 – Projetos europeus de vigilância marítima integrada.

Fonte: (Comissão Europeia, 2018)

Desde o final de 2014, decorre o projeto EUCISE2020 com a participação de quinze países e duração prevista de 33 meses. Este projeto teve a sua base na Estratégia Europeia de Segurança Marítima (Conselho da UE, 2014) e pretende ser o primeiro ensaio no estabelecimento de uma rede de nós de ligação entre os países participantes, contando com a participação de autoridades públicas, civis e militares, para a partilha de dados e serviços no contexto do CISE. Em 2014 ocorreram em Portugal dois eventos denominados CISE *Incubator*, que validaram os conceitos desenvolvidos no projeto BlueMassMed e a infraestrutura tecnológica do CISE. A Marinha esteve envolvida nestes eventos, tendo disponibilizado o panorama marítimo AIS e desenvolvido o protótipo de um sistema utilizador da informação disponibilizada pelo CISE (Velo, 2015, p. 746).

O projeto MARSUR (*Maritime Surveillance*) constitui a vertente do setor da Defesa no ambiente comum de partilha de informação para a vigilância do domínio marítimo da UE e, na perspetiva de desenvolvimento da Estratégia Europeia de Segurança Marítima (Conselho da UE, 2014), constituindo um importante vetor na sua operacionalização, como o sistema de informação marítimo que suportará as ações da UE no âmbito da Política Comum de Segurança e Defesa (UE, 2018). Este projeto teve início em novembro de 2005, quando os Ministros da Defesa da UE incumbiram a Agência Europeia de Defesa (EDA) de analisar as capacidades de vigilância marítima dos estados-membros e propor opções para colaborações futuras. Este sistema caracteriza-se, fundamentalmente, pela troca diária de informação entre os centros de operações marítimas dos estados participantes, por



intermédio de um sistema automático. Em oposição à arquitetura centralizada do CISE e da NATO, na qual existem entidades específicas que têm a responsabilidade de gerir os sistemas nucleares, no MARSUR a arquitetura do sistema é totalmente descentralizada (EDA, 2017).

2.5.2. NATO

Desde 2000 que existe doutrina CSM desenvolvida pela NATO. Em 2006, após a cimeira da NATO, em Riga, na Letónia, foi introduzido o conceito *Maritime Situational Awareness* (MSA), baseado numa evolução do conceito dos EUA, o *Maritime Domain Awareness* (MDA). Este processo terminou em maio de 2008, com a apresentação do *MSA Concept Development Plan* desenvolvido pela NATO. Este plano tinha como objetivo definir a implementação do MSA através de uma abordagem DOTMLPPII (Doutrina, Organização, Treino, Material, Liderança, Pessoal, Infraestruturas e Interoperabilidade) (Velooso, 2015).

São a seguir indicados alguns sistemas desenvolvidos pela NATO e que são utilizados na vigilância nos espaços marítimos nacionais:

- *Maritime Safety and Security Information System* (MSSIS) é um sistema de MDA dos EUA. O objetivo principal do MSSIS é apoiar a US Navy na compilação de informação sobre navios equipados com AIS. O MSSIS compila dados AIS recolhidos de vários países e dissemina-os em tempo quase real. Deste modo, os países contribuintes alargam o panorama da situação AIS, passando de uma escala a nível nacional para uma escala a nível mundial com custos reduzidos (MSSIS, 2018).
- *Maritime Command and Control Information System* (MCCIS): é um sistema militar de comando, controlo e informação (C2I) desenvolvido e mantido pelos membros da NATO. O sistema processa várias fontes de informação fornecendo aos utilizadores a capacidade de manipular os dados com finalidade estratégica e tática. Este sistema é utilizado para a MSA e a *Common Operational Picture* da NATO (MCCIS, 2009).
- *Maritime Command and Control Information Services* (TRITON): é um sistema que está a ser desenvolvido pela NATO, que irá substituir o MCCIS, com um conjunto de funcionalidade adicionais e melhorias na MSA, C2I, interoperabilidade, planeamento de operações, gestão do espaço submarino, análise do tráfego marítimo civil (Saridogan, 2017).

2.6. Sistemas de informação e de vigilância marítima

O sistema de informação de suporte às operações marítimas, atualmente em uso pela Marinha/AMN, o OVERSEE, compila, integra e permite acesso, à informação relevante proveniente de várias fontes de informação (Critical Software, 2018). A gestão na partilha de informação baseia-se numa *Service-Oriented Architecture* (SOA), definida e implementada pela Marinha, que desenvolveu um conjunto de componentes intermediários a que denominou *Collaborative System for Maritime Operations Support* (COSMOS). Esta arquitetura permite mediar, concentrar e distribuir a informação entre os vários fornecedores e consumidores e incorpora os mecanismos de segurança e de ligação a fontes externas. Através do COSMOS, todos os sistemas da Marinha que tenham necessidade de aceder a fontes de informação internas e externas têm apenas que se ligar a este serviço, permitindo a reutilização de informação para outros sistemas para além do OVERSEE (Veloso, 2015, p. 754).

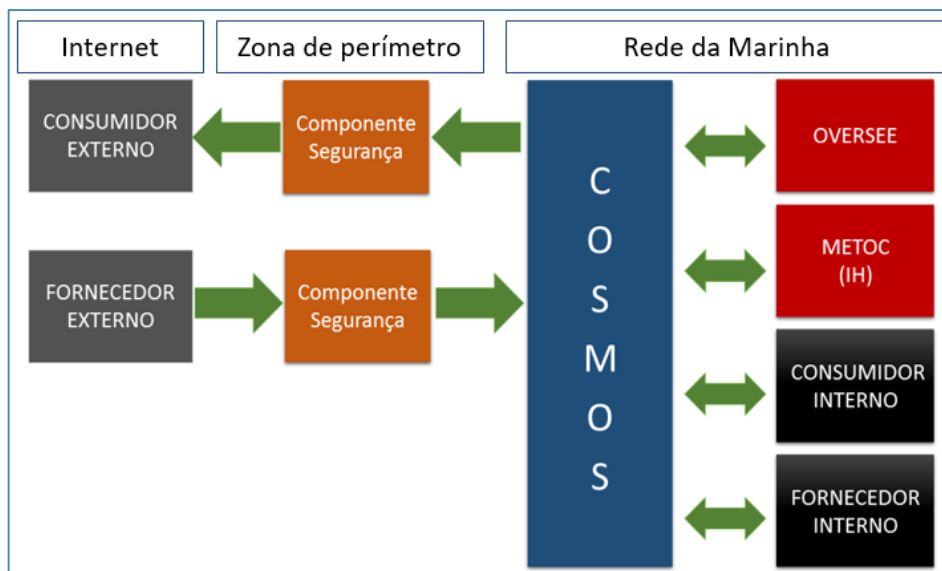


Figura 6 – Arquitetura SOA do sistema de vigilância marítima da Marinha

Fonte: (Veloso, 2015, p. 754)

O OVERSEE foi dividido em três grandes módulos: SAR, Fiscalização e Monitorização Ambiental e está integrado com as seguintes fontes de dados georreferenciados (apêndice F):

- *Automatic Identification System* (AIS);
- *Global Maritime Distress and Safety System* (GMDSS);
- Informação Meteorológica e oceanográfica (METOC);
- *Vessel Monitoring System* (VMS) do sistema de monitorização das pescas (MONICAP);



- *Virtual Regional Maritime Traffic Centre (VRMTC)*.

Ainda a aguardar de integração no OVERSEE, enumeram-se as seguintes fontes de informação (apêndice F):

- Informação da AMN do Sistema Integrado de Informação da Autoridade Marítima (SIAM), Módulo de Gestão dos Meios (MGM) e Costa Segura;
- Base de dados de navios da Lloyds;
- Dados radar do SIVICC;
- *Long Range Identification and Tracking (LRIT)*;
- Ligação ao Nipim@r com acesso a informação da Bases de Dados Nacional de Navegação Marítima (BDNNM) e do VTS.
- Informação do MARSUR.

O OVERSEE também não integra informação do MCCIS, que faz parte de uma rede militar classificada.

2.7. Vulnerabilidades dos sistemas de vigilância marítima

A identificação dos riscos implica uma prévia avaliação das vulnerabilidades. (Rodrigues, 2013, p. 2) “(Um risco é mais difícil de quantificar, mas pode avaliar-se, recorrendo a metodologias apropriadas (...) em duas vertentes: quanto à probabilidade de ocorrer e quanto aos danos que pode provocar. (...) um risco é onde uma ameaça e as nossas vulnerabilidades se sobrepõem” (Rodrigues, 2013, p. 2).

A identificação das vulnerabilidades deve ter por base a análise aos fatores característicos da coerência da composição e da interdependência dos sistemas. Desta análise podem ser definidas medidas para eliminar as vulnerabilidades (pontos fracos que precisam de ser corrigidos) e reforçar as potencialidades (pontos fortes a serem explorados mais intensamente), de forma a permitir um melhor rendimento das capacidades.

Decorrente da análise das capacidades dos sistemas de informação e vigilância dos espaços marítimos nacionais, identifica-se no quadro seguinte, um conjunto de vulnerabilidades, as quais, associadas às ameaças à segurança nacional, constituem fatores de risco.



Quadro 5 – Vulnerabilidades dos sistemas de vigilância dos espaços marítimos nacionais

Vulnerabilidades	Ameaças à segurança nacional
O alcance das estações costeiras, equipadas com radares e sensores eletro-óticos, está limitado à orla costeira numa distância à linha do horizonte. Além disso o radar pode não ser suficiente para detetar pequenas embarcações.	Ameaças de cariz militar às fronteiras de segurança; Pirataria marítima e ações de terrorismo; Movimentos descontrolados de refugiados; Eventuais bloqueios de rotas marítimas; Depredação de recursos marinhos; Poluição por ação deliberada;
O sistema de vigilância permanente, depende, em grande medida, da disponibilidade de sinal de AIS, o qual pode ser desligado ou mistificado, no caso de um navio que pretenda passar despercebido.	
Não existe capacidade de vigilância permanente do meio submerso.	
A capacidade de deteção de um navio que pretenda passar despercebido, depende de ações de patrulha por meios aéreos ou navais, as quais são muito reduzidas no espaço e tempo face à dimensão dos espaços marítimos nacionais.	

2.8. Síntese conclusiva

Neste capítulo procedeu-se à caracterização espacial e económica dos espaços marítimos nacionais e foram descritos os níveis de CSM definidos pelo EMA (2012) em função dos vários domínios de interesse. Com base no CEM foram identificadas ameaças, cuja mitigação implica uma adequada vigilância dos espaços marítimos.

Ao nível nacional existem diversas entidades com responsabilidades de vigilância e controlo no espaço marítimo e que operam os respetivos sistemas de informação e vigilância: Marinha/AMN, FA/AAN, GNR, DGRM. A nível internacional, foram descritos sistemas e projetos no âmbito da vigilância marítima integrada da NATO e da UE.

O OVERSEE é o sistema vigilância marítima utilizado pela Marinha, que integra e processa informação de outros sistemas de entidades nacionais e internacionais, numa arquitetura flexível que permite incorporar dados de novas fontes. Atualmente, depende de estações costeiras de alcance radar limitado, do AIS e não dispõe de qualquer capacidade para a vigilância do meio submerso.

Em resumo, foram analisados os sistemas que contribuem para a vigilância dos espaços marítimos nacionais (OE1) e identificadas vulnerabilidades na vigilância e controlo dos espaços marítimos nacionais (OE2).



3. Vigilância acústica

A vigilância acústica visa detetar e identificar a origem dos sons que se propagam na meio aquático provenientes da atividade humana (tais como navios e submarinos em imersão), biologia marinha, agitação marítima ou fenómenos geofísicos. No planeamento da edificação de um sistema de vigilância acústica importa conhecer a tecnologia disponível ao nível dos sensores acústicos, das plataformas e a forma como operam, tirando partido das propriedades acústicas do oceano.

3.1. O Sonar

O Sonar (*Sound navigation and ranging*) é um equipamento acústico que permite a deteção de objetos submersos, constituindo a única forma que permite “ver” na água. Foi pela primeira vez utilizado durante a 1ª guerra mundial, como meio de deteção de submarinos, tendo tido um grande desenvolvimento tecnológico. O princípio de funcionamento baseia-se na receção de sinais acústicos emitidos ou refletidos por objetos. Os sistemas sonar podem ser classificados em três categorias: passivo, ativo, ou de comunicação acústica. O sonar passivo consiste num recetor que capta o ruído produzido por um objeto. O sonar ativo usa uma fonte que emite sinais acústicos que se propagam, são refletidos por um objeto e recebidos pelo sonar.

Os navios combatentes incluem um sonar incorporado para a guerra anti-submarina. Os transdutores de sonares ativos, instalados no casco, que transmitem e recebem os sinais acústicos, têm a capacidade de direcionar o sinal, tanto em azimute, como em elevação. Um sonar de casco apresenta, no entanto, duas desvantagens: está junto ao navio, que se constitui como uma fonte geradora de ruído, e também por estar junto á superfície, não permitindo explorar as melhores condições de propagação do som, limitando o alcance. Por este motivo, alguns navios estão equipados com um *Variable Depth Sonar* (VDS), que pode ser arriado abaixo da camada de superfície, afastado do ruído gerado pelo navio e a uma profundidade que permite retirar vantagem das condições de propagação, chegando a alcances de 30 mn (Friedman, 2017). Para além do sonar de casco e do VDS, existem sonares rebocados e sonoboias, que serão descritos nos próximos subcapítulos.

3.1.1. Sonares rebocados

Um sonar rebocado é composto por uma cadeia de sensores acústicos submarinos, hidrofones. A cadeia de hidrofones é rebocada de forma a afastar da fonte de ruído do rebocador, o que permite melhorar significativamente o desempenho na deteção acústica, quando comparado com os sonares de casco. Além disso o reboque pode ser efetuado a diversas profundidades, de forma a retirar vantagem das propriedades acústicas do oceano,



o que implica conhecer as condições acústicas do meio, para estimar os alcances de detecção e a profundidade ótima de operação.

O *Tactical Towed Array Sonar* (TACTAS) é um sonar passivo rebocado, utilizado pela US Navy na detecção e seguimento de submarinos, composto por uma cadeia de hidrofones rebocada a uma milha do navio (Federation of American Scientists, 1998).

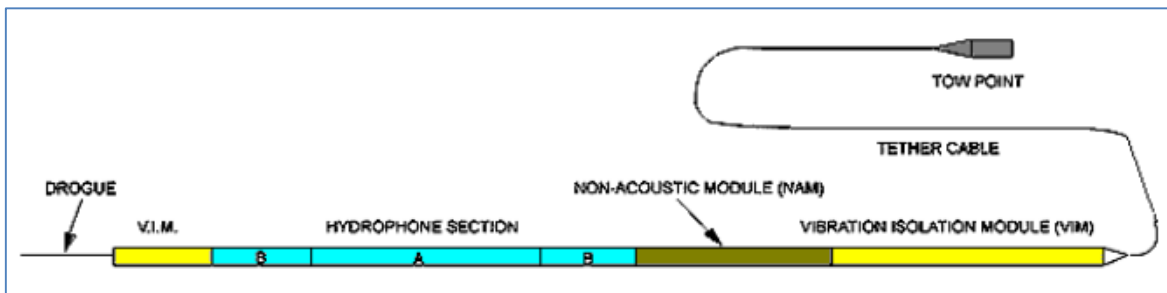


Figura 7 – Sonar rebocado TACTAS.

Fonte: (Federation of American Scientists, 1998)

Como os sonares passivos começaram a não ser adequados para a detecção de submarinos cada vez mais silenciosos, em 2008 foi iniciada a produção de um novo tipo de sonar rebocado para a US Navy, o *Multi-Function Towed Array* (MFTA) AN/SQR-20 (atualmente TB-37U). O MFTA funciona em modo ativo ou passivo e destina-se a substituir o TACTAS, com um melhor desempenho na capacidade de detecção (Defense Industry Daily, 2015)

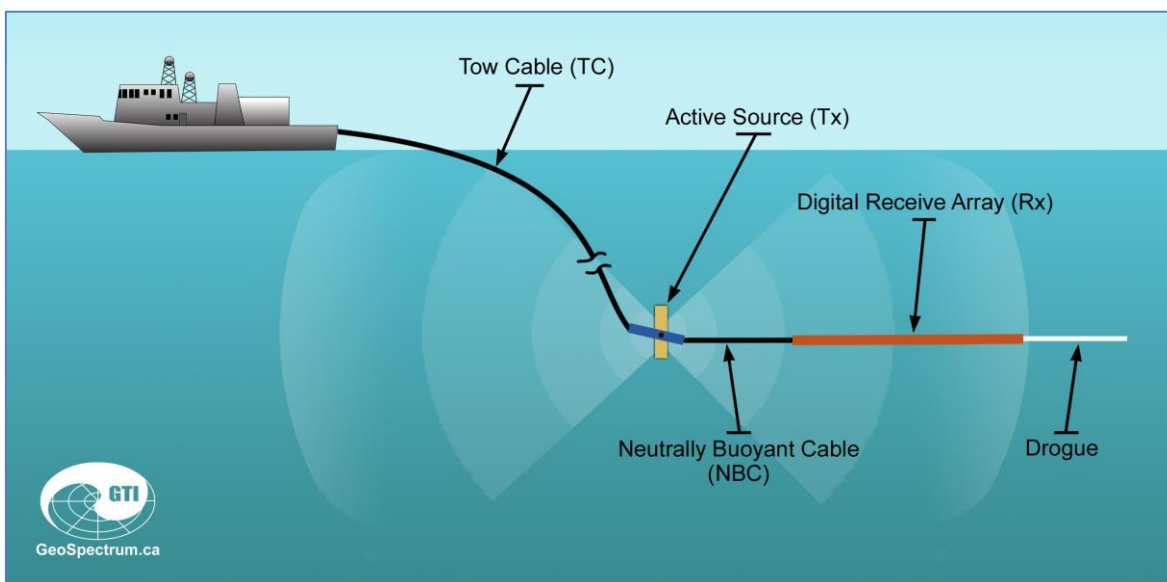


Figura 8 – Sonar rebocado passivo com fonte sonora ativa.

Fonte: (GeoSpectrum Technologies Inc., 2018)

3.1.2. Sonoboias

Uma sonoboia é um sonar “descartável”, usado na detecção de submarinos, que pode ser largado a partir de um meio aéreo ou naval. Foi usada pela primeira vez na 2ª guerra mundial, pelos EUA, em resposta à ameaça crescente e o efeito devastador, nos navios aliados, causado pelos submarinos inimigos. Com os desenvolvimentos tecnológicos e da tática naval, constituiu-se como um equipamento imprescindível na detecção de submarinos, uma vez que permite integrar a vantagem da rapidez e alcance dos meios aéreos com a capacidade de detecção acústica debaixo de água.

Na sua forma mais simples é um equipamento eletrônico compacto, preparado para ser lançado de uma aeronave, composto por um módulo acústico e outro de comunicações com a aeronave. Durante o período da guerra fria assistiu-se a uma enorme evolução desta tecnologia e do seu emprego tático. No início, as sonoboias eram constituídas por um sensor passivo omnidirecional ou direcional de banda larga. Os modelos mais recentes utilizam transdutores de banda estreita, com mais capacidade de detecção de fontes sonoras de baixa intensidade.

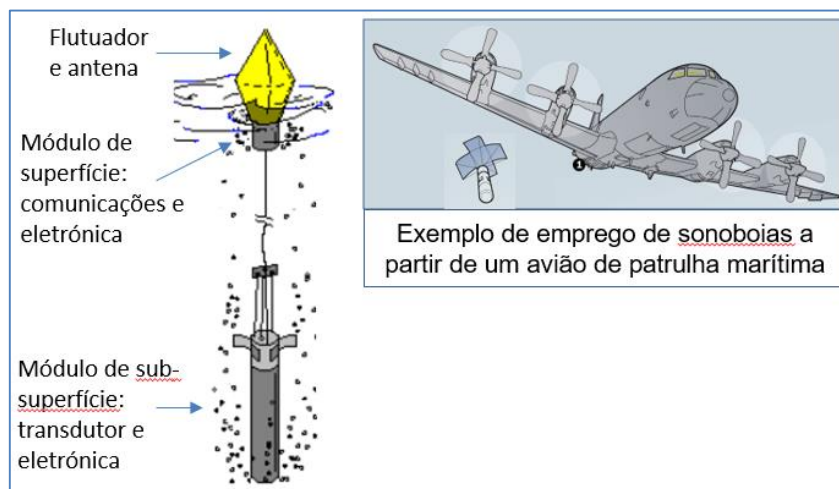


Figura 9 – Princípio de funcionamento e configuração de uma sonoboia.

Fonte: adaptado de (Holler, 2012)

No final da guerra fria, o desenvolvimento da tecnologia permitiu dotar os submarinos com formas, materiais e sistemas de propulsão cada vez mais silenciosos, quase indetetáveis por sistemas acústicos passivos. Um dos modelos mais recentes de sonoboias, o AN/SSQ-101 ADAR (*Advanced Deployable Acoustic Receiver*), desenvolvido em 1990 pelos EUA, é composto por uma cadeia de transdutores com 5 braços e 40 elementos, com capacidade de detecção direcional, através da formação de feixe (*beamforming*).

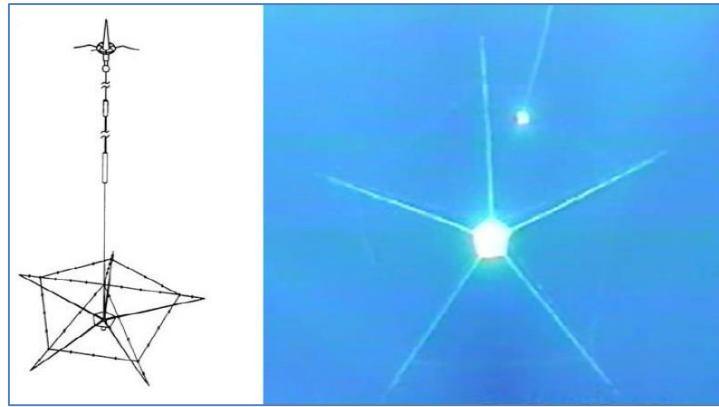


Figura 10 – Sonoboia AN/SSQ 101.

Fonte: (Holler, 2012)

3.2. Plataformas

Os sensores utilizados na vigilância acústica podem operar junto à superfície ou submersos, a partir de plataformas à superfície, sub-superfície e aéreas. Evitando uma descrição exaustiva desnecessária, este trabalho restringe-se às plataformas e sensores da Marinha e da FA, empregues na vigilância acústica dos espaços marítimos nacionais.

3.2.1. Meios aéreos

Nos meios aéreos incluem-se os aviões de patrulha marítima (MPA) e os helicópteros navais. Os MPA operam a partir de bases em terra ou de porta-aviões, com grande autonomia, o que lhes permite um grande raio de ação sobre o mar. Estão equipados para operações de vigilância e patrulhamento, busca e salvamento, guerra anti-submarina e de superfície, com capacidades operacionais imprescindíveis a uma moderna força naval, incluindo meios de deteção acústica. Os helicópteros navais operam como meios orgânicos de unidades navais, permitindo aumentar a capacidade na guerra anti-submarina da plataforma a partir da qual operam.

De especial interesse para este trabalho, o Lockheed P-3 é um MPA turbo-hélice, com quatro motores, ao serviço desde 1960 e que opera em 17 países, incluindo Portugal, na FA. A versão operada pela FA, P3C CUP+, foi modernizada com uma nova configuração de sensores e capacidades, em operação desde 1 de janeiro 2011, tem uma velocidade máxima de 760 km/h e 16 h de autonomia, o que lhe permite um raio de ação de 3830 km (FA, 2018). A capacidade de *Acoustic Intelligence* é garantida por um sistema cuja principal função é a de adquirir e processar o sinal transmitido pelas sonoboias. Para além destes sensores O P3C CUP+ está equipado com sistemas de comunicações que permitem a transmissão da *Maritime Picture* para um centro de decisão e controlo (FA, 2018).

A Marinha opera uma frota de 5 helicópteros Westland Lynx Mk95, adquiridos em 1993. Estes helicópteros têm uma velocidade máxima de 300 km/h e 2 h 10 min de



autonomia. Uma das suas principais missões é a deteção de submarinos, em defesa avançada aos navios. Dispõe de um sonar passivo e ativo, cujo transdutor pode ser arriado até aos 300 m. Estes helicópteros estão a ser modernizados, com novos motores, aviónicos e sensores.

3.2.2. Meios navais

Nos meios navais incluem-se as fragatas, navios de vigilância acústica e submarinos. A Marinha opera as fragatas da classe Vasco da Gama e da classe Bartolomeu Dias, e os submarinos da classe Tridente. Estes meios navais estão equipados com os seguintes sistemas de deteção acústica:

- Fragatas da classe Vasco da Gama:
 - Sonar de médio alcance.
- Fragatas da classe Bartolomeu Dias:
 - Sonar de casco, que pode operar em modo passivo ou ativo (THALES, 2018);
 - *Towed Array Sonar* modelo ANACONDA. Trata-se de um sistema passivo, com 3000 m de cabo, que opera a 1000 m de profundidade e tem um alcance de 150 km (THALES, 2018).
- Submarinos da classe Tridente (Gouveia, 2018):
 - Sonar passivo cilíndrico, de média frequência (deteção e identificação passiva a longa distância) 0.3 a 12 kHz;
 - Sonar de flanco de baixa / média frequência (transição de frequências médias para baixas);
 - Sonar de deteção por métodos passivos, com cálculo de distância de alvos;
 - Sonar rebocado para deteção passiva de ruído próprio;
 - Sonar ativo para determinação da distância ao alvo;
 - Sonar de deteção de minas ativo, a duas frequências.

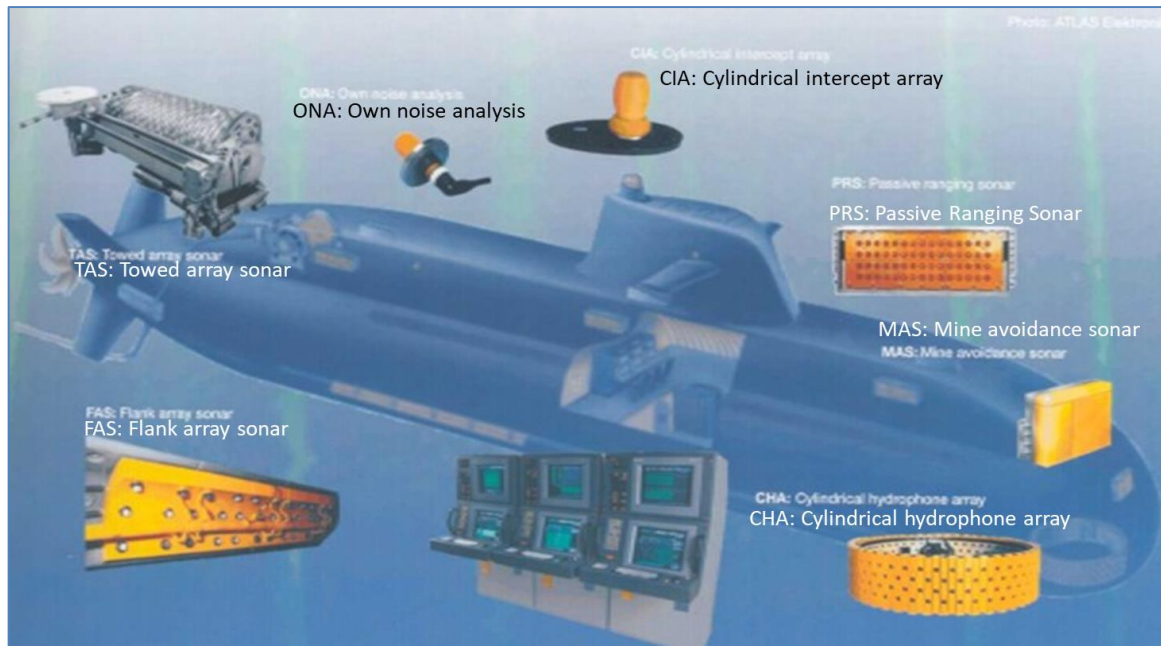


Figura 11 – Sistemas de detecção acústica nos submarinos da classe Tridente.

Fonte: ES (2018)

3.2.3. Veículos autónomos

Com o desenvolvimento da robótica, existem atualmente diversos tipos de veículos autónomos que podem ser utilizados à superfície ou em imersão. A primeira vez que se utilizaram veículos autónomos em operações militares, foi na operação *Iraqi Freedom*, em março de 2003, pela *Royal Navy* e forças australianas, em operações de guerra de minas (Lele, 2009). Tendo como referência os drones aéreos cujo emprego em operações de vigilância é recorrente, podemos assumir que drones submarinos poderão vir a desempenhar um papel muito relevante na vigilância acústica.

A capacidade nacional na utilização de veículos autónomos está limitada a zonas costeiras ou portuárias, de curto alcance. A ES utiliza *Autonomous Underwater Vehicle* (AUV) na execução de levantamentos com sonar lateral e magnetómetro para a deteção de minas em águas pouco profundas (Gouveia, 2018) .

Um *glider* é um AUV que se move pela propulsão gerada por duas asas laterais, a partir do movimento vertical. Podem ser classificados em dois tipos, consoante a forma como é gerado o efeito de propulsão horizontal: *Ocean glider* e *Wave glider*. Estes AUV's têm tido grande atenção por parte da comunidade científica, em aplicações no domínio da oceanografia, com potencial para utilização na vigilância marítima e em ações de *Rapid Environment Assessment*.

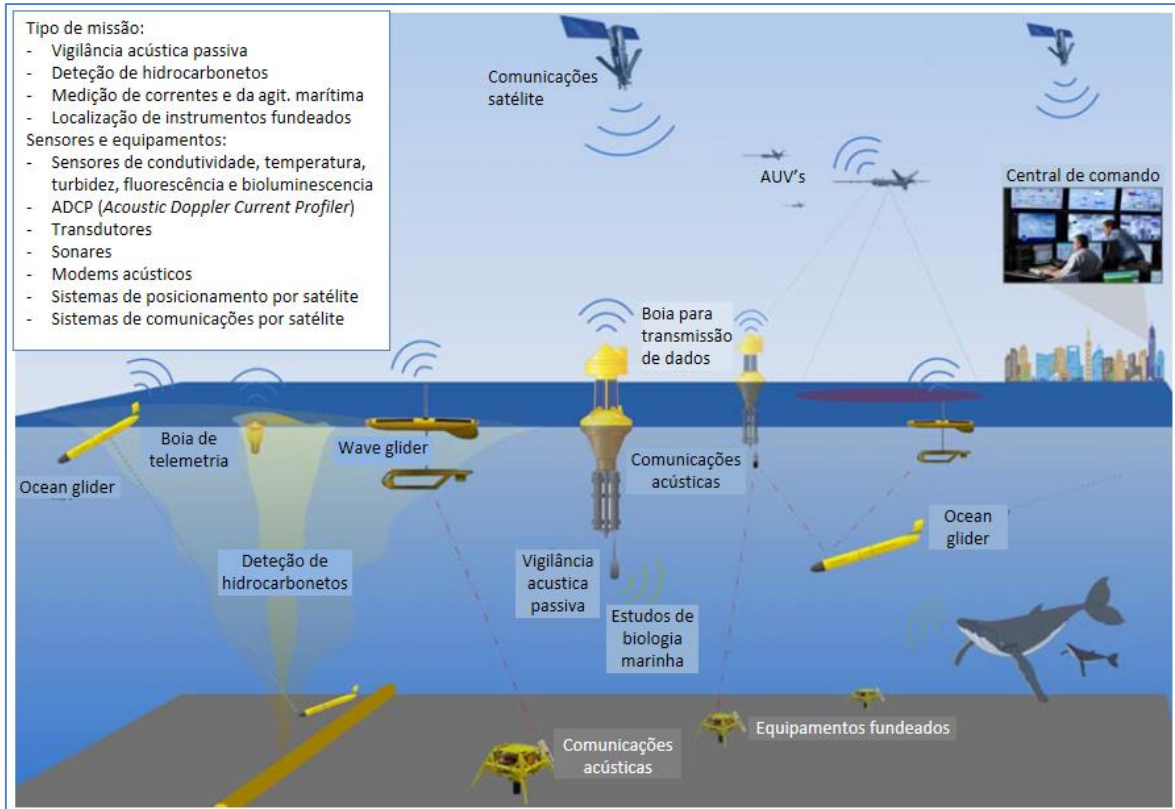


Figura 12 – Representação global de sistemas autônomos de vigilância marítima.

Fonte: adaptado de (Fastwave Communications Pty Ltd, 2015)

3.2.3.1. Ocean gliders

Um *ocean glider*, à medida que sobe ou desce na coluna de água, as asas laterais geram um movimento de progressão horizontal. Durante grande parte da missão permanece submerso, a adquirir dados, ao longo de trajetórias em forma de “W”, de profundidade variável e a uma velocidade relativa de cerca 0.7 a 1 kts. O alcance depende do ângulo de inclinação, que varia entre 2 a 4 graus. Existem modelos com alcance de milhares de mn e autonomia para centenas de dias. Quando chega à superfície, são estabelecidas comunicações via satélite, com uma estação em terra ou um navio, e é transmitida a informação guardada na memória interna. As baterias podem então ser carregadas e o perfil de missão atualizado. As dimensões variam entre um a três metros e o peso é da ordem dos 50 a 100 kg (Rudnick, et al., 2004).

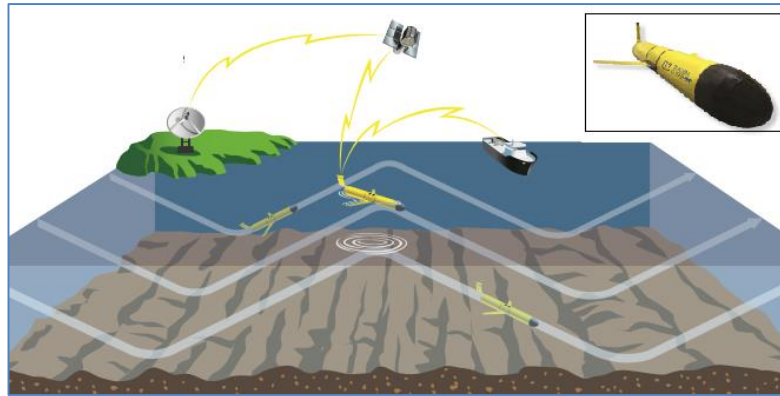


Figura 13 – Princípio de funcionamento de um glider.

Fonte: (Teledyne, 2018)

3.2.3.2. Wave gliders

Um *wave glider* move-se pela energia das ondas e, em alguns casos, também pela energia solar. Existem diversos modelos, com diferentes capacidades. A configuração geral de um *wave glider*, é constituída por uma plataforma flutuante, que recebe a força de propulsão de um *glider* submerso. A propulsão resulta do movimento ascendente/descendente gerado pelas ondas na plataforma flutuante. Através da ação deste movimento vertical, nas asas do *glider* submerso, é gerado um movimento de componente horizontal de 1 a 2 nós. De uma forma geral pode operar durante meses seguidos e em condições de mar adversas, percorrendo milhares de milhas, ou permanecendo em estação, consoante o perfil de missão. A dimensão varia entre 5 a 10 metros, um peso total entre 100 a 200 kg dependente dos equipamentos instalados. Existem exemplos de aplicação na área da defesa, na vigilância marítima e na oceanografia. O veículo de superfície pode transportar um vasto conjunto de sensores e equipamentos de comunicações. O veículo submerso também pode transportar ou rebocar sensores (Liquid Robotics, 2018).

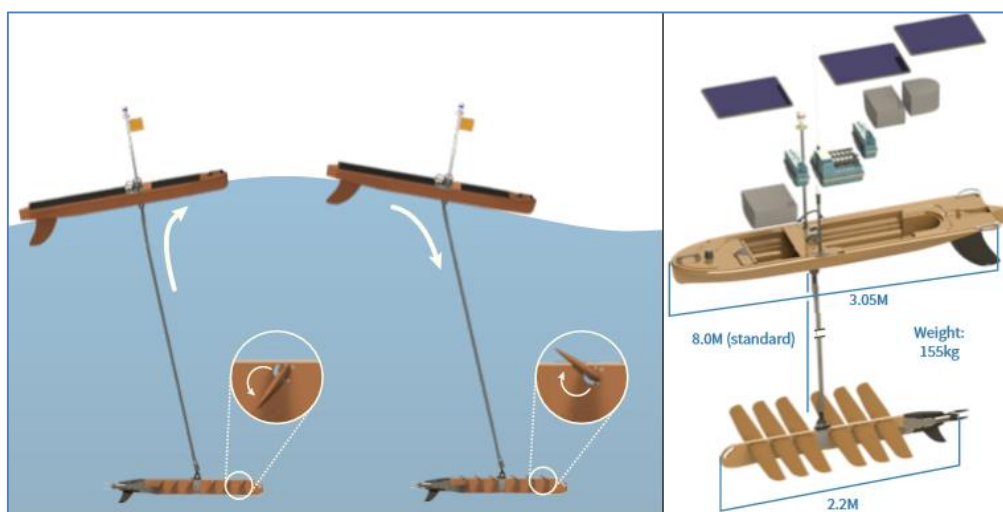


Figura 14 – Princípio de funcionamento e configuração de um *wave glider*.

Fonte: (Liquid Robotics, 2018)

3.2.4. Estações fixas

As estações fixas de sonares podem estar localizadas em estações costeiras ou amarrações ao largo, onde se instalam sensores acústicos e de monitorização ambiental. Ao nível nacional, o IH tem vindo a reforçar as infraestruturas nacionais permanentes vocacionadas para a monitorização do ambiente marinho e de zonas costeiras, bem como da capacidade de realizar a previsão das condições oceanográficas nessas áreas. Salientam-se dois projetos que contribuem para o desenvolvimento de capacidades no domínio da vigilância marítima: os projetos MONIZEE (Sistema de Monitorização Ambiental da ZEE Portuguesa), e o SUB-ECO (Edificação de um sistema de vigilância acústica submarina).

O projeto MONIZEE faz parte do esforço europeu para construção de uma capacidade de observação e previsão meteo-oceanográfica do Atlântico Norte, quer através da sua inserção em observatórios europeus (caso da Infraestrutura Comum Europeia de Investigação para os Observatórios Costeiros – JERICO) quer através do apoio declarado de entidades internacionais como o EuroGOOS (Associação europeia para a constituição de uma capacidade global de oceanografia operacional). O projeto MONIZEE dispõe de uma rede de boias fundeadas ao largo (com boias multiparamétricas, que monitorizam a coluna de água e a atmosfera, e boias ondógrafo que medem a agitação marítima) e em terra (marégrafos e radares de medição da agitação marítima e correntes) (IH, 2018).

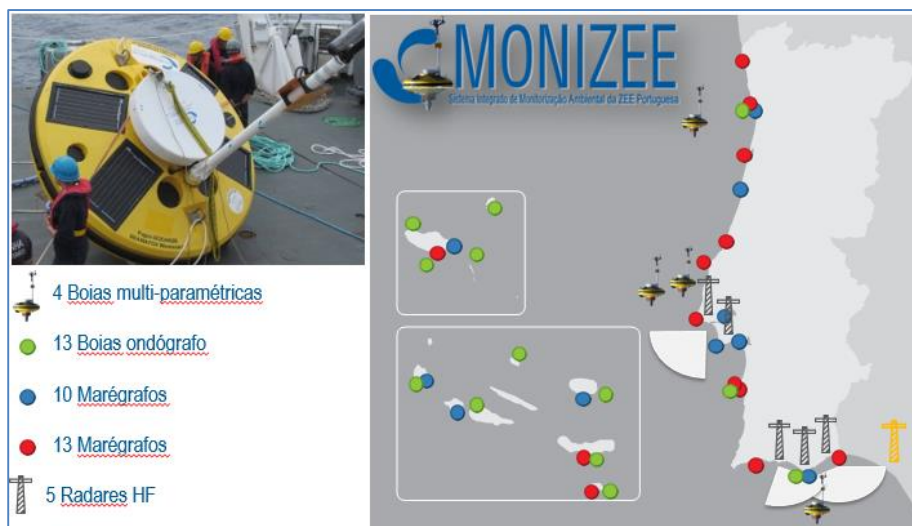


Figura 15 – Monitorização ambiental da ZEE portuguesa

Fonte: adaptado de IH (2018).

O projeto SUB-ECO visa edificar um sistema nacional de vigilância acústica submarina reforçando a capacidade de vigilância acústica dos espaços marítimos nacionais, agregando parceiros nacionais com competências e capacidades complementares ao nível científico e militar. Sendo coordenado pelo IH, reúne os seguintes parceiros do tecido

científico, tecnológico e empresarial nacional com competências e responsabilidades complementares na matéria (IH, 2014):

- MARSENSING, uma empresa da área da tecnologia de defesa;
- Centro de Investigação Tecnológica do Algarve, da Universidade do Algarve;
- ES;
- Centro de Análise e Gestão de Dados Operacionais da Marinha;
- Esquadra de Patrulhamento Marítimo (Esquadra-601);
- Centro de Informações e Segurança Militares.

A edificação da rede de estações de vigilância acústica irá utilizar as boias multiparamétricas do MONIZEE, após desenvolvimento e validação de um protótipo de plataforma *offshore* de vigilância acústica (IH, 2014).

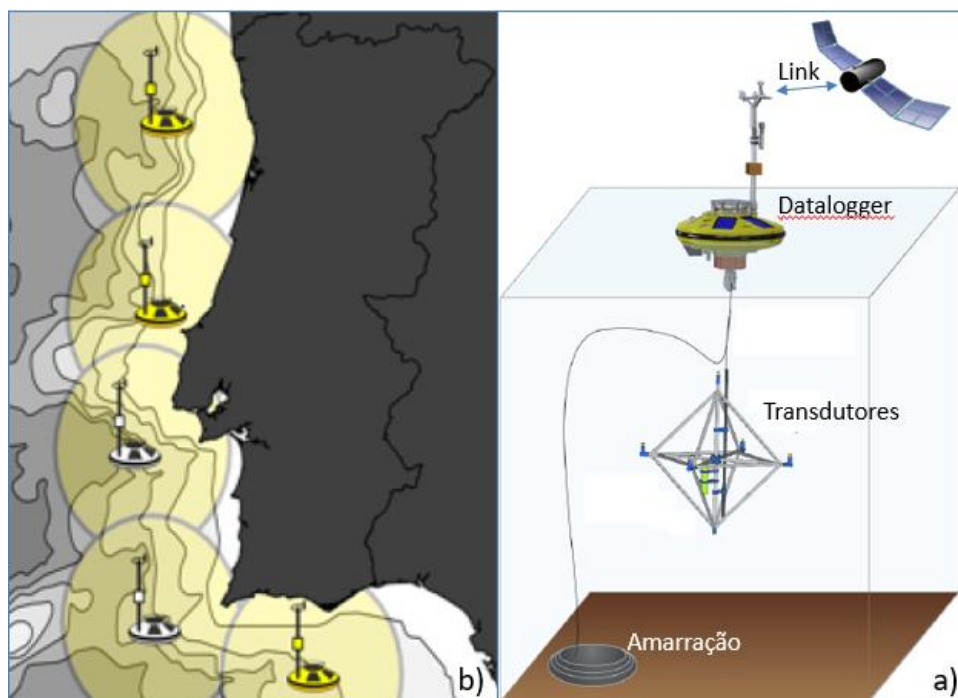


Figura 16 – Projeto SUB-ECO: a) protótipo; b) localização das estações.

Fonte: adaptado de (Zabel & Soares, 2017)

Os primeiros ensaios no mar decorreram ao largo de Lisboa em 2017, sendo considerado pronto para a instalação numa boia. O sensor acústico passivo será composto por um sistema multicanal de geometria em octaedro (1.5 m de abertura), com capacidade de determinação em azimute e elevação e de observação do ruído ambiente. O protótipo incorporará funcionalidades para programação de períodos de aquisição, modos de aquisição (uni-canal ou multicanal) e largura de banda (5, 25 ou 50 kHz). Seguem alguns exemplos de operação (Zabel & Soares, 2017):

- Detecção/localização de contactos: reinício a cada 10 min, com duração de 3 min, multicanal; banda de 5 kHz;
- Monitorização do ruído ambiente: reinício a cada 10 min, com duração de 1 min, uni-canal, banda de 50 kHz.

3.3. O *Sound Surveillance System* (dos EUA)

O *Sound Surveillance System* (SOSUS) consiste numa vasta rede de hidrofones acústicos que utilizam as características do canal SOFAR (*Sound Fixing and Ranging*), para detetar submarinos a grandes distâncias.

O canal SOFAR situa-se entre os 800 e os 1000 metros de profundidade e corresponde a uma zona onde o perfil vertical de velocidade de propagação do som na água atinge um mínimo. Em consequência, as ondas de som de um emissor a essa profundidade ficam “retidas” nesse canal e propagam-se a centenas de milhas, permitindo a detecção de fontes acústicas a grandes distâncias.

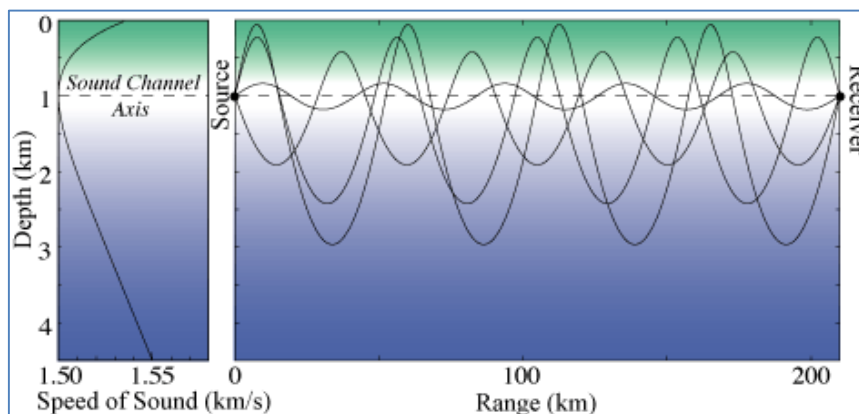


Figura 17 – Esquema representativo da propagação do som no canal SOFAR.

Fonte: adaptado de (Munk, et al., 1995).

O SOSUS foi desenvolvido pelos EUA, no início de 1950, com o objetivo de monitorizar o movimento de submarinos soviéticos. Este sistema ganhou grande relevo, na sequência da ameaça do lançamento de mísseis balísticos a partir de submarinos, cujo sistema de propulsão era relativamente ruidoso. Para além de estações costeiras, o sistema é complementado com navios de vigilância submarina. O conjunto de estações costeiras e navios é designado por *Integrated Undersea Surveillance System* (IUSS). As estações costeiras são constituídas por uma rede de cadeias de hidrofones estendidas no fundo do mar. Por seu turno, os navios operam o *Surveillance Towed Array Sensor System* (SURTASS).



Figura 18 – *Integrated Undersea Surveillance System (IUSS) em 2010.*

Fonte: (University of Rhode Island and Inner Space Center, 2017)

Com o fim da guerra fria e o desenvolvimento de novos submarinos, com sistemas de propulsão mais silenciosos, o sistema começou a ser menos eficaz. Grande parte das estações costeiras foram desativadas, assim como grande parte dos navios. Dois desses navios foram cedidos a Portugal e estão ao serviço da Marinha, após conversão em navios oceanográficos da classe D. Carlos I. Em 2010, existiam apenas 2 estações costeiras e 5 navios SURTASS, todos a operar no Oceano Pacífico (University of Rhode Island and Inner Space Center, 2017).

Apesar da grande redução do número de navios de vigilância acústica, foram incorporadas novas tecnologias que contribuíram para melhorar o desempenho do sistema. Um dos principais melhoramentos consistiu no sistema LFA (*Low Frequency Active*), destinado a detetar submarinos silenciosos com propulsão diesel-elétrica. O LFA é um sistema sonar ativo, que opera a baixas frequências, destinado a detetar contactos que escapam a sistemas passivos. Uma fonte acústica de grande potência é arriada por baixo do navio a uma profundidade ótima para a propagação do som no mar a grandes distâncias. O sinal transmitido é refletido por um submarino, o que permite a sua deteção pelos hidrofones rebocados pelo navio com alcances que podem chegar às 100 mn (Ozone Hole Inc., 2018).

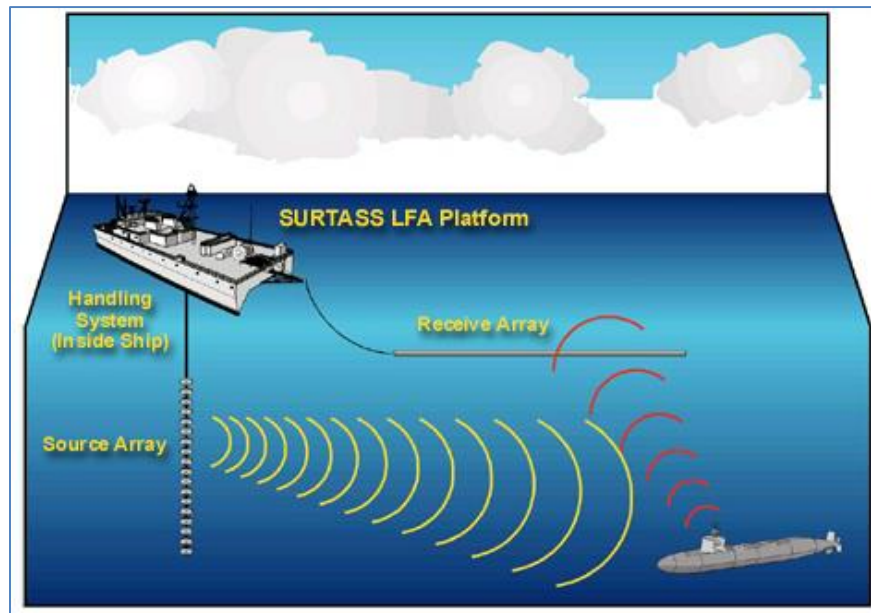


Figura 19 – Representação do funcionamento do sistema SURTASS LFA.

Fonte: (Ozone Hole Inc., 2018)

O SOSUS possui um historial de serviço com mais de 50 anos, tendo contribuído para a superioridade tecnológica dos EUA durante a guerra fria. O legado deste sistema subsiste como um modelo de referência na vigilância acústica do oceano e pela aplicação das suas capacidades na investigação científica, continuando, por isso, a assegurar a sua relevância para o futuro.

3.4. Síntese conclusiva

Neste capítulo procedeu-se à descrição das plataformas e sensores utilizados na vigilância acústica, correspondendo ao OE3. A deteção de submarinos por sistemas passivos é cada vez menos eficiente, pelo que estão a ser usadas fontes ativas. O sistema SOSUS constitui um modelo a grande escala que pode ser adaptado aos espaços marítimos nacionais. Para tal é necessário instalar estações costeiras em locais com boas condições de propagação do som e dispor de navios de vigilância acústica. Para aumentar a capacidade de deteção de modernos submarinos, cada vez mais silenciosos, é necessário dispor de sonares com fontes ativas. Os veículos autónomos submarinos com grande autonomia, *gliders*, poderão vir a desempenhar um papel relevante no futuro.

Ao nível nacional existem meios navais e aéreos com capacidade de deteção acústica, mas não existe capacidade de vigilância permanente do espaço submarino. Os primeiros passos estão a ser dados com a instalação de sonares em boias, num projeto de investigação, coordenado pelo IH. A Marinha dispõe de dois navios oceanográficos, da classe D. Carlos I, que podem ser equipados para operar em missões de vigilância acústica.



4. Um sistema de vigilância acústica para os espaços marítimos nacionais

Decorrente da contextualização da vigilância marítima (capítulo 1), dos recursos disponíveis e dos níveis de CSM dos espaços marítimos nacionais (capítulo 2) e dos sistemas utilizados na vigilância acústica (capítulo 3), foram então analisadas quatro opções de edificação de um sistema de vigilância acústica para os espaços marítimos nacionais, correspondentes a um reforço crescente das capacidades, em termos tecnológicos e de nível de CSM:

- Opção de referência (Ref): situação atual do sistema de vigilância marítima nacional.
- Opção A: adicionalmente à Opção de referência, edificar um sistema de vigilância acústica com sonares instalados em boias fundeadas ao largo e em redor de Portugal. Esta opção corresponde ao objetivo do projeto SUB-ECO (subcapítulo 3.2.4).
- Opção B: adicionalmente à Opção A, utilizar estações costeiras, instaladas em locais de interesse estratégico e boas condições de acústica submarina, e também navios e submarinos de vigilância acústica equipados com sonares rebocados para missões de vigilância em mar alto. Esta opção corresponde a um sistema semelhante ao SOSUS, adaptado aos espaços marítimos nacionais.
- Opção C: adicionalmente à Opção B, utilizar veículos autónomos do tipo *gliders* equipados com sonares para vigilância acústica.

4.1. Método de análise para apoio à decisão

Para apoio à decisão foi utilizada a metodologia multicritério *Analytic Network Process* (Saaty & Vargas, 2006), implementado no software, SUPERDECISIONS, (Creative Decisions Foundation, 2018). A estrutura utilizada corresponde a uma relação hierarquizada com base no processo de análise BOCR adotado neste trabalho.

Neste método, cada opção é avaliada para cada indicador do modelo, com o objetivo de calcular o mérito relativo em função do modelo de análise, que se pretende maximizar. A opção cujo mérito relativo é de maior valor é a que melhor cumpre o objetivo. Antes de se proceder ao cálculo é necessário efetuar os seguintes passos:

1. Ponderar os atributos de acordo com a importância para o objetivo;
2. Para cada atributo ponderar as variáveis correspondentes;
3. Para cada variável ponderar os respetivos indicadores;

4. Os valores de ponderação devem ser normalizados de forma que a soma da ponderação de todos os atributos seja igual a um. Proceder de igual modo para as variáveis e para os indicadores.
5. Por fim, cada opção é avaliada para todos os indicadores, de acordo com uma escala de numérica de satisfação.

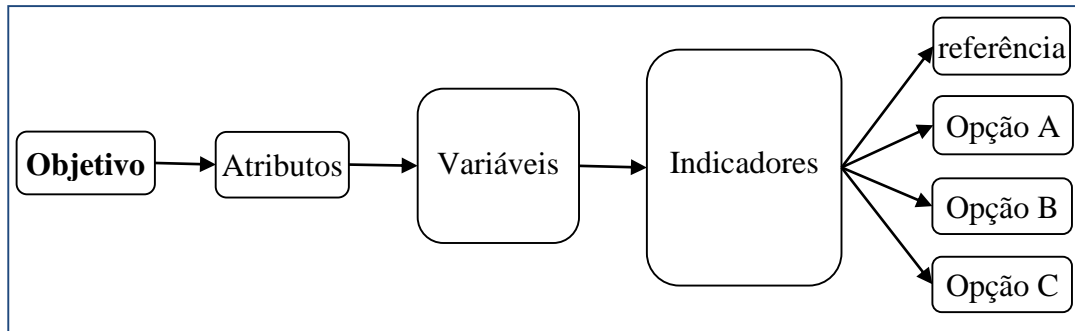


Figura 20 – Esquema do método de análise para apoio à decisão.

4.2. Ponderação dos atributos

Na ponderação dos atributos BOCR, foram considerados os critérios que decorrem do impacto da vigilância marítima nos interesses estratégicos nacionais, designadamente na segurança e defesa, na investigação e desenvolvimento e na economia. A forma de quantificação destes critérios depende dos objetivos e das prioridades do decisor e podem variar consoante os interesses. Considerando que o objeto deste estudo trata da edificação de um sistema de vigilância acústico para os espaços marítimos nacionais, a maior ponderação é atribuída à segurança e defesa nacional (0.5). Assume-se também que será necessário um esforço acrescido de investigação e desenvolvimento, de onde decorre um valor de ponderação superior (0.3) relativamente ao valor atribuído ao critério estratégico de desenvolvimento da economia (0.2).

A escala de quantificação contém três valores: Alto (3), Médio (2), Baixo (1). Na avaliação dos critérios estratégicos, foi utilizado o seguinte raciocínio:

- Para os Benefícios e Oportunidades, avalia-se em que medida o objetivo pode contribuir em termos de benefícios e no aproveitamento das oportunidades associadas a determinado critério estratégico;
- Para os Custos e Riscos, avalia-se em que medida o não cumprimento do objetivo constitui um custo ou um risco associado a determinado critério estratégico;



Quadro 6 – Ponderação dos atributos do modelo.

Critérios estratégicos		Benefícios	Oportunidades	Custos	Riscos
Defesa e segurança nacional, 0.5	Garantia de circulação no espaço interterritorial, 0.4	Alto	Médio	Alto	Baixo
	Vigilância e controlo do espaços marítimos nacionais, 0.3	Alto	Médio	Médio	Médio
	Segurança das linhas de comunicação do EEINP, 0.2	Alto	Médio	Alto	Médio
	Segurança cooperativa em missões no âmbito da NATO, 0.1	Médio	Alto	Médio	Baixo
Investigação e Desenvolvimento, 0.3	Desenvolvimento científico e tecnológico, 0.4	Alto	Alto	Baixo	Baixo
	Conhecimento do Mar, 0.3	Médio	Alto	Médio	Médio
	Proteção do ambiente, 0.3	Médio	Médio	Alto	Alto
Economia, 0.2	Economia do Mar	Médio	Médio	Alto	Baixo
Valores de ponderação		0.29	0.26	0.28	0.17

Esta metodologia, pretende avaliar de forma coerente e lógica a ponderação dos atributos BOCR, mas não evita a subjetividade e a possibilidade de alteração das circunstâncias que a sustentam. Porém os valores de ponderação apresentam coerência, com o que seria intuitivamente expectável. Neste caso, os benefícios e os custos são mais valorizados, relativamente às oportunidades e aos riscos. O atributo riscos tem o menor valor de ponderação, o que se justifica dado o contexto atual de reduzido nível de ameaça aos espaços marítimos nacionais.

4.3. Ponderação das variáveis e indicadores do modelo de análise

As variáveis associadas a cada atributo e os indicadores associados a cada variável são valorizados em termos da sua relevância para o objetivo principal. Esses valores de ponderação são subjetivos, pois dependem dos interesses do decisor e da forma como os avalia. A questão da subjetividade nos valores de ponderação é incontornável, sendo abordada por análise de sensibilidade, no próximo subcapítulo.

Os valores apresentados no quadro anterior resultam da percepção do autor, com racionalidade, mas não evita uma componente de empirismo com base na percepção pessoal, no conhecimento e na experiência. Este empirismo é inevitável, quando se pretende quantificar o que não é mensurável, daí a relevância em se efetuar a análise de sensibilidades. Como exemplo, descreve-se resumidamente o racional subjacente à ponderação das variáveis, separadamente para cada atributo:

- Benefícios: das três variáveis consideradas, a maior ponderação é atribuída à defesa e segurança, pois é essa a função principal de um sistema de vigilância acústica, embora possa contribuir para a investigação científica e a proteção do ambiente.
- Oportunidades: pelo mesmo racional do anterior, a variável defesa é considerada como sendo mais relevante e que impulsionará a edificação de um sistema de



vigilância acústica, relativamente a oportunidades que possam surgir no âmbito da atividade económica.

- Custos: os encargos não recorrentes relacionados com a aquisição e instalação inicial do sistema são mais elevados que os custos recorrentes, relacionados com a formação do pessoal e manutenção do sistema.
- Riscos: os riscos de operação relacionados com avarias e destruição intencional por terceiros de sonares instalados em boias e navios no oceano, são mais elevados que os riscos de desenvolvimento.

Quadro 7 – Ponderação das variáveis e indicadores do modelo.

Atributos	Variáveis	Indicadores	Totais
Benefícios 0.29	Defesa e segurança 0.5	Nível de CSM 1,0.4	0.058
		Nível de CSM 2, 0.3	0.044
		Nível de CSM 3, 0.2	0.029
		Nível de CSM 4 e 5, 0.1	0.015
	Desenvolvimento e investigação 0.3	Tomografia acústica, 0.3	0.026
		Modelos acústicos do oceano, 0.5	0.044
		Sistemas informação, 0.2	0.017
	Proteção do ambiente 0.2	Monitorização ambiental, 0.7	0.041
		Proteção das espécies marinhas, 0.3	0.017
Oportunidades 0.26	Economia 0.2	Economia do Mar, 0.7	0.035
		Financiamento projetos científicos, 0.3	0.015
	Defesa 0.8	Aumento da ameaça submarina, 0.8	0.160
		Aumento do orçamento da Defesa, 0.2	0.040
Custos 0.28	Não recorrentes 0.6	Aquisição, 0.6	0.104
		Instalação, 0.4	0.070
	Recorrentes 0.4	Formação, 0.4	0.046
		Manutenção, 0.6	0.070
Riscos 0.17	Desenvolvimento 0.3	Ausência de financiamento, 0.8	0.041
		Falta de conhecimento especializado, 0.2	0.010
	Operação 0.7	Destruição intencional por terceiros, 0.3	0.036
		Avarias, 0.7	0.083

4.4. Avaliação das opções

A avaliação das quatro opções para cada indicador de desempenho baseia-se numa escala numérica de satisfação, de 1 (muito baixo) a 9 (muito alto). Uma vez que as opções seguem uma sequência crescente em termos de capacidades, o menor valor é sempre para a Opção ref, depois para as Opções A, B e C. Assim, a Opção C tem sempre o maior valor, tanto para os atributos favoráveis ao objetivo em análise (Benefícios e Oportunidades), como para os atributos desfavoráveis (Custos e Riscos).



Quadro 8 – Avaliação das opções.

Atributos	Variáveis	Indicadores	Opções			
			ref	A	B	C
Benefícios	Defesa e segurança	Nível de CSM 1	4	6	7	8
		Nível de CSM 2	3	4	6	8
		Nível de CSM 3	2	3	5	7
		Nível de CSM 4 e 5	1	2	4	6
	Desenvolvimento e investigação	Tomografia acústica	1	2	4	5
		Modelos acústicos do oceano	1	2	4	6
		Sistemas de informação	2	4	5	6
	Proteção do ambiente	Monitorização ambiental	2	5	7	8
Proteção das espécies Marinhas		2	4	5	6	
Oportunidades	Economia	Economia do Mar	2	4	6	7
		Financiamento projetos científicos	2	4	5	6
	Defesa	Aumento da ameaça submarina	2	5	7	8
		Aumento do orçamento da Defesa	4	6	7	9
Custos	Não recorrentes	Aquisição	2	3	6	9
		Instalação	2	2	6	9
	Recorrentes	Formação	3	5	6	7
		Manutenção	2	3	6	8
Riscos	Desenvolvimento	De financiamento	1	1	6	9
		De tecnologia	4	5	6	8
	Operação	Destruição intencional por terceiros	4	4	5	8
		Avárias	1	3	5	8

4.5. Cálculo dos méritos das opções

O valor do mérito de cada uma das opções, relativamente ao objetivo a alcançar, resultam da combinação ponderada dos valores estimados para cada um dos atributos, tendo sido utilizadas as fórmulas que integram o valor da ponderação dos atributos com a avaliação das opções (Creative Decisions Foundation, 2018).

Quadro 9 – Fórmulas de cálculo dos méritos finais.

aditiva	$Coef\ Benef * Alt\ Benef - Coef\ Custos * Alt\ Custos + Coef\ Oport * Alt\ Oport - Coef\ Riscos * Alt\ Riscos$
probabilística	$Coef\ Benef * Alt\ Benef + Coef\ Custos * (1 - Alt\ Custos) + Coef\ Oport * Alt\ Oport + Coef\ Riscos * (1 - Alt\ Riscos)$
multiplicativa	$Alt\ Benef * invAlt\ Custos * Alt\ Oport * invAlt\ Riscos$
Onde:	<p><i>Coef Benef, Coef Custos, Coef Oport e Coef Riscos</i>, valores da ponderação dos atributos. <i>Alt Benef, Alt Custos, Alt Oport e Alt Riscos</i>, valores da avaliação das opções para cada atributo, em função da ponderação dos indicadores. <i>invAlt Custos e invAlt Riscos</i>, valor inverso normalizado da avaliação de cada opção para os atributos custos e riscos.</p>



De acordo com Saaty e Sagir (2015) as fórmulas aditiva e probabilística produzem resultados que permitem selecionar as melhores opções a longo prazo, enquanto que a fórmula multiplicativa seleciona as melhores opções a curto prazo. Repare-se que a fórmula multiplicativa não considera a ponderação dos atributos, o que constitui uma desvantagem, uma vez que os atributos BOCR usados neste modelo foram ponderados.

O valor normalizado (soma dos valores absolutos igual a um) dos méritos relativos finais de cada opção são apresentados no quadro seguinte:

Quadro 10 – Méritos relativos finais das opções.

Opções	Fórmulas		
	aditiva	probabilística	multiplicativa
ref	-0.114	0.186	0.102
A	0.321	0.276	0.429
B	0.379	0.289	0.305
C	0.186	0.249	0.164

Este processo de apoio à decisão permitiu obter os seguintes resultados:

- A situação atual (Opção ref) é a menos valorizada, em todas as fórmulas;
- A alternativa mais ambiciosa (Opção C) tem a segunda menor valorização em todas as fórmulas;
- As opções intermédias (Opção A e B) são as mais valorizadas. Com a fórmula multiplicativa ganha a Opção A, que corresponde à instalação de sonares em boias ao largo. Com as fórmulas aditivas e probabilística ganha a Opção B, que inclui estações costeiras e meios aéreos e navais com sonares.

4.6. Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade é usada para avaliar o efeito da variação da ponderação dos parâmetros do modelo no mérito relativo final das opções. Esta análise foi efetuada, com o *software* SUPERDECISIONS, para os atributos BOCR. As opções mais valorizadas relativamente a cada atributo são as seguintes:

- Benefícios: Opção A até 0.11; Opção B de 0.11 a 0.29 e Opção C a partir de 0.29.
- Custos: Opção C até 0.06, Opção B de 0.06 a 0.20 e Opção A a partir de 0.20.
- Oportunidades: apresenta uma configuração semelhante à do atributo benefícios; Opção A até 0.09, Opção B de 0.09 a 0.31 e Opção C a partir de 0.31.
- Riscos: Opção B até 0.13, Opção A de 0.13 a 0.57 e Opção ref a partir de 0.57.

Também se verifica que o aumento na ponderação dos Benefícios e das Oportunidades, tende a valorizar as Opções B e C. Por outro lado, o aumento na ponderação dos Custos e dos Riscos, tende a valorizar as Opções ref e A.

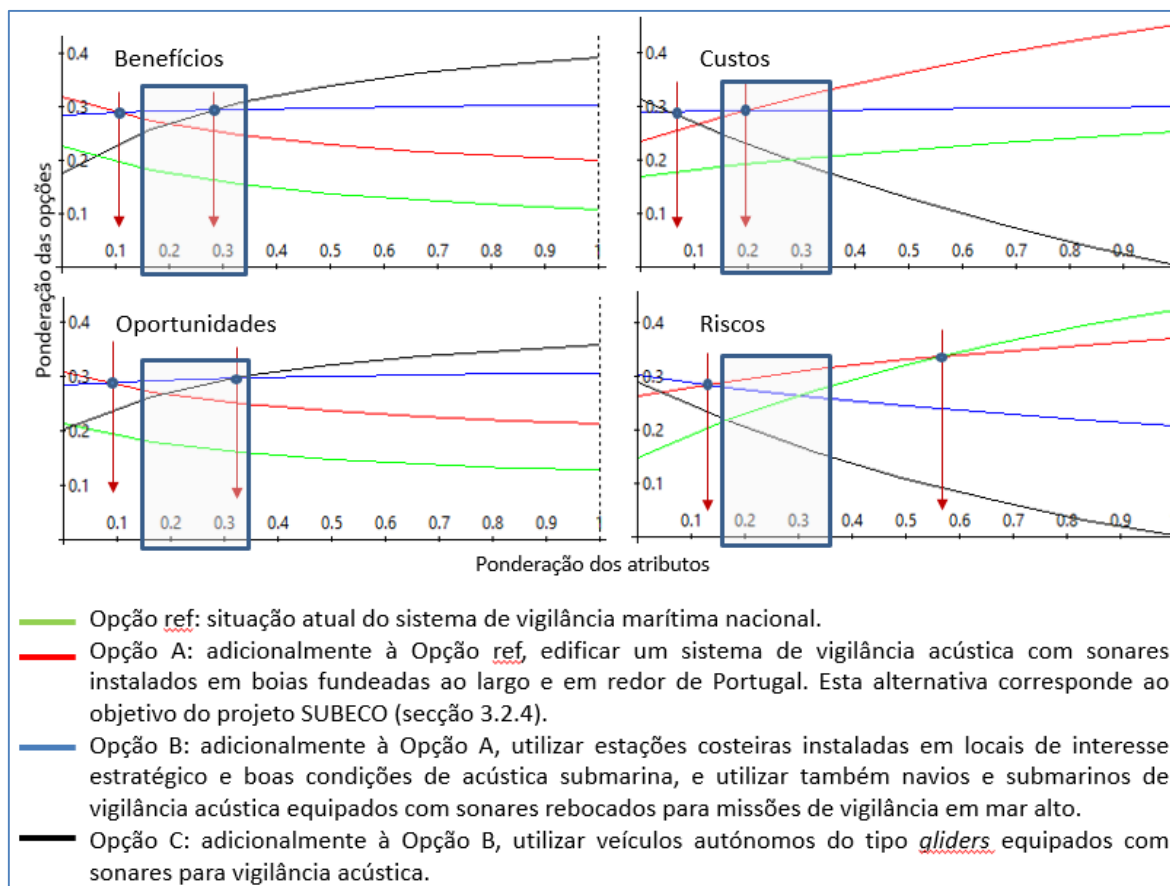


Figura 21 – Análise de sensibilidade da ponderação dos atributos.

Numa análise mais detalhada, considerou-se uma margem de variação de ponderação dos atributos de 0.15 a 0.35 (centrada no valor de 0.25, que corresponde a ponderação igual, mais um valor de variação razoável), representada na figura 21. De seguida, efetuou-se a seriação das opções, de acordo com a apresenta a melhor ponderação (1º lugar) até à que apresenta pior ponderação (4º lugar). Do somatório global da classificação (quadro 11), verifica-se que a Opção B é a que tem melhor resultado, seguida da Opção A.

Quadro 11 – Ordenamento das Opções considerando a janela de ponderação de 0.15 a 0.35.

	Opção ref.	Opção A	Opção B	Opção C
Benefícios	4º	3º	1º	2º
Custos	4º	1º	2º	3º
Oportunidades	4º	3º	1º	2º
Riscos	3º	1º	2º	4º
total	15	8	6	11

Desta análise, conclui-se que o processo de edificação de um sistema de vigilância acústica deve considerar a opção B, que inclui sonares em boias, estações costeiras e meios



navais e aéreos. Uma vez que a Opção A ficou classificada em 2º lugar, com uma pequena diferença, é indicador que se deve começar a edificar o sistema pela instalação de sonares nas boias que já estão fundeadas na ZEE.

4.7. Edificação do sistema

O planeamento de edificação de um sistema de vigilância acústica para os espaços marítimos nacionais, deverá englobar as componentes DOTMLPPII e o financiamento, numa lógica de aproveitamento de sinergias com os sistemas existentes, seguindo as linhas de ação já definidas pelo EMA para a edificação do CSM (EMA, 2012, pp. 4.9-4.16).

4.7.1. Doutrina

Os aspetos doutrinários tratam da definição dos objetivos, do emprego dos meios e processos para alcançar esses objetivos. Nesta fase devem ser definidos os requisitos formais de necessidade, a missão e área de operação e os requisitos funcionais que caracterizam um sistema de vigilância marítima dos novos meios (“o quê?”), a forma de os articular com os sistemas já existentes e definir a forma de ação no domínio marítimo (“como?”). Os requisitos formais de necessidade identificam os objetivos que se pretendem alcançar, justificando a aquisição de meios e o desenvolvimento da capacidade para os alcançar. A definição da missão e da área de operação visa o empenhamento em operações de vigilância e controlo dos espaços marítimos nacionais, considerando os níveis de empenhamento padrão EMA (2012, p. 4.8). Os requisitos funcionais visam definir os parâmetros de espaço e tempo, parâmetros de deteção e classificação, e os parâmetros de operação, definidos no subcapítulo 1.3.

4.7.2. Organização

Os aspetos de organização devem assentar numa arquitetura simples, evitando redundâncias de pessoal e processos desnecessários. A edificação da estrutura organizacional deverá assentar na arquitetura do CSM já adotada pela Marinha (EMA, 2012, p. 4.11), com os responsáveis devidamente identificados consoante o nível de decisão (estratégico, tático e operacional) e uma abordagem de interligação considerando todas as entidades intervenientes:

- Ao nível estratégico, cabe à estrutura superior da Marinha a gestão estratégica, refletindo a estratégia de defesa nacional;
- Ao nível operacional, cabe ao COMNAV a gestão de emprego e atribuição de meios navais, coordenando com o CA no emprego de meios aéreos e com o IH o apoio ambiental às operações;

- Ao nível tático, a capacidade de atuar no Mar, com os meios da Marinha/AMN, FA/AAN, cabe aos postos de comando e aos responsáveis pela execução das operações.

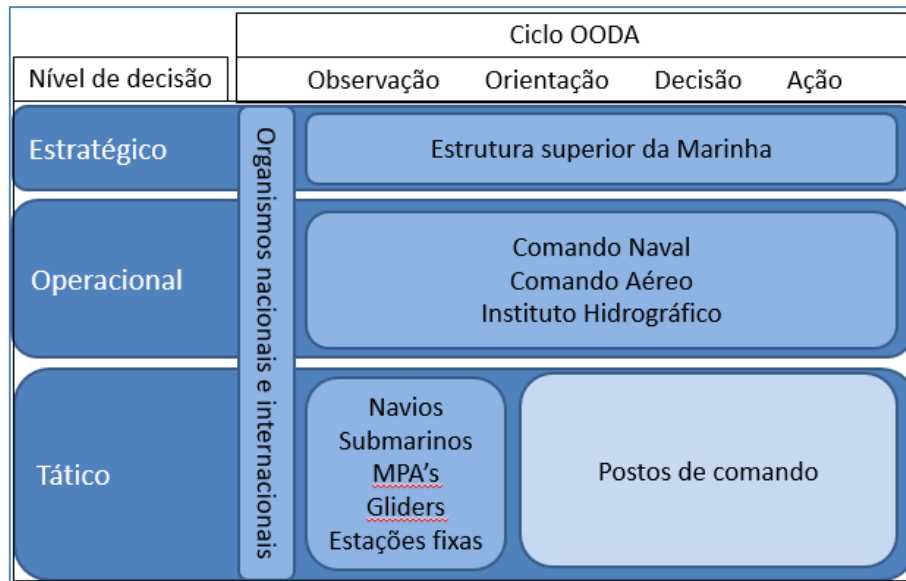


Figura 22 – Arquitetura organizacional.

Fonte: adaptado de EMA (2012, p. 4.11) .

4.7.3. Formação e Treino

A exploração eficiente de um novo sistema requer uma especial atenção na formação e treino dos operadores e pessoal de apoio técnico. O planeamento das ações de formação e treino deve ser efetuado de acordo seguintes linhas de ação:

- Incluir formação na operação de novos sistemas de informação e vigilância e sensores acústicos, desde o planeamento da aquisição;
- Elaborar um plano anual de treino aproveitando oportunidades em exercícios ou missões no âmbito do dispositivo;
- Considerar o treino na defesa contra incidentes de ciberataques;
- Implementar um processo de tratamento de informação com base em lições aprendidas.

4.7.4. Material

A aquisição, instalação, operação e manutenção, devem privilegiar um conjunto de elementos que permitam assegurar o apoio logístico eficaz e económico e a sua eficiente exploração ao longo do ciclo de vida programado. Na obtenção ou conceção de novos sistemas de vigilância acústica, que se caracterizam por ser tecnologicamente evoluídos devem ser considerados um conjunto de elementos de apoio logístico integrado incluindo: o



planeamento da manutenção, a garantia do fornecimento de sobressalentes e a disponibilidade de apoio técnico necessário para a correção de avarias.

4.7.5. Liderança

A liderança do processo de edificação do um sistema de vigilância acústica deve-se fazer ao nível estratégico da Marinha, como instituição responsável pela edificação, partilha e difusão do panorama situacional dos espaços marítimos nacionais, aproveitando a estrutura já existente. A gestão do processo de desenvolvimento desta nova capacidade deve-se fazer através da participação de um grupo coordenado pelo EMA e que inclua o COMNAV, o IH, a ES e organismos de direção na área de infraestruturas, tecnologias da informação, pessoal, material e financeiros. Este grupo deverá assegurar o desenvolvimento coerente do sistema, promovendo a atualização da doutrina e dos procedimentos.

4.7.6. Pessoal

No seguimento do referido na componente formação e treino, torna-se necessário elaborar a descrição dos cargos associados às funções a desempenhar pelos operadores de equipamentos e sistemas, contendo os períodos de rotatividade dos cargos (que deve preferencialmente ser longa) e os requisitos de formação e treino para cada função.

4.7.7. Infraestruturas

Deve ser privilegiada a instalação de novos sensores e sistemas em infraestruturas já existentes, numa perspetiva de integração com outros sistemas e de economia de recursos. Por exemplo, os navios oceanográficos da Marinha, classe D. Carlos I, que já desempenharam missões de vigilância acústica ao serviço da US Navy, constituem meios navais disponíveis e adequados para retomar esta tipologia de missão.

Deverá ser providenciada uma ligação permanente ao COMAR, garantir redundância de sistemas de informação, a segurança dos canais de comunicação e estar preparado para responder a ataques cibernéticos.

A construção de novas infraestruturas deverá evoluir à medida que o sistema de vigilância acústica se desenvolve, com a construção de instalações para estações costeiras nos locais mais favoráveis para a sua operação e de maior interesse estratégico nacional.

4.7.8. Interoperabilidade

Deve ser garantida a interoperabilidade com o sistema de informação de suporte às operações marítimas, atualmente em uso pela Marinha e AMN, o OVERSEE. A gestão na partilha de informação deve basear-se na metodologia implementada pela Marinha, utilizando o sistema COSMOS (subcapítulo 2.6), que permite mediar, concentrar e distribuir a informação entre os vários fornecedores e consumidores e incorpora os mecanismos de



segurança e de ligação a fontes externas. Desta forma garante-se a interoperabilidade com o sistema de informação de suporte às operações marítimas, atualmente em uso pela Marinha e AMN.

A informação dos contactos proveniente do sistema de vigilância acústica, que inclui a posição, rumo, velocidade e assinatura acústica, deverá permitir a sua análise integrada com a proveniente de outros sistemas desenvolvendo algoritmos que permitam fazer a fusão de dados automática com a informação dos mesmos contactos proveniente de outros sistemas (por exemplo: radar ou AIS) e também contribuir para a identificação automática de contatos e deteção de comportamentos anómalos.

4.7.9. Financiamento

O financiamento desta nova capacidade poderá provir de diversas fontes. Para o efeito, deverá não só ser considerada a tradicional fonte de financiamento aos equipamentos militares (Lei de Programação Militar), como também, dado o interesse que se antevê para o desenvolvimento desta tecnologia, a possibilidade de celebração de protocolos com entidades nacionais e internacionais e a exploração de iniciativas nas áreas de investigação e desenvolvimento.

A metodologia de análise de custos deve considerar os encargos de investimento, operação e manutenção. Os custos de investimento não são recorrentes e incluem a aquisição de *hardware* e do *software*. Os custos recorrentes incluem a manutenção do *software* e do *hardware* e os custos de operação e formação com o pessoal.

4.8. Síntese conclusiva

Neste capítulo foram analisados os méritos relativos de quatro opções de edificação gradual de um sistema de vigilância acústica, considerando os recursos disponíveis e os níveis de CSM (capítulo 2) e as capacidades dos sistemas utilizados na vigilância acústica (capítulo 3). Foi usada a metodologia BOCR no processo de análise de apoio à decisão, com a atribuição de ponderação aos atributos, variáveis e indicadores, e valorização das opções relativamente a cada indicador. Foi ainda efetuada uma análise de sensibilidades à ponderação dos atributos, que permitiu ordenar o mérito das opções consideradas.

O resultado obtido indica que a edificação de um sistema de vigilância acústica se deve iniciar pela instalação de sonares em boias já fundeadas ao largo, para depois, de uma forma gradual e sustentada, instalar estações costeiras e operar meios navais e aéreos com sensores específicos para a vigilância acústica. A utilização de *gliders*, apesar de ter sido considerada não evidencia vantagens face aos custos e riscos envolvidos. No entanto, é uma tecnologia



que está em evolução, não sendo de todo, despiciendo considerar o acompanhamento do seu desenvolvimento.

A edificação do sistema de vigilância acústica deve seguir as linhas de ação já definidas pelo EMA para a edificação do CSM (EMA, 2012, pp. 4.9-4.16), englobando as componentes DOTMLPII, assente na estrutura organizacional já existente no COMAR, aproveitando as infraestruturas e meios disponíveis e garantindo interoperabilidade com os sistemas de vigilância em funcionamento.



Conclusões

Sumário com as grandes linhas do procedimento metodológico seguido

A metodologia usada neste trabalho teve como referência teórica o modelo de análise BOCR, com as respectivas variáveis e indicadores, concebido para o objetivo de selecionar a melhor opção de edificação de um sistema vigilância acústica que contribua para melhorar a vigilância dos espaços marítimos nacionais, considerando os recursos disponíveis.

As variáveis e os indicadores do modelo de análise foram definidos a partir do enquadramento concetual e estratégico e da identificação dos parâmetros funcionais que caracterizam um sistema de vigilância marítima. O processo de análise baseou-se na caracterização funcional dos sistemas de vigilância marítima e na dedução das vulnerabilidades existentes na vigilância dos espaços marítimos nacionais, que um sistema de vigilância acústica pode contribuir para mitigar. Foram também analisados os sensores e plataformas que podem ser usados para a sua edificação, com destaque para o sistema SOSUS, pela sua relevância de referência tecnológica e militar na vigilância acústica do oceano.

Decorrente do processo de análise atrás descrito foram consideradas quatro opções de edificação de um sistema de vigilância acústica para os espaços marítimos nacionais, correspondentes a um reforço crescente das capacidades, em termos tecnológicos e de níveis de capacidade de CSM. Essas opções foram valorizadas para cada indicador e foram obtidos resultados do mérito relativo de cada uma para o objetivo desta investigação. A análise da forma de edificação do sistema de vigilância acústica baseou-se nas linhas de ação já definidas pelo EMA para a edificação do CSM, englobando as componentes DOTMLPII.

Avaliação dos resultados obtidos

Em resposta à QC, os resultados obtidos indicam que a edificação de um sistema de vigilância acústica é claramente vantajosa e contribui para melhorar a vigilância dos espaços marítimos nacionais. Esta conclusão baseia-se na análise de quatro opções que consideram a edificação de um sistema de vigilância acústica por desenvolvimento gradual dos meios e sensores disponíveis a partir do sistema existente.

Se por um lado, para mais e melhores plataformas e sensores é expectável que correspondam mais benefícios e um melhor aproveitamento das oportunidades, por outro, estão também associados maiores custos e riscos. A metodologia BOCR permitiu



ponderar os fatores favoráveis e os não favoráveis à consecução do objetivo. O resultado obtido recomenda o desenvolvimento faseado do sistema:

1. Instalar sonares em boias fundeadas ao largo de Portugal: A infraestrutura de boias já existe (projeto MONIZEE) e está localizada numa zona de nível interesse elevado para o CSM. Os primeiros ensaios estão a ser realizados no contexto do projeto SUB-ECO;
2. Utilizar os navios da Marinha da classe D. Carlos I para missões de vigilância acústica em mar alto, equipando-os com os sonares rebocados ativos;
3. Instalar estações costeiras em locais de interesse estratégico e boas condições de propagação acústica submarina. A infraestrutura de estações costeiras ainda não existe e é dispendiosa. Terá de ser construída em locais selecionados a partir de modelos de propagação acústica no oceano e onde seja necessário manter vigilância permanente, na vizinhança de infraestruturas críticas, como por exemplo nas aproximações a portos e nas proximidades de cabos submarinos;
4. Utilizar veículos autónomos do tipo *gliders* equipados com sonares para vigilância acústica. Trata-se de uma tecnologia em desenvolvimento com elevado potencial de aplicação na vigilância acústica, desde que não existam obstruções (topográficas, redes ou atividades de pesca) que prejudiquem a sua utilização. Pode ser de elevada utilidade para missões de vigilância, reconhecimento ou monitorização no mar alto ou em operações fora de área.

A edificação do sistema deve englobar as componentes DOTMPLII, numa lógica de criação de sinergias com os sistemas de vigilância existentes, seguindo as linhas de ação já definidas pelo EMA para a edificação do CSM e aproveitando as competências já existentes na ES, designadamente no processamento de informação de assinaturas acústicas de contactos e operação de AUV's. A doutrina de vigilância acústica não existe e deverá ser desenvolvida, abrangendo todos os intervenientes, sob a coordenação do EMA. A interoperabilidade com o OVERSEE deve ser garantida ao longo de todo o processo de desenvolvimento, na perspetiva de integrar a informação proveniente de diversas fontes, contribuindo para a criação de automatismos na identificação de contatos e deteção de comportamentos anómalos.



Contributos para o conhecimento

Este trabalho utilizou uma abordagem inovadora à problemática da vigilância marítima, pela delimitação à componente acústica. Trata-se de um tema que tem sido pouco desenvolvido ao nível das ciências militares e que merece maior atenção, face às ameaças e vulnerabilidades identificadas na vigilância dos espaços marítimos nacionais.

O processo de análise para apoio à decisão utilizado neste trabalho é inovador. Os parâmetros do modelo de análise, bem como os valores adotados na sua quantificação desses parâmetros, podem ser alterados e adaptados consoante as circunstâncias e a perceção do decisor. A metodologia BOCR demonstrou ser adequada, simples de usar e eficiente. Tem como grande vantagem a capacidade de permitir analisar a sensibilidade dos resultados finais em função de alterações na valorização dos parâmetros do modelo. Esta metodologia pode ser usada como exemplo para a análise na edificação de outras capacidades, com diferentes objetivos e variáveis.

Recomendações e outras considerações de ordem prática

Decorrente deste estudo efetuam-se as seguintes recomendações de ordem prática no domínio do reforço das componentes da defesa e segurança e também da investigação e desenvolvimento:

- Defesa e segurança:
 - Desenvolver a doutrina de vigilância acústica, no contexto do conceito de CSM em uso na Marinha, na identificação dos recursos necessários, requisitos operacionais, formas de operação e interoperabilidade entre diferentes sistemas e plataformas.
 - Identificar os locais para instalação de estações costeiras e boias com sonares em função do interesse estratégico, da configuração do fundo do mar e da dinâmica oceânica.
 - Envolver as entidades nacionais e internacionais, incluindo os países aliados da NATO e UE, com interesses comuns e espaços marítimos adjacentes, na partilha de informação, no desenvolvimento de plataformas, e sensores e no processamento de dados acústicos do oceano.
- Investigação e desenvolvimento:
 - Apoiar e incentivar a investigação científica no conhecimento do oceano, designadamente as propriedades físico-químicas, correntes e modelos de propagação acústica, com principal ênfase nos espaços marítimos nacionais.



- Apoiar a investigação e desenvolvimento de veículos autónomos *gliders*, com elevada autonomia, capacidade de comunicações e sensores acústicos passivos e ativos.
- Desenvolver sistemas de informação com capacidade de processamento e integração de informação de vigilância marítima designadamente na identificação de contactos a partir de assinaturas acústicas e deteção automática de comportamentos anómalos.

Limitações da investigação e pesquisas futuras

Esta investigação baseou-se numa metodologia de apoio à decisão que, apesar da perspetiva objetiva e positivista adotada, também envolveu a aplicação de avaliações subjetivas, que não se conseguem evitar na seleção e quantificação de parâmetros que não são mensuráveis.

Esta análise é passível de ser atualizada com mais informação e continuamente melhorada. Fica por realizar a avaliação da eficácia e viabilidade da solução encontrada, relacionada com os requisitos funcionais, em suma, tudo o que do ponto de vista técnico deve estar subjacente à definição de uma solução.



Bibliografia

- AR, 2005. Lei Constitucional n.º 1/2005, Sétima revisão constitucional. *Diário da República, 1ª série, n.º 155*, 12 agosto, pp. 4642-4686.
- AR, 2009. Lei Orgânica n.º 1-A/2009, Aprova a Lei Orgânica de Bases da Organizaçãodas Forças Armadas. *Diário da República, 1ª série, n.º 129*, 7 julho, pp. 4344(2)-4344(9).
- AR, 2013. Lei n.º 28/2013 de 12 de abril, Define as competências, a estrutura e o funcionamento da Autoridade Aeronáutica Nacional. *Diário da República, 1ª série, n.º 72*, 12 abril, pp. 2145-2147.
- AR, 2014a. Lei orgânica n.º 5/2014, Procede à primeira alteração à Lei de Defesa Nacional, aprovada pela Lei Orgânica n.º 1 -B/2009, de 7 de julho. *Diário da Republica, 1ª série, n.º 166*, 29 agosto, pp. 4545-4557.
- AR, 2014b. Lei Orgânica n.º 5/2014, Procede à primeira alteração à Lei de Defesa Nacional, aprovada pela Lei Orgânica n.º 1 -B/2009, de 7 de julho. *Diário da Republica, 1ª série, n.º 166*, 29 agosto, pp. 4545-4557.
- AR, 2014c. *Procede à primeira alteração à Lei da Defesa Nacional, aprovada pela Lei Orgânica n.º -B/2009, de 7 de julho (Lei Orgânica n.º 5/2014 de 28 de agosto)*, Lisboa: Diário da República, 1ª série nº106.
- AR, 2017. Grandes Opções do Plano para 2018, Lei n.º 113/2017. *Diário da República, 1ª série*, 29 dezembro, pp. 6730-6767.
- Barreto, V., 2014. *A vigilância dos grandes espaços marítimos*, Trabalho Individual de Investigação do CPOG 2013-14, Lisboa: Instituto de Estudos Superiores Militares.
- Batalha, C., 2014. *Da edificação das capacidades militares - a vigilância dos espaços marítimos*, Dissertação de Mestrado em Ciências Militares - Segurança e Defesa, Lisboa: Insitituto de Estudos Superiores Militares.
- Birnbaum, M., 2017. *The Washington Post, Russian submarines are prowling around vital undersea cables. It's making NATO nervous*. [Em linha] Disponível em: https://www.washingtonpost.com/world/europe/russian-submarines-are-prowling-around-vital-undersea-cables-its-making-nato-nervous/2017/12/22/d4c1f3da-e5d0-11e7-927a-e72eac1e73b6_story.html?utm_term=.e3fc47811eb9 [Acedido em 9 abril 2018].



- Boyd, J. R., 2010. *The Essence of Winning and Losing*. [Em linha] Disponível em: http://pogoarchives.org/m/dni/john_boyd_compendium/essence_of_winning_losing.pdf [Acedido em 20 janeiro 2018].
- Cajarabille, V. L., Ribeiro, A. S., Marques, A. G. & Monteiro, N. S., 2012. *A Segurança no Mar - uma visão holística*. 1ª ed. Aveiro: Mare Liberum.
- Carolas, C., 2016. *Vigilância e monitorização dos espaços marítimos sob soberania ou jurisdição portuguesa. Dissertação de Mestrado em Ciências Militares Navais*. 1ª ed. Almada: Escola Naval.
- Caseiro, J., 2014. *Sistemas de Informação na DGRM*. [Em linha] Disponível em: http://www.afceaportugal.pt/2014/eventos/Apr_DGRM.pdf [Acedido em 26 fevereiro 2018].
- CISE, 2010. *Integrating Maritime Surveillance*. [Em linha] Disponível em: https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/sites/maritimeaffairs/files/docs/body/integrating_maritime_surveillance_en.pdf [Acedido em 15 janeiro 2018].
- CNADS, 2001. *Projecto de reflexão sobre o desenvolvimento sustentável da zona costeira*, s.l.: CNADS.
- Coates, M. et al., 2009. *Recognized Maritime Picture - Geofeasibility Scores*. [Em linha] Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/a211/69680c4b8f2a2186527453ea7970ec1c3d86.pdf> [Acedido em 24 janeiro 2018].
- Comissão Europeia, 2010. *Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on a Draft Roadmap towards establishing the Common Information Sharing Environment for the surveillance of the EU maritime domain*. [Em linha] Disponível em: <http://www.ipex.eu/IPEXL-WEB/dossier/document/COM20100584FIN.do> [Acedido em 3 fevereiro 2018].
- Comissão Europeia, 2018. *Maritime Affairs - Integrated maritime surveillance*. [Em linha] Disponível em: https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/integrated_maritime_surveillance/ [Acedido em 4 fevereiro 2018].
- Conselho da UE, 2014. *European Union Maritime Security Strategy*. [Em linha] Disponível em: <http://register.consilium.europa.eu/doc/srv?l=EN&f=ST%2011205%202014%20NIT> [Acedido em 4 fevereiro 2018].



- COSPAS-SARSAT, 2018. *COSPAS-SARSAT.INT*. [Em linha] Disponível em: <https://cospas-sarsat.int/en/> [Acedido em 26 fevereiro 2018].
- Couto, A. C., 1988. *Elementos de Estratégia, Vols I*. 1ª ed. Lisboa: Instituto de Altos Estudos Militares.
- Creative Decisions Foundation, 2018. *SUPERDECISIONS*. [Em linha] Disponível em: <https://www.superdecisions.com/> [Acedido em 17 março 2018].
- Critical Software, 2018. *OVERSEE*. [Em linha] Disponível em: <https://oversee.criticalsoftware.com/en/home> [Acedido em 23 fevereiro 2018].
- CSDN, 2014a. *Missões das Forças Armadas, aprovado pelo CSDN de 30 de julho de 2014..* [Em linha] Disponível em: http://www.fd.unl.pt/docentes_docs/ma/FPG_MA_27264.pdf [Acedido em 28 dezembro 2017].
- CSDN, 2014. *Conceito Estratégico Militar, aprovado pelo MDN em 22 de julho de 2014. confirmado em CSDN de 30 de julho de 2014..* [Em linha] Disponível em: http://www.fd.unl.pt/docentes_docs/ma/FPG_MA_27255.pdf [Acedido em 2017 dezembro 29].
- Defense Industry Daily, 2015. *MFTA: The US Navy's New Towed Array for Naval Detection*. [Em linha] Disponível em: <https://www.defenseindustrydaily.com/mfta-the-us-navys-new-towed-array-for-naval-detection-04956/> [Acedido em 27 fevereiro 2018].
- DGPM, 2016. *Desenvolvimento do EN Common Information Sharing Environment (CISE) em Portugal*. [Em linha] Disponível em: https://docentes.fd.unl.pt/docentes_docs/ma/joc_MA_28000.pdf [Acedido em 3 fevereiro 2018].
- DGRM, 2018. *Sistema de Monitorização de Navios por Satélite*. [Em linha] Disponível em: <https://www.dgrm.mm.gov.pt/web/guest/pesca-fisc-monicap> [Acedido em 24 fevereiro 2018].
- Drew, D. M. & Snow, D. M., 2006. *Making Twenty-first-century Strategy - An introduction to modern security processes and problems*. 1ª ed. Maxwell Air Force, Alabama: Air University Press.
- EDA, 2017. *Maritime Surveillance (MARSUR)*. [Em linha] Disponível em: [https://www.eda.europa.eu/what-we-do/activities/activities-search/maritime-surveillance-\(marsur\)](https://www.eda.europa.eu/what-we-do/activities/activities-search/maritime-surveillance-(marsur)) [Acedido em 4 fevereiro 2018].
- EMA, 2012. *Conceito do conhecimento situacional marítimo*, Lisboa: Marinha.



- ESA, 2017. *Telecommunications and integrated applications*. [Em linha] Disponível em: <https://artes.esa.int/sat-ais/overview> [Acedido em 3 dezembro 2018].
- FA, 2018. *Força Aérea Portuguesa - Aeronaves*. [Em linha] Disponível em: <http://www.emfa.pt/www/aeronaves> [Acedido em 22 fevereiro 2018].
- Fastwave Communications Pty Ltd, 2015. *Unmanned Maritime Systems, submission do Defense White Paper 2015*. [Em linha] Disponível em: <http://www.defence.gov.au/Whitepaper/docs/256-Fastwave.pdf> [Acedido em 10 fevereiro 2018].
- Federation of American Scientists, 1998. *AN/SQR-19 Tactical Towed Array Sonar (TACTAS)*. [Em linha] Disponível em: <https://fas.org/man/dod-101/sys/ship/weaps/an-sqr-19.htm> [Acedido em 14 fevereiro 2018].
- Friedman, N., 2017. Deep water detection: Anti-submarine warfare sonars for surface ships. *Naval Forces* 38(5), Outubro, pp. 52-56.
- GeoSpectrum Technologies Inc., 2018. *Towed Reelable Active Passive Sonar (TRAPS)*. [Em linha] Disponível em: <http://geospectrum.ca/towed-reelable-active-passive-sonar-traps/> [Acedido em 14 fevereiro 2018].
- GlobalSecurity.org, 2017. *Air Anti-Submarine Warfare*. [Em linha] Disponível em: <https://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/asw.htm> [Acedido em 12 fevereiro 2018].
- GNR, 2015. O que é o SIVICC?. *Pela Lei e Pela Grei*, abril-junho, pp. 50-54.
- GNR, 2016. *A Segurança Interna e a Gestão de Fronteiras*. [Em linha] Disponível em: https://www.sg.mai.gov.pt/FundosComunitarios/QFP20142020/Documents/seguranca%20Interna%20e%20Gestao%20de%20Fronteiras_SIVICC.pdf [Acedido em 25 fevereiro 2018].
- Gouveia, 2018. *Entrevista ao Comandante da Esquadilha de Submarinos* [Entrevista] (9 fevereiro 2018).
- GTCSM, 2018. *Grupo de Trabalho do Conhecimento Situacional Marítimo - Fontes de dados*. [Em linha] Disponível em: <https://intranet.marinha.pt/subportais/Colaborativos/gtcsm/Paginas/Fontes.aspx> [Acedido em 18 fevereiro 2018].
- Holler, R. A., 2012. The evolution of the sonobuoy from the World War II to the Cold War. *US Navy Journal of Underwater Acoustics*, April 2012(Airborne Anti-Submarine Warfare), pp. 322-346.



- IESM, 2016. *Orientações Metodológicas para a Elaboração de Trabalhos de Investigação. Caderno N.º 8*. Lisboa: IESM.
- IH, 2014. *Proposta de Projeto SUB-ECO Edificação de um Sistema de Vigilância Acústica Submarina*. Lisboa: Marinha.
- IH, 2018. *Hidrografico*. [Em linha] Disponível em: <http://www.hidrografico.pt/> [Acedido em 2 março 2018].
- IMO, 1999. *Shipping Emergencies - Search and Rescue and the GMDSS*. [Em linha] Disponível em: <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Regulations/Documents/GMDSSandSAR1999.pdf> [Acedido em 24 Fevereiro 2008].
- IMO, 2017. *Automatic Identification Systems*. [Em linha] Disponível em: <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Navigation/Pages/AIS.aspx> [Acedido em 27 dezembro 2017].
- IMO, 2017a. *Vessel Traffic Services*. [Em linha] Disponível em: <http://www.imo.org/en/ourwork/safety/navigation/pages/vesseltrafficservices.aspx> [Acedido em 27 dezembro 2017].
- IMO, 2017b. *Long-range identification and tracking (LRIT)*. [Em linha] Disponível em: <http://www.imo.org/en/OurWork/safety/navigation/pages/lrit.aspx> [Acedido em 3 dezembro 2018].
- Lara, A. d. S., 2004. *Ciência Política - Estudo da ordem e da subversão*. Lisboa: Instituto de Ciências Sociais e Políticas.
- Liquid Robotics, I., 2018. *Introducing the next generation wave glider*. [Em linha] Disponível em: <https://www.liquid-robotics.com/> [Acedido em 12 janeiro 2018].
- Lloyds, 2018. *Lloyd's List Intelligence*. [Em linha] Disponível em: <https://www.lloydslistintelligence.com/> [Acedido em 24 fevereiro 2018].
- Marina Militare Italia, 2018. *Virtual Regional Maritime Traffic Centre & Trans Regional Maritime Network*. [Em linha] Disponível em: <http://www.marina.difesa.it/cosa-facciamo/cooperazione-internazionale/vrmtc/Pagine/default.aspx> [Acedido em 24 fevereiro 2018].
- Marinetraffic.com, 2017. *Marine Traffic*. [Em linha] Disponível em: <https://www.marinetraffic.com/> [Acedido em 30 dezembro 2017].
- Marinha, 2017. *Portugal, uma nação marítima*. [Em linha] Disponível em: <http://www.marinha.pt/pt-pt/historia->



- [estrategia/estrategia/folhetospt/Portugal_uma_nacao_maritima.pdf](#) [Acedido em 27 12 2017].
- Marques, A. & Correia, A., 2012. Conhecimento Situacional Marítimo. Em: A. S. R. A. G. M. N. S. M. Vitor Lobo Cajarabille, ed. *A Segurança no Mar - Uma visão holística*. Aveiro: Mare Liberum - Editora para a FEDRAVE, pp. 187-220.
- Marques, S., 2017. *Documentação estruturante da Defesa Nacional*, Lisboa: Apresentação realizada aos auditores de Marinha no estágio para o CPOG 2017-18.
- MCCIS, 2009. *ACO 72 - Aperfeiçoamento em operação do MCCIS*. s.l.:s.n.
- MDN, 2007. Decreto Regulamentar n.º 86/2007. *Diário da República, 1.ª série n.º 239*, 12 dezembro, pp. 8880-8884.
- MDN, 2014. Diretiva Ministerial de Planeamento de Defesa Militar. *Diário da República, 2ª série n.º 175*, 11 setembro, pp. 23656-23657.
- MSSIS, 2018. *M.S.S.I.S. - Maritime Safety & Security Information System*. [Em linha] Disponível em: <https://mssis.volpe.dot.gov/Main/> [Acedido em 26 fevereiro 2018].
- Munk, W., Worcester, P. & Wunsch, c., 1995. *Ocean Acoustic Tomography*. 1ª ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- NATO, 2013. *AAP-06 NATO Glossary of terms and definitions (english and french)*, s.l.: NATO Standardization Agency.
- Neujat, I. A., Topuz, E., Panayirci, E. & Isik, E., 1998. *Principles of Integrated Maritime Surveillance Systems*. 1ª ed. New York: Springer Science+Business, LLC.
- Ozone Hole Inc., 2018. *Eathly Issues*. [Em linha] Disponível em: <http://www.earthlyissues.com/sonar.htm>[Acedido em 11 fevereiro 2018].
- Pacheco, M. B., 2013. *Medidas da Terra e do Mar*. 1ª ed. Lisboa: Instituto Hidrográfico.
- PCM, 2002. Decreto-lei n.º 43/2002 de 2 de março. *Diário da República, 1ª série-A*, 2 março, pp. 1750-1752.
- PCM, 2009. Decreto-Lei n.º 263/2009 Sistema Nacional de Controlo de Tráfego Marítimo. *Diário da República n.º 188*, 28 setembro.
- PCM, 2013a. *Resolução do Conselho de Ministros nº19/2013: aprova o conceito estratégico de defesa nacional*, Lisboa: Diário da República, 1ª série n.º 67, 5 de abril.
- PCM, 2013b. Defesa 2020. *Diário da República, 1.ª série, n.º 77*, 19 abril.
- Pereira, S., 2010. *Maritime Situational Awareness - Portugal e o efectivo controlo do espaço estratégico de interesse nacional permanente em ambiente marítimo tendo*



em conta as novas soluções preconizadas no conceito MSA, Trabalho de Investigação Individual CPOG 2009-10. 1ª ed. Lisboa: IESM.

Popper, K., 2005. *The Logic of Scientific Discovery.* 1ª edição publicada em alemão, em 1935 ed. London: Routledge.

Prates, M. V., 2013. *O Conhecimento Situacional Marítimo na União Europeia, Trabalho de Investigação Individual CEM-C 2012-13.* 1ª ed. Lisboa: IESM.

PWC, 2016. *PwC LEME Circum-navegação.* [Em linha] Disponível em: <https://www.pwc.pt/publicacoes/leme/portugal/pwc-portugal-no-mundo-2016.pdf> [Acedido em 29 dezembro 2017].

Ribeiro, A. S., 2017. *O essencial ao processo estratégico - Teoria Geral da Estratégia.* 1ª ed. Coimbra: Edições Almedina Lda.

Rodrigue, J.-P., 2017. *The Geography of Transport Systems.* [Em linha] Disponível em: https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch3en/conc3en/main_maritime_shipping_routes.html [Acedido em 4 janeiro 2017].

Rodrigues, A. R., 2013. O conceito de segurança. *Jornal de Defesa e Relações Internacionais*, 9 abril, pp. 1-10.

Rudnick, D. L., Eriksen, C. C., Fratantoni, D. M. & Perry, J. M., 2004. Underwater gliders for ocean research. *Mar. Technol. Soc. J.*, Volume 38, pp. 73-84.

Saaty, T. L. & Sagir, M., 2015. Choosing the best city for the future. *Journal of urban management*, Volume 4(1), pp. 3-23.

Saaty, T. L. & Vargas, L. G., 2006. *Decision making with the Analytic Network Process.* 1ª ed. University of Pittsburg: Springer.

Sacchetti, A. E., 1986. *Temas de Política e Estratégia.* Lisboa: Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas.

Santos, C., 2018. *Apresentação ao CPOG 2017-18: A estratégia para o mar* [Entrevista] (9 janeiro 2018).

Saridogan, E., 2017. *Project TRITON - status update for Maritime Information Services Conference Fall 2017.* s.l., NATO.

Tchangani, A. P. & Pérès, F., 2010. *BOCR Framework for Decision Analysis.* IFAC Proceedings, vol 43, issue 8, pp 507-5013., Elsevier.

Teledyne, M., 2018. *Autonomous Underwater Gliders.* [Em linha] Disponível em: <http://www.teledynemarine.com/autonomous-underwater-gliders> [Acedido em 12 janeiro 2018].



- Temporão, A., 2017. *As Forças Armadas e as Forças de Segurança no controlo das fronteiras europeias - articulação ou cooperação. Trabalho de Investigação Individual do CPOG 2016-17*. 1ª ed. Lisboa: IUM.
- THALES, 2018. *Sensors*. [Em linha] Disponível em: http://www.thales7seas.com/html_2014/sensors.html [Acedido em 28 fevereiro 2018].
- UE, 2018. *European Union - External Action - The Common Security and Defence Policy*. [Em linha] Disponível em: https://eeas.europa.eu/headquarters/headquarters-homepage/431/common-security-and-defence-policy-csdp_en [Acedido em 3 fevereiro 2018].
- University of Rhode Island and Inner Space Center, 2017. *The Cold War: History of the Sound Surveillance System (SOSUS)*. [Em linha] Disponível em: <https://dosits.org/people-and-sound/history-of-underwater-acoustics/the-cold-war-history-of-the-sound-surveillance-system-sosus/> [Acedido em 31 janeiro 2018].
- Veloso, R. J. S., 2015. A partilha de dados no mar. *Anais do Clube Militar Naval*, julho-dezembro, pp. 737-758.
- Zabel, F. & Soares, C., 2017. *Desenvolvimento de sistema de monitorização acústica: ponto de situação*, Faro: MarSensing Lda.
- ZERO, A. s. t. s., 2017. *Poluição atmosférica de navios junto à costa portuguesa quase igual a poluição terrestre*. [Em linha] Disponível em: <http://zero.org/poluicao-atmosferica-de-navios-junto-a-costa-portuguesa-quase-igual-a-poluicao-terrestre/> [Acedido em 3 janeiro 2018].



Apêndice A — Corpo de conceitos

Ameaça – “refere-se essencialmente aos recursos de um adversário para realizar uma ação hostil. (...) é um perigo específico que pode ser medido com alguma precisão, a partir de uma análise de capacidade de um adversário concretizar um ato hostil e da vontade que mostra em a utilizar” (Rodrigues, 2013).

Autoridade marítima – “o poder público a exercer nos espaços marítimos sob soberania ou jurisdição nacional, traduzido na execução dos atos do Estado, de procedimentos administrativos e de registo marítimo, que contribuam para a segurança da navegação, bem como no exercício de fiscalização e de polícia, tendentes ao cumprimento das leis e regulamentos aplicáveis nos espaços marítimos sob jurisdição nacional” (PCM, 2002, p. 1750 art.º 3.º).

Capacidade militar - “conjunto de elementos que se articulam de forma harmoniosa e complementar e que contribuem para a realização de um conjunto de tarefas operacionais ou efeito que é necessário atingir, englobando componentes da doutrina, organização, treino, material, liderança, pessoal, infraestruturas e interoperabilidade.” (MDN, 2014, p. 23657).

Defesa Nacional – “conjunto de medidas e acções, adequadamente integradas e coordenadas, que, globalmente ou sectorialmente, permitem fortalecer a capacidade da Nação, com vista a alcançar a segurança nacional, procurando criar as melhores condições para a prevenção e combate de quaisquer ameaças que directa, ou indirectamente, se oponham à consecução dos objectivos nacionais.” (Sacchetti, 1986, p. 22).

Espaço Estratégico de Interesse Nacional Permanente (EEINP) – “é o espaço que corresponde ao território nacional compreendido entre o ponto mais a norte, no concelho de Melgaço, até ao ponto mais a sul, nas ilhas Selvagens, e do seu ponto mais a oeste, na ilha das Flores, até ao ponto mais a leste, no concelho de Miranda do Douro, bem como o espaço interterritorial e os espaços aéreos e marítimos sob responsabilidade ou soberania nacional.” (CSDN, 2014, p. 12) (CSDN, 2014a, p. 2).



Espaços marítimos sob soberania ou jurisdição nacional – Os espaços marítimos sob soberania nacional são as águas interiores, o mar territorial e a plataforma continental. A ZEE é considerada espaço marítimo sob jurisdição nacional, onde se exercem os poderes do estado, no quadro da CNUDM. A zona contígua é considerada um espaço marítimo sob jurisdição nacional, onde a autoridade do estado é exercida em conformidade com os poderes fixados na CNUDM (PCM, 2002, p. 1750 art.º 4.º e art.º 5.º).

Estado – “Estado é toda a população de nacionais, fixa num dado território, onde existe uma autoridade soberana que tem a missão de assegurar a satisfação das necessidades colectivas gerais e abstractas, de justiça, segurança e bem-estar material e espiritual” (Lara, 2004, p. 211).

Estratégia – “*in its most fundamental sense is nothing more than a plan of action that organizes efforts to achieve an objective.*”. (Drew & Snow, 2006, p. 13)

Estratégia genética – “tem por objecto a invenção, construção ou obtenção de novos meios a colocar à disposição da estratégia operacional, no momento adequado, e que servem o conceito estratégico adoptado e tenham em atenção a evolução previsível da conjuntura.” (Couto, 1988, p. 231)

Estratégia Estrutural – “tem por objecto a detecção e análise das vulnerabilidades (ou pontos fracos) e das potencialidades das estruturas existentes, com vista à definição das medidas mais adequadas, incluindo a criação de novas estruturas, que conduzam à eliminação ou atenuação das vulnerabilidades, a um reforço das potencialidades e, em última análise a um melhor rendimento dos meios ou recursos.” (Couto, 1988, p. 231)

Estratégia operacional – “frequentemente designada por tática, cuida de pôr em prática as acções específicas de emprego dos meios para alcançar os objectivos. O seu objecto é, não só, conciliar os objectivos a atingir com as possibilidades proporcionadas pelas estratégias genética e estrutural, mas também, orientar a evolução destas, de forma a adaptá-las às necessidades operacionais.” (Ribeiro, 2017, p. 33)

Forças Armadas – “(...) instituição nacional incumbida de assegurar a defesa militar da República.”, da Lei da Defesa Nacional, art.º n.º 22 (AR, 2014c, pp. 1981-1995).



Maritime surveillance – “systematic observation of aerospace, cyberspace, surface, or subsurface areas, places, persons, or things, by visual, aural, electronic, photographic, or other means” (NATO, 2013).

Reconnaissance - “a mission undertaken to obtain, by visual observation or other detection methods, information about the activities and resources of an enemy or potential enemy, or to secure data concerning the meteorological, hydrographic, or geographic characteristics of a particular area” (NATO, 2013).

Recognized Maritime Picture (RMP) - “a plot compiled to depict maritime activity. The term “recognized” means that the picture has been evaluated prior to its distribution. A central authority compiles and fuses the data from many stations and evaluates their validity. The construction of an RMP consists of detecting objects of interest (ships), classifying them, assessing what they are doing, and deciding whether any type of follow-on action is required.” (Coates, et al., 2009)

Risco – “(...) um dano que podemos sofrer, uma situação ou cenário que procuraremos tentar minimizar por preparação antecipada. Um risco é mais difícil de quantificar, mas pode avaliar-se, recorrendo a metodologias apropriadas (...) em duas vertentes: quanto à probabilidade de ocorrer e quanto aos danos que pode provocar. (...) um risco é onde uma ameaça e as nossas vulnerabilidades se sobrepõem. Se existe uma ameaça, mas não temos qualquer vulnerabilidade que possa ser atingida, então, em teoria, não haverá risco. Os riscos, no entanto, também existem independentemente de haver ou não uma ameaça subjacente. É o caso, por exemplo, dos chamados riscos ambientais. É quase exclusivamente sob esta interpretação que o atual conceito estratégico se refere a riscos.” (Rodrigues, 2013, p. 2).

Segurança Nacional – “a situação que garante a unidade, a soberania, e a independência da Nação, a integridade e a segurança das pessoas e dos bens; o bem-estar e a prosperidade da Nação; a unidade do Estado e o desenvolvimento normal das suas tarefas; a liberdade de acção política dos órgãos de soberania e o regular funcionamento das instituições democráticas, no quadro constitucional.” (Sacchetti, 1986, pp. 21-22)



Tomografia Acústica – “The problem of ocean acoustic tomography is to infer from precise measurements of travel time, or of other properties of acoustic propagation, the state of the ocean traversed by the sound field. (...) Ocean acoustic tomography takes advantage of the facts that (i) travel time and other measurable acoustic parameters are functions of temperature, water velocity, and other parameters of oceanographic interest and can be interpreted to provide information about the intervening ocean using inverse methods, and (ii) the ocean is nearly transparent to low-frequency sound, so that signals can be transmitted over distances of many thousands of kilometers.” (Munk, et al., 1995, p. 1).



Apêndice B — Resumo da pesquisa documental inicial

A literatura que aborda a temática da vigilância marítima é vasta e abrange diversos contextos, seja na área da tecnologia, da estratégia ou das operações militares. Sobre esta temática existem já diversos trabalhos de investigação realizados no IUM ou nas suas unidades orgânicas autónomas, Escola Naval, Academia Militar e Academia da Força Aérea, o que realça a relevância desta temática no âmbito das ciências militares.

Num livro essencialmente técnico, Nejat *et al.* (1998) abordam a temática dos sistemas de vigilância marítima, nos seus requisitos e metodologia de projeto, constituindo-se como uma boa referência para a compreensão da engenharia envolvida na sua conceção e funcionamento.

Pereira, S. (2010) aborda “a utilidade do conceito de *Maritime Situational Awareness* (MSA) – que endereça os factores da estratégia, objetivo, meios e tempo – para promover o nível de conhecimento situacional que permite ao actor estratégico desenvolver as suas hipóteses e comandar o processo de decisão”. Neste trabalho sustenta “a edificação de uma capacidade MSA nacional, de carácter funcional, como uma função para promover um controlo mais efectivo do Espaço Estratégico de Interesse Nacional Permanente”. Trata-se de um trabalho relacionado com a vigilância marítima, que se integra na área da estratégia e das operações.

A publicação da Marinha, IOA 114 (EMA, 2012), estabelece o conceito de CSM na Marinha e define as linhas de ação para edificar esta capacidade. Constitui uma referência para a elaboração dos requisitos operacionais, evidenciando as tarefas que devem ser suportadas pelo CSM, bem como outras que possam derivar de novas ameaças, da cooperação com outras entidades e do desenvolvimento tecnológico.

O livro “A Segurança do Mar – uma visão holística” Cajarabille *et al.* (2012) é composto por um conjunto de capítulos temáticos, cada um elaborado por especialistas, todos com ligação à Marinha Portuguesa. Este livro constitui-se como uma referência a considerar no âmbito deste trabalho no que se refere à estratégia, legislação, fiscalização, ambiente e conhecimento situacional marítimo.

Prates (2013) aborda o desenvolvimento do conhecimento situacional marítimo na União Europeia, tendo analisado as iniciativas e projetos em curso, numa perspetiva de cooperação e de partilha da informação, no contexto de políticas de interoperabilidade e criação de sinergias.



Barreto (2014) aborda a problemática da vigilância marítima para os grandes espaços marítimos, tendo identificado a importância fundamental da organização dos sistemas de informação, numa lógica de partilha de informação entre os diversos utilizadores. Neste trabalho foi evidenciado que as organizações para a vigilância nacionais e supranacionais devem funcionar com processos de cooperação e parceria. Neste trabalho comprovou a importância que têm os *Maritime Patrol Aircraft* (MPA), em conjunto com os meios de superfície (fragatas e patrulhas), os quais devem ser renovados, pensando num horizonte 2020, e que, a partir de 2020, as capacidades de vigilância deverão evoluir para a utilização de uma frota de sistemas não tripulados aéreos (UAV/UAS – HALE/MALE), de superfície (USV, ROV) e na sub-superfície (UUV, AUV e ROV).

Batalha (2014), num trabalho sobre a edificação de capacidades militares para a vigilância dos espaços marítimos conclui que “tal capacidade deve ser edificada tendo como princípio a construção teórica dos sistemas complexos, gerando uma rede de agentes sensoriais e interceptores interligados entre si por via de uma info-estrutura capaz de potenciar as suas interligações, originando comportamentos emergentes ao nível sistémico. Tal sistema de sistemas, ao permitir maior diversidade ao nível dos agentes, aumenta a adaptabilidade do conjunto, característica fundamental para contrariar os atores sub-estatais, também eles flexíveis e adaptáveis do ponto de vista operacional”.

Carolas (2016) propõe algumas formas de melhorar a eficiência e eficácia da vigilância das áreas sob soberania ou jurisdição nacional, tendo identificado as seguintes possibilidades: investir na cooperação e coordenação entre entidades, na integração de diversos sistemas num único e na utilização de UAV's e satélites.

Temporão (2017) analisa o papel das Forças Armadas e das Forças de Segurança no controlo das fronteiras europeias, tendo proposto um modelo de gestão integrado da fronteira de interesse estratégico europeu, que inclui missões de vigilância marítima e onde “a articulação, a coordenação, a cooperação e a troca de informação, são a chave do sucesso de uma melhor eficácia no controlo de pessoas e da segurança interna do espaço europeu”.

**Apêndice C — Resumo de legislação e limites dos espaços marítimos nacionais****Quadro 12 – Resumo da legislação que define, os limites e as competências do Estado nos espaços marítimos**

Legislação	Sumário
Decreto-Lei n.º 495/85, de 29 de novembro de 1985, do Ministério do Mar, Diário da República n.º 275, 1.ª Série.	Redefine as linhas de fecho e de base retas estabelecidas pelo Decreto-Lei n.º 47771, de 27 de junho de 1967, nas costas do continente e das ilhas dos arquipélagos da Madeira e dos Açores.
Decreto-Lei n.º 15/94 de 22 de janeiro de 1994, do Ministério da Defesa Nacional, Diário da República n.º 18, 1.ª Série A.	Cria o sistema nacional para a busca e salvamento marítimo.
Resolução da Assembleia da República n.º 60-B/97 de 14 de outubro de 1997, Diário da República n.º 238, 1.ª Série A, suplemento.	Aprova, para ratificação, a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), de 10 de dezembro de 1982.
Decreto-Lei n.º 399/99 de 14 de outubro de 1999, do Ministério da Defesa Nacional, Diário da República n.º 240, 1.ª Série A.	Altera o Decreto-Lei n.º 15/94, de 22 de janeiro, que cria o Sistema Nacional para a Busca e Salvamento Marítimo, e o Decreto-Lei n.º 253/95, de 30 de setembro, que criou o Sistema Nacional para a Busca e Salvamento Aéreo.
Lei n.º 34/2006 de 28 de julho de 2006, da Assembleia da República, Diário da República n.º 145, 1.ª Série.	Determina a extensão das zonas marítimas sob soberania ou jurisdição nacional e os poderes que o Estado Português nelas exerce, bem como os poderes exercidos no alto mar.

Fonte: adaptado de Pacheco (2013)

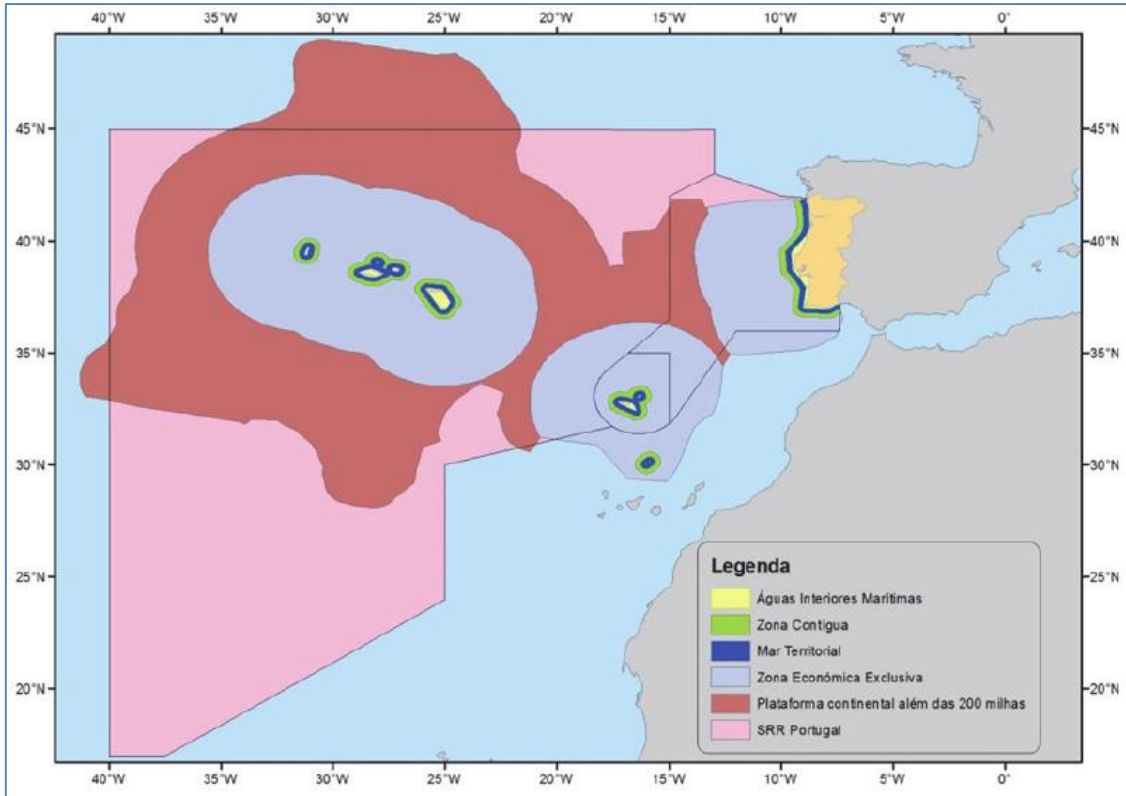


Figura 23 – Representação cartográfica dos espaços marítimos nacionais.

Fonte: (Pacheco, 2013))

Apêndice D — Principais corredores de tráfego marítimo ao largo de Portugal

Apesar da imensidão dos espaços marítimos, a configuração geral das principais rotas marítimas mundiais é relativamente simples, estando limitada a alguns corredores de tráfego. O eixo principal é formado por um corredor aproximadamente paralelo ao equador que liga a América do Norte, a Europa e a Ásia-Pacífico, através do Canal do Suez, do Estreito de Gibraltar, do Canal do Panamá e do Estreito de Malaca (figura seguinte).

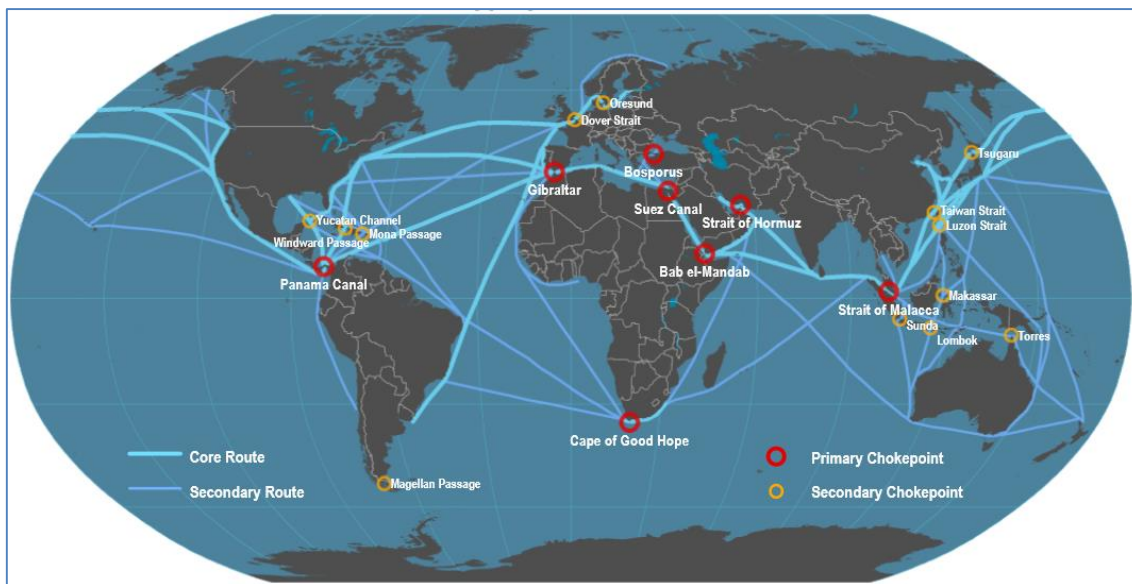


Figura 24 – Principais rotas de comércio marítimo mundial.

Fonte: (Rodrigue, 2017)

As rotas marítimas incluem pontos de passagem, estrategicamente localizados. As condições físicas (tais como: meteorologia, correntes, profundidades, recifes e gelo) e as fronteiras políticas condicionam o roteamento marítimo. Em mar aberto, por motivo das deformações causadas pelas projeções cartográficas, as rotas marítimas, desenharam arcos correspondentes a linhas ortodromias. As rotas principais são as de navios mercantes que ligam as regiões onde estão localizados os principais mercados mundiais (Rodrigue, 2017).

Estas rotas são visíveis em tempo real, através de uma consulta ao *web site* marinetraffic.com (2017), que sinaliza todos os navios com localizadores AIS. Numa consulta no dia instantânea no dia 30 de dezembro de 2017 estavam sinalizados cerca de 150000 navios, cujo rasto no mapa se sobrepõe ao das principais rotas marítimas. Numa ampliação para a área que abrange os espaços marítimos nacionais, releva-se a enorme quantidade de navios que percorrem esses espaços (figura seguinte).

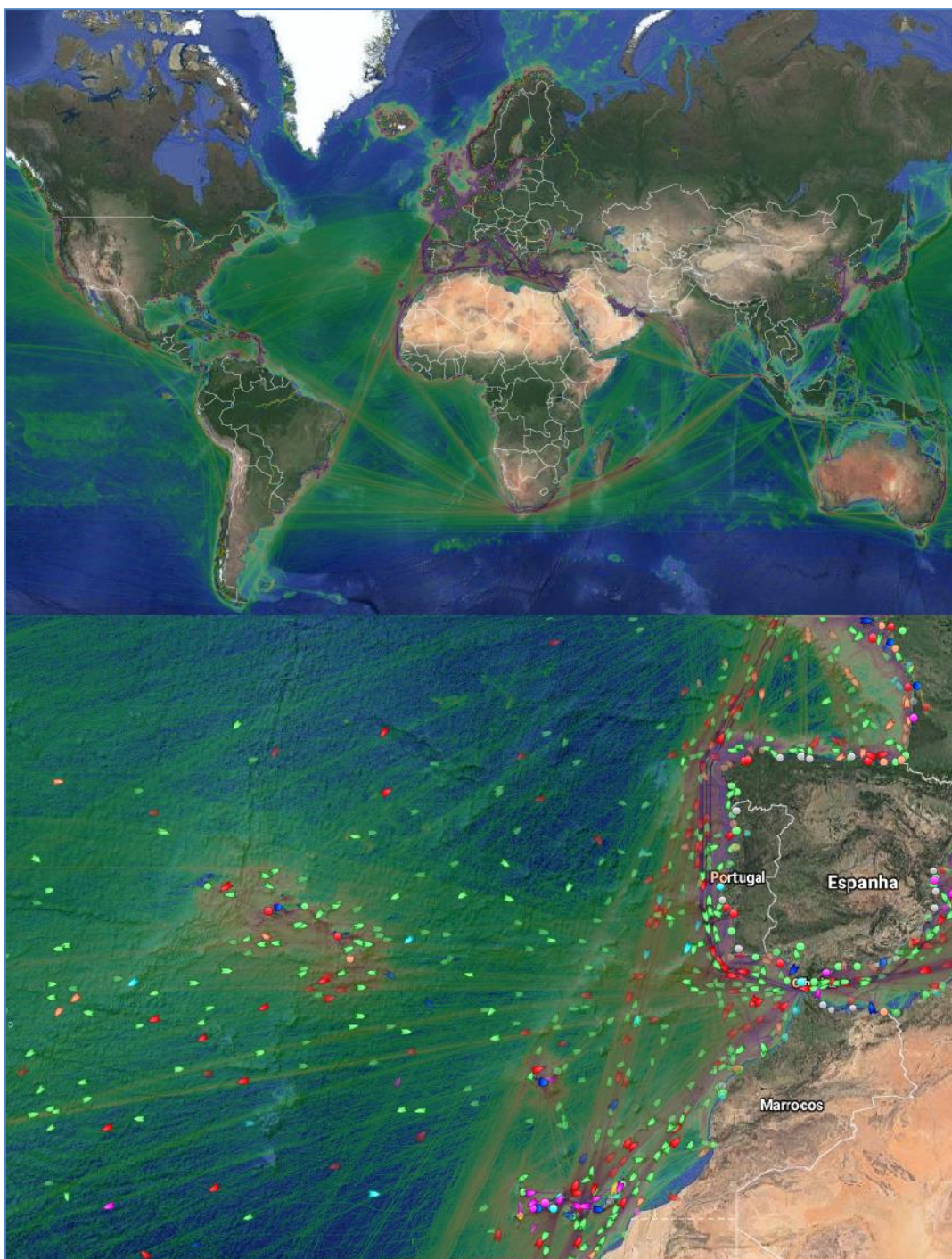


Figura 25 – Mapas instantâneo de densidade de tráfego marítimo.

Fonte: (Marinetraffic.com, 2017)

As principais rotas marítimas que atravessam os espaços marítimos nacionais ligam o norte da Europa ao Mediterrâneo e a África, e o norte da América ao Mediterrâneo. Outras rotas secundárias ligam Portugal ao norte da América e o norte da Europa às Ilhas Canárias e à Ilha da Madeira. Pela intensidade de tráfego e proximidade da costa de Portugal Continental, as rotas que ligam o norte da Europa ao Mediterrâneo e a África representam o maior grau de ameaça (CNADS, 2001).

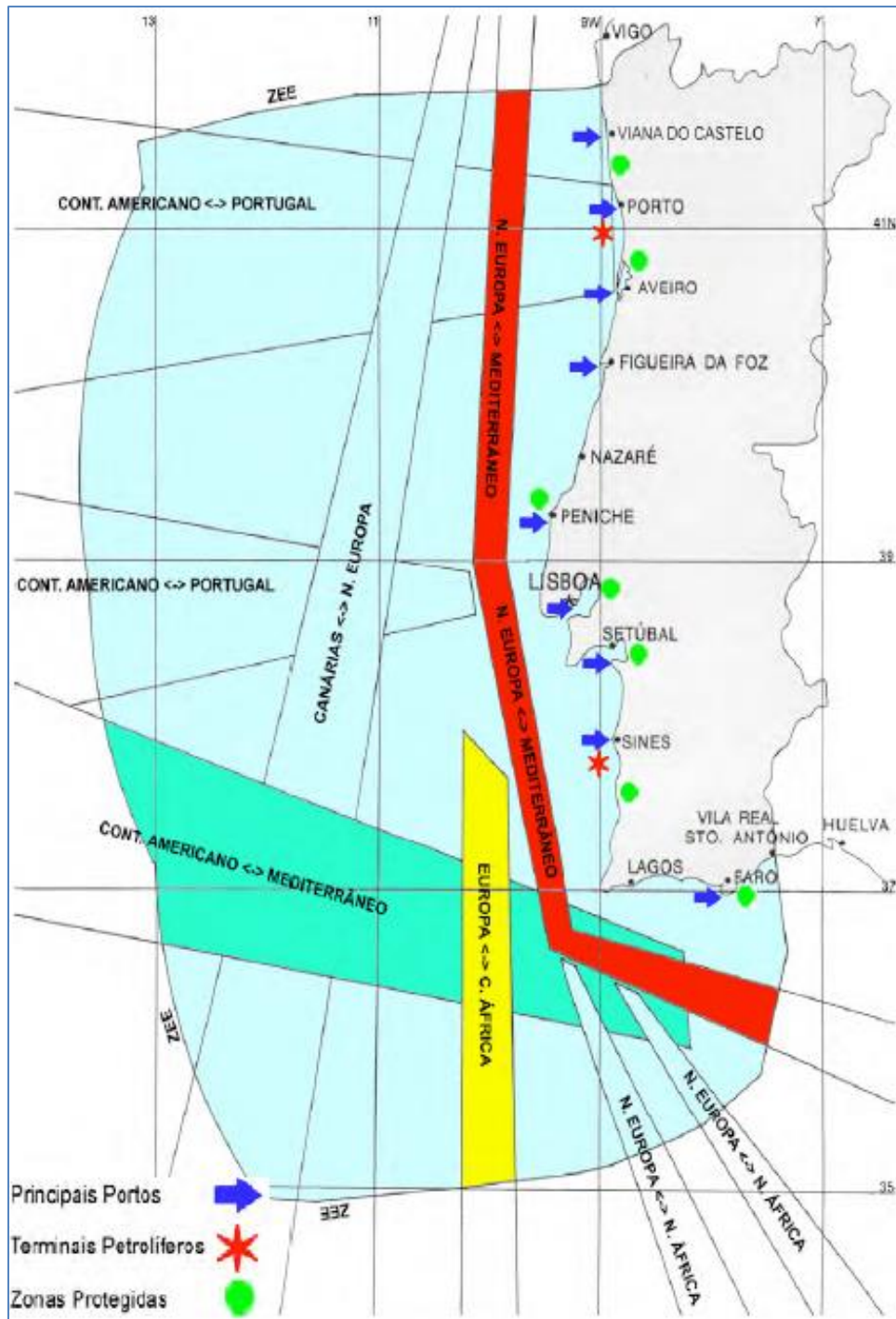


Figura 26 – Principais corredores de navegação

Fonte: (CNADS, 2001)



Apêndice E — Meios navais e aéreos e estações de vigilância marítima

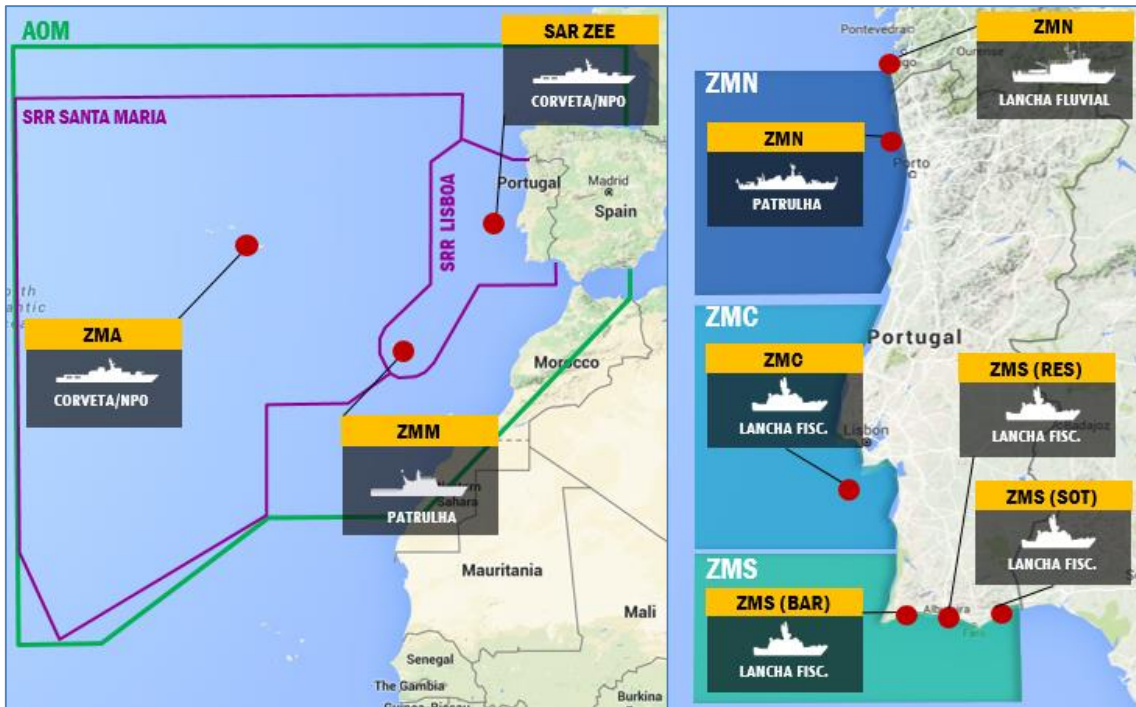


Figura 27 – Dispositivo naval nacional permanente da Marinha.

Fonte: Comando Naval.

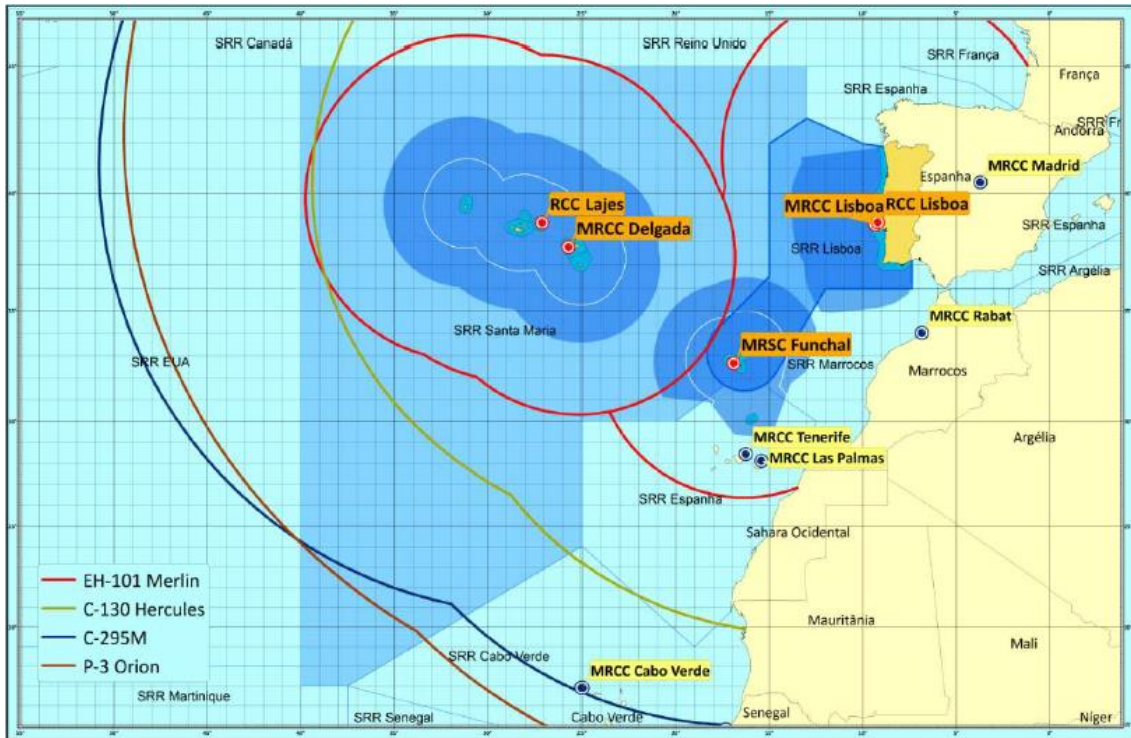


Figura 28 – Alcance das aeronaves da FA.

Fonte: MRCC Lisboa (2018).



Figura 29 – Estações do SIVICC.

Fonte: (GNR, 2016)

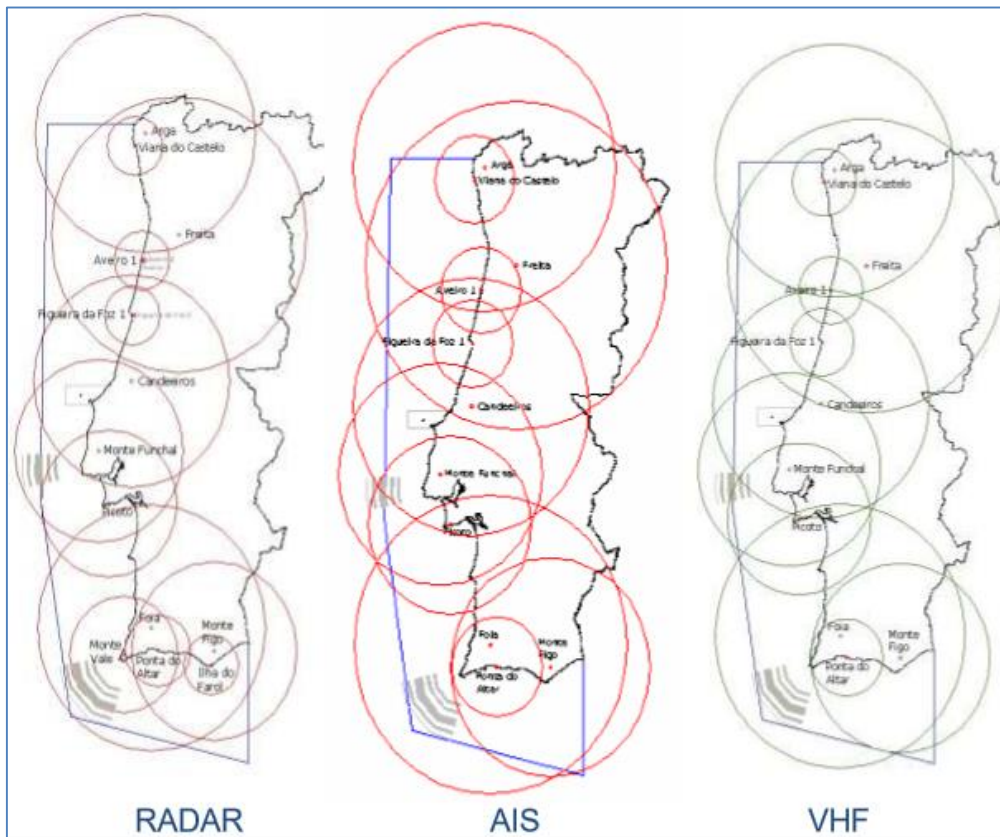


Figura 30 – Estações VTS Costeiro.

Fonte: (Caseiro, 2014)

**Apêndice F — Sistemas de informação e vigilância dos espaços marítimos nacionais****Quadro 13 – Fontes de dados para o sistema OVERSEE (atualizado a 15 de janeiro 2018)**

Fontes	Componentes	COSMOS	OVERSEE	Origem dos dados
AIS	MSSIS	SIM	SIM	US Dep. of Transportation
	AIS-Continente	SIM	SIM	Marinha
	AIS-Açores	SIM	SIM	MACAIS – Rede de estações AIS Costeiras da Macaronésia
	AIS-Madeira	SIM	NÃO	APRAM - Administração dos Portos da Região Autónoma da Madeira
	W-AIS	NÃO	NÃO	Marinha
	SAT-AIS	SIM	SIM	EMSA
GMDSS	NAVTEX	SIM	NÃO	Marinha
	COSPAS-SARSAT	SIM	SIM	IMO
	DSC (VHF Continente)	NÃO	NÃO	DGRM
	DSC (VHF/MF Ilhas e MF Continente)	NÃO	NÃO	Marinha
METOC	Agitação Marítima	SIM	SIM	Instituto Hidrográfico
	Previsão Meteo	SIM	SIM	Instituto Hidrográfico
	Calculo de Deriva	NÃO	SIM	Instituto Hidrográfico
AMN	SIIAM	SIM	NÃO	DGAM
	MGM	NÃO	NÃO	DGAM
	Costa Segura	NÃO	NÃO	DGAM
MONICAP	VMS	SIM	SIM	DGRM
VRMTC	Transmissão	SIM	N/A	Marinha
	Receção	NÃO	NÃO	Comunidade VRMTC (Itália)
Lloyds	Base de Dados de Navios Mercantes	NÃO	NÃO	
SIVICC	Dados Radar	NÃO	NÃO	GNR
ImdatE	LRIT	NÃO	NÃO	DGRM
Nipim@r	DSC	NÃO	NÃO	DGRM
	BDNNM	NÃO	NÃO	DGRM
	VTS	NÃO	NÃO	DGRM
	MONICAP-VMS	NÃO	NÃO	DGRM
MARSUR	Diversos	SIM	NÃO	Comunidade MARSUR

Fonte: (GTCSM, 2018)

MSSIS

O Maritime Safety and Security Information System (MSSIS) é um sistema de MDA dos EUA. O objetivo principal do MSSIS é apoiar a US Navy na compilação de informações sobre navios comerciais, equipados com AIS. O MSSIS compila os dados AIS recolhidos de vários países e dissemina-os em tempo quase real. Deste modo os países contribuintes alargam o panorama da situação AIS, passando de uma escala a nível nacional para uma escala a nível mundial com custos reduzidos (MSSIS, 2018)

AIS (Automatic Identification System)



“Regulation 19 of SOLAS Chapter V - Carriage requirements for shipborne navigational systems and equipment - sets out navigational equipment to be carried on board ships, according to ship type. In 2000, IMO adopted a new requirement (as part of a revised new chapter V) for all ships to carry automatic identification systems (AISs) capable of providing information about the ship to other ships and to coastal authorities automatically.

The regulation requires AIS to be fitted aboard all ships of 300 gross tonnage and upwards engaged on international voyages, cargo ships of 500 gross tonnage and upwards not engaged on international voyages and all passenger ships irrespective of size. The requirement became effective for all ships by 31 December 2004.

Ships fitted with AIS shall maintain AIS in operation at all times except where international agreements, rules or standards provide for the protection of navigational information.

A flag State may exempt ships from carrying AISs when ships will be taken permanently out of service within two years after the implementation date. Performance standards for AIS were adopted in 1998.

The regulation requires that AIS shall:

- provide information - including the ship's identity, type, position, course, speed, navigational status and other safety-related information - automatically to appropriately equipped shore stations, other ships and aircraft;
- receive automatically such information from similarly fitted ships; · monitor and track ships;
- exchange data with shore-based facilities.” (IMO, 2017).

W-AIS (*Warship AIS*)

Um tipo de AIS especialmente concebido para navios de guerra e que cumpre os requisitos da IMO.

SAT-AIS (*Space-based AIS*)

“track seafaring vessels beyond coastal areas that are equipped with AIS tracking devices. SAT AIS is a promising solution to overcome terrestrial coverage limitations with the potential to provide AIS service for any given area on Earth”. (ESA, 2017)

GMDSS (*Global Maritime Distress and Safety System*)



“The GMDSS enables a ship which is in distress to send a message in various ways and be virtually certain that it will be heard and acted upon. The distress or safety message is picked up by ships in the area and by shore stations within range if sent on MF and VHF or by shore stations if transmitted using HF, Inmarsat or COSPAS-SARSAT. While ships can transmit an alert using any or all of the distress equipment available on board, ships transmit a ship-to-ship alert on MF or VHF and a ship-to-shore alert in areas A3 or A4, as appropriate, by a ship earth station, HF digital selective calling (DSC) communications or a satellite EPIRB (Emergency Position Indicating Radio Beacons) as appropriate.” (IMO, 1999, p. 11)

NAVTEX (*transmission of maritime safety information*)

“All ships of 300 gross tonnage and above are required to carry a receiver, capable of receiving international NAVTEX broadcasts in areas where these are provided. NAVTEX became mandatory for all cargo ships of 300 gross tonnage and above and all passenger ships under the GMDSS, on 1 August 1993. NAVTEX, which operates on 518 kHz, is the chief means of transmitting short range maritime safety information (MSI) including navigational warnings, meteorological forecasts and warnings, ice reports, search and rescue information, pilot messages and details of changes to navigational aids. NAVTEX messages are normally sent only in English using narrow-band direct printing (NBDP) and are received on board the ship on a special printer - a great improvement on information circulated in printed form, which can take days or even longer to reach ships. Many small ships do not carry radiotelegraph equipment and a dedicated radio officer, so at present, receive MSI by radiotelephone broadcasts on different frequencies at scheduled times. Broadcasts can often be missed when other duties have to take priority. The NAVTEX system was first tried out in Sweden in 1977, the year when the IMO Assembly adopted the World-Wide Navigational Warning Service (WWNWS) as a means of promulgating navigational and meteorological information.” (IMO, 1999, p. 21)

COSPAS-SARSAT

“The International Cospas-Sarsat Programme is a satellite-based search and rescue (SAR) distress alert detection and information distribution system, best known for detecting and locating emergency beacons activated by aircraft, ships and backcountry hikers in distress.



The mission of the Programme is to provide accurate, timely and reliable distress alert and location data to help Search and Rescue (SAR) authorities assist persons in distress. The objective of the Cospas-Sarsat System is to reduce, as far as possible, delays in the provision of distress alerts to SAR services, and the time required to locate a person in distress at sea or on land and provide assistance to that person, all of which have a direct impact on the probability of survival.” (COSPAS-SARSAT, 2018)

Costa Segura

O “Costa Segura” é um sistema de monitorização marítima desenvolvido pela AMN, com o apoio da Marinha, que tem por objetivo a obtenção do conhecimento situacional das zonas costeiras e litorais sob jurisdição das Capitánias e que permite promover a segurança da navegação; suportar ações de busca e salvamento; apoiar ações de combate à poluição; e pode ainda monitorizar a navegação contribuindo assim, para a detenção de atividades ilícitas no mar. No total, está prevista a instalação de 30 estações em toda a costa, incluindo nos Arquipélagos dos Açores e da Madeira, até finais de 2018.

SIIAM

Sistema Integrado de Informação da Autoridade Marítima

MGM

Módulo de Gestão de Meios da Autoridade Marítima

MONICAP (Sistema de Monitorização de Navios por Satélite)

É um sistema de monitorização de navios por satélite (VMS, *Vessel Monitoring System*) e, genericamente, compreende um dispositivo móvel instalado a bordo dos navios de pesca, vulgarmente designado por Caixa Azul ou Equipamento de Monitorização Contínua (EMC), que recebe dados de posicionamento global (GPS, *Global Positioning System*) e comunica com o CCVP (Centro de Controlo e Vigilância de Pesca) através da constelação de satélites Inmarsat. O sistema de monitorização fornece vários dados) nomeadamente: localização; lata e hora; rumo e velocidade (DGRM, 2018).

VRMTC (Virtual Regional Marine Traffic Centre)



Sistema de partilha de informação de tráfego marítimo, não classificado, entre centros de operações da Marinha de vários países, desenvolvido para o Mediterrâneo, por iniciativa da Itália (Marina Militare Italia, 2018).

Base de dados de navios da Lloyds

A Lloyds recebe informação de navios quase há 300 anos. Através do serviço *Lloyds List Intelligence* é possível aceder a informação da posição dos navios, companhias, portos e outra relacionada com a navegação mercante (Lloyds, 2018)

SIVICC (Sistema de Vigilância Comando e Controlo)

O SIVICC baseia-se numa plataforma tecnológica de comando e controlo, composta por um conjunto de 20 postos de observação fixos e 8 móveis, instalados ao longo da linha de costa de Portugal Continental, dotados de sensores eletro-óticos e de radares que permitem a deteção, localização e identificação de ameaças no mar territorial e orla costeira. A sua implementação dotou a GNR com capacidade de detetar, identificar e seguir embarcações com elevada precisão, possibilitando ainda, a centralização do comando e controlo permanente das suas unidades operacionais marítimas e terrestres, e uma intervenção seletiva sobre alvos pré-selecionados (GNR, 2015). Está prevista a integração do SIVICC com o *Sistema Integrado de Vigilância Exterior*, de Espanha, e com o EUROSUR (plataforma de partilha de informação de gestão da fronteira exterior da Europa) da *European Border and Gosat Guard Agency*, (FRONTEX), visando assegurar a partilha de informação em tempo real (AR, 2017, p. 6757).

LRIT (*Long-Range Identification and Tracking*)

“(…) provides the global identification and tracking of ships. The obligations of ships to transmit LRIT information and the rights and obligations of SOLAS Contracting Governments and of Search and rescue services to receive LRIT information are established in regulation V/19-1 of the 1974 SOLAS Convention.

The LRIT system consists of the shipborne LRIT information transmitting equipment, the Communication Service Provider(s), the Application Service Provider(s), the LRIT Data Centre(s), including any related Vessel Monitoring System(s), the LRIT Data Distribution Plan and the International LRIT Data Exchange.



Certain aspects of the performance of the LRIT system are reviewed or audited by the LRIT Coordinator acting on behalf of all SOLAS Contracting Governments.” (IMO, 2017b).

VTS (*Vessel Traffic Service*)

“ (...) are shore-side systems which range from the provision of simple information messages to ships, such as position of other traffic or meteorological hazard warnings, to extensive management of traffic within a port or waterway. Generally, ships entering a VTS area report to the authorities, usually by radio, and may be tracked by the VTS control centre. Ships must keep watch on a specific frequency for navigational or other warnings, while they may be contacted directly by the VTS operator if there is risk of an incident or, in areas where traffic flow is regulated, to be given advice on when to proceed.” (IMO, 2017a)

BDNNM (Base de Dados Nacional de Navegação Marítima)

Esta base de dados é mantida pela DGRM.