



ESCOLA NAVAL

talant de bi-faire



Tiago Alexandre Paulino Rodrigues

Planeamento de Ações de Fiscalização Marítima Suportadas por Análise de Dados Georreferenciados em Larga Escala

Dissertação para obtenção do grau de mestre em Ciências Militares Navais, na
especialidade de Marinha



Alfeite

2021



ESCOLA NAVAL

ta tante de bife faire



Tiago Alexandre Paulino Rodrigues

***Planeamento de Ações de Fiscalização Marítima Suportadas por Análise de
Dados Georreferenciados em Larga Escala***

Dissertação para obtenção do grau de mestre em Ciências Militares Navais, na
especialidade de Marinha

Orientação de: Capitão-Tenente TSN-EIO Rui Pedro Gonçalves de Deus

Coorientação de: Professor Anacleto Cortez e Correia

O Aluno Mestrando

O Orientador

[Tiago Alexandre Paulino Rodrigues]

[Rui Pedro Gonçalves de Deus]

Alfeite

2021



Epígrafe

*“There are no secrets to success. It is the result of preparation,
hard work, and learning from failure.”*

General Colin Powell



Agradecimentos

Termina aqui uma das etapas mais importante da minha vida e da vida de um oficial da Marinha, começou em 2016 e termina, agora, com a realização desta dissertação de mestrado. Agora, é tempo de iniciar um novo capítulo e servir a Marinha e Portugal no mar. Aproveito este momento para deixar uma nota de agradecimento a todos os que contribuíram, não só na realização deste trabalho e em toda a minha formação, mas também para que me tornasse na pessoa que sou hoje.

Em primeiro lugar, ao Capitão-tenente TSN-EIO Gonçalves de Deus, na qualidade de orientador desta dissertação, por toda a disponibilidade, incentivo, conselhos, paciência e confiança depositada em mim, foi sem dúvida um pilar para a concretização desta dissertação.

A todos os docentes e guarnição da Escola Naval, pelos conhecimentos transmitidos e experiências proporcionadas aos longo destes cinco anos de passagem por esta nobre instituição, que irão servir-me de alicerces para cumprir os diversos desafios ao longo da minha futura carreira.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais e avós pelo carinho e apoio incondicional, principalmente nestes cinco anos, e por serem um dos principais pilares da minha vida.

À minha namorada pelo apoio, paciência, compreensão, carinho e por ser o meu porto de abrigo seguro em todos os momentos.

E por fim, ao curso Capitão-tenente Raúl Alexandre Cascais, pelo apoio nos bons e maus momentos, pela camaradagem e por todas as vivências ao longo destes cinco anos, que nunca esqueçamos que *“Perante os perigos que o mar oculta da união a glória resulta”*.

Os meus sinceros agradecimentos a todos vós.



Resumo

A análise e visualização de dados georreferenciados em larga escala constitui um elemento crítico no planeamento das ações de fiscalização marítima a fim de garantir uma alocação eficaz e eficiente do esforço de patrulha por parte da Marinha Portuguesa e da Autoridade Marítima Nacional (AMN). Este esforço advém da segunda função da Marinha Portuguesa, garantir a segurança e autoridade do Estado no mar. Este planeamento requer uma análise de grandes quantidades de dados (dados de posição, relatórios de movimento, relatórios de fiscalização), assentando numa solução de *Big Data* que envolve a utilização de recursos informacionais, aplicações informáticas e recursos de hardware específicos que permitem processar grandes quantidades de dados com objetivo último de disponibilizar informação e conhecimento para apoio à decisão. Atualmente a execução de missões de fiscalização marítima são executadas com base em informação disponibilizada pelo Gabinete de Fiscalização Marítima do Centro Integrado de Treino e Avaliação Naval (CITAN). Este gabinete analisa dados relativos à fiscalização da pesca e prepara orientações que são disponibilizados aos Comandantes das unidades navais para orientar a sua ação no mar. A atual capacidade de processamento e análise de dados relativos à fiscalização da atividade da pesca está limitada aos dados e sistemas existentes e não permite coligir e analisar dados georreferenciados em larga-escala relacionadas com a atividade da pesca. Neste trabalho descreve-se a atual capacidade de análise dados deste gabinete e tendo presente os requisitos de análise no âmbito do projeto APEC-SIFICAP, pretende-se identificar um conjunto de elementos e informação de gestão, que deverão estar integrados numa solução *Big Data*, a ser tratados e disponibilizados às unidades navais a fim de proporcionar uma fiscalização da atividade da pesca mais eficaz e eficiente.

Palavras Chave: Atividade de fiscalização, Dados georreferenciados, Solução *Big Data*, Proposta de indicadores, Eficácia, Eficiência



Abstract

The analysis and visualization of georeferenced data on a large scale constitutes a critical element in the planning of maritime inspection actions in order to ensure an effective and efficient allocation of the patrol effort by the Portuguese Navy and the National Maritime Authority (AMN). This effort comes from the second function of the Portuguese Navy, to ensure the security and authority of the State at sea. This planning requires an analysis of large amounts of data (position data, movement reports, inspection reports), based on a Big Data solution that involves the use of informational resources, computer applications and specific hardware resources that allow processing large amounts with the ultimate purpose of providing information and knowledge to support decision-making. Currently, the execution of maritime inspection missions are carried out based on information provided by the Maritime Inspection Office of the Integrated Center for Training and Naval Assessment (CITAN). This office analyzes data relating to fisheries inspection and prepares guidelines that are made available to the Commanders of naval units to guide their action at sea. The current capacity for processing and analyzing data related to the inspection of fishing activity is limited to existing data and systems and does not allow for the collection and analysis of large-scale georeferenced data related to fishing activity. This work describes the current data analysis capacity of this office and, bearing in mind the analysis requirements under the APEC-SIFICAP project, it is intended to identify a set of elements and management information, which should be integrated in a *Big Data* solution, to be handled and made available to naval units in order to provide a more effective and efficient inspection of fishing activity.

Key words: Fiscalization activity, Georeferenced data, Big Data solution, Proposal of indicators, Efficiency, Efficiency



Índice

Epígrafe.....	I
Agradecimentos	III
Resumo	V
Abstract.....	VII
Índice de Figuras.....	XIII
Índice de Tabelas	XV
Índice de Gráficos	XVII
Lista de abreviaturas e acrónimos.....	XIX
Introdução	3
Enquadramento	3
Justificação do tema.....	8
Objetivos da dissertação	9
Enquadramento metodológico	9
Objeto de estudo	9
Questões de investigação e objetivos.....	10
Metodologia de investigação	11
Estrutura da dissertação	12
1 Capítulo 1: Revisão da literatura	17
1.1 Enquadramento legal e doutrinário.....	17
1.2 <i>Big Data</i> no âmbito da gestão da pesca.....	22
1.2.1 <i>Global Fishing Watch</i>	22
1.2.2 <i>Collecte Localisation Satellites</i>	25
1.2.3 Projeto APEC- SIFICAP	27
1.3 Sistemas de informação da atividade de fiscalização marítima	31
1.3.1 Sistema de Apoio à Decisão para a Atividade de Patrulha.....	31



1.3.2	<i>Oversee</i>	34
1.3.3	SIPM.....	36
1.4	Investigação académica na área da fiscalização marítima.....	37
1.5	Indicadores de eficácia e eficiência em uso na Marinha	40
1.6	Sumário.....	46
2	Capítulo 2: Eficácia e eficiência da atividade de fiscalização marítima	49
2.1	Infrações: Uma realidade parcialmente conhecida.....	49
2.2	Indicadores da atividade de patrulha	52
2.3	Indicadores da atividade da pesca	57
2.3.1	<i>Vessel Monitoring Systems</i>	57
2.3.2	<i>Automatic Identification System</i>	59
2.4	Indicadores de eficácia e eficiência da atividade de fiscalização marítima	65
2.5	Sumário.....	68
3	Capítulo 3: Análise e discussão de resultados	73
3.1	Implementação de indicadores da atividade de fiscalização marítima.....	73
3.2	Análise da eficácia e eficiência	79
3.2.1	Proposta de Indicador 1	79
3.2.2	Proposta de Indicador 3	81
3.2.3	Proposta de Indicador 4	82
3.3	Sumário.....	89
	Conclusões	93
	Conclusões e recomendações.....	93
	Trabalho futuro	97
	Referências bibliográficas.....	99
	Apêndice A – Questões de investigação e objetivos	111
	Apêndice B – Modelo de gestão das pescas Norte Americano e do Reino Unido..	113
	Apêndice C – Estudo da Frota de Pesca Portuguesa no ano 2019.....	115



Apêndice D - <i>Script</i> de implementação do RA1 no Cenário 1 – Variante “for”	117
Apêndice E - <i>Script</i> de implementação do RA1 no Cenário 1 – Variante “parfor”	121
Apêndice F - <i>Script</i> de implementação do RA1 no Cenário 2 – Variante “for”	125
Apêndice G - <i>Script</i> de implementação do RA1 no Cenário 2 – Variante “parfor”	131
Apêndice H - <i>Script</i> de implementação do RA1 no Cenário 3 – Variante “for”	137
Apêndice I - <i>Script</i> de implementação do RA1 no Cenário 3 – Variante “parfor”.	143
Apêndice J – Tabelas obtidas com a implementação do RA1	149
Apêndice K – Mapas de densidade do RA1.	155
Apêndice L – Resultados do tempo de processamento do RA1	157
Apêndice M - <i>Script</i> de implementação do RA2 no Cenário 4 – Variante “parfor”	163
Apêndice N – Tabelas obtidas com a implementação do RA2.....	167
Apêndice O – Dados e resultados da implementação da PIND1	169
Apêndice P - Dados e resultados da implementação da PIND4	177
Anexo A - Tipos de infrações	185
Anexo B – Tipos de infrações às regras da PCP.....	187
Anexo C - Intervalo de transmissão de informações dinâmicas.....	189
Anexo D - Lista das mensagens difundidas pelo AIS	191
Anexo E - Formato do comunicado FISCREP	193



Índice de Figuras

Figura 1 - Mapa de densidade do transporte marítimo, a nível mundial, relativo ao ano 2020	4
Figura 2 - Zonas Marítimas sob Soberania e ou Jurisdição Portuguesa	5
Figura 3 - Funções e missões da Marinha Portuguesa.....	6
Figura 4 - Metodologia de investigação científica adotada	11
Figura 5 - Áreas de pesca (Divisão FAO).....	18
Figura 6 - Sistemas de informação utilizados pelo <i>Global Fishing Watch</i>	23
Figura 7 - Panorama de superfície do sistema OVERSEE	35
Figura 8 - Interface do sistema SIPM	37
Figura 9 - Estatísticas referente ao nº de ações de fiscalização realizadas em 2017, sem filtro geográfico, por unidade (gráfico de cima), por dia da semana (gráfico do meio) e por período horário (gráfico de baixo).	54
Figura 10 - Relação Infrator/Total referente ao nº de ações de fiscalização realizadas em 2017, sem filtro geográfico, por unidade (gráfico de cima), por dia da semana (gráfico do meio) e por período horário (gráfico de baixo).	55
Figura 11 - Densidade de fiscalizações em quadrículos de diferente largura após aplicação de filtro temporal.....	55
Figura 12 - Histórico de ação de fiscalizações realizadas a embarcação de pesca. ...	56
Figura 13 - Esquema da arquitetura do sistema de Monitorização Continua da Atividade De Pesca (MONICAP)	59
Figura 14 - Esquema de intercâmbio de dados do sistema AIS.....	60
Figura 15 - Mapa com informação das posições e GDH em que a mesma foi encontrada em presumível infração. No exemplo apresentado, a embarcação tem um deslocamento tal que apenas poderia praticar o arrasto para fora das 12nm. ..	63
Figura 16 - Mapa de densidade de embarcações de pesca na zona marítima do norte no período de 1 de janeiro a 9 de abril de 2009.	64



Figura 17 - Mapa de densidade do RA1 no cenário 1	155
Figura 18 - Mapa de densidade do RA1 no cenário 2	155
Figura 19 - Mapa de densidade do RA1 no cenário 3	156



Índice de Tabelas

Tabela 1 - Indicadores e Metas estabelecidas na DEM do OE4.....	42
Tabela 2 - Indicadores e Metas estabelecidas na DEM do OE5.....	43
Tabela 3 - Indicadores e Metas estabelecidas na DEM do OE7.....	44
Tabela 4 - Intensidade da atividade da pesca entre os dias 10 e 17 de fevereiro de 2020	67
Tabela 5 - Definição dos cenários e filtros	75
Tabela 6 - Resultados da variante " <i>for</i> "	76
Tabela 7 - Resultados da variante " <i>parfor</i> ".....	76
Tabela 8 - Definição do cenário e filtros	78
Tabela 9 - Dados a implementar na PIND3.....	81
Tabela 10. - Questões de investigação e objetivos	111
Tabela 11 - Tabela principal obtidas com a implementação do RA1 no Cenário 1	149
Tabela 12 - Tabela principal obtidas com a implementação do RA1 no Cenário 2	149
Tabela 13 - Tabela principal obtidas com a implementação do RA1 no Cenário 3	149
Tabela 14 - Tabela secundária da coluna 5 da tabela principal do Cenário 1 "Total de Navios"	150
Tabela 15 - Tabela secundária da coluna 6 da tabela principal do Cenário 1 "Navios Distintos"	151
Tabela 16 - Tabela secundária da coluna 7 da tabela principal do Cenário 1 "Navios Distintos por Dias"	152
Tabela 17 - Tabela da coluna 2 da tabela secundária do Cenário 1 "Navios Distintos por Dias".....	152
Tabela 18 - Tabela secundária da coluna 8 da tabela principal do Cenário 1 "Histórico Mensagens AIS por Navio"	153
Tabela 19 - Tabela da coluna 2 da tabela secundária do Cenário 1 "Histórico Mensagens AIS por Navio"	154



Tabela 20 - Tabela principal obtidas com a implementação do RA2 no Cenário 4	167
Tabela 21 - Tabela secundária da coluna 7 da tabela principal do Cenário 4 "Registo de Fiscalizações"	168
Tabela 22 - Dados a implementar na PIND1	170
Tabela 23 - Dados a implementar na PIND4.....	178
Tabela 24 - Tipos de Infrações	185
Tabela 25 - Tipos de comportamentos que infringem gravemente as regras de política comum das pescas	187
Tabela 26 - Intervalo de transmissão de informações dinâmicas	189
Tabela 27 - Lista das 27 mensagens difundidas pelo AIS	191
Tabela 28 - Formato do comunicado FISCREP	194



Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Comparação do Licenciamento da Frota de Pesca Nacional Registada em 2020	49
Gráfico 2 - Distribuição da Frota de Pesca Nacional Registada em 2020	50
Gráfico 3 - Distribuição da Frota de Pesca Nacional Licenciada em 2020	50
Gráfico 4 – Taxa de fiscalização, em valores absolutos, obtida com a implementação da PIND1	79
Gráfico 5 – Índice do esforço de fiscalização obtido com a implementação da PIND3	81
Gráfico 6 – Taxa de eficácia obtida com a implementação da PIND4.....	83
Gráfico 7 - Comparação entre taxa de eficácia e o número de fiscalizações na Zona Marítima do Norte	85
Gráfico 8 - Comparação entre taxa de eficácia e o número de fiscalizações na Zona Marítima do Centro	85
Gráfico 9 - Comparação entre taxa de eficácia e o número de fiscalizações na Zona Marítima do Sul.....	86
Gráfico 10 - Comparação entre taxa de eficácia e o número de fiscalizações na Zona Marítima dos Açores	87
Gráfico 11 - Comparação entre taxa de eficácia e o número de fiscalizações na Zona Marítima da Madeira	87
Gráfico 12 - Média da taxa de eficácia obtida com a implementação da PIND4.....	88
Gráfico 13 - Comparação do Licenciamento da Frota de Pesca Nacional Registada em 2019	115
Gráfico 14 - Distribuição da Frota de Pesca Nacional Registada em 2019	116
Gráfico 15 - Distribuição da Frota de Pesca Nacional Licenciada em 2019	116
Gráfico 16 - Tempos de processamento da variante "for" nos três cenários	157
Gráfico 17 - Tempos de processamento da variante "parfor" nos três cenários.....	158



Gráfico 18 – Tempos de processamento da variante "for" e "parfor" no Cenário 1	158
Gráfico 19 - Tempos de processamento da variante "for" e "parfor" no Cenário 2	159
Gráfico 20 - Tempos de processamento da variante "for" e "parfor" no Cenário 3	159
Gráfico 21 - Tempos de processamento da variante "for" no Cenário 1	160
Gráfico 22 - Tempos de processamento da variante "parfor" no Cenário 1.....	160
Gráfico 23 - Tempos de processamento da variante "for" no Cenário 2	161
Gráfico 24 - Tempos de processamento da variante "parfor" no Cenário 2.....	161
Gráfico 25 - Tempos de processamento da variante "for" no Cenário 3	162
Gráfico 26 - Tempos de processamento da variante "parfor" no Cenário 3.....	162
Gráfico 27 - Taxa de fiscalização na Zona Marítima do Norte – PIND1	170
Gráfico 28 - Taxa de fiscalização na Zona Marítima do Centro – PIND1	171
Gráfico 29 - Taxa de fiscalização na Zona Marítima do Sul – PIND1	171
Gráfico 30 - Taxa de fiscalização na Zona Marítima dos Açores – PIND1	172
Gráfico 31 - Taxa de fiscalização na Zona Marítima da Madeira – PIND1	172
Gráfico 32 - Taxa de fiscalização no ano 2015 - PIND1	173
Gráfico 33 - Taxa de fiscalização no ano 2016 - PIND1	173
Gráfico 34 - Taxa de fiscalização no ano 2017 - PIND1	174
Gráfico 35 - Taxa de fiscalização no ano 2018 - PIND1	174
Gráfico 36 - Taxa de fiscalização no ano 2019 - PIND1	175
Gráfico 37 - Taxa de fiscalização no ano 2020 - PIND1	175
Gráfico 38 - Taxa de eficácia no ano 2015 - PIND4	178
Gráfico 39 - Taxa de eficácia no ano 2016 - PIND4	179
Gráfico 40 - Taxa de eficácia no ano 2017 - PIND4	179
Gráfico 41 - Taxa de eficácia no ano 2018 - PIND4	180
Gráfico 42 - Taxa de eficácia no ano 2019 - PIND4	180
Gráfico 43 - Taxa de eficácia no ano 2020 - PIND4	181



Lista de abreviaturas e acrónimos

AEM	Anuários Estatísticos da Marinha
AMN	Autoridade Marítima Nacional
AOM	Área Operacional da Marinha
APEC-SIFICAP	Apoio ao Planeamento, Execução e Controlo da fiscalização da pesca no âmbito do Sistema de Fiscalização e Controlo das Atividades da Pesca
APRAM	Administração de Portos da Região Autónoma da Madeira
CCVP	Centro de Controlo e Vigilância da Pesca
CE	Comunidade Europeia
CECAF	<i>Central East Commission Atlantic Fishing</i>
CEMA	Chefe de Estado-Maior da Armada
CEMGFA	Chefe do Estado-Maior-General das Forças Armadas
CITAN	Centro Integrado de Treino e Avaliação Naval
CLM	Compilação de Legislação Marítima
CN	Comando Naval
CNUDM	Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar
COFI	<i>Committee on Fisheries</i>
COMAR	Centro de Operações da Marinha
CSM	Conhecimento Situacional Marítimo
DAGI	Direção de Análise e Gestão da Informação
DEM	Diretiva Estratégica da Marinha
DGAM	Direção Geral da Autoridade Marítima
DGRM	Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos



DL	Decreto-Lei
DNP	Dispositivo Naval Padrão
DOLFIN	<i>Data for Oceanographic Learning & Fisheries Intelligence Needs</i>
DS	Diretiva Setorial
DSCN	Diretiva Setorial do Comando Naval
EFCA	Agência Europeia de Controlo das Pescas
EMC	Equipamento de Monitorização Contínua
EMEPC	Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental
EMSA	<i>European Maritime Safety Agency</i>
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FMC	<i>Fisheries Monitoring Centers</i>
GFW	<i>Global Fishing Watch</i>
ICSM	Indicadores de Conhecimento Situacional Marítimo
IH	Instituto Hidrográfico
IMO	<i>International Maritime Organization</i>
IND	Indicador
INE	Instituto Nacional de Estatística
ISO	<i>International Organizaton for Standardization</i>
LA	Linhas de Ação
MMSI	<i>Maritime Mobile Service Identity</i>
MONICAP	Sistema de Monotorização Continua da Atividade de Pesca
MP	Marinha Portuguesa
MPA	<i>Marine Protected Areas</i>
MRCC	Centro de Coordenação de Busca e Salvamento Marítimo



MRSC	Subcentro de Coordenação de Busca e Salvamento Marítimo do Funchal
MSSIS	<i>Maritime Safety and Security Information System</i>
NAFO	<i>North Atlantic Fisheries Organization</i>
NEAFC	<i>North East Atlantic Fisheries Commission</i>
NMEA	<i>National Marine Electronics Association</i>
OE	Objetivos Estratégicos
OS	Objetivo Setorial
PCP	Política Comum das Pescas
PIND	Proposta de Indicador
PM	Polícia Marítima
RA	Requisito de Análise
SADAP	Sistema de Apoio à Decisão para a Atividade de Patrulha
SAM	Sistema de Autoridade Marítima
SAR	<i>Search and Rescue</i>
SIFICAP	Sistema de Fiscalização e Controlo das Atividades da Pesca
SIPM	Sistema Integrado de Informação da Polícia Marítima
SOLAS	<i>Safety of Life at Sea</i>
SRU	<i>Search and Rescue Unit</i>
UE	União Europeia
UN	Unidade Naval
UTC	<i>Coordinated Universal Time</i>
VIIRS	<i>Visible Infrared Imaging Radiometer Suite</i>
VMS	<i>Vessel Monitoring System</i>
VTS	<i>Vessel Traffic Service</i>
ZEE	Zona Económica Exclusiva



ZMA	Zona Marítima dos Açores
ZMC	Zona Marítima do Centro
ZMM	Zona Marítima da Madeira
ZMN	Zona Marítima do Norte
ZMS	Zona Marítima do Sul



Introdução

Enquadramento

Justificação do tema

Objetivos da dissertação

Enquadramento metodológico

Estrutura da investigação



Introdução

A superfície terrestre é composta por cerca de 71% de água, desempenhando um papel fundamental na vida do planeta, tanto a nível económico como no âmbito da investigação científica, devido à grande diversidade de recursos marinhos, minerais e fontes de energia.

Atualmente, o oceano, possui um papel vital no desenvolvimento económico do mundo através de atividades como o “transporte marítimo, o turismo, a construção e reparação naval ou a náutica de recreio” (Pinto, 2017) e as atividades pesqueiras. Com o crescimento da procura destas atividades, os oceanos tem sofrido uma pressão cada vez maior, com o aumento das frotas e do tráfego marítimo resultante num aumento de poluição e da sobre-exploração de recursos marinhos.

Neste âmbito, a monitorização e fiscalização dos espaços marítimos são fatores essenciais para evitar atividades ilegais e não regulamentadas e garantir a segurança das pessoas que andam no mar.

Este capítulo encontra-se dividido em cinco partes. Inicialmente é feito um enquadramento, abordando o espaço marítimo sob soberania, jurisdição e responsabilidade de Portugal, e o projeto a ser desenvolvido no âmbito das capacidades de planeamento, execução e controlo das ações de vigilância, fiscalização e controlo da atividade da pesca. De seguida é feita a justificação do tema, exposto qual a pertinência do presente trabalho e quais os objetivos a atingir, expondo também o objeto de estudo, as questões às quais se pretende responder ao longo do trabalho e a metodologia utilizada para a elaboração do mesmo. Por fim é apresentada a estrutura do documento.

Enquadramento

Portugal, desde a época dos descobrimentos que começou a perceber a importância e a potencialidade que o mar oferecia. Com isto e tendo em conta a sua localização geoestratégica, desde muito cedo começou a definir e a focar as suas estratégias na descoberta e exploração de um meio, até então, desconhecido. Ao longo do tempo e até aos dias de hoje, assistiu-se a uma grande evolução na exploração do meio marítimo com

o aumento da utilização dos transportes marítimos, a criação de rotas de comercio, de turismo e de investigação, por todo o mundo.

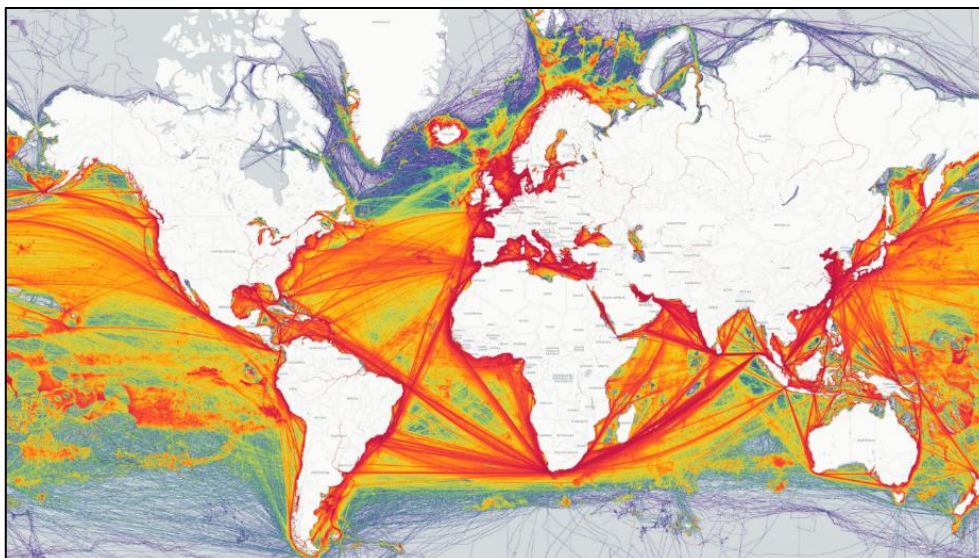


Figura 1 - Mapa de densidade do transporte marítimo, a nível mundial, relativo ao ano 2020

[Fonte: *MarineTraffic*, 2021]

Atualmente, de acordo com o estipulado pela Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), Portugal, como estado costeiro, possui soberania, jurisdição e responsabilidade de 14.069 km² de águas interiores, de 50.957 km² de mar territorial e de 1.660.456 km² de Zona Económica Exclusiva (ZEE), totalizando 1.725.482 km² de espaço marítimo da responsabilidade de Portugal, o que “constitui 48% da totalidade das águas marinhas sob jurisdição dos estados membros da União Europeia (UE) em espaços adjacentes ao continente Europeu.” (Governo de Portugal, 2021). Contudo, em 2009, através da Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental¹ (EMEPC), Portugal submeteu à Comissão de Limites da Plataforma Continental (CLPC), uma proposta de extensão da plataforma continental para além das 200 milhas, que se for aprovado pela UE, o espaço marítimo sob soberania, jurisdição e responsabilidade portuguesa aumentará para 4.100.000 km².

¹ A EMEPC foi criada em 2005, cujo principal objetivo consiste em “preparar, apresentar e assegurar a defesa da proposta de extensão da plataforma continental perante a Comissão de Limites” (Resolução do Conselho de Ministros n.º 84-A/2016 de 28 de dezembro, 2016)

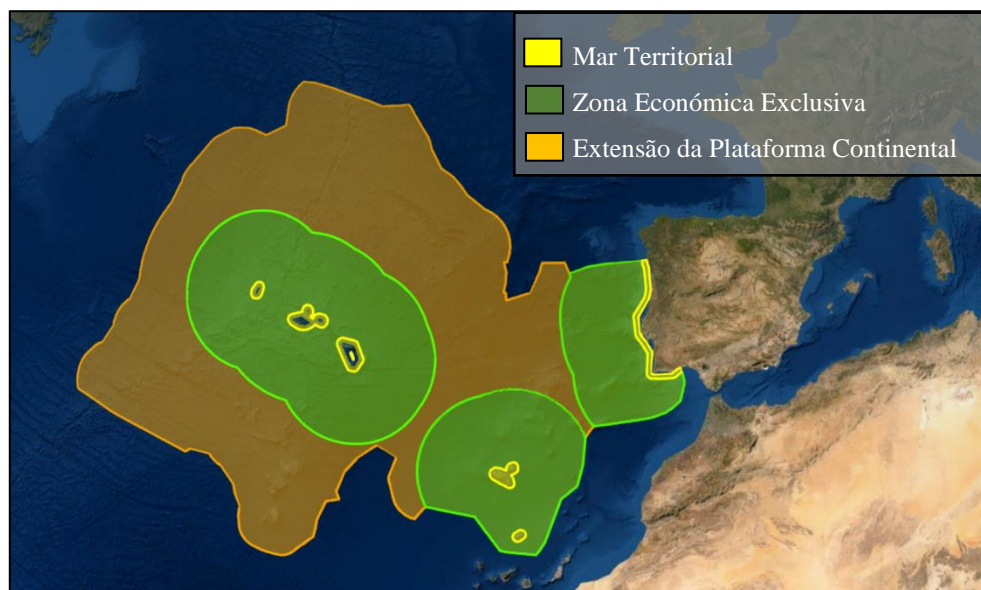


Figura 2 - Zonas Marítimas sob Soberania e ou Jurisdição Portuguesa

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: IH e EMEPC]

Com a expansão do espaço marítimo e o aumento do fluxo de transporte marítimo nessa área, eleva-se a importância de garantir a monitorização, vigilância e fiscalização desses espaços e assim contribuir para segurança marítima e a sustentabilidade dos recursos marinhos, enquadrada na missão da Marinha: “Contribuir para que Portugal use o Mar” (Estado-Maior da Armada, 2021).

A Marinha Portuguesa, dada a sua ligação ao mar, às suas valências e ao espetro das suas missões, contribui ativamente, com a autoridade marítima, na monitorização, vigilância e fiscalização de áreas e navios de interesse, indo ao encontro de uma das tarefas principais da Marinha, garantir a “Segurança e autoridades do Estado no mar” (Estado-Maior da Armada, 2021).

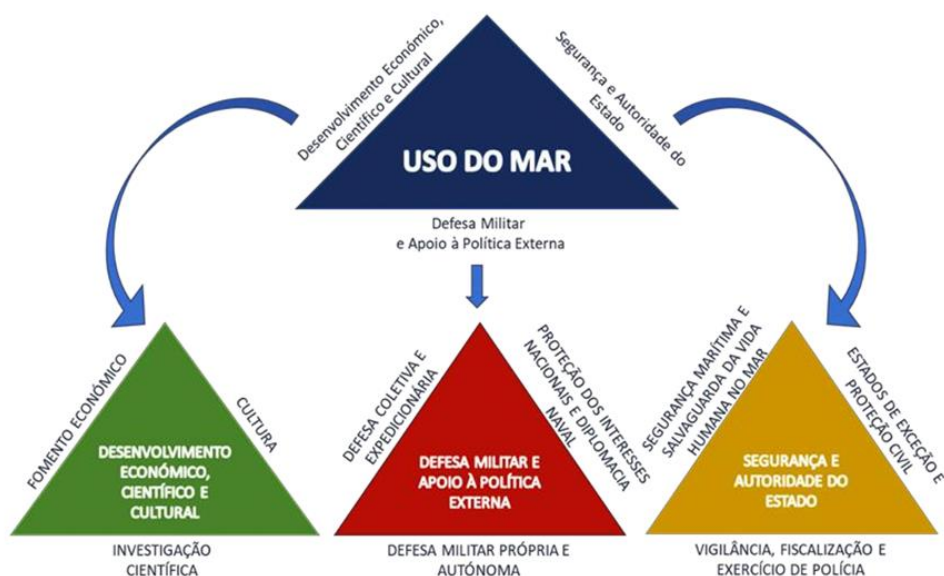


Figura 3 - Funções e missões da Marinha Portuguesa

[Fonte: Diretiva de Política Naval, 2011]

Nos dias de hoje, torna-se inexecuível exercer a atividade de monitorização, vigilância e fiscalização presencial em todo o espaço marítimo. Por isso, é necessário que estejam disponíveis adequados Sistemas de Informação e Sistemas de Apoio à Decisão, a fim de rentabilizar os meios disponíveis e aproveitar as capacidades e os dados de informação que a Marinha dispõe para que a monitorização, vigilância e fiscalização dos espaços marítimos seja feita mais eficaz e eficiente. Foram criados e desenvolvidos diversos sistemas que apoiam a tomada de decisão e contribuem para a monitorização da navegação, aumentando o conhecimento do panorama marítimo.

No âmbito da atividade da pesca, a Marinha em conjunto com a Autoridade Marítima Nacional, em dezembro de 2016, efetuou a candidatura conjunta do projeto de Apoio ao Planeamento, Execução e Controlo da fiscalização da pesca no âmbito do Sistema de Fiscalização e Controlo das Atividades da Pesca (APEC-SIFICAP) ao Programa Operacional MAR 2020 (POMAR2020)².

² Marinha Portuguesa. (2016). *Candidatura ao Programa Operacional MAR 2020 "Apoio ao planeamento, execução e controlo da fiscalização da pesca no âmbito do SIFICAP (APEC-SIFICAP)"*. Lisboa: Marinha.



De acordo com a proposta de candidatura do projeto APEC-SIFICAP, pretende-se estabelecer a interoperabilidade e aumentar significativamente as atuais capacidades de planeamento, execução e controlo das ações de vigilância, fiscalização e controlo da atividade da pesca conduzidas, atualmente, pela Marinha Portuguesa (MP) e Autoridade Marítima Nacional (AMN) enquanto entidades participantes no Sistema Integrado de Vigilância, Fiscalização e Controlo das Atividades da Pesca (SIFICAP).

A solução proposta neste projeto consiste na aquisição de equipamentos e serviços de consultoria técnica com vista ao desenvolvimento de *web services* e aplicações informáticas, como parte integrante do SIFICAP, que permitam interligar diferentes dados e sistemas contribuindo para o planeamento, execução e controlo das ações de fiscalização marítima da atividade da pesca. A solução pode ser dividida em três módulos:

- Módulo 1 – Sistema de apoio à decisão para operações de fiscalização (execução);
- Módulo 2 – *Framework* de *Big Data* (planeamento e controlo);
- Módulo 3 – Tecnologia móvel (execução).

Esta solução tem como principal mais-valia dotar a Marinha e AMN de uma capacidade de análise de dados georreferenciados em larga-escala e correlacioná-los com informações da atividade de fiscalização da pesca, a fim de produzir informação de maior qualidade e relevância, que possa ser usada no planeamento das missões de fiscalização. A consequência direta desta informação poderá ser observada em diversos indicadores estatísticos que medem a eficácia e eficiência do esforço de patrulha por parte da Marinha e AMN relativamente às missões de vigilância, fiscalização e controlo da atividade da pesca.

Através do Módulo 2 – *Framework* de *Big Data* pretende-se alcançar os seguintes resultados:

- Interação dos dados AIS, VMS, METOC e relatos de fiscalização numa solução *Big Data*;
- Melhoria da eficiência e eficácia no planeamento das ações de fiscalização marítima;



- Aumento do conhecimento partilhado entre entidades, relativo à atuação no mar, no âmbito da fiscalização marítima;
- Desenvolvimento de repositório de dados de apoio à realização de estudos de investigação e desenvolvimento e outras iniciativas.

Foi decidido dividir o projeto APEC-SIFICAP em subprojectos e o módulo 2 – *Framework* de *Big Data* será gerido de forma independente dos restantes módulos. Por conseguinte, foi elaborado pela Direção de Análise e Gestão de Informação (DAGI), um documento de requisitos de análise que pretende identificar e descrever os elementos de informação de gestão que deverão ser disponibilizados ao nível da camada aplicacional de *reporting* e suportada pela *Framework* de *Big Data* da solução preconizada no projeto APEC-SIFICAP. Estes requisitos de análise de dados georreferenciados podem ser interpretados como requisitos funcionais, a incorporar em aplicações ou sistemas já existentes, ou que venham a ser desenvolvidos no âmbito do projeto APEC-SIFICAP.

Atualmente, a preparação de dados relativos à atividade de fiscalização da pesca para efeitos do planeamento das ações de fiscalização marítima realizadas pelas unidades navais da Marinha é realizada pelo Gabinete de Fiscalização Marítima do CITAN. Este gabinete prepara e analisa dados referentes à fiscalização da atividade da pesca com o objetivo de proporcionar informação de gestão que permita orientar a ação das unidades navais no mar. Como exemplo, este gabinete informa as unidades navais que na sua área de operações existe uma área interdita à pesca de determinada espécie em determinado período de tempo e solicita o patrulhamento e vigilância desse espaço de forma a evitar o incumprimento da lei. Outro tipo de exemplo está na passagem de dados de embarcações que não foram vistoriadas há mais de 2 anos e que deverão ser alvo de vistoria caso seja detetada pela unidade naval que se encontra atribuída à área de operações.

Justificação do tema

A capacidade de processamento e análise do Gabinete de Fiscalização Marítima está limitada aos dados e aos sistemas que opera e, neste momento, não possui uma capacidade de análise de dados georreferenciados em larga escala que permita, por exemplo, produzir mapas de densidade da atuação de embarcações de pesca estrangeira na Zona Marítima do Sul nos últimos 2 anos no período diurno das 12h00 às 18h00, entre outros indicadores.



Este tipo de dado é relevante para orientar o emprego das unidades navais em missões de fiscalização marítima. Este tipo de produtos permite planeamentos mais eficientes do ponto de vista da análise de dados e do ponto de vista da atuação no mar que garanta que os alvos identificados por este gabinete possam ser vistoriados de forma eficaz e eficiente. O presente trabalho pretende dar um contributo no sentido de identificar caminhos que possam contribuir para tornar mais eficaz e eficiente o emprego das unidades navais em ações de fiscalização marítima através da melhoria da qualidade da informação disponibilizada para este efeito.

Objetivos da dissertação

Os objetivos da seguinte dissertação são:

- Identificar novos indicadores de eficácia e eficiência da atividade de fiscalização marítima;
- Avaliar a exequibilidade de implementação destes novos indicadores nos atuais sistemas de informação da Marinha;
- Relacionar o esforço de fiscalização com os indicadores de eficácia e de eficiência.

Enquadramento metodológico

Objeto de estudo

O objeto de estudo do presente trabalho consiste no processo de preparação de informação de gestão que permite obter orientações para o emprego das unidades navais em missões de fiscalização marítima. A preparação de informação de gestão é uma das etapas no planeamento das ações de fiscalização marítima. Interessa caracterizar o atual processo de preparação de informação de gestão e identificar eventuais lacunas ou necessidades especiais que possam ser colmatadas com a solução *Big Data* preconizada no projeto APEC-SIFICAP. Para este fim, pretende-se caracterizar os elementos de gestão que poderão ser disponibilizados pela solução *Big Data* e definir um conjunto de



indicadores de eficácia e eficiência da atividade de fiscalização da pesca a ser disponibilizado para consulta ao Gabinete de Fiscalização Marítima. Estes indicadores em conjunto com informação de gestão de natureza pontual (como é o caso de áreas interditas à pesca de determinada espécie em período de tempo específico) e também com informação relativa à operação das unidades navais nas respetivas áreas de operação permite a identificação de zonas e alvos preferenciais. Estas zonas e alvos constituem os elementos de informação a disponibilizar aos Comandantes das unidades navais para efeitos das ações de fiscalização marítima. Neste trabalho serão também considerados os elementos de informação com interesse para a atuação da Polícia Marítima (PM) ao nível da Autoridade Marítima Nacional (AMN). Não são contemplados dados referentes a autos de notícia ou elementos de natureza criminal que possam ocorrer no âmbito das ações de fiscalização marítima.

Questões de investigação e objetivos

O presente trabalho pretende analisar o desempenho das atividades de fiscalização marítima realizadas pela marinha e contribuir para o tornar mais eficiente e eficaz. Com o objetivo de orientar todo o processo de investigação e análise foram definidas várias questões às quais se pretendem responder com a elaboração deste trabalho.

A Questão Central (QC), e sobre a qual se baseia o trabalho:

- De que forma a análise de dados georreferenciados em larga escala contribui para a eficácia e a eficiência da atividade de fiscalização marítima realizada pela Marinha?

Por forma a contribuir e a sustentar a resposta à QC foram elaboradas quatro Questões Derivantes (QD):

- Qual o enquadramento legal e doutrinário da atividade de fiscalização marítima realizada pela Marinha?
- Que indicadores são atualmente usados para medir a eficácia e eficiência da atividade de fiscalização marítima?

- Que outros indicadores, que requerem o processamento de grandes quantidades de dados, poderão contribuir para a eficácia e eficiência da atividade de fiscalização marítima?
- Como averiguar se os indicadores propostos produzem ganhos de eficácia e eficiência da atividade de fiscalização marítima?

Durante a elaboração do Plano de Investigação foram definidas as questões de investigação, estando estas associadas a um objetivo geral e a vários objetivos específicos, assim como a um método de recolha de dados, que se encontram descritos no Apêndice A.

Metodologia de investigação

Este trabalho seguirá uma metodologia de investigação científica (Saunders & Tosey, 2012) conforme ilustrado na figura abaixo:



Figura 4 - Metodologia de investigação científica adotada
[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Saunders & Tosey, 2012]

A filosofia de pesquisa que se pretende adotar é o pragmatismo, abordando diferentes perspetivas, consideradas relevantes, e enfatizando as suas consequências práticas. Neste sentido, pretende-se recorrer ao raciocínio indutivo e ao pensamento crítico, procurando



obter conclusões gerais a partir da observação e análise de casos particulares. Prevê-se seguir por uma estratégia, predominantemente, qualitativa, mas também quantitativa. Como desenho de pesquisa será utilizado o caso de estudo, tendo em consideração que o investigador tem pouco controlo sobre os eventos (face ao tempo e meios disponíveis, não seria possível realizar uma pesquisa experimental) e o objeto de estudo consiste num fenómeno contemporâneo inserido no seu contexto real. Uma vez que o objetivo central deste trabalho é atingido através da consulta de dados históricos, considerou-se um horizonte temporal longitudinal. A investigação recorrerá, sobretudo, a um instrumento: análise documental, com recolha de informação junto de especialistas e representantes de entidades consideradas relevantes na temática, nomeadamente: Gabinete de Fiscalização Marítima do Centro Integrado de Treino e Avaliação Naval (CITAN), Comando Naval (CN), Direção de Análise e Gestão de Informação (DAGI), Divisão de Recursos e Segurança Marítima da Autoridade Marítima Nacional (AMN).

Estrutura da dissertação

Este trabalho, irá ter a seguinte estrutura:

- 1- Introdução – Na introdução expõe-se e identifica-se a questão central e questões derivadas que se pretendem responder nesta dissertação. Pretende-se ainda apresentar os objetivos a atingir e explicitar a metodologia de investigação adotada.
- 2- Revisão da literatura – Este capítulo contempla a análise do estado da arte relativamente ao tema e ao objeto de estudo, referenciando trabalhos de investigação que se cruzam com o tema da dissertação e identificar e referenciar os conceitos teóricos que sustentam este trabalho
- 3- Eficácia e eficiência da atividade de fiscalização marítima – O objetivo deste capítulo passa por caracterizar o atual processo de planeamento e apresentar variantes deste processo que se distinguem do atual por ter em consideração novos elementos de informação. Pretende-se ainda coligir dados referentes às ações de fiscalização que possam decorrer do novo método de planeamento e inferir sobre a sua eficácia e eficiência.



- 4- Análise e discussão dos resultados – O objetivo deste capítulo passa por analisar os resultados obtidos na fase anterior.
- 5- Conclusões – Neste capítulo pretende-se elaborar as conclusões baseadas nos resultados obtidos, assim como identificar as limitações encontradas e promover trabalhos futuros.



CAPÍTULO 1 – Revisão da Literatura

- 1.1 Enquadramento legal e doutrinário
- 1.2 *Big Data* no âmbito da gestão da pesca
- 1.3 Sistemas de informação da atividade
de fiscalização marítima
- 1.4 Investigação académica na área da
fiscalização marítima
- 1.5 Indicadores de eficácia e eficiência em
uso na marinha
- 1.6 Sumário



1 Capítulo 1: Revisão da literatura

Este capítulo faz referência aos estudos e orientações relacionadas com a exploração dos recursos piscícolas por parte da Organização da Nações Unidas para a alimentação e agricultura (FAO) e da Agência Europeia para o Controlo das Pescas (EFCA), assim como os diplomas legais atualmente em vigor relacionados com a atividade da pesca. É feita uma descrição do SIFICAP e das suas entidades participantes, em particular a DGRM e a Marinha. São ainda apresentados os principais sistemas de informação utilizados na Marinha e na AMN para apoio ao controlo da atividade de fiscalização marítima. Por fim, é feita uma breve revisão da literatura relativamente a estudos de âmbito académico nesta área e também uma descrição dos atuais indicadores de eficácia e eficiência em uso na Marinha.

1.1 Enquadramento legal e doutrinário

No final do século XX com o desenvolvimento das artes e técnicas de pesca e o aumento das preocupações ambientais, verificou-se que apesar dos recursos marinhos serem renováveis, estes necessitavam de ser geridos por forma a suprir as necessidades da geração atual sem comprometer as necessidades das gerações vindouras. Na sequência disso, na Convenção das Nações Unidas para o Direito do Mar de 10 de dezembro de 1982, ratificado por Portugal no Decreto do Presidente da República n.º 67-A/97, concedeu-se aos estados costeiros a responsabilidade na gestão dos recursos dentro das suas Zonas Económicas Exclusivas³.

Face ao anteriormente exposto, as Nações Unidas, em 1945, criaram a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) com o intuito de liderar os esforços para erradicar a fome e a pobreza no mundo e criar diretivas para a sustentabilidade ambiental. Nesse âmbito, a FAO, tem realizado diversas ações de investigação e adotado medida no que diz respeito ao controlo de capturas das reservas

³ “O limite exterior da zona económica exclusiva é a linha cujos pontos distam 200 milhas náuticas do ponto mais próximo das linhas de base” (Lei n.º 34/2006 de 28 de julho, 2006)

de recursos marinhos no mundo, uma das medidas tomadas foi a subdivisão dos espaços marítimos em áreas geográficas.

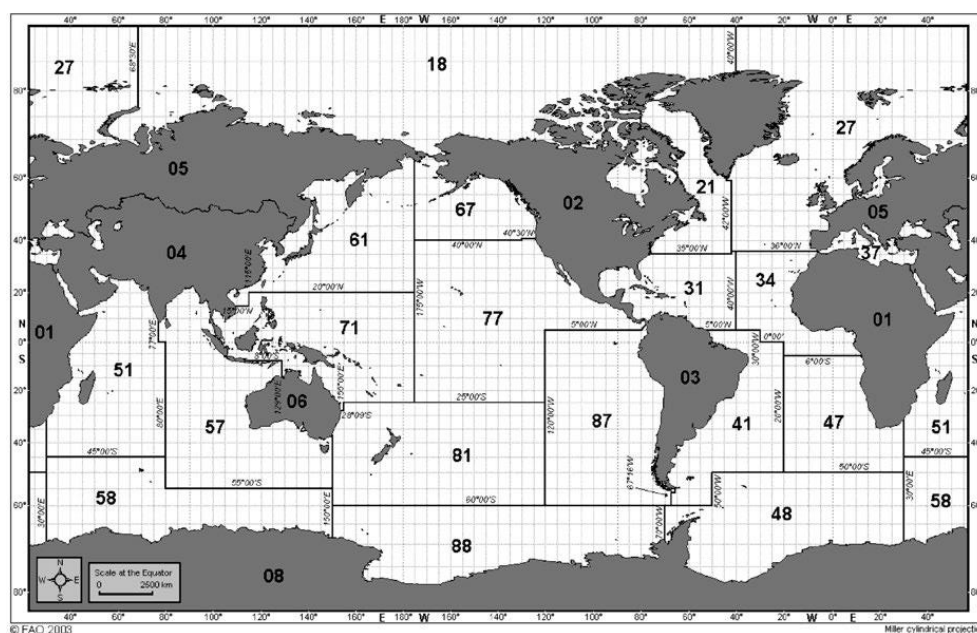


Figura 5 - Áreas de pesca (Divisão FAO)

[Fonte: INE, 2019]

As áreas que apresentam interesse e onde Portugal assume uma posição ativa no controlo e na prática das atividades da pesca são as zonas 21 (NAFO - *North Atlantic Fisheries Organization*), 27 (NEAFC - *North East Atlantic Fisheries Commission*) e 34 (CECAF - *Central East Commission Atlantic Fishing*).

Com o objetivo de criar um órgão capaz de responder e dar auxílio aos problemas e questões internacionais da pesca e da aquicultura foi criado em 1965 a Comissão das Pescas da FAO (COFI). Esta comissão tem competências para desenvolver e gerir a política comum das pescas, os acordos internacionais de pesca e na política estrutural do setor, assim como para a criação de medidas na conservação dos recursos haliêuticos e do mercado dos produtos que advêm desta atividade.

Na conferência da FAO em 1995 foi adotado o Código de Conduta para Uma Pesca Responsável. Este código estabelece “princípios e padrões internacionais de comportamento para práticas responsáveis, com vista a assegurar uma efetiva conservação, gestão e desenvolvimento dos recursos vivos aquáticos, no respeito pelo ecossistema e pela biodiversidade.” (Decreto-Lei n.º 79/2001 de 05 de março, 2001).



Na União Europeia, a partir de 1970 com a adoção das zonas económicas exclusivas pelos Estados-Membros e com a adesão de novos países com frotas pesqueiras, desenvolveu-se a Política Comum das Pescas (PCP), esta foi sofrendo atualizações tendo a última entrado em vigor a 1 de janeiro de 2014. “A Política Comum das Pescas garante que as atividades da pesca e da aquicultura sejam ambientalmente sustentáveis a longo prazo e sejam geridas de uma forma consentânea com os objetivos consistentes em gerar benefícios económicos, sociais e de emprego, e em contribuir para o abastecimento de produtos alimentares.” (Artigo 2º do Regulamento UE n.º 1380/2013 de 11 de dezembro, 2013). A PCP divulga um conjunto de normas para a conservação e exploração sustentável, essas diretrizes são:

- Planos plurianuais com base em estudos científicos, técnicos e económicos, com o objetivo de minimizar o impacto ambiental e maximizar o rendimento;
- Incentivos aos métodos de pesca e a projetos com técnicas e artes de pesca mais seletivos com o objetivo de reduzir o desperdício com capturas indesejadas e conseqüentemente o impacto marinho;
- Imposição de normas relativas à utilização e construção das diferentes artes de pesca, assim como valores de referência do pescado que podem originar restrições nas operações consoante o tipo de arte e o período.

Com a reforma da Política Comum das Pescas de 2002 e com a dificuldade, dos diversos governos da UE, de controlar a implementação das novas políticas, em abril de 2005 com base no Regulamento n.º 768/2005 do conselho europeu, foi criada a Agência Europeia de Controlo das Pescas (EFCA). A EFCA é uma agência da UE, “cujo objetivo consiste em organizar a coordenação operacional das atividades de controlo e inspeção da pesca exercidas pelos Estados-Membros e auxiliá-los a cooperar por forma a que sejam respeitadas as regras da política comum das pescas a fim de garantir a aplicação efetiva e uniforme dessa política.” (Regulamento UE n.º 2019/473 de 19 de março, 2019). Segundo o mesmo regulamento, esta agência tem a incumbência de:

- Coordenar as ações e os meios operacionais de controlo e inspeção assim como as operações de combate à pesca ilegal;
- Apoiar no cumprimento e harmonização na aplicação das normas provenientes da PCP e na investigação de novas técnicas de controlo e inspeção;



- Cooperar com a Agência Europeia da Guarda de Fronteiras Costeiras e com a Agência Europeia da Segurança Marítima na realização de funções de guarda costeira.

No seguimento do n.º 5 do artigo 5 do Regulamento (CE) n.º 1224/2009 do Conselho Europeu (CE) de 20 de novembro de 2009⁴, Portugal teve “a necessidade de reforçar e concentrar numa só entidade as competências de regulamentação, inspeção, fiscalização, coordenação e controlo das atividades da pesca, da aquicultura, da indústria transformadora e atividades conexas, do transporte marítimo, da navegabilidade e da segurança marítima, no quadro do Sistema da Autoridade Marítima Nacional” (Decreto-Lei n.º 49-A/2012 de 29 de fevereiro, 2012), que outrora se encontravam distribuídos em diversos serviços. Assim, em 2012, e através do Decreto-Lei n.º 49-A/2012 de 29 de fevereiro, ocorreu a fusão entre a Direção Geral das Pescas e Aquicultura com o Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos resultando na atual Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos (DGRM). No âmbito da fiscalização das pescas uma das principais incumbências da DGRM baseia-se no planeamento e execução da fiscalização, vigilância e controlo das atividades haliêuticas no âmbito do SIFICAP e do Sistema de Monitorização Contínua da Atividade de Pesca (MONICAP).

No quadro de medidas no Código de Conduta para Uma Pesca Responsável, importa realçar não só a importância das medidas legislativas impostas, mas também a utilização de tecnologias inovadoras para ações de dissuasão e deteção de práticas ilegais. Nesse âmbito, foi desenvolvido por Portugal o SIFICAP que possibilita um aproveitamento maior das capacidades dos recursos humanos e materiais e uma melhor interligação das unidades participantes no sistema. Nos termos do artigo 2º do Decreto-Lei n.º 79/2001, as entidades com capacidade para realizar ações de vigilância, fiscalização e controlo das atividades da pesca são a Inspeção-Geral das Pescas, a Marinha, a Força Aérea, a Guarda Nacional Republicana, a Região Autónoma dos Açores e a Região Autónoma da Madeira, sendo estas as entidades participantes no SIFICAP.

⁴ “Em cada Estado-Membro, uma única autoridade coordena as atividades de controlo de todas as autoridades nacionais de controlo, sendo igualmente responsável pela coordenação da recolha, tratamento e certificação das informações relacionadas com as atividades de pesca e pela apresentação de relatórios, cooperação e transmissão de informações à Comissão, à Agência Comunitária de Controlo das Pescas criada nos termos do Regulamento (CE) n.º 768/2005, aos outros Estados-Membros e, quando apropriado, a países terceiros.”



Em Portugal, foi criado pelo Decreto-Lei n.º 43/2002 de 2 de março o Sistema de Autoridade Marítima (SAM) que consiste no “quadro institucional formado pelas entidades, órgãos ou serviços de nível central, regional ou local que, com funções de coordenação, executivas, consultivas ou policiais, exercem poderes de autoridade marítima.” (Artigo 2º do Decreto-Lei n.º 43/2002 de 02 de março, 2002). Neste sistema as entidades com competência para exercer o poder de autoridade marítima são: Autoridade Marítima Nacional (AMN), a Polícia Marítima (PM), a Guarda Nacional Republicana (GNR), a Polícia de Segurança Pública (PSP), a Polícia Judiciária (PJ), o Serviço de Estrangeiros e Fronteiras (SEF), a Inspeção-geral das Pescas, o Instituto da Água, o Instituto Marítimo-Portuário, as Autoridades portuárias e a Direcção-Geral da Saúde (DGS).

Nos termos do Decreto-Lei n.º 44/2002 de 2 de março, a Autoridade Marítima Nacional é uma entidade integrante no quadro do SAM, responsável por coordenar as atividades a nível nacional executadas pela Marinha e pela DGAM. Por sua vez, a DGAM está responsável pela direção, coordenação e controlo das atividades realizadas pelos Serviços Centrais, pelos Departamentos Marítimos do Norte, Centro, Sul, Açores e Madeira e pelas Capitánias dos portos. No que diz respeito aos departamentos marítimos, são órgãos regionais da DGAM com competências de coordenação e auxílio nas ações e serviços das capitánias, cuja principal missão é assegurar a execução das atividades de fiscalização e vigilância marítima dos respetivos departamentos marítimos.

A Marinha sendo um ramo das Forças Armadas Portuguesas “tem por missão principal participar na defesa militar da República, nos termos da Constituição e da lei” (Artigo 2º do Decreto-Lei n.º 185/2014 de 29 de dezembro, 2014). Por conseguinte a Marinha dedica-se a cumprir missão no âmbito militar para assegurar compromissos internacionais, missões humanitárias e de paz, missões para garantir a proteção da vida e dos interesses nacionais e outras missões atribuídas pelo Chefe do Estado-Maior-General das Forças Armadas (CEMGFA), em paralelo também opera no âmbito não militar em missões para garantir a autoridade pública no mar, em missões de investigação científicas e em missões de preservação do meio marinho, que apesar de não fazer parte da missão principal da Marinha Portuguesa, apresenta atualmente, um peso bastante elevada nas missões das unidades.



O conceito de “Marinha de Duplo Uso”, utilizado atualmente dado ao espectro das suas missões, tem por base a interligação de três estruturas orgânicas, a primeira é o Comando Naval (CN) que disponibiliza os meios operacionais e humanos na sua dependência, a segunda é a Direção-Geral da Autoridade Marítima que implementa e realiza o controlo do cumprimento das normas em vigor, e por fim o Comando-Geral da Polícia Marítima que garante a segurança nos espaços marítimos e terrestres através dos comandos locais da PM e das capitánias. As fiscalizações que são efetuadas para além dos espaços costeiros são realizadas pelas unidades navais do CN, enquanto que nas águas interiores a fiscalização é efetuada maioritariamente por meios da PM.

Ao nível de outras marinhas, foi realizado um estudo da estrutura organizacional e da gestão das marinhas dos Estados Unidos da América e do Reino Unido, esse estudo encontra-se descrito no Apêndice B.

1.2 *Big Data* no âmbito da gestão da pesca

O termo de *Big Data* surgiu na década de 90, por John Mashey, tornando-se cada vez mais usual. Este consiste em bases de grandes quantidades de dados que ultrapassem as capacidades de gestão e processamento de dados, em tempo útil, dos softwares mais comuns. O conceito *Big Data*, (Jain, 2016), pode ser definido em cinco dimensões: volume, dada a elevada quantidade dos dados; velocidade, face ao processamento dos dados em menor tempo; variedade, tendo em conta a diversidade de informação nos dados; variabilidade, consoante as características das variáveis e das fontes, os dados podem apresentar significados diferentes; e valor, ou seja, para o resultado que se pretende alcançar devem ser excluídos os dados que não estão relacionados com o objetivo.

1.2.1 *Global Fishing Watch*

A *Global Fishing Watch* (GFW) é uma organização internacional independente e sem fins lucrativos, criada em 2015, resultante de uma colaboração entre a *Oceana*, uma organização internacional para a conservação dos oceanos, a *SkyTruth*, uma empresa tecnológica, dedicada ao uso de informação proveniente de satélites na preservação do

meio ambiente e a *Google* cujos conhecimentos na área das tecnologias, na gestão de softwares e processamento de dados torna-se uma mais valia no processamento da *Big Data*. Desenvolvida com o objetivo de aumentar o conhecimento sobre a atividade e o impacto que o Homem tem no mar, esta organização partilha mapas de visualização, de dados e ferramentas de análise, proporcionando às entidades competentes a informação necessária para uma gestão sustentável do meio ambiente.

O grande foco da *Global Fishing Watch* é o aperfeiçoamento das capacidades de monitorização das atividades no mar (pesca, transbordo e transporte), com a criação e desenvolvimento de mapas de monitorização das embarcações a partir dos sistemas de monitorização, com o AIS e o VMS, de bases de dados, de satélites e de outros sistemas operados por entidades parceiras, disponibilizando as informações em cooperação com entidades para o desenvolvimento de diretivas de conservação do meio ambiente marinho.

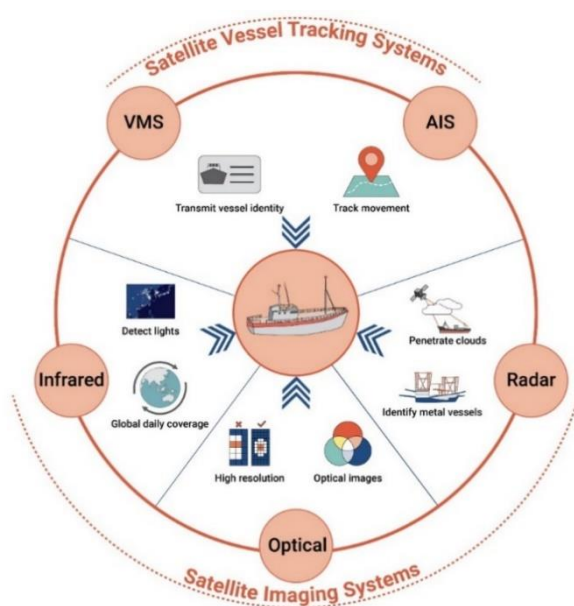


Figura 6 - Sistemas de informação utilizados pelo *Global Fishing Watch*

[Fonte: <https://globalfishingwatch.org/our-technology/>, 2021]

Segundo a IMO, o AIS não é um equipamento obrigatório a todas as embarcações, sendo que apenas 2% de todas as embarcações de pesca do mundo possuem AIS, porém estes são os maiores responsáveis pela atividade da pesca tanto a nível costeiro como oceânico. O AIS é um sistema que transmite automaticamente a identificação, posição, rumo e velocidade, entre outras informações, via satélite para outros navios que possuem



AIS e para estações costeiras de controlo marítimo, sendo esta uma fonte de informação importante no que toca à monitorização das embarcações.

Outro sistema de monitorização dos navios é o VMS, que será abordado mais pormenorizadamente ao longo deste trabalho, sendo este semelhante ao AIS, transmitindo informações, como a posição, em intervalos de tempo regulares. Contudo, este sistema, ao contrário do AIS, foi criado e desenvolvido para a monitorização de embarcações de pesca. A conjugação das informações dos dois sistemas permite uma monitorização mais eficaz das embarcações.

Os sistemas de monitorização para além de não abrangerem todas as embarcações, pode ocorrer casos em que as próprias embarcações desliguem os próprios equipamentos para ocultar a sua posição. Por forma a colmatar essa falha, o GFW utiliza sistemas baseados em satélites, tais como: o *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* (VIIRS), que são satélites de órbita polar equipados com sensores óticos com capacidade de detetar as luzes dos navios, principalmente nos períodos noturnos. A GFW utiliza também radares de abertura sintética que permitem representações gráficas da superfície da terra, em todas as condições atmosféricas, detetando a presença de embarcações no mar; e imagens satélites que permitem a identificação visual das embarcações, porém apenas é possível quando as condições ambientais são favoráveis.

Com as informações obtidas pelos diversos sistemas e equipamentos, foi criada uma base de dados, que está em permanente atualização, com as seguintes informações por embarcação: nome, indicativo de chamada, número IMO, comprimento, deslocamento, licença de atividade e país.

Os dados obtidos antes de divulgados publicamente, são processados e filtrados, excluindo dados repetidos e dados incompatíveis, são também adicionadas algumas informações pertinentes tais como a distância aos portos e a costa e a batimetria do local, no caso de informações via satélite é necessário realizar correções geográficas. Com recurso a algoritmos e a modelos aprendizagem são identificados e apresentados apenas os navios de pesca, com base na identificação e nos padrões de comportamentos, de navios em faina de pesca, ou com a comparação de imagens das silhuetas dos navios.

A *Global Fishing Watch* fornece dados e ferramentas acerca das embarcações, a sua posição e a atividade por forma a melhorar a gestão do meio marinho, representando-os



tanto a nível espacial como temporalmente e permitindo a monitorização das atividades no mar e contribuir num planeamento mais eficiente e eficaz do esforço de patrulha e da atividade de fiscalização.

1.2.2 *Collecte Localisation Satellites*

A *Collecte Localisation Satellites* (CLS) é uma empresa mundial, subsidiária do Centro Nacional de Estudos Espaciais de França (CNES) e da *Compagnie Nationale à Portefeuille*⁵ (CNP), criada em 1986, com o objetivo de fornecer soluções inovadoras de vigilância e monitorização, utilizando satélites, por forma a gerir os recursos de forma sustentável. A missão da CLS foca-se em cinco áreas estratégicas: na gestão sustentável da pesca, na monitorização ambiental e climática, na vigilância e segurança marítima, na gestão de frotas e nas energias, extração de minério e infraestruturas.

No âmbito da monitorização, controlo e vigilância marítima foi criada a plataforma *THEMIS*, que reúne diversas informações do radar, do AIS, do VMS, dos relatórios de captura de pescado, informações meteorológicas e oceanográficas, informações dos navios, entre outras por forma a apoiar as entidades competentes no combate à pesca ilegal, não declarada e não regulamentada.

A CLS aponta três desafios no combate à pesca ilegal, o primeiro é a dimensão dos oceanos, uma vez que as embarcações não se restringem às ZEE's, aumentando assim o espaço para patrulha e vigilância; o segundo são os recursos disponíveis para efetuar a patrulha, vigilância e fiscalização serem limitados e insuficientes para cobrir de forma permanente e eficaz toda a área; e por último a elevada quantidade de informação proveniente de diversos sistemas, torna-se, em tempo útil, difícil de comparar e analisar os mesmos manualmente.

Por forma a colmatar estes desafios, a CLS propõe 4 soluções:

- A monitorização das embarcações, através do VMS;

⁵ A CNP é uma empresa de investimentos europeia que investiu na CLS em 2020 por forma a apoiar o crescimento e o esforço na proteção dos recursos do planeta. [Fonte: <https://www.cnp.be/current-investments/cls/>]

- A gestão e monitorização das áreas, tais como a ZEE, as *Marine Protected Areas* (MPA), entre outras através de plataformas que compilem todos os dados informativos, como por exemplo o *THEMIS*;
- Monitorização, controlo e vigilância através dos centros de monitorização das pescas;
- Análise do pescado e gestão da quantidade de pescado em tempo real, através dos relatórios de captura de pescado.

A CLS afirma que a sustentabilidade da pesca enfrenta, atualmente, um grande desafio a nível da gestão de dados, dada a necessidade cada vez maior de monitorizar navios de pesca tanto de pequena como de grande escala, o que conseqüentemente, gera grandes quantidades de dados de informação para processar e analisar.

Por forma a utilizar os dados de forma eficaz e a aplicar métodos de *Big Data*, é necessário ter em conta a velocidade de processamento que se pretende, a grande variedade de informação presente nos dados, o grande volume de dados em análise, a veracidade dos dados e o valor que os dados têm para o resultado pretendido.

Em 2018, em virtude do crescente número de dados de informação relativos às atividades no mar, a CLS, desenvolveu a *Data for Oceanographic Learning & Fisheries Intelligence Needs* (DOLFIN), uma plataforma que através de técnicas de *Data Mining*, inteligência artificial e *Big Data*, reúne informações das embarcações, dos registos de captura, dos VMS, dos sensores, equipamentos e câmaras instaladas a bordo das embarcações e das condições meteorológicas e oceanográficas, realizando uma análise e processamentos dos dados, apresentando as informações necessárias para a tomada de decisões tanto a nível das embarcações, na escolha dos períodos e áreas de captura de pescado, como das entidades competentes, na gestão das áreas marítimas e na vigilância e fiscalização das embarcações, convergindo os esforços para as áreas consideradas críticas tornando a gestão e vigilância dos espaços mais eficiente e eficaz.

1.2.3 Projeto APEC- SIFICAP

O projeto de Apoio ao Planeamento, Execução e Controlo da fiscalização da pesca no âmbito do Sistema de Fiscalização e Controlo das Atividades da Pesca (APEC-SIFICAP) pretende constituir-se como solução perante as diferentes fontes de dados, referentes à atividade de fiscalização marítima, que se encontram dispersas na organização e que não estando relacionadas logicamente nem fisicamente. Este projeto constitui uma oportunidade que atualmente não está a ser explorada para efeitos de análise estatística e operacional, acarretando custos em termos de eficácia e eficiência da atividade de fiscalização marítima realizada pela MP e AMN. Assim, este projeto tem como objetivo estabelecer a interoperabilidade e aumentar significativamente as atuais capacidades de planeamento, execução e controlo das ações de vigilância, fiscalização e controlo da atividade da pesca, atualmente conduzidas pela MP e AMN enquanto entidades participantes no SIFICAP.

Este projeto consiste na aquisição de equipamentos e serviços de consultoria técnica com vista ao desenvolvimento de *web services* e aplicações informáticas, como parte integrante do SIFICAP, que permitam interligar diferentes dados e sistemas contribuindo para o planeamento, execução e controlo das ações de fiscalização marítima.

O projeto APEC-SIFICAP encontra-se dividido em 3 módulos:

- Módulo 1 – Sistema de apoio à decisão para operações de fiscalização (execução);
- Módulo 2 – Framework de *Big Data* (planeamento e controlo);
- Modulo 3 – Tecnologia móvel (execução).

O grande foco deste projeto passa por dotar a Marinha e AMN de uma capacidade de análise de dados georreferenciados em larga escala e correlacioná-los com informações da atividade de fiscalização da pesca a fim de produzir informação de maior qualidade e relevância que possa ser usada no planeamento das missões de fiscalização.

Neste projeto, com o Módulo 2 – Framework de *Big Data* pretende-se integrar os dados AIS, VMS, meteorológicos e oceanográficos e relatos de fiscalização numa solução *Big Data*. Esta pretende sustentar uma capacidade de análise e visualização de dados georreferenciados em larga escala, melhorando a eficácia e eficiência do planeamento das



ações de fiscalização marítima e a partilha de conhecimento entre entidades, relativo à atuação no mar, e desenvolver um repositório de dados de apoio à realização de estudos de investigação.

No âmbito da atividade de fiscalização marítima existe uma diversidade de fontes de dados que irão ser relacionados num modelo concetual que suportarão a solução *Big Data*, essas fontes de dados são: as mensagens AIS; o *Track* dos Navios da Republica Portuguesa; os dados provenientes do MONICAP e a lista de embarcações com autorização de pesca, disponibilizados pela DGRM; a compilação da legislação nacional, incluindo as áreas interditas à pesca, disponibilizado pela Direção Jurídica; os relatos de fiscalização (FISCREP e FISCSUM), vídeos, imagens e áudio captados pelas unidades fiscalizadores; dados meteorológicos e oceanográficos disponibilizados pela NOAA e pelo Instituto Hidrográfico (IH); e dados provenientes da Secção de Fiscalização Marítima do Comando Naval.

O projeto identifica os requisitos de análise de dados, direta e indiretamente relacionados com a fiscalização marítima que deverão ser considerados no âmbito da implementação de uma solução *Big Data* preconizada no projeto APEC-SIFICAP. Os requisitos de análise que estão diretamente ligados à fiscalização marítima são a análise da fiscalização, a análise da atividade da pesca e a análise da cobertura, os que estão indiretamente ligados são a reconstrução do panorama marítimo, a análise de trajetórias e a análise de padrões e comportamentos.

A análise da atividade de fiscalização efetuada pelas Unidades Navais e pelas Capitánias é feita em diversas dimensões, presente nos FISCREP e nos relatos das capitánias, apresentando indicadores estatísticos que apoiam a decisão em termos da necessidade de divergir ou concentrar ações de fiscalização, rentabilizando os meios existentes e adequando a sua atividade às necessidades. Dos relatos de fiscalização é possível extrair vários factos relativos a uma ação de fiscalização, cada facto está relacionado com um conjunto de atributos que caracteriza a ação de fiscalização, quando é possível descrever uma propriedade ou ocorrência com vários atributos, surge a dimensão. Por exemplo a dimensão “embarcação” é composta pelos atributos nome da embarcação, número de registo, comprimento fora a fora, entre outros atributos. As dimensões de análise são um elemento fundamental na construção de indicadores estatísticos relativos à fiscalização da atividade da pesca.



A análise da atividade da pesca é realizada em diversas dimensões, dos dados provenientes do sistema MONICAP, do AIS, da base de dados das embarcações e das autorizações de pesca, apresentando indicadores estatísticos de onde existe maior densidade (baseado nos relatos provenientes do AIS e VMS) e diversidade (medida através do número distinto de embarcações) da atividade da pesca e comportamentos que iniciem a prática de infrações.

Com a análise de rotas das embarcações, com os dados recebido do VMS, e sabendo as velocidades de alagem e calagem das artes, é possível obter de uma forma automática os comprimentos das artes individuais e o total das artes a bordo e assim verificar se estão de acordo com o Regulamento da Pesca por Arte de Emalhar.

A análise da eficácia e eficiência da atividade da fiscalização às embarcações que possuem equipamentos MONICAP e AIS, é possível através de mapas de diversidade de embarcações e de mapas de esforço de fiscalização sobre essas embarcações, que ao restringir a um determinado período de tempo e uma determinada área permite identificar zonas de desequilíbrio e assim averiguar a necessidade de divergir ou concentrar as unidades navios por forma a obter um equilíbrio entre o número de ações de fiscalização e a atividade de pesca.

A monitorização constante da posição das embarcações, através do sistema AIS, proporciona um esclarecimento do panorama marítimo em tempo quase real, e permite a construção de Indicadores de Conhecimento Situacional Marítimo (ICSM), constituindo um dos principais requisitos para o conhecimento da dinâmica da navegação em áreas de interesse nacional.

Um dos requisitos do projeto APEC-SIFICAP é a caracterização da navegação numa determinada área geográfica num período de 24 horas, através de um relatório com os seguintes atributos:

- Área do polígono;
- Número de relatos dinâmicos no polígono (mensagens AIS);
- Média de relatos dinâmicos por navio;
- Distância média à linha de costa do continente;
- Duração média de permanência no polígono;



- Velocidade média praticada no polígono;
- Rumo dominante;
- Número de navios com velocidade ente 0 – 2 nós, 5 – 5 nós e 5 -10 nós;
- Número de navios tipo (*tanker, cargo, fishing vessel*, entre outros).

Com estes dados é possível determinar o número de navios que a Marinha monitoriza num determinado período de tempo e área.

No que diz respeito à análise de padrões de comportamento de um navio em particular ou da atividade marítima em geral numa determinada área, o projeto APEC-SIFICAP baseia-se nos diagramas de densidade para uma análise comportamental da atividade, onde representando o histórico das trajetórias dos navios e as áreas em que navegou com maior frequências, ao associar a um polígono pode evidenciar as principais rotas praticadas pela navegação e os locais onde é verosímil que desliguem intencionalmente o AIS. Ao mapa de densidades podem ser aplicados filtros para restringir a pesquisa, sendo esses filtros:

- Área de interesse (polígono);
- Período temporal;
- Fontes de dados;
- Velocidade e Rumo;
- Tipo de navio;
- Período Horário;
- Filtro MMSI;
- Área Operacional da Marinha (AOM);
- Comando de Zona Marítima (Norte, Centro e Sul);
- Áreas de jurisdição das repartições;
- *Search and Rescue Region* de Lisboa e Santa Maria.

Estes relatórios deverão ser produzidos e prontos para análise de forma quase automática. Ou seja, a partir do momento em que o relatório é pedido pelo analista ao sistema de informação, o respetivo *output* deverá ser produzido em menos de 24 horas



para informações que exijam o processamento de muitos *terabytes* de dados e segundos para o processamento de poucos *gigabytes*.

1.3 Sistemas de informação da atividade de fiscalização marítima

1.3.1 Sistema de Apoio à Decisão para a Atividade de Patrulha

No âmbito da análise operacional da atividade de fiscalização da pesca foi elaborado, em 2016, pela Direção de Análise e Gestão da Informação (DAGI) o Sistema de Apoio à Decisão para a Atividade de Patrulha (SADAP) com o objetivo de auxiliar as atividades de Fiscalização e Busca e Salvamento. Este sistema de apoio à decisão através da recolha automática de dados provenientes de fontes distintas e das análises estatísticas dos dados apresenta-se como uma ferramenta de auxílio no processo de planeamento de missões de patrulha mais eficientes e no empenho diário das unidades, fornece um panorama atual a nível geográfico e temporal das embarcações a vistoriar sendo esta uma variável importante para estabelecer os objetivos das vistorias. Durante as missões o sistema tem a capacidade de auxiliar os utilizadores na elaboração de comunicados operacionais durante a missão (NAVSIT⁶, ATD⁷, ATA⁸, FISCREP) assim como, com os dados inseridos no FISCREP, detetar automaticamente infrações. Na área de busca e salvamento marítimo, é possível criar alertas e áreas de buscas, calcular áreas de deriva com base em informações meteorológicas e através da análise de mensagens provenientes do Centro de Operações da Marinha (COMAR) estabelecer planos de busca.

O SADAP é composto por uma base de dados com registos de embarcações de pesca provenientes dos relatos MONICAP e dos relatos de vistoria das capitánias e das UN. Atualmente é composto por oito módulos: o módulo de análise da fiscalização, o módulo

⁶ O NAVSIT é um comunicado de situação a enviar periodicamente pelos Comandos de Forças, de Unidades Navais, de Fuzileiros e de Mergulhadores-Sapadores, que inclui uma descrição sumária das atividades desenvolvidas, a posição e outras informações de carácter operacional tais como, dados logísticos, principais limitações e condições ambientais. [Fonte: Marinha Portuguesa, 2020]

⁷ O ATD é um comunicado de movimento a efetuar imediatamente após a largada, relatando a hora exata a que a mesma aconteceu, atualmente substituído pelo MOVREP. [Fonte: Marinha Portuguesa, 2002]

⁸ O ATA é um comunicado de movimento a efetuar imediatamente após a chegada, relatando a hora exata a que a mesma aconteceu, atualmente substituído pelo MOVREP. [Fonte: Marinha Portuguesa, 2002]



de análise da atividade da pesca, o módulo de capacidade AIS, o módulo de elaboração de mensagens formatadas, o módulo de regras de artes, malhagens e espécies, o módulo de coberturas, o módulo de visualização de alertas e computação SAR e o módulo de busca e salvamento.

O módulo de análise da fiscalização permite através dos dados provenientes dos relatos de vistoria das capitánias e das unidades navais realizar uma análise da atividade de fiscalização originando indicadores de eficácia importantes para que em conformidade com os objetivos da missão de fiscalização se obtenha um planeamento das atividades de fiscalização mais eficaz. Este módulo é composto por diversos filtros permitindo ao utilizador selecionar para análise uma parte dos dados existentes na base de dados. Assim o utilizador com o uso dos filtros pode analisar os dados por região geográfica específica (filtros geográficos) podendo analisar e diferenciar as zonas marítimas que apresentem maior número de infrações cometidas; por um determinado período de tempo (filtro à dimensão temporal) analisando as alturas do ano, mês, semana e dia em que se verifique uma maior deteção de embarcações em infração; por unidade fiscalizadora (filtro unidade originadora da vistoria), importante na análise do empenho e da prestação das unidades navais; por tipo de embarcação a vistoriar (filtro tipo de embarcação) permitindo analisar os dados referentes a um tipo de embarcação específico associado ao tipo de exploração económica do mar; por tipo de arte (filtro arte) onde pode selecionar os dados referentes a um dos 56 diferentes tipos de arte; por registo de embarcação (filtro registo de embarcação) podendo selecionar entre embarcações de pesca local, pesca costeira e pesca do largo; por resultado da vistoria (filtro resultado da vistoria) onde é possível diferenciar os dados de embarcação legais e de embarcações consideradas presumíveis infratoras, este filtro em conjunto com um dado intervalo de tempo, com uma região ou com um tipo de arte permite ao utilizador definir padrões de infração; por tipo de infração (filtro tipo de infração) que discriminar os dados pelas infrações que são alvo de fiscalização (Anexo A) e são detetadas pelas unidades permitindo estabelecer padrões de práticas ilegais; o utilizador pode ainda selecionar a nacionalidade das embarcações que pretende analisar e restringir a pesquisa a embarcações que estão equipadas com equipamentos VMS. A análise dos dados da base de dados pode ser feita com recurso a histogramas que resultam do somatório de vistoria, podendo assim o utilizador medir a eficiência da fiscalização da pesca ou então com a relação entre infratores e o número total de vistorias efetuadas, medindo assim a eficácia das ações.



O módulo de análise da atividade da pesca permite, com os dados provenientes do MONICAP, efetuar o estudo da densidade e diversidade da atividade da pesca praticada por embarcações equipadas com VMS. Com esses dados e selecionando as velocidades que as embarcações utilizam na sua atividade da pesca é possível descrever as principais rotas utilizadas pelas embarcações.

O módulo de capacidade AIS permite ao utilizador visualizar o panorama marítimo em tempo real, apresentando informações como posição, rumo e velocidade das embarcações, permitindo ainda aceder a um histórico de rotas e características dos navios.

O módulo de elaboração de mensagens formatadas permite ao utilizador elaborar mensagens FISCREP, pelas unidades navais, e MAPA, pelas capitánias, de forma expedita, com recurso às bases de dados e aos sensores, detetando automaticamente se existem infrações. Este módulo permite também realizar comunicados de situação, NAVSIT, e comunicados de movimento, ATA e ATD, atualmente substituídos pelo MOVEREP⁹.

O módulo de regras de artes, malhagens e espécies tem como objetivo principal a deteção automática de infrações, sendo que a partir dos relatos de fiscalização inseridos no SADAP e tendo em conta a legislação nacional em vigor e as artes, malhagens e espécies proibidas é possível aferir se a embarcação se encontra ou não em infração.

O módulo de coberturas foi desenvolvido com o objetivo de fazer a análise da eficácia e eficiência das atividades de fiscalização a embarcações de pesca com equipamento MONICAP, permitindo identificar falhas no processo de distribuição geográfica e temporal das ações de fiscalização. Ao ser definido um período temporal, este módulo permite fazer uma análise por vistorias através de mapas de densidade de vistorias e uma por diversidade de embarcações de pesca a operar. Através destas análises obtém-se o número total de vistorias realizadas e o número de embarcações diferentes observadas, estes dados constituem um indicador importante no estudo da proporcionalidade entre o esforço de fiscalização e o esforço da pesca, permitindo alterar o planeamento por forma a obter-se um equilíbrio entre ambas as atividades.

⁹ O MOVEREP é um relato de movimento, que permite efetuar comunicados PREVMOVE, ATD, ATA, PIM e CHOP [Fonte: Marinha Portuguesa, 2020]



O módulo de visualização de alertas e computação *Search and Rescue* SAR e o módulo de busca e salvamento permite ao utilizador visualizar, criar e editar alertas de SAR, auxiliar as unidades nos cálculos da área de deriva e na realização e monitorização, via GPS, dos planos de busca. Com os dados provenientes de mensagens formatadas (FISCREP, NAVSIT, ATA, ATD, *COSPAS-SARSAT*¹⁰ e GOLD¹¹), de comunicados meteorológicos, relatos MONICAP e recetores AIS e GPS, apresenta um panorama geral de todas as fontes de informação, em destaque os navios de interesse, com o objetivo de auxiliar as ações SAR.

Em suma, este sistema fornece orientações no âmbito da patrulha, auxiliando as atividades de fiscalização marítima e ações SAR principalmente na fase de planeamento, sendo um importante sistema na troca de informação dos resultados das vistorias entre o CN e a DGAM, contribuindo para o aumento da eficácia e eficiência da cobertura do espaço marítimo e no empenhamento dos meios.

1.3.2 *Oversee*

O *OVERSEE* é um sistema de informação de suporte às operações de segurança marítima, atualmente em uso no Centro de Operações Marítimas (COMAR) e no Centro de Coordenação de Busca e Salvamento Marítimo de Lisboa (MRCC Lisboa), no Centro de Ponta Delgada (MRCC Ponta Delgada), no Subcentro do Funchal (MRSC Funchal) e nas capitánias. Este sistema incorpora um módulo de SAR que disponibiliza um conjunto de funcionalidades para apoio à condução de operações e gestão de casos SAR. Estas funcionalidades, de uma forma geral, resultam da integração de diferentes fontes de dados georreferenciados (AIS, MONICAP, *COSPAS-SARSAT* e LRIT¹²) que incorporam o panorama de superfície, da disponibilização de alertas relativos a embarcações de pesca

¹⁰ O *COSPAS-SARSAT* é um programa internacional que fornece alertas de socorro e dados de localização para ajudar as entidades de busca e salvamento no auxílio. [Fonte: International Cospas-Sarsat Programme, 2014]

¹¹ A mensagem formatada OTH GOLD é uma mensagem que tem como finalidade reportar contactos no âmbito da edificação de um panorama marítimo o mais claro possível [Fonte: Marinha Portuguesa, 2020]

¹² O *Long-Range Identification na Tracking* (LRIT) é um sistema do Comité de Segurança Marítima da IMO, que fornece a identificação e monitorização global dos navios por forma a aumentar a segurança da navegação e a proteção do meio ambiente. [Fonte: IMO, 2019]

que apresentam um atraso na comunicação da sua posição e da possibilidade de registar e gerir toda a informação relacionada com a criação de alertas e de casos SAR no MRCC.

Mais recentemente foi desenvolvido um módulo específico para apresentar dados relativos à atividade de fiscalização marítima. Dados provenientes dos relatos de fiscalização estão disponíveis para serem visualizados de forma integrada com os restantes dados georreferenciados no panorama de superfície, assim como indicadores estatísticos.

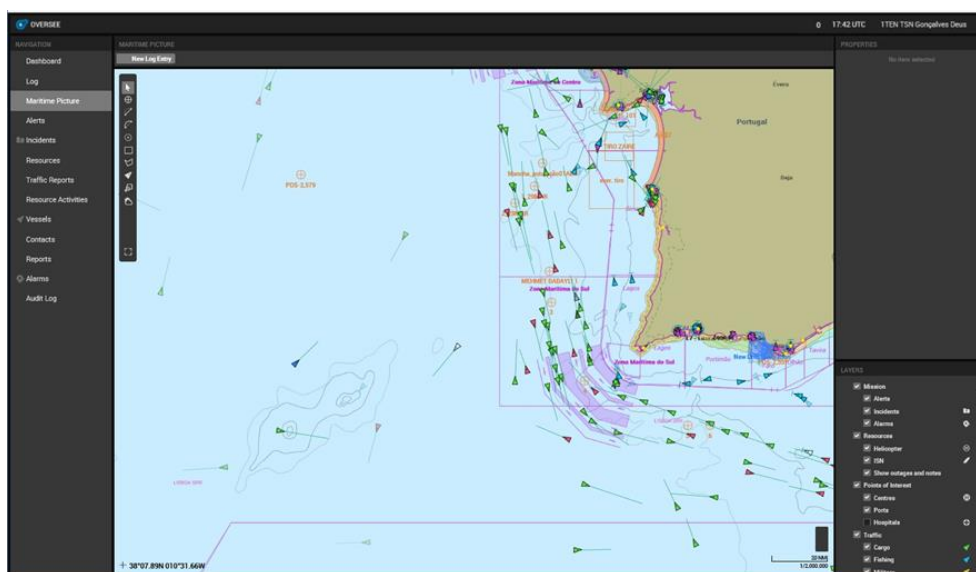


Figura 7 - Panorama de superfície do sistema OVERSEE

[Fonte: oversee.marinha.pt]

O *OVERSEE* utiliza dados provenientes dos FISCREP para efeitos de visualização das ações de fiscalização no mar e análise estatística. Este sistema não efetua tratamento estatístico de dados AIS para efeitos da análise da atividade da pesca.



1.3.3 SIPM

A Polícia Marítima (PM), como polícia de especialidade no âmbito da AMN, e no quadro do SAM, é um órgão de polícia e de polícia criminal que garante, e fiscaliza, o cumprimento das leis e regulamentos nos espaços integrantes do Domínio Público Marítimo, em áreas portuárias e nos espaços balneares, bem como em todas as águas interiores sob jurisdição da AMN e demais espaços marítimos sob soberania e jurisdição nacional.

O Sistema Integrado de Informação da Polícia Marítima (SIPM), implementado em 2010, é utilizado para efetuar o registo das ações policiais, nomeadamente no âmbito do combate à poluição, patrulhas, fiscalizações e em missões FRONTEX, tornando-se uma ferramenta importante no apoio à atividade operacional e à gestão interna do Comando Geral da Polícia Marítima. Trata-se de um SI cujo objetivo é assegurar a criação, manutenção e disponibilização da informação necessária e relevante à atividade operacional e de gestão da PM, garantindo o ciclo de vida da informação no que concerne à sua atualização, coerência, integração e acessibilidade em tempo útil e de forma segura.

O sistema utiliza a rede privativa da organização e tem como suporte tecnológico uma base de dados relacional MySQL 4, e atualmente conta com cerca de 2 milhões de registos - no repositório da atividade desenvolvida por este Órgão de Polícia Criminal, em especial no que concerne à informação de índole criminal partilhando-a no âmbito da Plataforma Integrada de Investigação Criminal, de forma a garantir a máxima interoperabilidade possível com a GNR, PSP, PJ, SEF, PM e MP, conforme condições e regras de funcionamento reguladas pela Lei nº 73/2009, de 12 de agosto, bem como, garantir o repositório de toda a informação de suporte ao órgão de gestão no âmbito do pessoal e do material afeto à Polícia Marítima.

Atualmente, os dados relativos a ações de fiscalização marítima são exportados para um ficheiro Excel e posteriormente inseridos no SADAP.

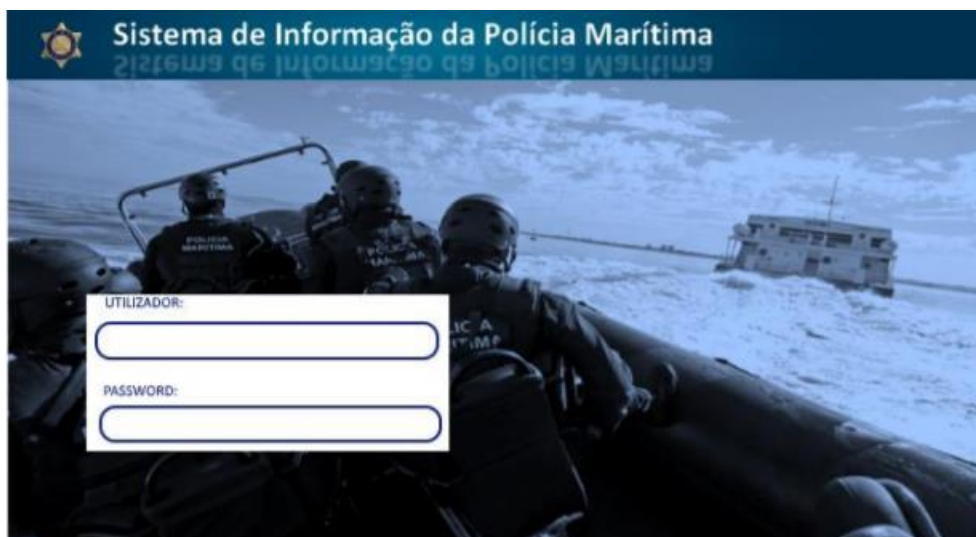


Figura 8 - Interface do sistema SIPM
[Fonte: Sistema Integrado da Polícia Marítima]

1.4 Investigação académica na área da fiscalização marítima

Portugal, dada a sua proximidade ao mar e à sua ligação às atividades da pesca para fins alimentares, culturais, sociais e económicos, apresenta uma função de extrema importância em garantir uma vigilância e monitorização eficaz das suas águas, garantindo a segurança marítima e a exploração sustentável dos recursos marinhos.

Segundo Rei (2017) e Mourinha (2012) as ações de fiscalização são na sua maioria realizadas pelas unidades navais empenhadas pelo CN, porém, estas apresentam uma despesa muito elevada, não sendo possível manter uma presença dissuasiva permanente. Por forma a colmatar isso, é efetuado um planeamento ao nível do comando e controlo tendo em conta as condições meteorológicas e oceanográficas, as condicionantes de cada tipo de embarcação, as artes e malhagens, os períodos de interdição e as áreas protegidas, e as prioridades do plano de fiscalização da pesca em vigor. Com base na análise desses fatores as unidades são empenhadas nas zonas onde se verifique uma maior probabilidade de ocorrência de práticas ilícitas. O planeamento das ações de fiscalização é realizado tendo em conta a informação proveniente do SIFICAP, do MONICAP, do SIPM e do SADAP.



No local das ações é delegado o controlo tático¹³ ao comandante da unidade fiscalizadora que seguindo a doutrina em vigor na Marinha tem a liberdade de selecionar a embarcação a fiscalizar. Segundo Rei (2017), esta decisão baseia-se na análise da informação que o decisor considera pertinentes, proveniente dos sistemas de informação disponíveis e da experiência profissional do mesmo, que segundo o autor é insuficiente para uma ação mais eficaz. Nesse âmbito, o autor considera de extrema importância o desenvolvimento de investigações científicas nesta área para fornecer ao fiscalizador ferramentas de apoio à decisão para a deteção e dissuasão de atos ilícitos ser mais eficaz e rentável, uma vez que os recursos materiais e humanos destinados as atividades de fiscalização são limitados, a deteção de infrações no local é difícil e a abordagem e vistoria das embarcações em condições meteorológicas e oceanográficas adversas torna-se difícil e perigosa.

As unidades de fiscalização, após uma ação realizam um relato de fiscalização (FISCREP), as informações provenientes destes relatos são inseridas no SADAP para efeitos de análise estatística. Pinto (2017), defende que estes dados poderão ser utilizados na determinação da eficácia da fiscalização da pesca assim como contribuir para o conhecimento do setor da pesca nacional.

Tendo por base o Decreto-Lei n.º 310/98 de 14 de outubro, a monitorização contínua, via satélite, de certas categorias de embarcações de pesca, perspetiva-se como um instrumento privilegiado no reforço da fiscalização e controlo do exercício da pesca.

Segundo Lee (2010), os *Vessel Monitoring System* (VMS) são equipamentos que fornecem informações sobre a distribuição espacial e temporal das embarcações, que usualmente são utilizados no âmbito da fiscalização da pesca. Segundo Rei (2017), a presença deste equipamento a bordo das embarcações de pesca desencadeou um efeito dissuasor nas embarcações sem o mesmo, uma vez que segundo a análise efetuada, pelo autor aos dados recolhidos do SADAP as embarcações equipadas com VMS apresentaram um maior número de infrações comparativamente às embarcações de pesca sem VMS.

¹³ O controlo tático é a autoridade delegada num comandante para a direção e o controlo detalhado dos movimentos ou manobras necessárias ao cumprimento das missões ou tarefas atribuídas. (Nato Standardization Agency, 2014).



Lee (2010) através dos registos das velocidades, provenientes do VMS, conseguiu, generalizando para todas as artes de pesca, diferenciar o tipo de atividade que as embarcações realizavam. O mesmo autor excluiu as velocidades de 0 nós, assumindo que as embarcações que praticavam estas velocidades estariam em áreas de espera para entrada nos portos ou atracados e as velocidades superiores a 6 nós considerou que estariam em trânsito, por fim, o autor definiu que para selecionar as embarcações em atividade de pesca apenas se deve considerar velocidades entre os 1 e os 6 nós.

Pinto (2017) no seu estudo defende que com os dados recolhidos pela Marinha e com recurso a sistemas de informação geográfico é possível obter-se mapas com a distribuição dos recursos piscícolas, dos principais locais de pesca, entre outras informações que contribuem para esclarecer a realidade da exploração dos recursos haliêuticos e por conseguinte aferir quais as áreas com maior probabilidade de ocorrência de infrações. Por outro lado, é possível através da distribuição geográfica e da quantidade de pescado fiscalizado determinar o esforço da pesca sobre determinada espécie ou região ao longo do tempo. Estes dados ao serem utilizados como parâmetros no apoio ao planeamento apresentam uma vantagem no âmbito da eficiência e eficácia do esforço da fiscalização efetuada. Um exemplo disso é nos casos das alterações das legislações referentes aos critérios de capturas de uma dada espécie, onde a utilização de mapas, com a representação da distribuição das populações das espécies, pode ser considerado como um sistema de apoio à decisão no empenho das UN para as ações de fiscalização a fim de garantir o cumprimento da legislação.

As unidades destacadas no Dispositivo Naval Padrão (DNP) permitem à Marinha Portuguesa um maior esforço de fiscalização, que segundo Pinto (2017), a maioria das ações de fiscalização que derivam em presumíveis infratores localiza-se no espaço até às 12 milhas de costa. Com o objetivo de caracterizar o esforço da fiscalização realizada pela Marinha, a autora, contabilizou o número de ações de fiscalização realizadas pelas unidades navais e as horas de navegação utilizadas pela mesma unidade no cumprimento da missão, com essa comparação foi possível aferir que entre janeiro de 2015 e dezembro de 2015 a Marinha Portuguesa apresentava um esforço de fiscalização temporal contínuo, no que diz respeito à distribuição espacial, concluindo que a maior incidência de fiscalização realizou-se na área até às 12 milhas de costa, evidenciando um esforço positivo por parte da Marinha Portuguesa.



O planeamento das ações de fiscalização deve ser realizado tendo em conta não só as características e os equipamentos das embarcações, a distribuição das populações marinhas ao longo da costa e as análises estatísticas provenientes de fiscalizações anteriores, mas também a pressão social e moral, uma vez que, segundo Rei (2017), estas variáveis influenciam os comportamentos adotados pelos pescadores, com base nisso o autor propôs um modelo estocástico para prever o comportamento infrator na atividade da pesca mesmo com alterações à regulamentação que pode contribuir para a alteração das infrações, esta previsão é possível uma vez que o modelo baseia-se em variáveis de carácter físico com baixa probabilidade de serem modificadas ao longo do tempo.

Por fim, Mourinha no seu estudo concluiu que o desempenho das unidades navais e das suas equipas de fiscalização não depende apenas da correta utilização das listas de verificação específicas para embarcações de pesca, mas também de outros fatores importantes como a formação adequada dos elementos e respetivas equipas envolvidas nas ações de fiscalização, na criação de uma organização estruturada capaz de fornecer auxílio às unidades e à documentação de apoio disponível para consulta durante as ações de fiscalização. Ao nível da formação o CITAN disponibiliza dois cursos de formação um destinado às equipadas de fiscalização e outro aos responsáveis pelo planeamento e coordenação, ao nível da legislação aplicável à atividade de pesca, face à sua complexidade e quantidade foi criado um documento de apoio para uma consulta expedita, a Compilação de Legislação Marítima (CLM) onde apresenta uma compilação da legislação considerada essencial às missões de fiscalização desempenhadas pelas unidades navais.

1.5 Indicadores de eficácia e eficiência em uso na Marinha

A Diretiva Estratégica da Marinha 2018 – Revisão 2021 (DEM) é um documento que contempla as Orientações Estratégicas definidas pelo Chefe do Estado-Maior da Armada e Autoridade Marítima Nacional (CEMA), que em conjunto com as orientações políticas e a estratégia nacional resulta na estratégia naval. Ao nível da Gestão Estratégica, de forma a reforçar o cumprimento da Missão e a enquadrar os Objetivos Estratégicos (OE), a Marinha adotou quatro perspetivas: Genética, Estrutural, Operacional e de Missão.



As Orientações Estratégicas, definidas pelo Almirante CEMA e Autoridade Marítima, proporcionam a compreensão e concretização da sua Visão¹⁴. Nas diversas perspetivas adotaram-se os Objetivos Estratégicos (OE) que permitem dividir a estratégia da Marinha em subestratégias com o objetivo de ir ao encontro das prioridades do Almirante CEMA. Estes são associados a indicadores de desempenho e metas, para uma avaliação do desenvolvimento e evolução da organização. Por forma a orientar as ações para se atingir os OE são desenvolvidas Linhas de Ação (LA) para cada OE.

Os diferentes setores da Marinha, nomeadamente as Superintendências, o Comando Naval, a Comissão Cultural de Marinha, o Instituto Hidrográfico, a Inspeção-Geral da Marinha e a Escola Naval, elaboram Diretivas Setoriais (DS), definindo as estratégias dos respetivos setores da Marinha, sempre tendo por base as LA e os OE da DEM.

Com o objetivo de monitorizar e controlar a execução dos objetivos estratégicos e setoriais da Marinha foram criados Indicadores (IND) e Metas. A DEM adota dois tipos de indicadores, os Indicadores de Resultado que pretendem medir o resultado da aplicação de um determinado OE, incidindo em ações passadas e os Indicadores Indutores que pretendem medir a sustentabilidade dos resultados no futuro, incidindo em ações possíveis de acontecer. Logo, os resultados dos Indicadores Indutores são fundamentais para a avaliação do desempenho dos Indicadores de Resultado.

No âmbito do controlo, vigilância e fiscalização do espaço marítimo sob soberania, jurisdição e responsabilidade portuguesa a DEM estabelece a Perspetiva Estrutural e a Perspetiva Operacional.

A Perspetiva Estrutural consiste na organização e articulação das capacidades da Marinha do ponto de vista da colaboração e da cooperação, tendo como ideia-chave principal uma Marinha eficiente, destacando-se o OE4 e o OE5.

O OE4 consiste em “Fortalecer o apoio à AMN e a cooperação com parceiros nacionais e internacionais” (Estado-Maior da Armada, 2021), este objetivo pretende reforçar o apoio da Marinha à AMN, ao nível dos recursos, para o cumprimento das suas competências nos espaços marítimos fomentando a articulação entre ambas, do qual advêm a LA4.01, que pretende, através de uma coordenação entre o planeamento e a

¹⁴ “Uma Marinha e uma Autoridade Marítima prontas e prestigiadas, ao serviço de Portugal e da segurança coletiva” – Visão do Almirante CEMA 2021 (Estado-Maior da Armada, 2021)

logística, disponibilizar os recursos necessários em apoio ao cumprimento das missões da AMN e a LA4.02, cujo o objetivo baseia-se na otimização da coordenação, do apoio, da disponibilidade e da utilização das capacidades da Marinha através da cooperação com parceiros nacionais e internacionais, nas áreas da segurança, defesa, proteção ambiental e outros assuntos relacionados com o mar. Com o objetivo de monitorizar e analisar o cumprimento dos OE, foi definido o indicador e metas descritos na Tabela 1.

	Indicadores	Tipo	Resultado			Metas	
			2018	2019	2020	2021	2022
OE4	IND4.02 - Taxa de atividade de cooperação com a AMN – Razão, expressa em percentagem, entre o número de atividades de cooperação efetuadas e as solicitadas	R	100%	100%	100%	100%	100%

Tabela 1 - Indicadores e Metas estabelecidas na DEM do OE4

[Fonte: Diretiva Estratégica da Marinha 2018 – Revisão 2021]

O OE5 resume-se em “Acelerar a transição digital, aperfeiçoando a eficácia nos processos e na gestão de recursos” (Estado-Maior da Armada, 2021), este objetivo pretende reforçar as competências digitais da organização, realizando uma transição digital por forma a melhorar a eficiência e a otimização dos recursos, para isso desenvolveram-se duas linhas de ação: a LA5.02, que pretende maximizar a utilização dos recursos com a implementação de sistemas de informação de modelos de racionalização e a LA5.07, que pretende a criação e a evolução de sistemas de informação capazes de automatizar processos e gerir recursos de forma eficiente, eficaz e no menor tempo possível para auxiliar o processo de tomada de decisão. Por forma a controlar a implementação deste OE, foi definido o indicadores e meta descrito na Tabela 2.



	Indicadores	Tipo	Resultado			Metas	
			2018	2019	2020	2021	2022
OE5	IND5.04 – Taxa de execução de projetos associados ao desenvolvimento de sistemas de informação e comunicação automatizados – Taxa de execução dos projetos que visam assegurar o desenvolvimento, a modernização e a evolução dos sistemas de informação e comunicação automatizados da Marinha, tendo em conta a sua importância relativa.	R	35%	45%	57%	65%	75%

Tabela 2 - Indicadores e Metas estabelecidas na DEM do OE5

[Fonte: Diretiva Estratégica da Marinha 2018 – Revisão 2021]

A Perspetiva Operacional, baseando-se na ideia-chave de uma Marinha flexível, expressa o modo de empenho das capacidades da Marinha na execução das suas missões, destacando-se o OE7.

O OE7 consiste em “Otimizar a presença e o controlo nos espaços marítimos sob soberania ou jurisdição nacional” (Estado-Maior da Armada, 2021), este objetivo pretende assegurar uma presença ativa e credível das unidades navais nos espaços sob soberania ou jurisdição nacional em conjunto com a AMN, incluindo o crescimento do Conhecimento Situacional Marítimo (CSM), através da otimização das ações nos espaços marítimos, consequentemente desenvolveram-se três linhas de ação: a LA7.01, que pretende reforçar o DNP, em particular nas zonas marítimas dos Açores e da Madeira, aumentando as capacidades de busca e salvamento marítimo, de fiscalização marítima e o auxílio aos órgãos da proteção civil e outros departamentos do Estado com competências no mar; a LA7.03, que fomenta o desenvolvimento da coordenação com a AMN no empenho dos recursos da Marinha; a LA7.04, que pretende a utilização dos dados de fontes de informação como instrumentos de apoio ao planeamento e na tomada



de decisão para melhorar o controlo e o conhecimento do espaço marítimo e a LA7.05, que visa o desenvolvimento de sistemas e de novas tecnologias, através de projetos, por forma a mitigar as lacunas dos sistemas atuais de vigilância marítima. A monitorização e controlo da aplicação deste OE, está definida nos indicadores e metas descritos na Tabela 3.

	Indicadores	Tipo	Resultado			Metas	
			2018	2019	2020	2021	2022
OE7	IND7.02 – Taxa de atividade de fiscalização – Razão, expressa em percentagem, entre o número de atividades de fiscalização efetuadas e a meta anual estabelecida (1800).	I	99%	108%	72%	100%	100%
	IND7.04 – Taxa de presença no mar – Razão, expressa em percentagem, entre o número de horas de navegação e o total de horas e missão dos navios.	R	34%	31%	27%	38%	38%
	IND7.05 – Taxa de eficiência da fiscalização – Índice expresso entre o somatório dos produtos das presumíveis infrações ponderadas, em razão do número total de presumíveis infrações.	R	5	5	5	5	5

Tabela 3 - Indicadores e Metas estabelecidas na DEM do OE7

[Fonte: Diretiva Estratégica da Marinha 2018 – Revisão 2021]

A entidade responsável pelo empenho das unidades navais no apoio à estratégia da marinha é o CN, assim importa focar também a Diretiva Setorial do Comando Naval (DSCN). Esta define os Objetivos e as Linhas de Ação no Setor das operações militares, integrando, na sua diretiva, certos OE da DEM.



A DSCN, à semelhança da DEM, agrupa os OS em três perspetivas: Genética, Estrutural e Operacional. Enquadrado no objeto de estudo destacam-se as perspetivas Estrutural e Operacional.

O CN incorporou OE, LA e Indicadores e Metas da DEM na sua diretiva setorial, nomeadamente:

- o OE4, a LA4.01 e o IND4.02, correspondendo ao OS3, à LA3.01 e ao IND3.1, da DSCN, respetivamente;
- o OE5 e a LA5.02, que correspondem ao OS4 e à LA4.01 da DSCN;
- o OE7, a LA7.01, a LA7.03, a LA7.04, a LA7.05, o IND7.02, o IND7.04 e o IND7.05, que correspondem ao OS6, à LA6.01, à LA6.03, à LA6.04, à LA6.05, ao IND6.2, ao IND6.3 e ao IND6.4 da DSCN.

No âmbito desta dissertação, importa conhecer a definição dos indicadores de eficácia e eficiência em uso na Marinha. A *International Organization for Standardization (ISO)* é uma organização internacional não governamental especializada em desenvolver padrões para apoiar nas inovação e soluções dos desafios globais. Segundo a norma *ISO 9000: 2015 Quality management systems — Fundamentals and vocabulary*, a organização define a eficiência como sendo uma relação entre os resultados obtidos e os recursos utilizados, e a eficácia como sendo a medida em que as atividades planeadas são realizadas e os resultados previstos são alcançados.

Mourinha (2012) considera que no âmbito das ações de fiscalização a eficácia pode ser avaliada através da verificação do cumprimento da regulamentação aplicável e eficiência ser avaliada pela otimização dos recursos humanos e materiais despendidos para se atingir o resultado esperado.

1.6 Sumário

As Nações Unidas com o objetivo de liderar os esforços a nível mundial para a gestão dos recursos marinhos criou a FAO e adotou o Código de Conduta para uma Pesca Responsável. Na União Europeia para agilizar a sustentabilidade dos seus recursos, desenvolveu a Política Comum das Pescas, sendo que o controlo da aplicação desta política é da responsabilidade da EFCA. Portugal como membro da UE e enquadrado no Sistema de Autoridade Marítima, criou a DGRM para o planeamento e execução da fiscalização, vigilância e controlo das atividades da pesca. Com o aumento das frotas pesqueiras surgiu a necessidade de evoluir os Sistemas de Informação e consequentemente a capacidade de análise de dados de posição para a dissuasão e deteção de práticas ilícitas. Nesse âmbito surge a solução *Big Data*, sendo que atualmente existem diversas entidades focadas em desenvolver ferramentas de gestão de grandes quantidades de dados como a *Global Fishing Watch* e a *Collecte Localisation Satellites*. Atualmente a Marinha encontra-se a desenvolver um projeto, o APEC-SIFICAP, para aumentar a interação entre os diferentes sistemas e aumentar as capacidades de planeamento, execução e controlo das atividades de fiscalização, através de uma solução *Big Data* que visa integrar dados de sistemas como o AIS e o VMS. Os sistemas de informação que são usados atualmente, como o SADAP, o *Oversee* e o SIPM, são sistemas independentes, porém realizam uma permuta de informação de forma não automatizada. Através de diversos estudos efetuados no âmbito da pesca e da fiscalização, é possível afirmar que não é possível efetuar uma presença permanente de dissuasão no mar o que torna essencial a realização de um bom planeamento, onde através dos sistemas de monitorização das embarcações obtêm-se informações essenciais para prever o comportamento das mesmas. A Marinha para avaliar o desenvolvimento e empenho nas atividades realizadas, definiu objetivos estratégicos, linhas de ação e indicadores e metas a atingir, servindo de principais linhas orientadoras para a avaliação da eficácia e eficiência da atividade de monitorização, patrulha e fiscalização da atividade da pesca.



CAPÍTULO 2 – Eficácia e Eficiência da Atividade de Fiscalização Marítima

- 2.1 Infrações: uma realidade parcialmente conhecida
- 2.2 Indicadores da atividade de patrulha
- 2.3 Indicadores da atividade da pesca
- 2.4 Indicadores de eficácia e eficiência da atividade de fiscalização marítima
- 2.5 Sumário

2 Capítulo 2: Eficácia e eficiência da atividade de fiscalização marítima

Este capítulo apresenta um estudo com a distribuição da frota de pesca nacional no ano de 2020 e o tipo de infrações que são sujeitas a fiscalização. São apresentados indicadores de eficácia e eficiência da atividade de patrulha provenientes dos relatos de fiscalização e os indicadores da atividade da pesca provenientes dos sistemas de monitorização, como o AIS e o VMS. Por fim, são feitas propostas de novos indicadores para medir do desempenho da atividade de fiscalização realizada pela Marinha.

2.1 Infrações: Uma realidade parcialmente conhecida

De acordo com o relatório anual da frota de pesca portuguesa – 2020 da DGRM, Portugal a 31 de dezembro de 2020 tinha na base de dados da União Europeia, 7 718 embarcações registadas formando assim a frota de pesca nacional. Destas apenas 3 880 embarcações, apresentavam uma licença de pesca para operar com pelo menos um tipo de arte, numa determinada zona e por um período de tempo específico.

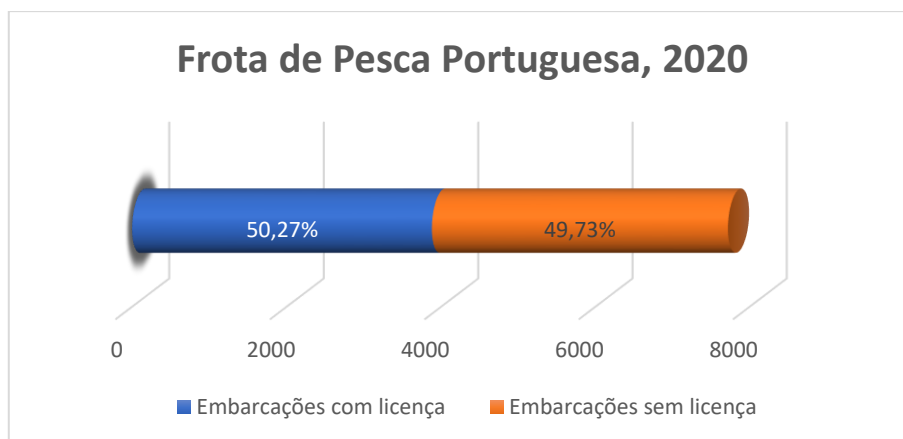


Gráfico 1 - Comparação do Licenciamento da Frota de Pesca Nacional Registada em 2020

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: INE, 2021]

As embarcações são distinguidas tendo em conta os tipos de arte de pesca, dessa forma estavam registadas 6 951 embarcações com arte fixa e um comprimento de fora a fora inferior a 12 metros, 484 registadas com um comprimento fora a fora superior ou igual a

12 metros, 178 embarcações com arte de cerco, 80 embarcações com arte de arrasto e 25 embarcações registadas como pesca polivalente, arrasto e anzol.



Gráfico 2 - Distribuição da Frota de Pesca Nacional Registada em 2020

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: INE, 2021]

As embarcações com licença de pesca representam apenas 50,27% da frota de pesca nacional, sendo que estas encontram-se distribuídas por 3 274 em embarcações com arte fixa e um comprimento de fora a fora inferior a 12 metros, 357 com um comprimento fora a fora superior ou igual a 12 metros, 147 em embarcações com arte de cerco, 80 são embarcações que realizam arrasto e 22 em embarcações com pesca polivalente, arrasto e anzol.

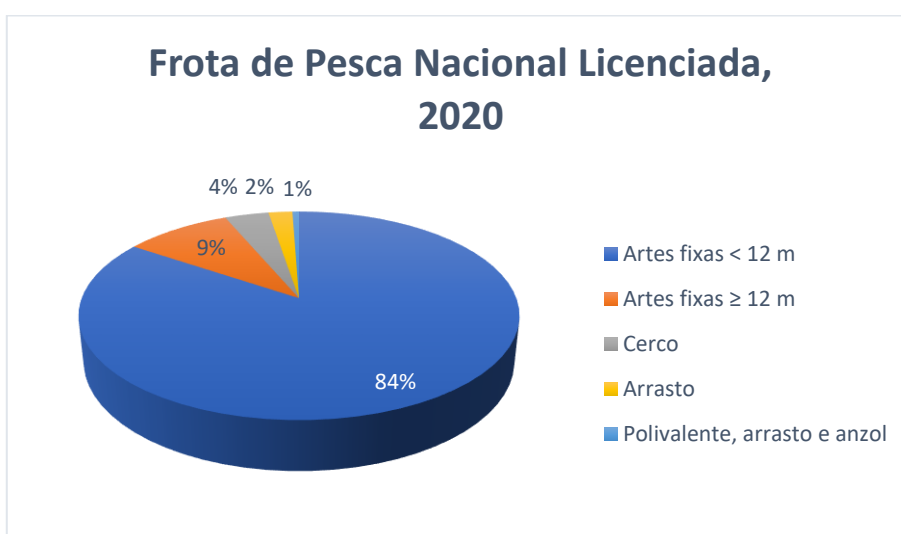


Gráfico 3 - Distribuição da Frota de Pesca Nacional Licenciada em 2020

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: INE, 2021]



Em comparação com o mesmo estudo, mas para o ano de 2019, em Apêndice C, é possível constatar que, de modo geral, ocorreu uma diminuição no número de embarcação a nível nacional, de 2019 para 2020. Em 2020, houve menos 50 embarcações registadas e menos 22 com licença de atividade da pesca atribuídas que em 2019. Nas embarcações com arte fixa e um comprimento de fora a fora superior a 12 metros verificou-se que foram emitidas menos 8 licenças. Em traços gerais de 2019 para 2020 ocorreu uma diminuição de 1% do número de embarcações com licença atribuída.

As embarcações com comprimento fora a fora superior a 12 metros são obrigadas por lei a possuir equipamentos de monitorização o que contribui para a vigilância e monitorização por parte das entidades fiscalizadoras e conseqüentemente melhorar a deteção e previsão de comportamentos ilegais. Com os dados apresentados podemos concluir que menos de 10 % das embarcações registadas a nível nacional são suscetíveis de serem monitorizadas via satélite, sendo que as restantes embarcações uma vez que não são abrangidas pela lei de obrigatoriedade do equipamento acresce a dificuldade de monitorizar as mesmas.

No âmbito das ações de fiscalização e tendo por base a legislação em vigor, a MP reuniu as diferentes infrações possíveis de serem cometidas com o objetivo de auxiliar as entidades fiscalizadoras durante as ações de inspeção a embarcações que indiciem prática de infrações na deteção das mesmas e na descrição da infração durante a elaboração do comunicado FISCREP.

Estas infrações encontram-se descritas na publicação IONAV 001 que as divide em duas tabelas, uma com o tipo de infração e o respetivo código (Anexo A) e outra com comportamentos que desrespeitam as regras da PCP (Anexo B).

As infrações que se encontram descritas no Anexo A e que são detetadas aquando das ações de fiscalização à atividade da pesca podem ser divididas em quatro áreas:

- Capturas ilegais: Código VI, VII, VIII;
- Sinalização desadequada: Código X, XI;
- Prática da atividade em circunstâncias não autorizadas: Código III, IV, V;
- Recursos materiais e documentação indevida: Código I, II, IX, XII, XIII, XIV.

A elevada extensão de espaço marítimo sob soberania, jurisdição e responsabilidade portuguesa, o elevado número de embarcações que constituem a frota de pesca nacional assim como embarcações de outras nações a exercer atividades no espaço marítimo português e o reduzido número de unidades navais em condições operacionais para exercer as ações de fiscalização originam um fraco conhecimento do panorama geral das atividades ilegais cometidas no mar, sendo que as infrações detetadas pela MP representam apenas uma pequena parte das infrações realizadas. Os valores correspondentes ao número de infrações detetadas pela Marinha Portuguesa constituem limites inferiores para o real número de infrações que ocorrem nos espaços marítimos sob soberania e jurisdição portuguesa. Alguns estudos relacionados com a frota da ganchorra portuguesa apresentam baixos níveis de eficiência na relação entre lucro e custo de operação. Uma das possíveis causas apontadas é a fuga à lota (Oliveira et al., 2017). Apesar de existirem várias deteções e coimas aplicadas a este tipo de infração, presume-se que o número de casos não detetados seja muito superior ao conhecido.

Apesar do tema da estimação das infrações não detetadas não constituir o tema da presente dissertação, seria interessante que fosse disponibilizado um indicador com estimativas desta variável. Até ao presente momento na Marinha, não são conhecidos quaisquer indicadores relativamente a infrações não detetadas.

2.2 Indicadores da atividade de patrulha

A análise da atividade da fiscalização efetuada, quer pelas Unidades Navais, quer pelas Capitánias, a embarcações de pesca comercial, recreio e marítimo – turística, artes de pesca caladas, viveiros e indivíduos embarcados ou não, desde que exerçam atividade de pesca, recreio náutico ou marítimo – turística é feita em diversas dimensões. Estas dimensões são capturadas através dos relatos de fiscalização (FISCREP) e disponíveis em sistemas de informação (para efeitos de análise) onde é possível visualizar diversos indicadores estatísticos que apoiam a decisão em termos da necessidade de divergir ou concertar ações de fiscalização, rentabilizando os meios existentes e adequando a sua atividade às necessidades relativas à fiscalização da pesca.

As unidades fiscalizadoras na sequência de uma ação de fiscalização e com a informação recolhida elaboram um relato de vistoria (FISCREP). A finalidade deste é a



de relatar o resultado da inspeção efetuada a uma embarcação de pesca ou de recreio, nacional ou estrangeira, em atividade nas águas sob soberania ou jurisdição nacional.

O FISCREP é elaborado, desde 2008, pelas unidades navais no SADAP através do módulo de elaboração de mensagens formatadas sendo posteriormente enviado para o Comando Naval e para a entidade que detenha o Controlo Operacional¹⁵, o formato desta mensagem encontra-se no Anexo E.

A partir dos relatos de fiscalização (FISCREP) é possível extrair vários factos relativos a uma ação de fiscalização. Muitos destes factos constituem medidas (factos mensuráveis) por serem de tipo numérico ou aditivo. Como exemplo de um facto associado a uma ação de fiscalização tem-se o resultado da ação de fiscalização (legal ou presumível infratora), a quantidade em quilograma de uma determinada espécie de peixe a bordo e os tipos de arte empregue na atividade associado a uma captura. Cada facto está relacionado com um conjunto de atributos que caracteriza a ação de fiscalização para além da medida registada no respetivo relato de fiscalização. Quando vários destes atributos permitem descrever uma mesma propriedade ou ocorrência, surge uma dimensão. Por exemplo, a dimensão tempo reúne entre si vários atributos como o dia, o dia da semana, a hora, minutos e segundos, o ano e o período horário em que ocorreu a fiscalização. Outro exemplo é a dimensão “embarcação” que reúne os atributos nome da embarcação, número de registo, comprimento de fora a fora, tipo de embarcação (pesca comercial, recreio, marítimo-turísticas, lúdica, outras), capacidade propulsora, entre outros atributos.

As dimensões de análise são muito importantes para a construção de indicadores estatísticos relativos à fiscalização da atividade da pesca. Das várias dimensões que se podem construir sobre os dados desta atividade é importante destacar a dimensão tempo e a dimensão área. A dimensão área será uma das principais dimensões sobre a qual serão produzidos indicadores estatísticos devido à relevância de distinguir o esforço de fiscalização que ocorre no mar territorial, nas zonas marítimas, nas zonas económicas exclusivas, nas áreas de jurisdição das capitánias e em outras áreas consideradas de interesse para a MP e AMN.

¹⁵ O controlo operacional é a autoridade delegada num comandante para dirigir forças e unidades atribuídas de forma a cumprir missões ou tarefas específicas. (Nato Standardization Agency, 2014)

No âmbito da caracterização da atividade de patrulha e fiscalização e com os dados provenientes do FISCREP, podem ser definidos diversos Requisitos de Análise (RA), traduzidos em indicadores estatísticos, gráficos, tabelas, diagramas ou mapas. Os RA que se podem obter através dos relatos de fiscalização são:

- Número absoluto de embarcações de pesca em período temporal numa área de interesse por atributo de dimensão de análise com mais que uma ou nenhuma fiscalização;
- Lista de embarcações de pesca com o número de dias decorrido desde a última fiscalização e o dia atual por departamento marítimo de registo de embarcação;
- Número absoluto de embarcações de pesca sem fiscalização há mais de 6 meses a partir de data definida pelo analista;
- Número absoluto e percentagem de ações de fiscalização em período temporal numa área de interesse por atributo de dimensão de análise;



Figura 9 - Estatísticas referente ao nº de ações de fiscalização realizadas em 2017, sem filtro geográfico, por unidade (gráfico de cima), por dia da semana (gráfico do meio) e por período horário (gráfico de baixo).

[Fonte: SADAP]

- Relação presumível-infrator/total que relaciona a percentagem de fiscalizações realizadas em período temporal numa área de interesse por atributo de dimensão de análise com a percentagem de presumível infrator no atributo;

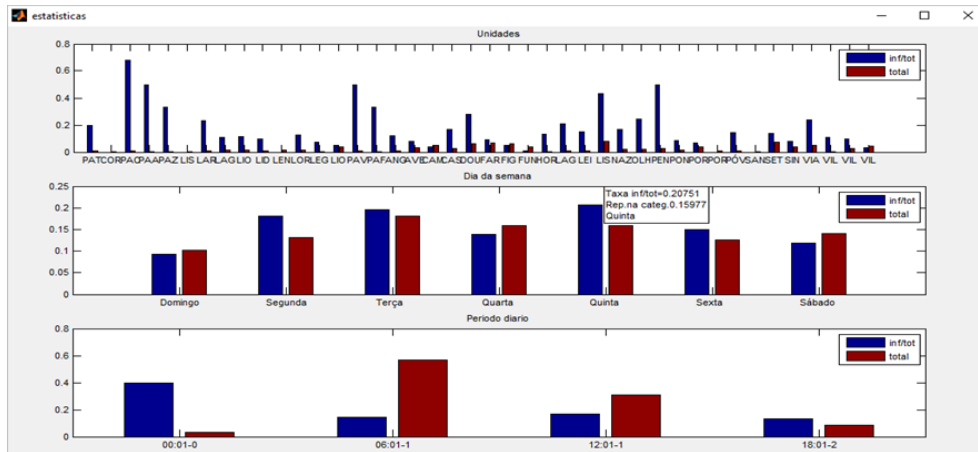


Figura 10 - Relação Infrator/Total referente ao nº de ações de fiscalização realizadas em 2017, sem filtro geográfico, por unidade (gráfico de cima), por dia da semana (gráfico do meio) e por período horário (gráfico de baixo).

[Fonte: SADAP]

- Tabela com registos de fiscalizações realizadas em período temporal numa área de interesse descritos por vários atributos (tipo de embarcação e subtipo, resultado, tipos de infração, etc.) associados a diferentes dimensões de análise;
- Mapa de densidade de fiscalizações em período temporal numa área de interesse por atributo de dimensão de análise;

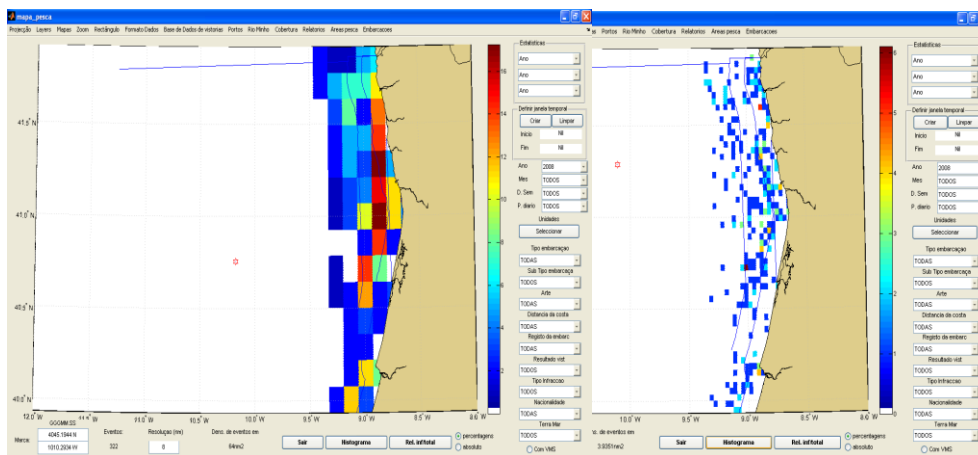


Figura 11 - Densidade de fiscalizações em quadrículos de diferente largura após aplicação de filtro temporal.

[Fonte: SADAP]

- Número absoluto de embarcações de pesca fiscalizadas em período temporal numa área de interesse por atributo de dimensão de análise;
- Rácio entre o número absoluto de embarcações de pesca sem fiscalização há mais de 6 meses a partir de data definida pelo analista relativamente ao total de embarcações de pesca com licença de pesca atribuída;
- Rácio entre o número absoluto de embarcações de pesca sem fiscalização há mais de 6 meses e que estiveram em atividade nesse período a partir de data definida pelo analista relativamente ao total de embarcações de pesca com licença de pesca atribuída;
- Consultar informação relativa a embarcação de pesca mostrando a última posição atual em mapa e todas as fiscalizações realizadas, discriminando a área ou local da ação de fiscalização, posição geográfica, GDH, resultado, autorizações de pesca, características da embarcação e unidade que fiscalizou.

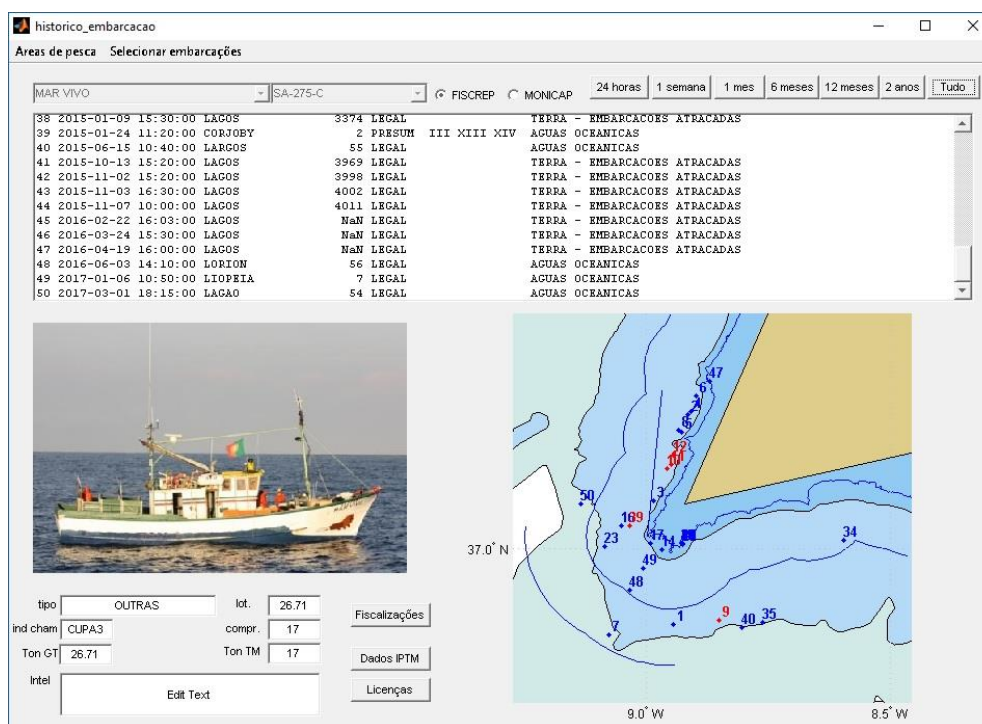


Figura 12 - Histórico de ação de fiscalizações realizadas a embarcação de pesca.

[Fonte: SADAP]

2.3 Indicadores da atividade da pesca

A análise da atividade da pesca é feita em diversas dimensões, através dos dados provenientes do sistema MONICAP ou AIS, dos dados constantes das embarcações de pesca (base de dados das embarcações) e das licenças de pesca (autorizações de pesca), apresentando indicadores estatísticos sobre as áreas geográficas onde há maior densidade e diversidade da atividade pesca e comportamentos que indiciem a prática de infrações.

A diversidade da atividade da pesca é medida através do número distinto de embarcações que operam em determinada área, mas também através do tipo e subtipo de embarcação e através das artes usadas. Para a determinação da densidade da atividade de pesca são usados os relatos provenientes dos sistemas VMS ou AIS, sendo contabilizados mais do que um relato por embarcação.

2.3.1 *Vessel Monitoring Systems*

Os *Vessel Monitoring Systems* (VMS), surgiram na última década do século XX, face à pesca excessiva que se fazia sentir na altura e às lacunas existentes na monitorização e fiscalização das atividades no mar distantes de costa. Os VMS são sistemas de monitorização remota dos navios desenvolvidos com o objetivo de fornecer informações sobre a distribuição espacial e temporal das embarcações de pesca para posterior análise no âmbito das atividades de fiscalização marítima e na avaliação e gestão ambiental por forma a tornar a atividade da pesca sustentável.

Portugal destacou-se como pioneiro na monitorização de embarcações ao ter implementado, em 1992, o sistema de Monitorização Contínua da Atividade De Pesca (MONICAP). O MONICAP é um “sistema de monitorização contínuo da atividade da pesca baseado em tecnologias de telecomunicações e em informação geográfica, permitindo acompanhar a atividade das embarcações de pesca, através de representação gráfica sobre carta digitalizada.” (Decreto-Lei n.º 310/98 de 14 de outubro, 1998).

O sistema de monitorização de navios por satélite inclui um dispositivo móvel, denominada de Caixa Azul ou Equipamento de Monitorização Contínua (EMC), que segundo o Regulamento do Conselho Europeu nº 1224/2009 de 20 de novembro de 2009, deve ser instalado a bordo todos os navios de pesca da União Europeia com um



comprimento fora a fora igual ou superior a 12 metros independentemente da sua área de operações. Os EMC's são responsáveis de enviar de forma automática e com um intervalo de tempo inferior a duas horas, informações relativamente à atividade da embarcação, nomeadamente:

- Identificação do navio;
- Posição da embarcação (Latitude e Longitude), obtida a partir do GPS;
- Data e hora da respetiva posição;
- Rumo e velocidade do navio;
- Data e hora da entrada e saída das zonas de pesca;
- Informação de gestão do equipamento, que permite averiguar caso a embarcação esteja a operar sem licença ou autorização de pesca, caso utilize artes de pesca não autorizadas ou caso esteja a exercer a atividade em áreas proibidas.

A informação acima descrita é enviada através da constelação de satélites *Inmarsat* para os *Fisheries Monitoring Centers* (FMC), que no âmbito da conservação e gestão sustentável da atividade da pesca são responsáveis pela gestão de áreas de interesse, pela monitorização da atividade nos portos e do esforço da atividade da pesca para a elaboração de planos de fiscalização e identificação de embarcações de pesca. Em Portugal a entidade responsável é o Centro de Controlo e Vigilância da Pesca (CCVP) na dependência da DGRM.

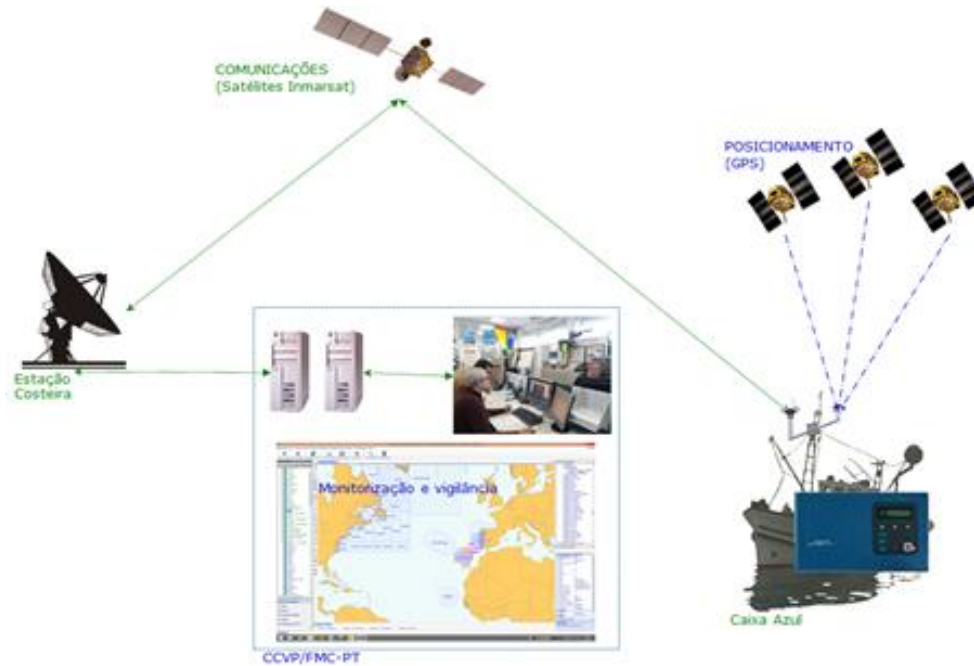


Figura 13 - Esquema da arquitetura do sistema de Monitorização Contínua da Atividade De Pesca (MONICAP)

[Fonte: <https://www.dgrm.mm.gov.pt/pesca-fisc-monicap>]

Atualmente, a informação proveniente deste sistema é utilizada na monitorização de embarcações com o objetivo de melhorar a gestão dos recursos marinhos, garantir o cumprimento da legislação em vigor, analisar o comportamento das embarcações e identificar comportamentos e rotas suspeitas. Ao longo do tempo este sistema revelou-se como sendo uma ferramenta importante para a eficácia da fiscalização e no controlo sobre a atividade da pesca em tempo real, minimizando os riscos de capturas ilegais realizadas pelas embarcações.

2.3.2 *Automatic Identification System*

O *Automatic Identification System* (AIS) é um sistema instalado a bordos dos navios e embarcações que permite de forma contínua e automática o intercâmbio de informações do navio, através de sinais VHF, entre navios ou entre navios e estações terrestres, como o *Vessel Traffic Service* (VTS).

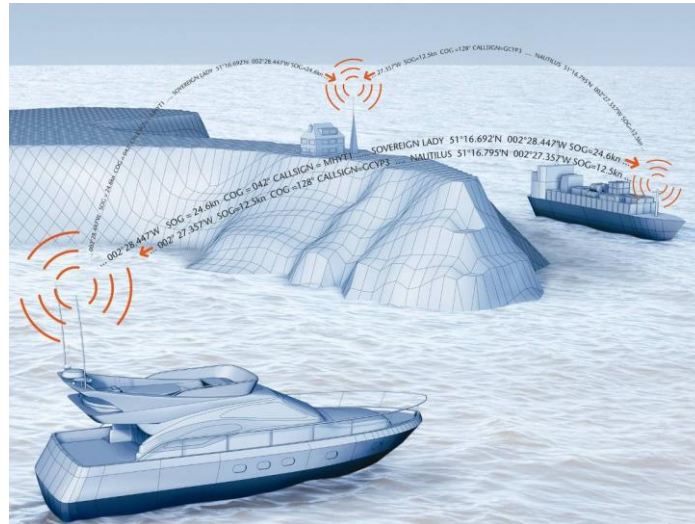


Figura 14 - Esquema de intercâmbio de dados do sistema AIS

[Fonte: IMO, 2020]

Com o capítulo V, regra 19, secção 2 da Convenção Internacional *Safety of Life at Sea* (SOLAS), a *International Maritime Organization* (IMO) definiu quais requisitos obrigatórios para os navios serem equipados com AIS. Assim, foi definido que todos os navios com arqueação bruta¹⁶ igual ou superior a 300 toneladas que realizem navegações internacionais, todos os navios com arqueação bruta igual ou superior a 500 toneladas que não realizem navegações internacionais e todos os navios de passageiros independentemente das suas dimensões, são obrigados a possuir o sistema AIS a bordo dos mesmos.

No âmbito da pesca e segundo o Decreto-Lei n.º 180/2004 de 27 de Julho de 2004 alterado pelos Decretos-Lei n.º 52/2012 de 7 de março de 2012 (Anexo II.4) e n.º 121/2012 de 19 de junho de 2012 (Artigo 6º), todas as embarcações de pesca com um comprimento fora a fora superior a 15 metros e onde se verifique pelo menos uma das seguintes condições: arvorar bandeira portuguesa, operar em águas interiores ou no mar territorial de Portugal e/ou desembarcar as capturas num porto nacional, devem estar equipadas com um sistema de identificação automático (AIS) da Classe A que satisfaça as normas de desempenho da IMO. As embarcações quando a operar em águas sob

¹⁶ Arqueação bruta corresponde ao volume de todos os espaços permanentemente fechados, com exceção dos espaços inadequados ao transporte de passageiros ou carga; quando é expressa em unidades de massa (toneladas) está relacionada com o deslocamento do navio. (Marinha Portuguesa, 1999)



jurisdição nacional ou a dirigir-se para um porto nacional devem manter o sistema permanentemente ligado e operacional.

O sistema para realizar a troca de informações opera em dois modos, o modo *ship-to-ship* que permite a identificação entre embarcações e assim contribuir para a prevenção de colisões entre navios e o modo *ship-to-shore* que permite a troca de informações entre as embarcações e as estações costeiras como o VTS contribuindo para a gestão do tráfego marítimo. Deste modo o AIS contribui para o aumento da segurança da navegação marítima.

A IMO categoriza as informações difundidas do sistema AIS em Informação Estática, que engloba os dados que são inseridos aquando da instalação do sistema no navio, Informação Dinâmica, que agrupa os dados sobre a navegação e o comportamento da plataforma estando automaticamente em constante atualização com base nos sensores de bordo e Informação de Viagem, que reúne os dados relativos à viagem que o navio está a efetuar, estes podem ser inseridos e atualizados manualmente. As informações que cada categoria agrupa são:

- Informação Estática: *Maritime Mobile Service Identity* (MMSI), *Call sign* e nome do navio, indicativo de chamada internacional, Comprimento e boca, Tipo de navio e a Localização da antena do sistema de posicionamento;
- Informação Dinâmica: Posição do navio, Hora (UTC), Rumo, Velocidade verdadeira, Proa, Marcha da guinada e Estado da plataforma¹⁷;
- Informação de Viagem: Calado, Destino; ETA; Tipo de navio; Tipo de carga perigosa e a Rota (*Waypoints*).

A troca de informações do sistema AIS é baseada num sistema de mensagens formatadas e transmitida em intervalos de tempo definidos. Dependendo da categoria de informações que se difunde o intervalo de tempo é distinto. Para informações estáticas e de viagem a mensagem é automaticamente atualizada a cada 6 minutos, ao nível de informações dinâmica esta atualização depende da velocidade e da alteração do rumo, de acordo com o Anexo C, estas mensagens caracterizam-se por serem uma sequência de

¹⁷ O estado da plataforma pode ser atracado, fundeado, navegando à máquina, navegando à vela, faina de pesca, capacidade de manobra reduzida, desgobernado, condicionado pelo calado ou encalhado. [Fonte: Marinha Portuguesa, 2008]



caracteres com uma estrutura formata, de acordo com as normas da *National Marine Electronics Association* (NMEA)¹⁸.

Na Marinha Portuguesa, as mensagens AIS são recebidas a partir de seis fontes:

- Maritime Safety and Security Information System (MSSIS);
- Rede de Antenas VHF da Marinha;
- APRAM – Administração de Portos da Região Autónoma da Madeira;
- Portos dos Açores SA;
- VTS – Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos (DGRM);
- European Maritime Safety Agency (EMSA).

A Rede de Comunicações da Marinha, agrupa e disponibiliza num único serviço, o AIS nacional, os dados provenientes da Rede de antenas VHF da Marinha, da APRAM, dos Portos dos Açores e do VTS.

No âmbito da caracterização da atividade da pesca e com os dados provenientes dos sistemas VMS e AIS, podem ser definidos diversos Requisitos de Análise (RA), traduzidos em indicadores estatísticos, gráficos, tabelas, diagramas ou mapas, alguns dos requisitos podem ser obtidos através do SADAP. Os requisitos que se baseiam em dados georreferenciados são:

- Velocidade média, mínima e máxima praticada por embarcações de pesca equipadas com VMS ou AIS em período temporal numa área de interesse por atributo de dimensão de análise;
- Número absoluto de embarcações distintas contabilizadas ao dia que operaram em período temporal numa área de interesse por atributo de dimensão de análise;
- Lista de embarcações em presumível infração por cruzamento de deslocamento, posição, autorização de pesca e áreas onde é interdita a pesca;

¹⁸ Exemplo de uma mensagem AIS no formato NMEA:
“!AIVDM,1,1,,B,177KQJ5000G?tO`K>RA1wUbN0TKH,0*5C”
[Fonte: <https://gpsd.gitlab.io/gpsd/AIVDM.html#standards>]

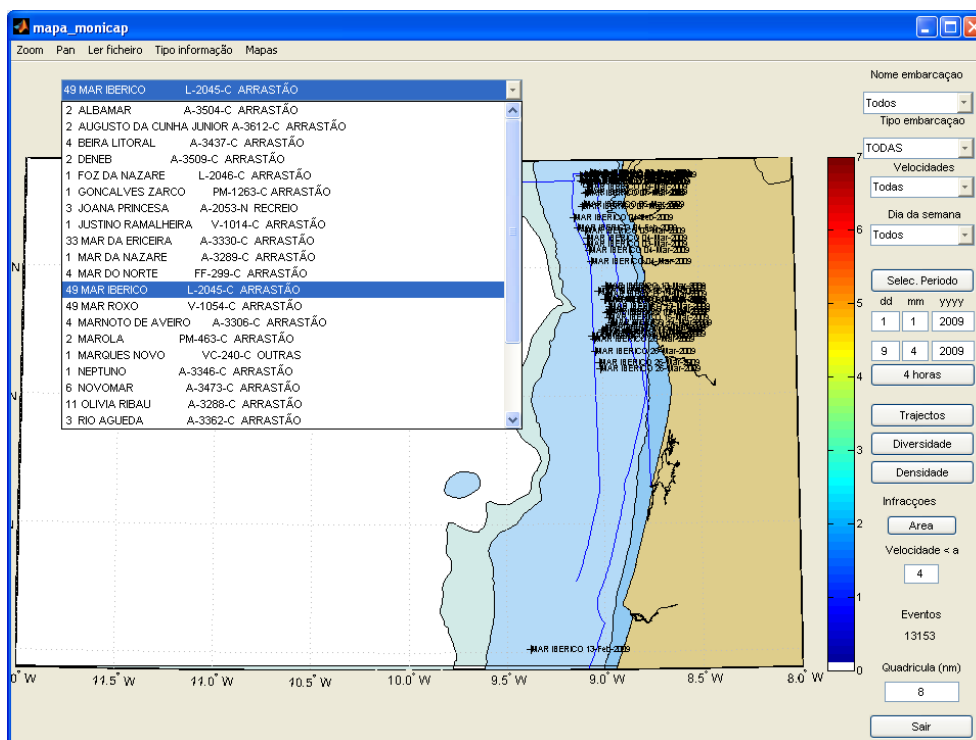


Figura 15 - Mapa com informação das posições e GDH em que a mesma foi encontrada em presumível infração. No exemplo apresentado, a embarcação tem um deslocamento tal que apenas poderia praticar o arrasto para fora das 12nm.

[Fonte: SADAP]

- Mapa de densidade de embarcações de pesca (contabilização de relatos de posição com origem nos sistemas VMS ou AIS) em período temporal numa área de interesse por atributo de dimensão de análise;
- Total de embarcações de pesca em presumível infração, por cruzamento de deslocamento, posição, autorização de pesca e áreas onde é interdita a pesca, por período temporal e numa área de interesse por atributo de dimensão de análise;
- Mapa de densidade de embarcações de pesca (contabilização de embarcações distintas a partir de relatos de posição com origem nos sistemas VMS ou AIS) em período temporal numa área de interesse por atributo de dimensão de análise;

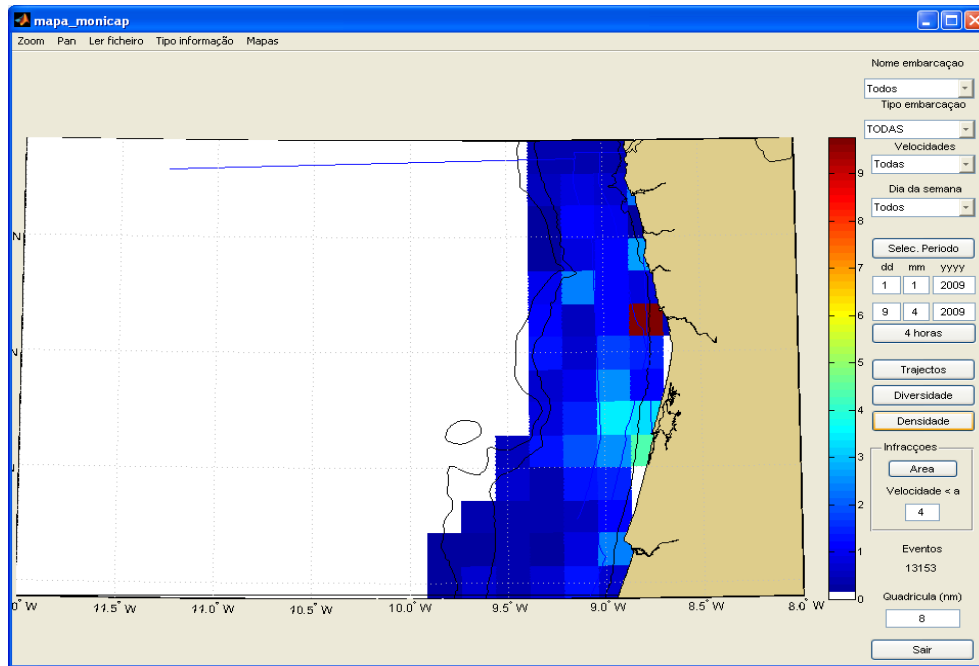


Figura 16 - Mapa de densidade de embarcações de pesca na zona marítima do norte no período de 1 de janeiro a 9 de abril de 2009.

[Fonte: SADAP]

- Total de capacidade propulsora em kW de embarcações distintas contabilizadas ao dia que operaram em período temporal numa área de interesse por atributo de dimensão de análise;
- Total de arqueação bruta, em toneladas, de embarcações distintas contabilizadas ao dia que operaram em período temporal numa área de interesse por atributo de dimensão de análise;
- Total de embarcações de pesca em presumível infração, por cruzamento de deslocamento, posição, autorização de pesca e áreas onde é interdita a pesca, por período temporal e numa área de interesse por atributo de dimensão de análise que não foram fiscalizadas nos últimos 6 meses (ou outra data limite).

Os requisitos de análise mencionados, são requisitos presentes no projeto APEC-SIFICAP, e exigem um esforço computacional de análise e processamento de dados elevada, dada a quantidade de dados que requerem. No capítulo 3, da presente dissertação, vai ser abordada essa problemática e implementado e testado técnicas de processamento paralelo, usando vários núcleos de um processador – *MATLAB*.

2.4 Indicadores de eficácia e eficiência da atividade de fiscalização marítima

A análise da atividade de fiscalização marítima realizada pela Marinha é realizada através dos indicadores descritos no Subcapítulo 1.5. Desses importa focar nos indicadores diretamente ligados à atividade de fiscalização, nomeadamente o IND7.02 que traduz a taxa de atividade de fiscalização e o IND7.05 que mede a taxa de eficácia da fiscalização. Os restantes indicadores estão indiretamente ligados à fiscalização marítima, sendo que o IND4.02 abrange mais atividades para além da fiscalização e o IND5.04 foca-se na modernização dos sistemas de informação. O IND7.04, que apesar de englobar todas as missões, pode ser um indicador importante no âmbito de estudo da persuasão das unidades navais em relação à ocorrência de infrações pelas embarcações de pesca.

Focando nos indicadores diretamente relacionados com a fiscalização marítima, o IND7.02 pode ser interpretado como um indicador de eficácia da atividade, uma vez que é definido um objetivo a cumprir anualmente de 1800 fiscalizações. O indicador IND7.05, que se destina a medir a eficiência da atividade de fiscalização, relaciona o tipo de infração, por gravidade, com o número de infrações total.

Os indicadores apresentados, apesar da sua implementação ser considerada fácil na obtenção de resultados, os mesmos não devem ser usados para medir a eficácia e eficiência da atividade de fiscalização realizada pela Marinha uma vez que são indicadores globais, ou seja, não é possível através destes realizar uma análise e comparação por áreas geográficas, como por exemplo, entre comandos de zona marítima ou capitánias. O mesmo se verifica para análises por dimensão temporal, ou seja, analisar quais os períodos do ano, do mês, da semana ou do dia em que se verifique maior atividade de pesca e de fiscalização. Como consequência de não existirem indicadores explícitos, por área geográfica e por dimensão temporal, ocorre o risco de a Marinha realizar um esforço de patrulha que não incida em áreas ou em períodos onde ocorram maior número de infrações, podendo resultar também em índices de fiscalização e de patrulha muitos dispares entre áreas e períodos. O índice de eficiência (IND7.05), segundo a definição de eficiência da *ISO 9000:2015*, não deve ser considerado uma métrica para o cálculo da eficiência da atividade de fiscalização, uma vez que não contabiliza o número de recursos despendidos na atividade.

Os indicadores, tanto de eficácia como de eficiência, devem ser explícitos e definidos por forma a ser possível realizar uma análise da atividade de fiscalização por área geográfica e dimensão temporal, e assim ter a perceção das atividades tanto de pesca como de patrulha e fiscalização e assim convergir os esforços de fiscalização para as áreas e períodos onde a proporcionalidade entre estes seja muito diferente.

No âmbito da atividade de fiscalização marítima e tendo em conta os requisitos geográficos e temporais, são propostos os seguintes indicadores¹⁹:

- Proposta de Indicador 1 (PIND1) – Taxa de fiscalização por área e período temporal em comparação com o ano – Número de ações de fiscalização em área e dimensão tempo a dividir pelo número total de fiscalizações realizados num ano;
- Proposta de Indicador 2 (PIND2) – Taxa de fiscalização por área e período temporal por atividade de pesca – Número de fiscalizações por área e dimensão tempo a dividir pela intensidade de atividade de pesca na área e dimensão tempo;
- Proposta de Indicador 3 (PIND3) – Índice do esforço de fiscalização – Número de fiscalizações por área e dimensão tempo a dividir pelo número de horas de navegação;
- Proposta de Indicador 4 (PIND4) – Taxa de eficácia da atividade de fiscalização – Número de infrações a dividir pelo número de fiscalizações por dimensão área, tempo e/ou unidade que fiscaliza;
- Proposta de Indicador 5 (PIND5) -Taxa de eficácia da atividade de fiscalização por área – Distância a uma meta definida associada a cada área.

Com a PIND1, será possível fazer uma análise da distribuição, por área e num período de tempo, das atividades em comparação com as atividades de fiscalização ocorridas num ano. Neste caso, o indicador PIND1 permite observar a variação da taxa de fiscalização em determinado período temporal para um conjunto de áreas. Alterações às taxas de fiscalização em determinado ano constituem alertas para análise a fim de averiguar o

¹⁹ As propostas de indicadores apresentadas, apesar contribuírem para medir desempenho da atividade de fiscalização, estas durante a sua construção e implementação não realizam uma distinção por tipo, gravidade ou importância das infrações, assim como não se tem em consideração as dificuldades das ações de vistoria.

motivo. Variações significativas nestas percentagens devem ser devidamente analisadas e justificadas a fim de identificar a causa (redução das horas de navegação não proporcional por área, alteração da intensidade da atividade de pesca, entre outras).

A PIND2 requer a definição do conceito de “intensidade de atividade de pesca”. Este conceito pode ser definido de várias formas. Na presente dissertação, a intensidade de atividade de pesca será medida para uma determinada área geográfica e período temporal através da soma do número de embarcações de pesca distintas a operar em cada dia do referido período temporal e área geográfica. Por exemplo, considerando como área geográfica o CZMS e o período temporal como a 2ª semana de fevereiro de 2020 (10 a 17 de janeiro de 2021), através do sistema AIS e VMS verificou-se que em cada dia do referido período estiveram em atividade de pesca os seguintes números de embarcações:

Dia	10	11	12	13	14	15	16	17
Nº de embarcações distintas	17	18	18	18	16	11	7	16

Tabela 4 - Intensidade da atividade da pesca entre os dias 10 e 17 de fevereiro de 2020

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Sistema AIS]

Para o referido período, tem-se uma intensidade de atividade de pesca de 121 navios. Poder-se-ia usar outras abordagens para medir a intensidade de atividade de pesca. Uma outra abordagem seria medir as horas que cada embarcação de pesca está a operar em cada dia do período de tempo. Ainda outra abordagem, seria considerar a capacidade propulsora dos navios, uma vez que esta está relacionada com a capacidade de captura da embarcação.

Através da PIND2, consegue-se realizar uma análise comparativa entre a atividade de fiscalização com a atividade de pesca existente nas diferentes dimensões geográficas e temporais. Assim, com estes dados é possível reajustar o empenho das unidades para onde exista maior afluência de embarcações de pesca e menor atividade de fiscalização. Para isso, torna-se necessário conhecer a atividade de pesca nas diferentes áreas e diferentes períodos de tempo, neste caso quanto maior for o valor do resultado deste indicador maior será eficácia da atividade de fiscalização.

A PIND3 poderá ser considerado um indicador importante dada a problemática de recursos (humanos e material), atualmente, existente na Marinha. Com este indicador é

possível analisar se o esforço da atividade de fiscalização ao longo do território nacional é homogéneo e quais as áreas em que o esforço é maior e quais é menor. Com a relação entre o número de fiscalizações e o número de horas de navegação gastas para se realizar a atividade, não tendo em conta a distância a costa da atividade de pesca, pode-se determinar quais as regiões e/ou unidades são mais eficientes na atividade de fiscalização, ou seja, quanto maior for o resultado deste indicador mais eficiente é a atividade de fiscalização.

Através das PIND4 e PIND5, será possível medir a eficácia da atividade de fiscalização realizada pela Marinha, os resultados da PIND4 evidenciam quais as áreas e/ou os períodos de tempo onde se detetam mais infrações, e com esses dados é possível analisar se o empenhamento das unidades está a ser eficaz, quanto maior for o valor deste indicador mais eficaz está a ser a atividade, porém pode-se dar o caso, no futuro e num cenário ideal, de o valor ser zero caso todas as embarcações já tenham sido fiscalizadas e nenhuma esteja em presumível infração, nesse caso a atividade da Marinha continua a ser eficaz. Este indicador contribui para definir a meta de fiscalizações na PIND5. Esta meta, a definir na PIND5, deve ser proporcional ao número de embarcações, com licença de pesca atribuída, em cada porto, capitania ou comando de zona marítimo assim como deve ter em conta o histórico de atividade de embarcações nessa área, uma vez que a atividade de pesca não é homogénea em todo o território.

2.5 Sumário

Atualmente, a Marinha, usa como indicadores de eficácia e eficiência, o IND7.02 que relaciona o número de atividades de fiscalização efetuadas e a meta estabelecida, e o IND7.05 que relaciona o tipo de infrações detetadas com o número de infrações detetadas, sendo que dispõe, principalmente, do sistema de informação SADAP, para obter os dados. No entanto, verifica-se que existem outros indicadores com potencial para efetuar o controlo da atividade de fiscalização de forma mais pormenorizada e descritiva. De entre esses, tem-se a PIND3, que como proposta de indicador de eficiência relaciona o número de fiscalizações com as horas de navegação numa dada área e dimensão temporal; a PIND4 e a PIND5, que como proposta de indicadores da eficácia relacionam o número de infrações com o número de fiscalizações e o número de fiscalizações em relação a uma



meta, respetivamente, ambos estas propostas de indicadores serão relativas a uma área e dimensão de tempo definida. Com os sistemas que a Marinha dispõe, atualmente, não consegue fazer um processamentos e análise dos dados de posição em tempo útil, provenientes do AIS e VMS, no capítulo 3, são descritos os dados, em quantidade e tipologia necessários para obter estes indicadores e o tempo necessário para os obter usando os sistemas *legacy* e novas funcionalidades de processamento paralelo.



CAPÍTULO 3 – Análise e discussão dos resultados

- 3.1 Implementação de indicadores da atividade de fiscalização marítima
- 3.2 Análise da eficácia e eficiência
- 3.3 Sumário

3 Capítulo 3: Análise e discussão de resultados

Este capítulo apresenta os resultados da implementação de dois indicadores da atividade de fiscalização marítima, em que foi utilizado uma técnica de processamento em paralelo para agilizar a obtenção dos resultados. São também apresentados resultados relativamente a um conjunto de indicadores, propostos no capítulo 2.4, de eficácia e eficiência estimados para anos transatos a fim de comparar a sua evolução.

3.1 Implementação de indicadores da atividade de fiscalização marítima

Os dados georreferenciados constituem elementos de informação de gestão essenciais para o planeamento, execução e controlo da ação da Marinha e AMN no âmbito da vigilância, fiscalização e controlo da atividade da pesca, realizado pela Marinha e AMN e para a construção de indicadores de eficácia e eficiência da atividade de fiscalização.

Uma das dificuldades em produzir informação de gestão que seja útil para apoiar o planeamento, execução e controlo da atividade de fiscalização marítima está no processamento de grandes quantidades de dados, que poderão não estar logicamente relacionados entre si em tempo útil. O fator tempo é essencial para avaliar os processos que irão produzir a informação de gestão associada a cada requisito de análise. Normalmente o fator tempo está associado ao volume de dados que são necessários processar.

A variedade e volume de dados necessárias para produzir determinado tipo de informação de gestão poderá também ser um fator crítico, caso as diferentes fontes de dados não estejam logicamente relacionadas entre si.

Selecionou-se dois requisitos de análise, do projeto APEC-SIFICAP, a fim de serem implementados em laboratório usando uma *framework* de *Big Data*:

- RA1- Mapa de densidade de embarcações de pesca (contabilização de relatos de posição com origem nos sistemas VMS ou AIS) em período temporal numa área de interesse por atributo de dimensão de análise;

RA2- Lista de embarcações de pesca com o número de dias decorrido desde a última fiscalização e o dia atual por departamento marítimo de registo de embarcação.

O RA1 pretende caracterizar uma área marítima relativamente ao comportamento das embarcações de pesca. Um exemplo deste requisito consiste na caracterização da atividade de embarcações de pesca numa área de estudo através de um mapa de densidade de navegação²⁰. Este indicador consiste num histograma onde são contabilizadas as mensagens de posição de embarcações provenientes do sistema AIS ou VMS, o que requer o processamento de um volume muito grande de dados AIS.

Estando disponível um método de processamento de dados mais eficiente na linguagem técnica MATLAB (que pode ser incorporada nas soluções *legacy* que a Marinha explora, em particular no sistema SADAP), com a aplicação destes RA em laboratório *Big Data* é esperado que o tempo de processamento seja reduzido de forma significativa. Optou-se por avaliar o método de processamento em paralelo na modalidade que utiliza vários núcleos de um processador em três cenários diferentes deste requisito de análise.

A avaliação consiste em utilizar a função “*parfor*” na modalidade que utiliza vários núcleos de um único processador em três cenários do Requisito de Análise nº1 com níveis de complexidade crescentes, comparando o desempenho desta abordagem com a abordagem já implementa em sistemas *legacy* (processamento “*single core*”).

O RA1 consiste num processo com duas etapas. A primeira etapa implica o carregamento de vários ficheiros de dados a fim de produzir uma tabela final, a partir da qual é produzido um mapa de densidade, na segunda etapa. Neste trabalho, apenas será medido o tempo de processamento na etapa de carregamento de dados e produção da tabela final. A produção da tabela final implica (para além do carregamento de diversos ficheiros de dados) a aplicação de diversos filtros, consoante a necessidade de análise por parte do analista. Por conseguinte, optou-se por considerar três cenários que diferem entre

²⁰ Um mapa de densidade de navegação consiste num histograma a 3 dimensões (x,y,z) onde x e y correspondem ao ponto médio de uma quadrícula em latitude e longitude e z corresponde a uma função. Normalmente z corresponde às frequências absolutas ou relativas de determinado evento. A 3ª dimensão z é representada através de um esquema cromático.

si na quantidade de filtros que se pretende aplicar aos dados. A tabela seguinte resume os filtros aplicados em cada um dos três cenários.

Cada cenário está codificado com 3 códigos (C1, C2, C3) cada um com filtros diferentes.

Cenários	C1	C2	C3
Filtros			
Base de Dados: Mensagens AIS	✓	✓	✓
Dimensão Temporal: 01JAN – 20JAN 2020	✓	✓	✓
Tipo de Navios: Navios de pesca	✓	✓	✓
Zona geográfica: CZMS	✓	✓	✓
Dia da Semana: Terça-feira	X	✓	✓
Período horário: 12h00 – 18h00	X	X	✓

Tabela 5 - Definição dos cenários e filtros

[Fonte: Elaborado pelo autor]

Cada cenário foi executado na modalidade de processamento em paralelo e na modalidade de processamento “*single core*”, originando duas variantes: a variante SCP (*single core process*) e a variante MCP (*multiple core process*). Cada variante foi repetida 100 vezes e registado o respetivo tempo CPU. Em termos de implementação, foi escrito um *script* para cada uma das variantes de cada um dos cenários, os scripts encontram-se nos apêndices D, E, F, G, H e I.

Com os diferentes tempos CPU, foram contruídos diversos gráficos (Apêndice L) para uma análise e comparação do desempenho das duas variantes.

A tabela seguinte resume para cada variante e cenário a média de tempo de CPU no processamento dos dados, o número de filtros que são aplicados e o número de dados processados em cada cenário.

Variante	Cenários	Média de tempo de CPU (segundos)	Número de filtros aplicados	Número de dados processados
“for”	C1	19,5186	2	61.901.145
	C2	19,9692	3	61.901.145
	C3	21,2361	4	61.901.145

Tabela 6 - Resultados da variante "for"

[Fonte: Elaborado pelo autor]

Variante	Cenários	Média de tempo de CPU (segundos)	Número de filtros aplicados	Número de dados processados
“parfor”	C1	0,4689	2	61.901.145
	C2	0,2547	3	61.901.145
	C3	0,2200	4	61.901.145

Tabela 7 - Resultados da variante "parfor"

[Fonte: Elaborado pelo autor]

No Cenário 1, onde são aplicados dois filtros aos dados (selecionar apenas as embarcações de pesca e delimitar a área geográfica ao CZMS), quando aplicada a variante “for” o processamento demorou, em média, 19,5186 segundos, enquanto que na variante “parfor” demorou, em média, 0,4689 segundos. Isto significa uma redução, em média, de 97,60% no tempo de processamento dos dados.

No Cenário 2, onde são aplicados três filtros aos dados (selecionar apenas as embarcações de pesca, delimitar a área geográfica ao CZMS e selecionar apenas as terças-feiras), quando aplicada a variante “for” o processamento demorou, em média, 19,9692 segundos, enquanto que na variante “parfor” demorou, em média, 0,2547 segundos. Isto significa uma redução, em média, de 98,72% no tempo de processamento dos dados.

No Cenário 3, onde são aplicados quatro filtros (selecionar apenas as embarcações de pesca, delimitar a área geográfica ao CZMS, selecionar todas as terças-feiras e o período

horário das 12h00 às 18h00), quando aplicada a variante “*for*” o processamento demorou, em média 21,2361 segundos, enquanto que na variante “*parfor*” demorou, em média, 0,2200 segundos. Isto significa uma redução, em média, de 98,96% no tempo de processamento dos dados.

Apesar dos três cenários apresentarem uma complexidade crescente, devido ao número de filtros que são aplicados em cada um deles, verificou-se uma redução no tempo médio de processamento inversamente proporcional ao número de filtros, quando aplicada a variante “*parfor*”, o mesmo não se verificou na variante “*for*”.

Por fim, a média de tempo de processamento dos dados na variante “*for*” é de 20,2413 segundo, ou seja, por cada segundo são processados, em média, 3.058.160 dados, enquanto que a média de tempo de processamento na variante “*parfor*” é de 0,3145 segundos, ou seja, por cada segundo são processados, em média, 196.823.990 dados. Isto traduz-se numa redução de tempo de 98,45% e num aumento de processamento de 193.765.830 dados por segundo.

Ao serem aplicados os *scripts* desenvolvidos para o RA1, é possível obter-se uma tabela com os MMSI de todos os navios, dos navios distintos e dos navios por dias de análise e o histórico das mensagens AIS das embarcações de pesca no período de 1 a 20 de janeiro de 2020, na área do Comando de Zona Marítima do Sul, todas estes dados são apresentados no Apêndice J. O principal objetivo do RA1 passa por obter um mapa de densidades das embarcações, e por forma a exemplificar o resultado do RA1 foram criados os mapas de densidades dos três cenários, que se encontram no Apêndice K.

O RA2 pretende listar todas as embarcações de pesca que operam nas áreas marítimas dos comandos de zona, descrevendo a sua última posição, resultado da última vistoria e o número de dias entre o dia atual e a última vistoria.

Este requisito, à semelhança do anterior, consiste num processo de duas etapas. A primeira etapa engloba o carregamento e filtragem dos ficheiros de monitorização da posição a fim de se obter uma lista de embarcações, que será relacionada com bases de dados com informações relativas às características da embarcação e aos registos de fiscalização, segunda etapa, para se obter uma tabela final que consiga apresentar as informações propostas no RA2.

Na implementação deste requisito, e uma vez que se baseia, também, no processamento de grandes quantidades de dados e como comprovado anteriormente, foi desenvolvido um script, em linguagem MATLAB, utilizando a variante “*parfor*”, por ter sido esta a apresentar melhor desempenho, script em Apêndice M.

Por conseguinte, optou-se por criar um novo cenário, com as seguintes características:

Filtros	Cenário	C4
Base de Dados: Mensagens AIS Relatos FISCREP Informação das Embarcações		✓
Dimensão Temporal: 01JAN – 20JAN 2020		✓
Tipo de Navios: Navios de pesca		✓
Zona geográfica: CZMC		✓
Entidade Fiscalizadora: Navios da Marinha Portuguesa		✓

Tabela 8 - Definição do cenário e filtros

[Fonte: Elaborado pelo autor]

Inicialmente, adaptou-se o *script* do RA1 no Cenário 1, para se obter a lista de MMSI, através dos dados AIS, das embarcações que se encontravam na área do Comando de Zona Marítima do Centro, no período de 1 a 20 de janeiro de 2020. Por fim, foi feita a correlação com a base de dados dos relatos de fiscalização e com as bases de dados com as informações das embarcações, nomeadamente, nome, comprimento, indicativo de chamada internacional, matrícula e porto de registo da embarcação. Com a tabela final, presente no Apêndice N, o analista, obtém as informações da embarcação, o histórico de fiscalizações que a embarcação foi alvo, o tempo decorrido desde a última e o resultado da mesma (1 – legal, 2- presumível infratora) e a última posição transmitida pelo sistema de monitorização da embarcação.

3.2 Análise da eficácia e eficiência

3.2.1 Proposta de Indicador 1

A PIND1 pretende medir a taxa de fiscalização por área e período temporal em comparação com o respetivo ano. Este indicador baseia-se na relação entre o número de ações fiscalizadas realizadas numa dimensão tempo e área e o número total de fiscalizações realizadas no ano, da dimensão tempo. Considerou-se aplicar esta PIND aos dados dos últimos cinco anos (de 2015 a 2020) e por zonas marítimas (Norte, Centro, Sul, Açores e Madeira). Com os dados provenientes dos Anuários Estatísticos da Marinha (AEM) criou-se um conjunto de tabelas, em Apêndice O, com o número de ações de fiscalização, por área e ano, o número total de fiscalizações por ano e o resultado da implementação deste indicador por área e ano, obtendo os gráficos que irão suportar o estudo desta PIND.

Para uma análise e comparação da taxa de fiscalização de todas as zonas marítimas ao longo dos anos criou-se o Gráfico 4, com base na Tabela 22 em Apêndice O.

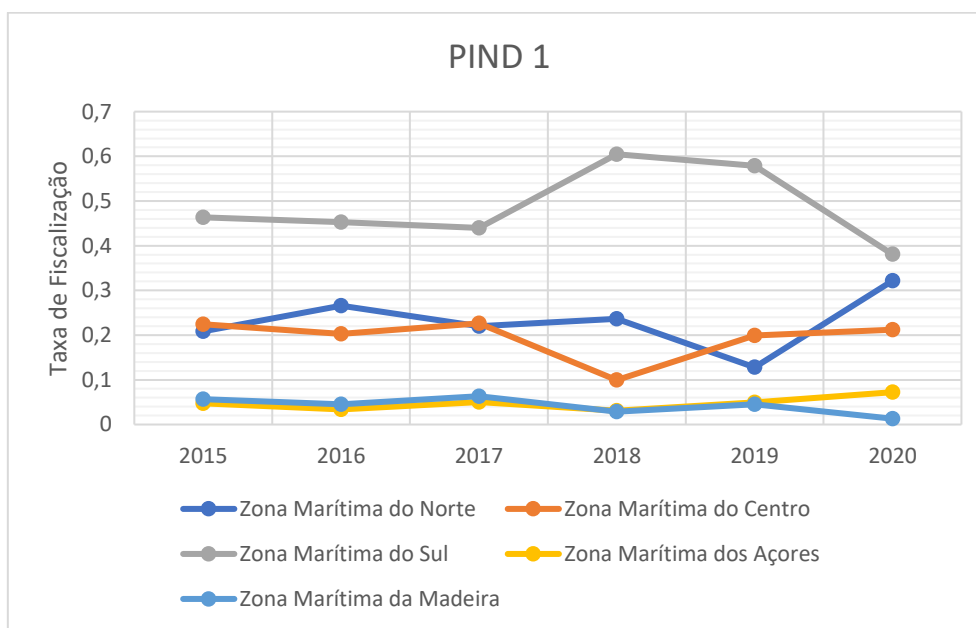


Gráfico 4 – Taxa de fiscalização, em valores absolutos, obtida com a implementação da PIND1

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]



Com os resultados da PIND1, apresentados no Gráfico 4, é possível observar a diferença do esforço de patrulha entre as diferentes áreas e a evolução ao longo dos anos por zona marítima.

Na Zona Marítima do Norte de 2015 e 2018 não se registaram grandes variações na taxa de fiscalização, porém em 2019 ocorreu uma redução muito grande do número de fiscalizações e conseqüentemente a diminuição da taxa de fiscalização e por fim, em 2020, ocorreu um aumento do número de fiscalizações e a taxa de fiscalização.

Na Zona Marítima do Centro entre 2015 e 2017 a taxa de fiscalização manteve-se praticamente constante, tendo em 2018 reduzido significativamente, resultante do baixo número de fiscalizações e até 2020 tem apresentado uma tendência de crescimento do esforço de patrulha.

A Zona Marítima do Sul destaca-se por apresentar uma maior taxa desta atividade ao longo de todo o período de estudo, tendo-se mantido constante entre 2015 e 2017, entre 2018 e 2019 ocorreu um aumento da taxa de fiscalização e por fim em 2020, ocorreu uma redução da taxa.

A Zona Marítima dos Açores apresenta uma variação da taxa de fiscalização constante de 2015 a 2018, tendo posteriormente e até 2020 aumentando a sua taxa de fiscalização.

Na Zona Marítima da Madeira o valor da taxa manteve-se constante entre 2015 e 2017, em 2018 ocorreu uma redução do número de fiscalizações e conseqüentemente da taxa, em 2019 aumentou novamente e em 2020 a taxa de fiscalização diminuiu.

A PIND1 não permite inferir se a distribuição do esforço de patrulha é equilibrada. Este equilíbrio do esforço de patrulha pode ser medido através do PIND2. A frota de pesca em Portugal, é composta por: 6567 embarcações no continental; 734 embarcações na Região Autónoma dos Açores e 417 embarcações na Região Autónoma da Madeira (INE, I. P, 2021). Face a estes quantitativos interessa medir quantos realizam atividade de pesca anualmente e a partir desses valores inferir a taxa de fiscalização nas diferentes áreas. No ano de 2020, as áreas onde se registou a maior variação da taxa de fiscalização foram as áreas do ZMN e ZMS, enquanto que as restantes mantiveram-se semelhantes aos anos anteriores. Observando os valores em Apêndice O, verifica-se que ocorreu uma redução muito significativa do número de fiscalizações no ZMS de 2019 para 2020, conseqüência direta de dois navios de patrulha se encontrarem inoperacionais.

3.2.2 Proposta de Indicador 3

A PIND3 pretende medir o índice de esforço da atividade de fiscalização, tendo em consideração o número de fiscalização por dimensão tempo e área e o número de horas de missão de empenhamento das unidades nas atividades de fiscalização. A partir dos Anuários Estatísticos da Marinha, obteve-se os dados necessários para os anos de 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020.

Ano	Nº Total de Fiscalizações	Tempo de Missão	Índice do Esforço de Fiscalização
2015	2.715	70.080	0,0387
2016	2.362	79.987	0,0295
2017	2.037	79.987	0,0255
2018	1.781	79.987	0,0223
2019	1.938	78.840	0,0246
2020	1.300	79.056	0,0164

Tabela 9 - Dados a implementar na PIND3

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

A análise desta PIND é relativa aos cinco anos anteriores, para se observar a tendência e em toda a área de atuação da Marinha, uma vez que não existem dados do tempo de missão por zonas marítima. Com os valores da Tabela 9, criou-se o Gráfico 5.

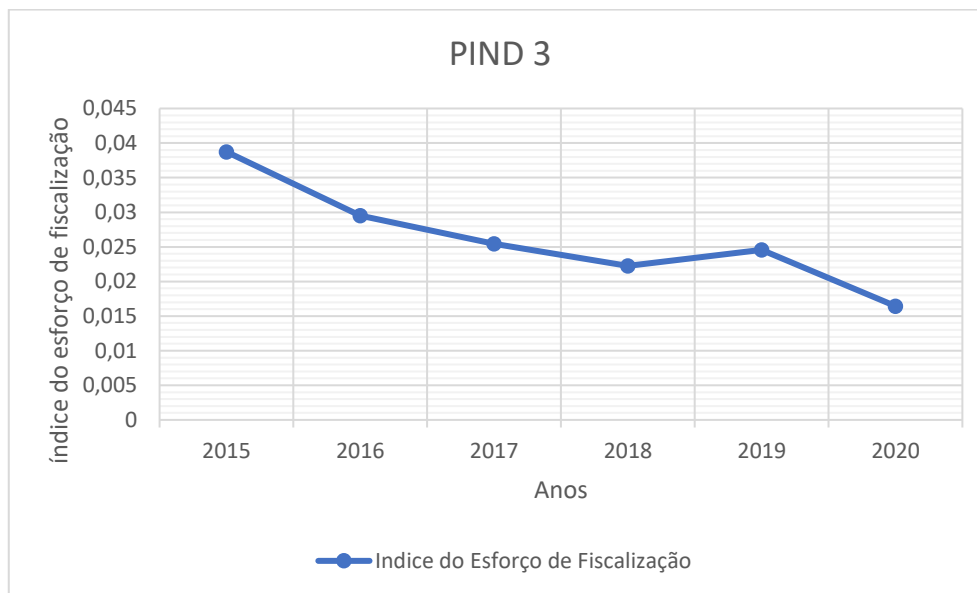


Gráfico 5 – Índice do esforço de fiscalização obtido com a implementação da PIND3

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]



O índice do esforço da fiscalização marítima não representa um indicador de eficácia ou eficiência da atividade de fiscalização. Contudo, através de uma análise da evolução do gráfico 5 e relacionando com outros parâmetros e variáveis de análise, como por exemplo a distância a costa ou o tempo médio das ações de vistoria a bordo das embarcações, pode-se aferir se o esforço das unidades e a utilização dos recursos é eficiente. Analisando, apenas o número de fiscalizações e o tempo de missão nos diferentes anos, obtém-se uma relação entre a quantidade de recursos despendidos e o número de ações realizadas, que numa análise global e menos exaustiva pode-se constituir como um dos parâmetros para aferir a eficiência.

Ao analisar o Gráfico 5 é evidente uma evolução decrescente do esforço de fiscalização, o que demonstra que a Marinha desde 2015 até 2018 tem reduzido o número de ações de fiscalização e despendendo cada vez mais horas no empenhamento de recursos na atividade, ou seja, as ações da Marinha no âmbito da fiscalização marítima ao longo dos anos tem-se mostrado cada vez menos eficiente. Em 2019, inverteu-se a tendência, começando a ser mais eficaz na sua atividade de fiscalização. O valor do índice de esforço em 2020, menor que em 2019, provavelmente estará relacionado com a pandemia e interdição de efetuar vistorias a bordo das embarcações de pesca (motivadas pelo COVID-19).

Posto isto, podemos concluir, que o resultado desta PIND é proporcional à eficiência da atividade de fiscalização, ou seja, quanto menor for o valor menor será a eficiência.

3.2.3 Proposta de Indicador 4

A PIND4 pretende analisar e avaliar a eficácia da atividade de fiscalização realizada pela Marinha, relacionando o número de infrações detetadas e o número de fiscalizações efetuadas por dimensão tempo e área. Os dados por zona marítima (Norte, Centro, Sul, Açores e Madeira) e por ano (de 2015 a 2020) foram obtidos através dos AEM e estão descritos no Apêndice P, assim como os gráficos que suportam o estudo, desta PIND, focada nas diferentes zonas marítimas e nos diferentes anos.

O Gráfico 6 apresenta uma comparação do PIND4 entre zonas marítimas entre 2015 e 2020.

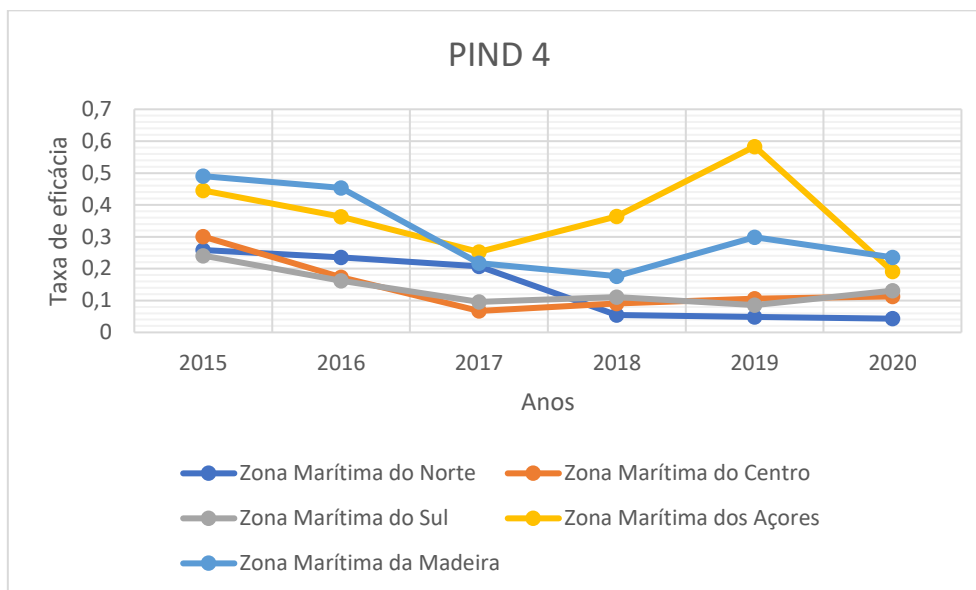


Gráfico 6 – Taxa de eficácia obtida com a implementação da PIND4

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

A análise da taxa de eficácia resultante desta PIND e presente no Gráfico 6, pode ser realizada em duas vertentes, uma quantitativa e uma qualitativa, que diferem entre si na medida em que numa a taxa é relacionada com o número de fiscalizações e na outra não.

Na vertente quantitativa a análise é realizada apenas com os dados do Gráfico 6, sendo que quanto maior for o valor da taxa, mais eficientes são as ações de fiscalização realizadas pela Marinha.

Assim sendo, e de acordo com o Gráfico 6, na Zona Marítima do Norte entre 2015 e 2020 a eficácia das atividades de fiscalização tem diminuindo, sendo esta a área onde a atividade é menos eficaz, desde 2018.

Na Zona Marítima do Centro, de 2015 a 2017, a taxa de eficácia diminui constantemente, tendo sido a área com uma taxa de eficácia mais baixa no ano de 2017, porém de 2017 até 2020 a taxa foi aumentando.

Na Zona Marítima do Sul, à semelhança da ZMC, a taxa foi diminuindo de 2015 a 2017, tendo sido entre 2015 e 2016 a área com a taxa de eficácia mais baixa, tendo-se mantido constante até 2019 e em 2020 registou-se um aumento da eficácia da atividade de fiscalização.



Na Zona Marítima dos Açores, entre 2015 e 2017 registou-se um decréscimo na taxa de eficácia, porém entre 2017 e 2019, ocorreu um aumento da taxa de eficácia sendo que entre 2017 e 2019 esta foi a área que apresentou maior taxa de eficácia, em 2020, a taxa de eficácia reduziu significativamente.

Na Zona Marítima da Madeira, entre 2015 e 2018 registou-se uma redução na taxa de eficácia, tendo posteriormente aumentado em 2019 e voltou a reduzir em 2020, porém nos anos de 2015, 2016 e 2020 esta foi a região com a taxa mais elevada, ou seja, a atividade nesta região foi eficaz.

Através da análise pode-se concluir que a eficácia da atividade de fiscalização é proporcional ao número de infrações detetadas, sendo que em 2020 as áreas da ZMA e ZMM são as que se destacam pela atividade ser mais eficaz, enquanto que a ZMN foi a que registou uma eficácia de atividade de fiscalização mais baixa, com esta vertente é possível obter um valor concreto da eficácia de cada área, em média a taxa de eficácia da atividade de fiscalização diminuiu em 2020, provavelmente derivada da situação pandémica.

Na vertente qualitativa, para além de analisar a evolução do resultado da PIND, esta é relacionada também com a variação do número de fiscalizações efetuadas. Este tipo de análise é fundamental na medida em que a eficácia da atividade para além de ser proporcional ao número de infrações detetadas, podem existir situações onde não se aplique esta proporcionalidade. Caso o número de fiscalizações ao longo do tempo seja constante e o número de infrações detetadas tenda para zero, ao aplicar a PIND⁴, o resultado da taxa será baixo, contudo, perante estes casos é possível que a atividade continue a ser eficaz. A análise destes casos pode evidenciar que o número de embarcações em condições ilegais esteja a diminuir, ou num cenário ideal, já não existir embarcações em presumível infração nessa área. Nesse caso, a taxa de eficácia será zero, porém a atividade será eficaz. Foram desenvolvidos gráficos, por zonas marítimas, que relacionam a taxa de eficácia e o número de fiscalizações ao longo dos anos.

Na Zona Marítima do Norte, pode-se constatar que entre 2017 e 2018 a atividade de fiscalização foi eficaz, uma vez que a taxa de eficácia reduziu significativamente e o número de fiscalizações foi constante, nos anos 2015, 2016, 2019 não pode aplicar esta vertente derivada à variação do número de fiscalizações, entre o ano 2019 e 2020 com o

aumento considerável do número de fiscalizações a redução da taxa de eficácia, conclui-se que a atividade de fiscalização está a tornar-se mais eficaz.

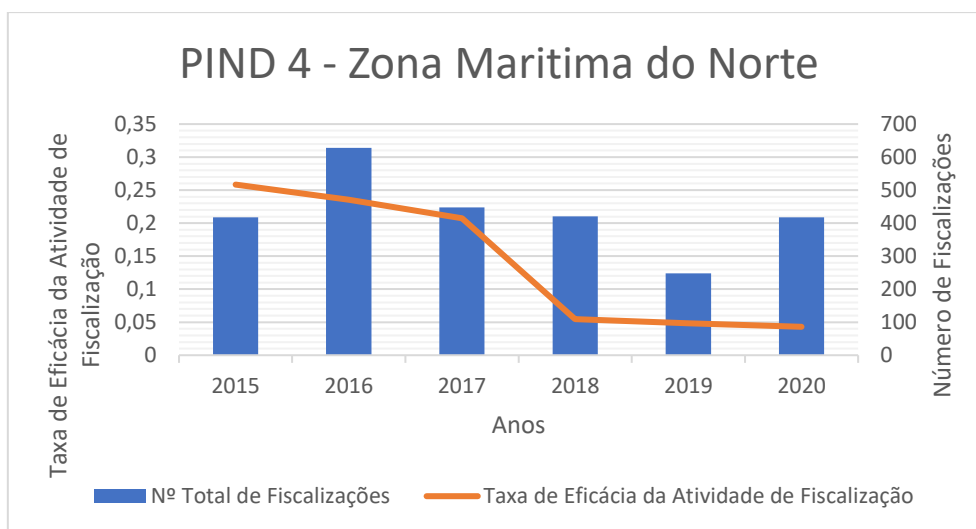


Gráfico 7 - Comparação entre taxa de eficácia e o número de fiscalizações na Zona Marítima do Norte
[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

Na Zona Marítima do Centro apenas se pode utilizar esta vertente entre 2016 e 2017, uma vez que entre 2015 e 2016 o número de fiscalizações reduziu e entre 2018 e 2020 existe uma grande variação de ações de fiscalização entre os anos. Contudo entre 2016 e 2017 a atividade de fiscalização estava a ser eficaz, uma vez que o número de fiscalizações se manteve praticamente constante e a taxa de eficácia apresentou uma evolução decrescente significativa.

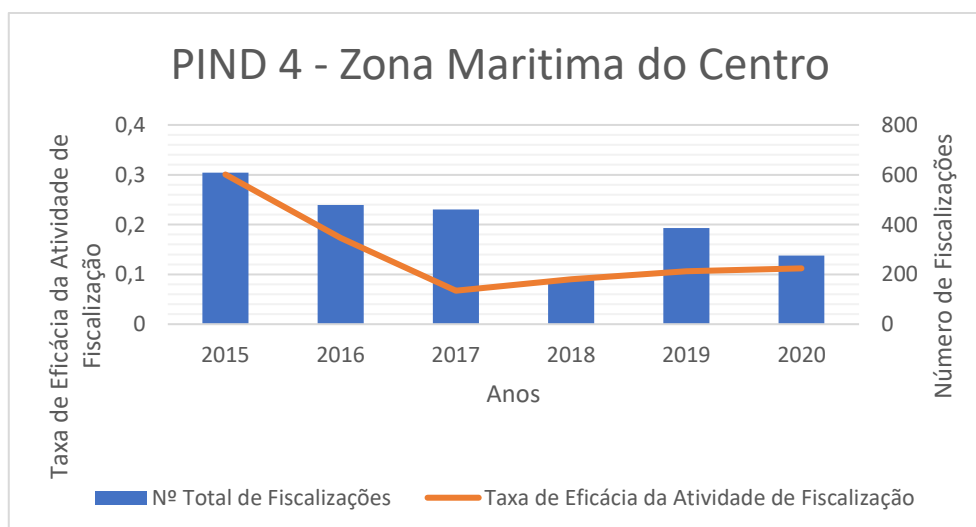


Gráfico 8 - Comparação entre taxa de eficácia e o número de fiscalizações na Zona Marítima do Centro
[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

Na Zona Marítima do Sul, entre os anos 2015 e 2017 e no ano 2020 não é possível correlacionar, uma vez que o número de fiscalizações não se manteve constante e reduziu, não perfazendo um dos requisitos para esse tipo de análise, porém entre 2018 e 2019, observa-se um aumento do número de fiscalizações e a redução da taxa de eficácia, concluindo que a atividade de fiscalização estava a ser eficaz nesse período.

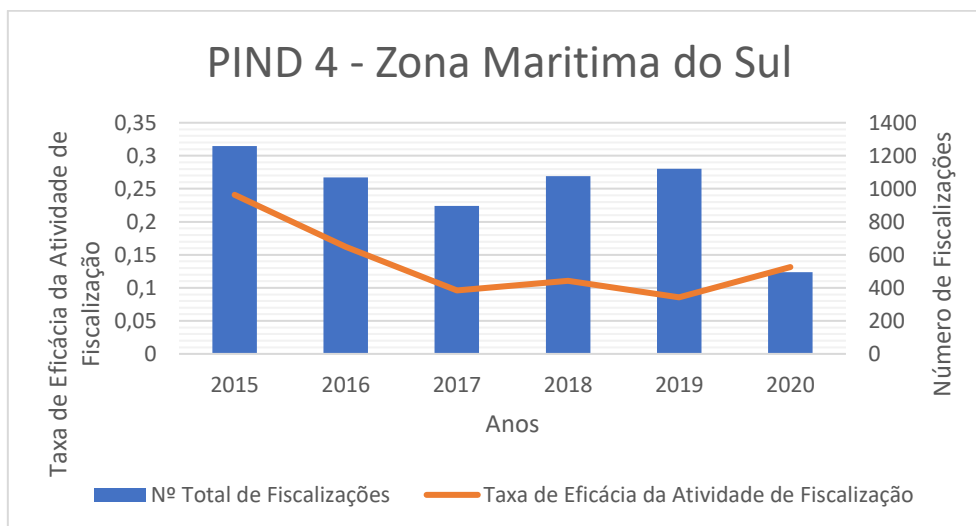


Gráfico 9 - Comparação entre taxa de eficácia e o número de fiscalizações na Zona Marítima do Sul

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

Nas Zonas Marítimas dos Açores e Madeira não é possível fazer a análise nesta vertente uma vez que o número de fiscalizações em ambas a zona não é constante ao longo dos anos, não sendo possível correlacionar o número de fiscalizações com a taxa de eficácia.

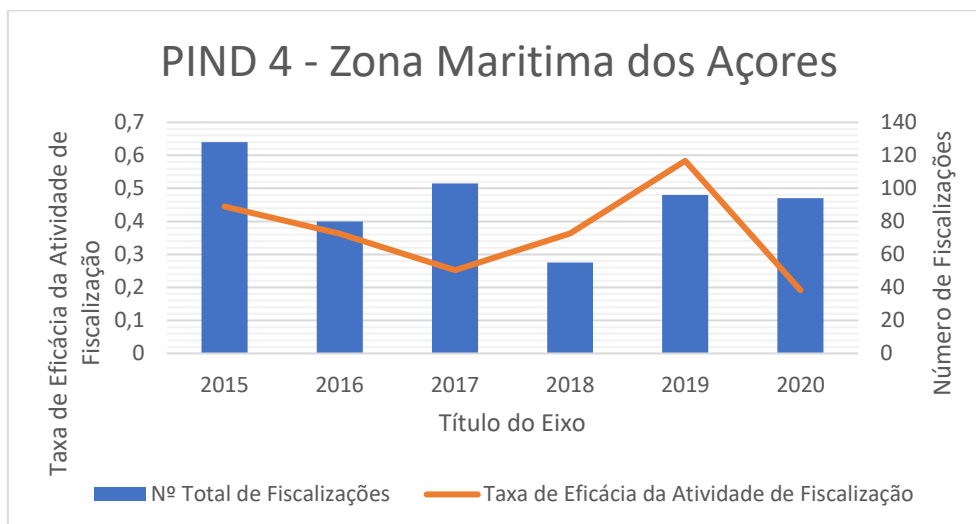


Gráfico 10 - Comparação entre taxa de eficácia e o número de fiscalizações na Zona Marítima dos Açores
[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

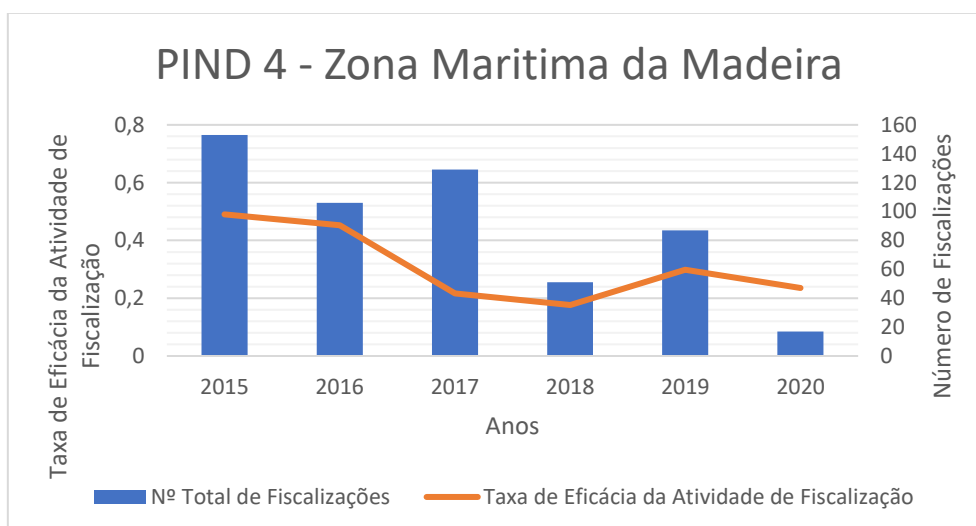


Gráfico 11 - Comparação entre taxa de eficácia e o número de fiscalizações na Zona Marítima da Madeira
[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

Na avaliação da eficácia da atividade de fiscalização é necessário correlacionar diversos dados e condicionante. Nesta vertente qualitativa apenas nos informa se a atividade está a ser ou não eficiente, não tendo como resultado nenhum valor em concreto. Este estudo, para apresentar resultados para todas as zonas e para todos os anos, a taxa de fiscalização deve ser constante por área e não existir variação significativas, como se verifica em certos anos nas diferentes zonas. Um aumento da eficácia deste indicador em determinada área significa um aumento no número de infrações relativamente ao total de

ações de vistoria. Desta forma, aumentos deste indicador em anos consecutivos pode ser interpretado como um agravamento dos comportamentos ilícitos por parte das embarcações de pesca. Uma redução da eficácia deste indicador significa uma redução no número de infrações, o que pode significar uma redução dos comportamentos ilícitos. Pode também significar uma fiscalização menos dirigida às embarcações que mais prevaricam. Neste último caso, a avaliação da eficácia em determinada área através deste indicador deve ser complementada com outros elementos de informação a fim de averiguar se a atividade de patrulha está concentrada em embarcações que não cometem infrações.

Em formato de conclusão, foi desenhado um gráfico com a média dos resultados obtidos na implementação da PIND4. O objetivo, deste gráfico, consiste em analisar a tendência para todas as áreas ao longo dos anos, da eficácia da atividade de fiscalização a nível nacional.

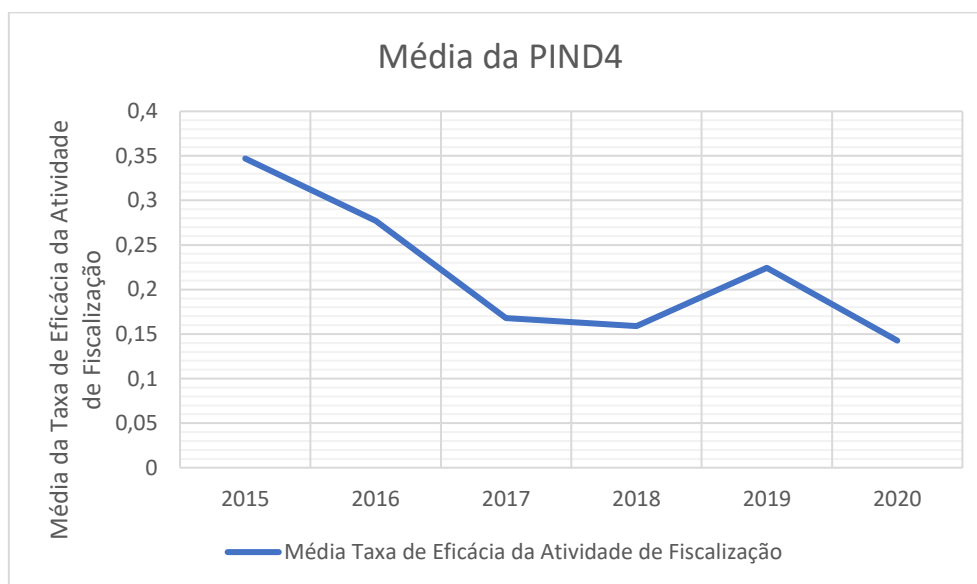


Gráfico 12 - Média da taxa de eficácia obtida com a implementação da PIND4

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

Com a análise do Gráfico 12, é evidente a tendência descendente da taxa de eficácia, o que demonstra que a eficácia da atividade de fiscalização a nível nacional é cada vez menor.

3.3 Sumário

A produção de informação baseada em dados georreferenciados requer um processamento de grande quantidade, esta informação é um elemento chave para o planeamento, execução e controlo das ações de vigilância, fiscalização e controlo da atividade da pesca. Dada a quantidade de dados o fator tempo de processamento é fulcral para a produção de informação em tempo útil. Selecionaram-se dois requisitos de análise, que fornecem dados indispensáveis para um planeamento das ações de fiscalização eficiente e eficaz, para serem testados em laboratório e comparar o desempenho de tempo no processamento dos dados entre a variante “*for*” e a variante “*parfor*”. Estes requisitos pretendem caracterizar a atividade numa área marítima, num período de tempo e numa área marítima, tendo em conta o comportamento das embarcações e criar uma base de dados com a informação das embarcações de pesca, para a mesma área e período de tempo. Para o estudo do desempenho foram desenhados três cenários com diferentes filtros e complexidade de análise dos dados, tendo-se concluído que a variante “*parfor*” foi a que obteve melhor desempenho a nível de tempo de processamentos de grandes quantidades de dados.

No âmbito da eficácia e eficiência são implementadas três propostas de indicador para medir o desempenho da Marinha nas diferentes áreas de atuação. Ao nível da eficiência, foi analisada a PIND1 que consiste em medir a taxa de fiscalização e a PIND3 que mede o índice de esforço da fiscalização, onde se concluiu que o esforço de fiscalização tem apresentado uma evolução decrescente, o que se traduz numa atividade de fiscalização menos eficiente. Ao nível da eficácia foi estudada a PIND4, desta análise pode-se concluir que, em média, a taxa de eficácia da atividade de fiscalização apresenta uma evolução decrescente. Esta situação carece de análise mais aprofundada para identificar a respetiva causa. Duas situações poderão explicar esta evolução: redução dos comportamentos ilícitos no mar ou concentração do esforço de fiscalização em embarcações que por norma não cometem ilícitos.



Conclusões

Conclusões e recomendações

Trabalho futuro

Conclusões

Neste último capítulo pretende-se tecer conclusões dos resultados obtidos no estudo comparativo de desempenho das variantes “for” e “parfor” e na implementação dos Requisitos de Análise e das Propostas de Indicadores. Ainda neste capítulo, são apresentadas as respostas às questões propostas no início do trabalho. Este capítulo encontra-se dividido em duas secções. A primeira secção compreende o resumo dos resultados obtidos e as respostas às questões, na segunda são apresentadas propostas de trabalhos futuros.

Conclusões e recomendações

O planeamento das ações de fiscalização da atividade da pesca através da análise de dados georreferenciados requer uma solução *Big Data*, para o processamento e análise de uma grande quantidade de dados, em tempo útil. Contudo, esta análise só pode ser aplicada a embarcações que possuam equipamentos de monitorização da posição via satélite, ou seja, cerca de 10% da frota nacional. Esta análise foi suportada por dois requisitos de análise, cujo objetivo, passou por:

- Elaborar um mapa de densidade das embarcações de pesca para uma área definida num período de tempo (RA1);
- Criar uma lista com as informações principais da embarcação²¹, o histórico de fiscalizações, o tempo decorrido desde a última fiscalização, o resultado da última fiscalização e a última posição AIS conhecida para uma área definida num período de tempo (RA2).

A informação relativa a estes requisitos é obtida através de filtros aplicados aos dados provenientes do sistema de monitorização AIS, dos relatos da atividade de fiscalização e das bases de dados das embarcações. Para o RA1 foram estudadas duas variantes de processamento, sendo que uma delas recorre a processamento em paralelo usando vários núcleos de um processador. Verificou-se uma redução no tempo de processamento em

²¹ As principais informações das embarcações são: MMSI, número de matrícula, nome da embarcação, indicativo de chamada, comprimento fora-a-fora e porto de registo.

cerca de 98,5% quando comparado com o método que utiliza apenas um núcleo do processador.

A atividade de fiscalização realizada pela Marinha nos cinco anos transatos foi alvo de análise em termos de eficácia e eficiência. Foram propostos cinco indicadores que contribuem para avaliar o desempenho da atividade de patrulha e fiscalização nas zonas marítimas onde Portugal possui soberania, jurisdição e responsabilidade. Os indicadores propõem medir a taxa de fiscalização por área e período temporal ao longo de um período de vários anos consecutivos (PIND1), a taxa de fiscalização por área e período temporal em relação à atividade da pesca (PIND2), o índice do esforço de fiscalização (PIND3), a taxa de eficácia da atividade de fiscalização (PIND4) e a taxa da atividade de fiscalização por área (PIND5). A implementação destas Propostas de Indicadores, apenas foi possível efetuar em 3. Os indicadores PIND2 e PIND5 dependiam de uma análise da atividade da pesca nas zonas marítimas e uma das limitações foi a obtenção dos dados AIS. Nos restantes indicadores, o objetivo consiste em apresentar os resultados em gráficos e analisar a evolução dos mesmos. Estes resultados são obtidos com dados provenientes dos Anuários Estatísticos da Marinha.

No início deste trabalho foi proposta uma questão central na qual se desenvolveu todo o processo de investigação e quatro questões derivadas que contribuem para compreender e suportar a resposta à questão central. Em seguida, apresentam-se as principais conclusões, resultados e ferramentas obtidos ao longo do trabalho.

Questão Derivada 1 - Qual o enquadramento legal e doutrinário da atividade de fiscalização marítima realizada pela Marinha?

A Marinha, atualmente, baseia-se nas orientações da FAO e na Política Comum das Pescas para definir e doutrinar a atividade de fiscalização. Para o desenvolvimento de sistemas de informação, nomeadamente o SIFICAP, a Marinha baseia-se no Código para Uma Pesca Responsável. Ao nível da avaliação da atividade são desenvolvidas diretivas estratégicas e setoriais, com objetivos para o setor com indicadores e metas a serem alcançados, por forma a tornar a atividade o mais eficiente e eficaz.

Questão Derivada 2 - Que indicadores são atualmente usados para medir a eficácia e eficiência da atividade de fiscalização marítima?

Na DEM estão descritos diversos indicadores para o desenvolvimento da Marinha. Atualmente, os indicadores que relacionados com a atividade de fiscalização são os IND7.02 e IND7.05. A eficácia da atividade é obtida com o IND7.02, taxa de atividade de fiscalização, e a eficiência é obtida com o IND7.05, taxa de eficiência da fiscalização. Contudo, estes indicadores englobam todas as áreas de atividade, não existindo uma diferenciação entre zonas marítimas.

Questão Derivada 3 - Que outros indicadores, que requerem o processamento de grandes quantidades de dados, poderão contribuir para a eficácia e eficiência da atividade de fiscalização marítima?

No projeto APEC-SIFICAP, são propostos diversos indicadores que contribuem para uma análise da atividade de fiscalização. Foram selecionados dois, que dependiam de uma análise de dados AIS, a fim de serem implementados em laboratório usando uma *framework* de *Big Data*.

Um dos requisitos, consiste na obtenção de um mapa de densidade de embarcações de pesca numa área de interesse num período temporal, que irá contribuir para compreender quais as áreas onde existe mais intensidade da atividade da pesca ou através de correlação de outros filtros (como por exemplo áreas interditas) com o objetivo de empenhar as unidades nas zonas críticas, tornando-se contribuindo para aumentar o desempenho da atividade.

O outro requisito, consiste em obter uma lista com informações das embarcações de pesca que operam numa zona marítima num período de tempo específico. O tipo de informação apresentado contribui para a o melhor desempenho da atividade, uma vez que de forma expedita e intuitiva é possível saber quais as embarcações que estiveram nessa área, e para cada embarcação, a última posição transmitida, quanto tempo decorreu desde a última fiscalização e o resultado da mesma, assim como apresenta todo o histórico de fiscalizações que a embarcação foi alvo. Esta informação pode ser utilizada, ao nível do planeamento, para selecionar os navios de interesse, e assim tornar as atividades de fiscalização mais eficientes e eficazes.

Questão Derivada 4 - Como averiguar se os indicadores propostos produzem ganhos de eficácia e eficiência da atividade de fiscalização marítima?

Os RA abordados neste estudo resultam em informação pertinente para a caracterização da navegação e das embarcações numa determinada área e período temporal. Esta informação, ao ser utilizada no processo de planeamento da atividade, contribui para o empenhamento do esforço de patrulha nas áreas e períodos críticos, definindo navios alvo e áreas onde a densidade de navegação seja elevada. Através da análise do histórico de relatos de fiscalização das embarcações, seleciona-se as embarcações com maior probabilidade de realizar práticas ilícitas (embarcações não vistoriadas há mais de seis meses ou embarcações cujo resultado da última fiscalização tenha sido presumível infratora), contribuindo para a eficácia da atividade. Com a análise dos dados AIS dos navios de interesse, é possível focar a atividade nas áreas onde essas embarcações realizem a sua atividade de pesca, contribuindo para a eficiência da fiscalização marítima. Utilizando os RA, nos planeamentos das missões de fiscalização no futuro, ao realizar um estudo comparativo com os anos transatos é possível aferir se estes RA contribuem para o aumento da eficácia e eficiência.

Questão Central - De que forma a análise de dados georreferenciados em larga escala contribui para a eficácia e a eficiência da atividade de fiscalização marítima realizada pela Marinha?

Com o trabalho desenvolvido, foram implementados três novos indicadores (PIND), que permitem fazer uma análise do desempenho da atividade de fiscalização por zona marítima.

- A Proposta de Indicador 1 permite medir a taxa de fiscalização por área e ao analisar os resultados é possível tirar ilações sobre a distribuição da atividade de fiscalização, e constitui um indicador de alerta para a necessidade de divergir ou convergir o esforço de patrulha para as áreas com menor taxa;
- A Proposta de Indicador 3 permite medir o índice de esforço da atividade de fiscalização, que indiretamente está relacionado com a eficiência da atividade, sendo que ao fazer uma análise por zonas marítimas, obter-se-á as áreas onde é necessário dispender mais recursos para desempenhar a atividade;

- A Proposta de Indicador 4 permite medir a taxa de eficácia da atividade de fiscalização por dimensão área e tempo, onde é possível retirar ilações acerca do desempenho da atividade de fiscalização nas diversas zonas marítimas.

Trabalho futuro

Com a realização desta dissertação de mestrado, dada as limitações, nomeadamente na obtenção dos dados do sistema AIS, e a evolução do objeto de estudo, continua a haver uma necessidade de dar continuidade ao estudo no futuro. Estas propostas de estudo irão contribuir para melhorar a elaboração de um planeamento e uma análise da atividade de fiscalização marítima. As propostas são apresentadas abaixo:

- Analisar a evolução do indicador PIND2 nos vários comandos de zona nos últimos 5 anos;
- Efetuar o estudo da evolução de embarcações licenciadas e da atividade de pesca nas diferentes zonas marítimas, nos últimos 5 anos, e definir a meta na PIND5;
- Investigar modelos estatísticos para estimar as infrações não detetadas e propor indicadores para estimar a taxa de infração não detetada;
- Testar outras modalidades de processamento em paralelo, em particular o uso de vários processadores em paralelo e a utilização de unidades de processamento gráfico.



Referências bibliográficas

- Autoridade Marítima Nacional. (2021). *AMN - Missão e Competências*.
<https://www.amn.pt/AMN/Paginas/Missao.aspx>
- Brardo, M. Â. F. (2020). *Controlo da Atividade de Cruzeiros Científicos Estrangeiros em Águas de Soberania Portuguesas* [Dissertação de mestrado em Ciências Militares Navais - Especialidade de Marinha na Escola Naval: Marinha, Lisboa].
<http://hdl.handle.net/10400.26/33725>
- Campos, A., Pilar-Fonseca, T., Fonseca, P., & Afonso-Dias, M. (2012). Sistema MONICAP de monitorização das embarcações—Aplicações no âmbito do apoio à gestão das pescas. *Revista da Marinha*.
https://www.researchgate.net/publication/235695554_Sistema_MONICAP_de_monitorizacao_das_embarcacoes_-_aplicacoes_no_ambito_do_apoio_a_gestao_das_pescas
- Carolas, P. M. da E. (2016). *Vigilância e monitorização dos espaços marítimos sob soberania ou jurisdição portuguesa* [Dissertação de mestrado em Ciências Militares Navais - Especialidade de Marinha na Escola Naval: Marinha, Lisboa].
<http://hdl.handle.net/10400.26/15008>
- Carvalho, R. G. E. R. de. (2015). *Estudo do fluxo de tráfego marítimo nas áreas de interesse e portos nacionais* [Dissertação de mestrado em Ciências Militares Navais - Especialidade de Marinha na Escola Naval: Marinha, Lisboa].
<http://hdl.handle.net/10400.26/11265>
- Collecte Localisation Satellites. (2021a). *DOLFIN: Data Fishing for Smarter Fishing*. CLS Fisheries. <https://fisheries.groupcls.com/fishermen/fisheries-intelligence/>
- Collecte Localisation Satellites. (2021b). *Fight Illegal, Undeclared, Unregulated (IUU) Fishing*. CLS Fisheries. <https://fisheries.groupcls.com/sustainable-fisheries-administrations/fight-iuu-fishing/>
- Collecte Localisation Satellites. (2021c). *Sustainable Fisheries Compliance & Intelligence Services*. CLS Fisheries. <https://fisheries.groupcls.com/>



- Collecte Localisation Satellites. (2021d). *THEMIS: Fisheries Monitoring Center: Themis*. CLS Fisheries. <https://fisheries.groupcls.com/sustainable-fisheries-administrations/themis-fisheries-monitoring-center-fmc/>
- Comando Naval. (2018). *Diretiva Setorial do Comando Naval 2018*. Lisboa: Marinha.
- Compagnie Nationale à Portefeuille. (2018). *Compagnie Nationale à Portefeuille*. CNP. <https://www.cnp.be/current-investments/>
- Compagnie Nationale à Portefeuille. (2021). *Collecte Localisation Satellites*. <https://www.cnp.be/current-investments/cls/>
- DGRM. (2021a). *A DGRM*. <https://www.dgrm.mm.gov.pt/web/guest/dgrm>
- DGRM. (2021b). *DGRM, Autoridade Nacional de Pesca*. <https://www.dgrm.mm.gov.pt/autoridade-nacional-de-pesca>
- DGRM. (2021c). *MONICAP*. <https://www.dgrm.mm.gov.pt/pesca-fisc-monicap>
- DGRM. (2021d). *Monitorização, Controlo e Vigilância*. <https://www.dgrm.mm.gov.pt/autoridade-nacional-de-pesca>
- DGRM. (2021e). *Zonas Marítimas sob Jurisdição e ou Soberania Nacional—DGRM*. <https://www.dgrm.mm.gov.pt/am-ec-zonas-maritimas-sob-jurisdicao-ou-soberania-nacional>
- Direcção De Análise E Gestão Da Informação – Comissão Eventual. (2007). *Manual do Sistema de Apoio à Decisão para a Actividade de Patrulha (SADAP), MUAGI 1002*. Lisboa: Marinha.
- EFCA. (2021). *European Fisheries Control Agency*. <https://www.efca.europa.eu/en>
- EMEPC. (2021). *Projeto Extensão da Plataforma Continental*. EMEPC PT. <https://www.emepc.pt/projeto-pepc>
- Estado-Maior da Armada. (2011). *Directiva de Política Naval 2011*. Lisboa: Marinha.
- Estado-Maior da Armada. (2021). *Diretiva Estratégica da Marinha 2018—Revisão de 2021*. Lisboa: Marinha.



https://www.marinha.pt/conteudos_externos/Diretiva_Estrategica_da_Marinha/DEM_2018_REV2021/index.html

FAO. (1995). *Code of conduct for responsible fisheries*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/v9878e/v9878e.pdf>

FAO. (2021a). *Fisheries & Aquaculture, Fisheries Division*. <http://www.fao.org/fishery/en>

FAO. (2021b). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <http://www.fao.org/home/en/>

FAO. (2021c). *GSB: Committee on Fisheries*. <http://www.fao.org/unfao/govbodies/gsbhome/committee-fi/en/>

Fernandes, P. M. C. (2014). *Módulo de alertas com base em dados AIS para apoio à vigilância marítima* [Dissertação de mestrado em Ciências Militares Navais - Especialidade de Marinha na Escola Naval: Marinha, Lisboa]. <http://hdl.handle.net/10400.26/12088>

Ferreira, J. P. R. (2015). *Web Vessel Tracker: Aplicação Web para Monitorização de Embarcações* [Relatório de Estágio Mestrado em Engenharia Informática – Computação Móvel no Instituto Politécnico de Leiria, Leiria]. https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/1466/1/Jose_Pedro_Roriz_Ferreira.pdf

Global Fishing Watch. (2021a). *About Us*. Global Fishing Watch. <https://globalfishingwatch.org/about-us/>

Global Fishing Watch. (2021b). *Technology for Ocean Action*. Global Fishing Watch. <https://globalfishingwatch.org/our-technology/>

Global Fishing Watch. (2021c). *Transparency for a Sustainable Ocean*. Global Fishing Watch. <https://globalfishingwatch.org/>

Governo de Portugal. (2021). *Estratégia Nacional para o Mar 2021-2030*. <https://www.dgpm.mm.gov.pt/enm-21-30>



Graça, P. B., & Martins, T. (2014). *O Mar no Futuro de Portugal: Ciência e Visão Estratégica*.

https://www.academia.edu/15329813/O_MAR_NO_FUTURO_DE_PORTUGAL_CI%C3%80NCIA_E_VIS%C3%83O_ESTRAT%C3%89GICA

IMO. (2002a). *Guidelines For The Onboard Operational Use Of Shipborne Automatic Identification Systems (AIS)*.

[https://www.navcen.uscg.gov/pdf/AIS/IMO_A_917\(22\)_AIS_OPS_Guidelines.pdf](https://www.navcen.uscg.gov/pdf/AIS/IMO_A_917(22)_AIS_OPS_Guidelines.pdf)

IMO. (2002b). *Safety of Life at Sea Convention Chapter V - Safety of Navigation*.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/343175/solas_v_on_safety_of_navigation.pdf

IMO. (2019). *Long-range identification and tracking (LRIT)*.

<https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/LRIT.aspx>

INE, I. P. (2020). *Estatísticas da Pesca—2019*. Lisboa.

<https://www.ine.pt/xurl/pub/435690295>

INE, I. P. (2021). *Estatísticas da Pesca—2020*. Lisboa.

<https://www.ine.pt/xurl/pub/280980980>

Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores Inovação. (2020). *MONICAP*.

<https://www.inov.pt/project/monicap/index.html>

Instituto Português da Qualidade. (2015). *Sistemas de gestão da qualidade, Fundamentos e vocabulário (NP EN ISO 9000:2015)*.

https://files.isec.pt/DOCUMENTOS/SERVICOS/BIBLIO/Documentos%20de%20acesso%20remoto/NP-EN-ISO-9000_2015-3ed.pdf

International Association Of Marine AIDS To Navigation And Lighthouse Authorities.

(2016). *IALA Guideline 1082 – An overview of AIS, Edition 2.0*.

https://www.navcen.uscg.gov/pdf/IALA_Guideline_1082_An_Overview_of_AIS.pdf



- International Cospas-Sarsat Programme. (2014). *International Cospas-Sarsat Programme—International COSPAS-SARSAT*. <https://cospas-sarsat.int/en/>
- International Telecommunication Union. (2014). *Technical characteristics for an automatic identification system using time division multiple access in the VHF maritime mobile frequency band*. https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1371-5-201402-I!!PDF-E.pdf
- Jain, A. (2016). *The 5 V's of big data*. Watson Health Perspectives. <https://www.ibm.com/blogs/watson-health/the-5-vs-of-big-data/>
- Jornal Oficial das Comunidades Europeias. (1998). *Convenção das Nações Unidas Sobre o Direito do Mar e Acordo Relativo à Aplicação da Parte XI da Convenção*. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:21998A0623\(01\)&from=EL](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:21998A0623(01)&from=EL)
- Lee, J., South, A. B., & Jennings, S. (2010). Developing reliable, repeatable, and accessible methods to provide high-resolution estimates of fishing-effort distributions from vessel monitoring system (VMS) data. *ICES Journal of Marine Science*, 67(6), 1260–1271. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsq010>
- Lohr, S. (2013). The Origins of «Big Data»: An Etymological Detective Story. *Bits Blog*. <https://bits.blogs.nytimes.com/2013/02/01/the-origins-of-big-data-an-etymological-detective-story/>
- Machado, J. S. T. (2018). *Business Intelligence da Atividade Operacional da Marinha Portuguesa—Processamento e Análise de Mensagens de Texto Formatado e Mensagens Estruturadas* [Dissertação de mestrado em Ciências Militares Navais - Especialidade de Marinha na Escola Naval: Marinha, Lisboa]. <http://hdl.handle.net/10400.26/25072>
- Marinha. (2016). *Anuário Estatístico da Marinha 2015*. Lisboa: Marinha.
- Marinha. (2017). *Anuário Estatístico da Marinha 2016*. Lisboa: Marinha.
- Marinha. (2018). *Anuário Estatístico da Marinha 2017*. Lisboa: Marinha.



- Marinha. (2019). *Anuário Estatístico da Marinha 2018*. Lisboa: Marinha.
- Marinha. (2020). *Anuário Estatístico da Marinha 2019*. Lisboa: Marinha.
- Marinha. (2021). *Anuário Estatístico da Marinha 2020*. Lisboa: Marinha.
- Marinha Portuguesa. (1999). *PMA 2—O Navio*. Lisboa: Marinha.
- Marinha Portuguesa. (2002). *IONAV 1010—Relatos e Comunicados Operacionais (Publicação Cancelada)*. Oeiras: Comando Naval.
- Marinha Portuguesa. (2008). *INA 4 (A)—Condução da Navegação*. Lisboa: Marinha.
- Marinha Portuguesa. (2016). *Candidatura ao Programa Operacional MAR 2020 “Apoio ao planeamento, execução e controlo da fiscalização da pesca no âmbito do SIFICAP (APEC-SIFICAP)”*. Lisboa: Marinha.
- Marinha Portuguesa. (2020). *IONAV 001—Relatos e comunicados operacionais*. Alfeite: Comando Naval.
- Melo, J. L. S. D. (2018). *Vessel Monitoring Systems (VMS)—Monitorização da atividade de pesca via satélite* [Dissertação de mestrado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações na Universidade de Aveiro, Aveiro]. <https://core.ac.uk/download/pdf/231953517.pdf>
- Mourinha, A. M. A. (2012). Monitorização, Controlo e Fiscalização da Pesca. *Maria Scientia Revista, Científica Electrónica, Edição n.º 2*, 83–122.
- Nato Standardization Agency. (2014). *MTP-01, VOL I (F)—Multinational Maritime Tactical Instructions And Procedures*.
- NOAA Fisheries. (2021). *FishWatch*. <https://www.fishwatch.gov/>
- Oliveira, M. M. de, Camanho, A. M., Walden, J., Miguéis, V., Ferreira, N., & Gaspar, M. B. (2017). Forecasting bivalve landings with multiple regression and data mining techniques: The case of the Portuguese Artisanal Dredge Fleet. *MARINE POLICY*, 84, 110–118.



- Parlamento Europeu. (2021). *Política comum das pescas, Fichas temáticas sobre a União Europeia*. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/pt/section/197/politica-comum-das-pescas>
- Paulo, J. S., & Queirós, A. (2005). *Indicadores de produtividade da Marinha*. https://www.researchgate.net/publication/277162327_Indicadores_de_produtividade_da_Marinha
- Pinto, R. do C. M. (2017). *Análise de dados da fiscalização da pesca* [Dissertação de mestrado em Ciências Militares Navais - Especialidade de Marinha na Escola Naval: Marinha, Lisboa]. <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/21064>
- Raymond, E. S. (2021). *AIVDM/AIVDO protocol decoding*. https://gpsd.gitlab.io/gpsd/AIVDM.html#_standards
- Rei, F. da R. (2017). *Estatística multivariada aplicada à fiscalização da pesca: Modelação do comportamento das embarcações de pesca para apoio à decisão de fiscalizar*. <https://run.unl.pt/handle/10362/20351>
- Royal Navy. (2021). *Overseas Patrol Squadron*. <https://www.royalnavy.mod.uk/news-and-latest-activity/operations/united-kingdom/overseas-patrol-squadron>
- Saunders, M., & Tosey, P. (2012). *The Layers of Research Design*.
- Thomas, P. (2021). *Singapore top shipping centre for eighth year running*. MarineTraffic Blog. <https://www.marinetraffic.com/blog/singapore-top-shipping-centre-for-eighth-year-running/>
- UK Government. (2020). *Cefas (Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science)*. <https://www.cefas.co.uk/>
- UK Government. (2021a). *Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science*. GOV.UK. <https://www.gov.uk/government/organisations/centre-for-environment-fisheries-and-aquaculture-science>



UK Government. (2021b). *Department for Environment, Food & Rural Affairs*. GOV.UK. <https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-environment-food-rural-affairs>

UK Government. (2021c). *International fisheries management*. GOV.UK. <https://www.gov.uk/government/collections/international-fisheries-management>

UK Government. (2021d). *Maritime and Coastguard Agency*. GOV.UK. <https://www.gov.uk/government/organisations/maritime-and-coastguard-agency>

United States government. (2021). *Laws & Policies / NOAA Fisheries* (National). NOAA. <https://www.fisheries.noaa.gov/topic/laws-policies>

United States Government. (2021). *National Oceanic and Atmospheric Administration*. <https://www.noaa.gov/about-our-agency>



Legislação

Decreto do Presidente da República n.º 67-A/97 de 15 de outubro, Diário da República, Série I-A n.º 238/1997 (1997). <https://data.dre.pt/eli/decpresrep/67-a/1997/10/14/p/dre/pt/html>

Decreto-Lei n.º 43/2002 de 02 de março, Diário da República, Série I-A n.º 52/2002 (2002). <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/43/2002/03/02/p/dre/pt/html>

Decreto-Lei n.º 44/2002 de 02 de março, Diário da República, Série I-A n.º 52/2002 (2002). <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/44/2002/03/02/p/dre/pt/html>

Decreto-Lei n.º 45/2002 de 02 de março, Diário da República, Série I-A n.º 52/2002 (2002). <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/45/2002/03/02/p/dre/pt/html>

Decreto-Lei n.º 49-A/2012 de 29 de fevereiro, Diário da República, Série I n.º 43/2012 (2012). <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/49-a/2012/02/29/p/dre/pt/html>

Decreto-Lei n.º 79/2001 de 05 de março, Diário da República, Série I-A n.º 54/2001 (2001). <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/79/2001/03/05/p/dre/pt/html>

Decreto-Lei n.º 185/2014 de 29 de dezembro, Diário da República, Série I n.º 250/2014 (2014). <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/185/2014/12/29/p/dre/pt/html>

Decreto-Lei n.º 248/95 de 21 de setembro, Diário da República, Série I-A, n.º 219/1995 (1995). <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/248/1995/09/21/p/dre/pt/html>

Decreto-Lei n.º 310/98 de 14 de outubro, Diário da República, Série I-A n.º 237/1998 (1998). <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/310/1998/10/14/p/dre/pt/html>

Lei n.º 34/2006 de 28 de julho, Diário da República, Série I n.º 145/2006 (2006). <https://data.dre.pt/eli/lei/34/2006/07/28/p/dre/pt/html>

Lei n.º 73/2009 de 12 de agosto, Diário da República, Série I, n.º 155/2009 (2009). <https://data.dre.pt/eli/lei/73/2009/08/12/p/dre/pt/html>



Regulamento CE n.º 768/2005 de 26 de abril, Jornal Oficial da União Europeia, Série L-128/1 (2005). <http://data.europa.eu/eli/reg/2005/768/oj>

Regulamento CE no 1224/2009 de 20 de novembro, Jornal Oficial da União Europeia, Série L-343/1 (2009). <http://data.europa.eu/eli/reg/2009/1224/oj>

Regulamento UE n.º 1380/2013 de 11 de dezembro, Jornal Oficial da União Europeia, Série L-354/22 (2013).

Regulamento UE n.º 2019/473 de 19 de março, Jornal Oficial da União Europeia, Série L-83/18 (2019). <http://data.europa.eu/eli/reg/2019/473/oj>

Resolução do Conselho de Ministros n.º 84-A/2016 de 28 de dezembro, Diário da República, Série I n.º 248/2016 (2016). <https://data.dre.pt/eli/resolconsmin/84-a/2016/12/28/p/dre/pt/html>

APÊNDICES



Apêndice A – Questões de investigação e objetivos

QC	QD	Objetivo Geral	Objetivos específicos	Organização do trabalho	Métodos de recolha de dados
Como medir a eficácia e a eficiência da atividade de fiscalização marítima realizada pela Marinha?	Qual o enquadramento legal e doutrinário da atividade de fiscalização marítima realizada pela Marinha?	Desenvolver indicadores de eficácia e eficiência da atividade de fiscalização marítima	Identificar os diplomas legais que atribuem competências à Marinha para realizar ações de fiscalização marítima e qual a doutrina em vigor que orienta esta atividade	2 Revisão da literatura	Pesquisa bibliográfica e documental; entrevistas semi-estruturadas
	Que indicadores são atualmente usados para medir a eficácia e eficiência da atividade de fiscalização marítima?		Identificar sistemas de informação que permitam consultar indicadores sobre a atividade de fiscalização marítima	2 Revisão da literatura	Pesquisa bibliográfica e documental
	Que outros indicadores poderão contribuir para a eficácia e eficiência da atividade de fiscalização marítima?		A partir de uma análise de fontes de dados relacionados com a atividade de pesca, identificar métricas que possam contribuir para uma melhor alocação do esforço de patrulha	3 Modelação de indicadores de eficácia e eficiência da atividade de fiscalização marítima	Pesquisa bibliográfica e documental;
	Como averiguar se os indicadores propostos produzem ganhos de eficácia e eficiência da atividade de fiscalização marítima?		Propor um desenho experimental para a aplicação das métricas propostas	4 Validação de indicadores de eficiência e eficácia	
			Dar resposta à QC	5. Conclusões	Reunir contributos dos capítulos anteriores

Tabela 10. - Questões de investigação e objetivos

[Fonte: Elaborado pelo autor]



Apêndice B – Modelo de gestão das pescas Norte Americano e do Reino Unido

Nos Estados Unidos da América (EUA), foi criada em 1970 a *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Esta é uma agência do Departamento de Comércio dos EUA, cuja principal missão baseia-se na compreensão e previsão de alterações climáticas e na conservação e gestão dos ecossistemas e recursos marinhos. Para isso a NOAA partilha com os seus parceiros internacionais importantes definições políticas sobre a gestão e conservação dos oceanos, das pescas e do clima.

A *NOAA Fisheries*, também conhecido como *National Marine Fisheries Service* é um departamento da NOAA, responsável pela gestão da pesca nas águas federais dos EUA, tem como principal missão garantir a produtividade e sustentabilidade da pesca, bem como das comunidades pesqueiras e a recuperação e conservação dos ecossistemas. Por forma a atingir os seus objetivos, a *NOAA Fisheries*, com base em estudos científicos e regulamentos, como a *Lei Magnuson-Stevens*²², define padrões nacionais e diretivas.

A Zona Económica Exclusiva dos EUA, onde são aplicadas e fiscalizadas as leis, diretivas e regulamentos é definida entre as 3 e 200 milhas da costa dos EUA, incluindo mais de 4.4 milhões de milhas de espaço marítimo e mais de 95 mil milhas de costa. Esta fiscalização e controlo do cumprimento das normas é da responsabilidade do *FishWatch* que conta com a colaboração de 27 estados costeiros (através das alfandegas e dos portos) e da Guarda Costeira dos EUA, por forma a prevenir a atividade de pesca ilegal e a proteger as populações marinhas e pesqueiras.

No Reino Unido, foi fundado em 2001 o *Department of Environment Food and Rural Affairs* (DEFRA). Este é um departamento governamental do Reino Unido cuja principal missão passa por desenvolver políticas e linhas de ação para um crescimento sustentável e para a preservação do meio ambiente. A DEFRA tem como principais objetivos garantir uma saída responsável da UE através da criação de medidas padrões e projetos de

²² *Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act* (MSA) foi a primeira lei a definir a gestão da pesca dos EUA, aprovada em 1976, e baseava-se na prevenção da sobrepesca, na preservação de espécies em risco de extinção, no aumento dos benefícios socioeconómicos da atividade da pesca e em garantir o abastecimento seguro e sustentável dos recursos haliêuticos.



sustentabilidade, do desenvolvimento de iniciativas e projetos para a preservação do meio ambiente e da indústria do país por forma a ser líder mundial.

Por forma a definir os padrões e a atingir os objetivos, a DEFRA é assessorada pelo *Centre for Environment Fisheries and Aquaculture Science (CEFAS)*, uma agência executiva da DEFRA, criada em 1902, que utiliza a ciência para estudar o meio ambiente. A sua principal missão é prever a sustentabilidade da pesca e da aquicultura, conservar e gerir os recursos marinhos, prever os impactos das atividades no mar e das alterações climáticas e apoiar os setores dependentes do mar. Dos diferentes focos da agência é de salientar os estudos no âmbito de uma gestão sustentável das pescas e a recolha e análise dos dados para a monitorização do espaço marítimo. Estes dados são inseridos num estudo de *Big Data* de suporte à monitorização não só do meio ambientais como também do setor da pesca.

Em paralelo, e no que diz respeito à legislação e certificação das embarcações e navios de pesca existe a *Maritime and Coastguard Agency (MCA)*, que sendo uma agência executiva do *Department for Transport (DFT)*, é responsável por garantir a coordenação de operações SAR, pela monitorização das embarcações nas águas da sua jurisdição, pela prevenção e resposta a eventos de poluição marítima, pela implementação e cumprimento das convenções internacionais e por realizar fiscalizações marítimas a embarcações.

A *Royal Navy*, através do *Overseas Patrol Squadron* é responsável por realizar a patrulha da ZEE do Reino Unido, por forma a garantir o cumprimento dos acordos internacionais, da legislação em vigor e dos interesses do Reino Unido, tendo ainda uma função secundária no que diz respeito à fiscalização e inspeção de embarcações, que se encontrem na ZEE. A ZEE do Reino Unido abrange mais de 2 milhões de milhas quadradas.

Apêndice C – Estudo da Frota de Pesca Portuguesa no ano 2019

De acordo com o relatório anual da frota de pesca portuguesa – 2019 da DGRM, Portugal a 31 de dezembro de 2019 tinha na base de dados da União Europeia, 7 768 embarcações registadas formando assim a frota de pesca nacional, destas apenas 3 902 embarcações, apresentavam uma licença de pesca para operar com pelo menos um tipo de arte, numa determinada zona e por um período de tempo específico.

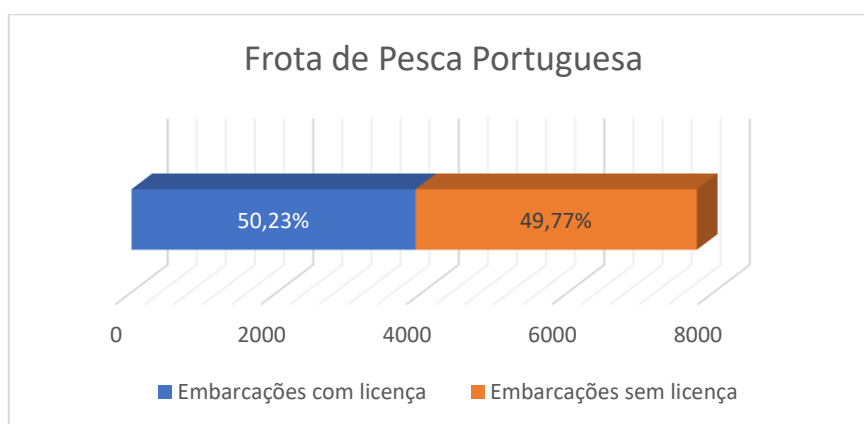


Gráfico 13 - Comparação do Licenciamento da Frota de Pesca Nacional Registada em 2019

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: INE, 2020]

As embarcações registadas são distinguidas tendo em conta o tipo de arte de pesca, dessa forma e de acordo com os dados, 6 996 embarcações estão registadas com arte fixa e um comprimento de fora a fora inferior a 12 metros e 489 registadas com um comprimento fora a fora superior ou igual a 12 metros, 179 embarcações com arte de cerco, 78 embarcações com arte de arrasto e por fim 26 embarcações registadas como pesca polivalente, arrasto e anzol.



Gráfico 14 - Distribuição da Frota de Pesca Nacional Registada em 2019

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: INE, 2020]

As embarcações com licença de pesca representam apenas 49.77% da frota de pesca nacional, sendo que estas encontram-se distribuídas por 3 292 em embarcações com arte fixa e um comprimento de fora a fora inferior a 12 metros, 365 com um comprimento fora a fora superior ou igual a 12 metros, 148 em embarcações com arte de cerco, 75 são embarcações que realizam arrasto e 22 em embarcações com pesca polivalente, arrasto e anzol.

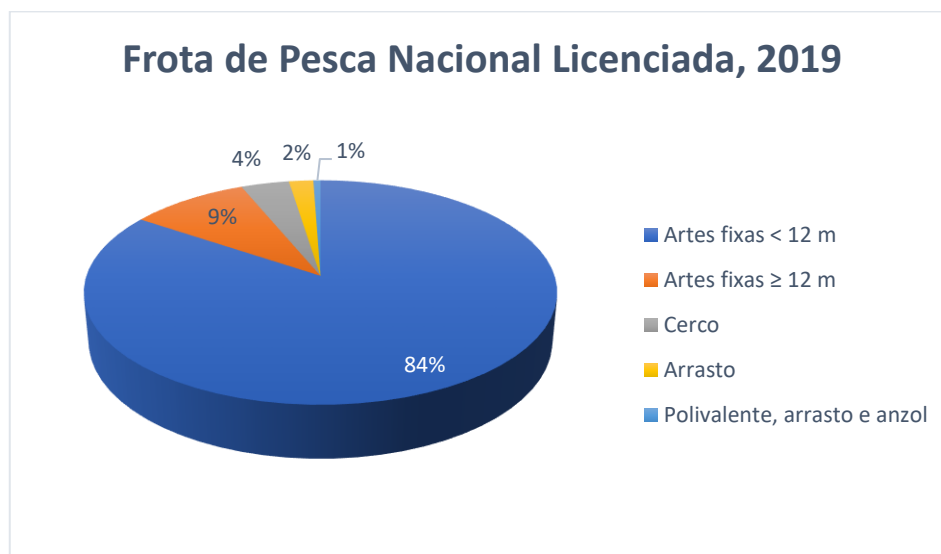


Gráfico 15 - Distribuição da Frota de Pesca Nacional Licenciada em 2019

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: INE, 2020]



Apêndice D - *Script* de implementação do RA1 no Cenário 1 – Variante “for”

```
%definir data de inicio e fim de estudo
ini=datenum('01/01/2020','dd/mm/yyyy');
fim=datenum('20/01/2020','dd/mm/yyyy');
%carregar ficheiros da área geográfica e informação de embarcações
load czms;
load mmsit.mat;

%definir localização da pasta que contém os dados AIS
dir_dados=[pwd '\dados_ais\F'];
F=[]; footprint_aom=[]; footprint_n_aom=[];
%selecionar embarcações de pesca da base MMSI
fishing=mmsit(mmsit(:,2)==30,1);
soma=0;

for i=ini:fim
    %selecionar ano e mês de estudo
    ano_str=datestr(i,'yyyy');
    mes_str=num2str(str2double(datestr(i,'mm')));

    %Ler cada um dos ficheiros correspondentes ao dia i
    ficheiro=[dir_dados,'\F',datestr(i,'ddmmmyyyy'),'mat'];
    if ~exist(ficheiro,'file')

else
    %carregar os ficheiros AIS
    f=load(ficheiro);
    footprint_aom=f.footprint_aom;
    footprint_n_aom=f.footprint_n_aom;
```



```
%Contar o número de dados lidos
soma=soma+numel(footprint_aom(:,1))+numel(footprint_n_aom(:,1));
faom=[]; fn_aom=[];

%filtro geográfico
if ~isempty(poligono)
    lat=poligono{1,5};
    lon=poligono{1,6};
    if isempty(lat) || isempty(lon)
        lat=poligono{1,3};
        lon=poligono{1,4};
    end

    %Filtros geográficos aos dados da AOM
faom=footprint_aom(inpolygon(footprint_aom(:,3),footprint_aom(:,4),lat,lon),:);

    %Filtros geográficos aos dados fora da AOM
fn_aom=footprint_n_aom(inpolygon(footprint_n_aom(:,3),footprint_n_aom(:,4),lat,lon),:);
);
end

%selecionar apenas embarcações de pesca
idx=ismember(faom(:,1),fishing);
faom=faom(idx,:);
idx2=ismember(fn_aom(:,1),fishing);
fn_aom=fn_aom(idx2,:);

%concatenar os dados
F=[F;faom];
F=[F;fn_aom];
end
end

%criar tabela com o MMSI e o respetivo GDH
lista_mmsi_dia=[F(:,1), datevec(F(:,2))];
lista_mmsi_dia2=[lista_mmsi_dia(:,1),datenum(lista_mmsi_dia(:,2:4))];

%selecionar as datas de estudo
```



```
dias_unicos=unique(lista_mmsi_dia2(:,2));

navios_por_dia=[];navios_unico_dia=[];navios_por_dia_ais={};navios_unico_ais_mmsi_
dia=[];
[s,~]=size(dias_unicos);
for i=1:s
    %selecionar os navios por dia
    navios_por_dia=lista_mmsi_dia2(lista_mmsi_dia2(:,2)==dias_unicos(i,1),:);
    %selecionar navios distintos por dia
    navios_unico_dia=unique(navios_por_dia(:,1));
    %criar tabela com dia e os respetivos navios
    navios_por_dia_ais(i,:)= {datestr(dias_unicos(i,1)), num2cell(navios_unico_dia)};
    %criar lista com todos os MMSI juntos
    navios_unico_ais_mmsi_dia=[navios_unico_ais_mmsi_dia;navios_unico_dia];

end

%excluir MMSI repetidos
navios_distintos_ais= unique (navios_unico_ais_mmsi_dia);
hist_ais={};

%criar o histórico de mensagens AIS
[u,~]=size(navios_distintos_ais);
for i=1:u
    [ais_time,]=find(F(:,1)== (navios_distintos_ais(i,1)));
    hist_ais_mmsi={};hist_ais_navio={};
    hist_ais_mmsi{1,1}=navios_distintos_ais(i);
    hist_ais_navio=F(ais_time,:);
    hist_ais(i,:)=[hist_ais_mmsi,hist_ais_navio];
end

%criar a tabela final
ti=datestr(ini,'dd mmm yyyy','local');
tf=datestr(fim,'dd mmm yyyy','local');
```



```
per_est=[ti ' - ' tf];
```

```
exist tabela1_V1_for;
```

```
if ans == 0
```

```
tabela1_V1_for={'Dimensão Temporal', 'Zona Geográfica', 'Dia da Semana', 'Período  
Horário', 'Total de Navios', 'Navios Distintos', 'Navios Distintos por Dias', 'Histórico  
Mensagens AIS por Navio'};
```

```
end
```

```
[q,~]=size(tabela1_V1_for);q=q+1;
```

```
tabela1_V1_for{q,1}=per_est;
```

```
tabela1_V1_for{q,2}='CZMS';
```

```
tabela1_V1_for{q,3}='Todos os dias da semana';
```

```
tabela1_V1_for{q,4}='Todos os períodos do dia';
```

```
tabela1_V1_for{q,5}= navios_unico_ais_mmsi_dia;
```

```
tabela1_V1_for{q,6}= navios_distintos_ais;
```

```
tabela1_V1_for{q,7}= navios_por_dia_ais;
```

```
tabela1_V1_for{q,8}= hist_ais;
```



Apêndice E - *Script* de implementação do RA1 no Cenário 1 – Variante “*parfor*”

```
%definir data de inicio e fim de estudo
ini=datenum('01/01/2020','dd/mm/yyyy');
fim=datenum('20/01/2020','dd/mm/yyyy');
%carregar ficheiros da área geográfica e informação de embarcações
load czms;
load mmsit.mat;

%definir localização da pasta que contém os dados AIS
dir_dados=[pwd '\dados_ais\F'];
F=[]; footprint_aom=[]; footprint_n_aom=[];
%selecionar embarcações de pesca da base MMSI
fishing=mmsit(mmsit(:,2)==30,1);
soma=0;

parfor i=ini:fim
    %selecionar ano e mês de estudo
    ano_str=datestr(i,'yyyy');
    mes_str=num2str(str2double(datestr(i,'mm')));

    %Ler cada um dos ficheiros correspondentes ao dia i
    ficheiro=[dir_dados,\F',datestr(i,'ddmmyyyy'),'mat'];
    if ~exist(ficheiro,'file')

    else
        %carregar os ficheiros AIS
        f=load(ficheiro);
        footprint_aom=f.footprint_aom;
        footprint_n_aom=f.footprint_n_aom;
```



%Contar o número de dados lidos

```
soma=soma+numel(footprint_aom(:,1))+numel(footprint_n_aom(:,1));  
faom=[]; fn_aom=[];
```

%filtro geográfico

```
if ~isempty(poligono)  
    lat=poligono{1,5};  
    lon=poligono{1,6};  
    if isempty(lat) || isempty(lon)  
        lat=poligono{1,3};  
        lon=poligono{1,4};  
    end
```

%Filtros geográficos aos dados da AOM

```
faom=footprint_aom(inpolygon(footprint_aom(:,3),footprint_aom(:,4),lat,lon),:);
```

%Filtros geográficos aos dados fora da AOM

```
fn_aom=footprint_n_aom(inpolygon(footprint_n_aom(:,3),footprint_n_aom(:,4),lat,lon),:);  
end
```

%selecionar apenas embarcações de pesca

```
idx=ismember(faom(:,1),fishing);  
faom=faom(idx,:);  
idx2=ismember(fn_aom(:,1),fishing);  
fn_aom=fn_aom(idx2,:);
```

%concatenar os dados

```
F=[F;faom];  
F=[F;fn_aom];
```

end

end

%criar tabela com o MMSI e o respetivo GDH

```
lista_mmsi_dia=[F(:,1), datevec(F(:,2))];  
lista_mmsi_dia2=[lista_mmsi_dia(:,1),datenum(lista_mmsi_dia(:,2:4))];
```

%selecionar as datas de estudo



```
dias_unicos=unique(lista_mmsi_dia2(:,2));

navios_por_dia=[];navios_unico_dia=[];navios_por_dia_ais={};navios_unico_ais_mms
i_dia=[];
[s,~]=size(dias_unicos);
parfor i=1:s
    %selecionar os navios por dia
    navios_por_dia=lista_mmsi_dia2(lista_mmsi_dia2(:,2)==dias_unicos(i,1),:);

    %selecionar navios distintos por dia
    navios_unico_dia=unique(navios_por_dia(:,1));

    %criar tabela com dia e os respetivos navios
    navios_por_dia_ais(i,:)= {datestr(dias_unicos(i,1)), num2cell(navios_unico_dia)};

    %criar lista com todos os MSMSI juntos
    navios_unico_ais_mmsi_dia=[navios_unico_ais_mmsi_dia;navios_unico_dia];

end

%excluir MMSI repetidos
navios_distintos_ais= unique (navios_unico_ais_mmsi_dia);
hist_ais={};

%criar o histórico de mensagens AIS
[u,~]=size(navios_distintos_ais);
parfor i=1:u
    [ais_time,]=find(F(:,1)== (navios_distintos_ais(i,1)));
    hist_ais_mmsi={};hist_ais_navio={};
    hist_ais_mmsi{1,1}=navios_distintos_ais(i);
    hist_ais_navio=F(ais_time,:);
    hist_ais(i,:)=[hist_ais_mmsi,hist_ais_navio];
end

%criar a tabela final
ti=datestr(ini,'dd mmm yyyy','local');
tf=datestr(fim,'dd mmm yyyy','local');
```



```
per_est=[ti ' - ' tf];
```

```
exist tabela1_V1_parfor;
```

```
if ans == 0
```

```
tabela1_V1_parfor={'Dimensão Temporal', 'Zona Geográfica', 'Dia da Semana',  
'Período Horário', 'Total de Navios', 'Navios Distintos', 'Navios Distintos por Dias',  
'Histórico Mensagens AIS por Navio'};
```

```
end
```

```
[q,~]=size(tabela1_V1_parfor);q=q+1;
```

```
tabela1_V1_parfor{q,1}=per_est;
```

```
tabela1_V1_parfor{q,2}='CZMS';
```

```
tabela1_V1_parfor{q,3}='Todos os dias da semana';
```

```
tabela1_V1_parfor{q,4}='Todos os períodos do dia';
```

```
tabela1_V1_parfor{q,5}= navios_unico_ais_mmsi_dia;
```

```
tabela1_V1_parfor{q,6}= navios_distintos_ais;
```

```
tabela1_V1_parfor{q,7}= navios_por_dia_ais;
```

```
tabela1_V1_parfor{q,8}= hist_ais;
```



Apêndice F - *Script* de implementação do RA1 no Cenário 2 – Variante “for”

```
%definir data de inicio e fim de estudo
ini=datenum('01/01/2020','dd/mm/yyyy');
fim=datenum('20/01/2020','dd/mm/yyyy');
%carregar ficheiros da área geográfica e informação de embarcações
load czms;
load mmsit.mat;

%definir localização da pasta que contém os dados AIS
dir_dados=[pwd '\dados_ais\F'];
F=[]; footprint_aom=[]; footprint_n_aom=[];
%selecionar embarcações de pesca da base MMSI
fishing=mmsit(mmsit(:,2)==30,1);
soma=0;

for i=ini:fim
    %selecionar ano e mês de estudo
    ano_str=datestr(i,'yyyy');
    mes_str=num2str(str2double(datestr(i,'mm')));

    %Ler cada um dos ficheiros correspondentes ao dia i
    ficheiro=[dir_dados,'\F',datestr(i,'ddmmyyyy'),'mat'];
    if ~exist(ficheiro,'file')

    else
        %carregar os ficheiros AIS
        f=load(ficheiro);
        footprint_aom=f.footprint_aom;
        footprint_n_aom=f.footprint_n_aom;
```



%Contar o número de dados lidos

```
soma=soma+numel(footprint_aom(:,1))+numel(footprint_n_aom(:,1));  
faom=[]; fn_aom=[];
```

%filtro geográfico

```
if ~isempty(poligono)  
    lat=poligono{1,5};  
    lon=poligono{1,6};  
    if isempty(lat) || isempty(lon)  
        lat=poligono{1,3};  
        lon=poligono{1,4};  
    end
```

%Filtros geográficos aos dados da AOM

```
faom=footprint_aom(inpolygon(footprint_aom(:,3),footprint_aom(:,4),lat,lon),:);
```

%Filtros geográficos aos dados fora da AOM

```
fn_aom=footprint_n_aom(inpolygon(footprint_n_aom(:,3),footprint_n_aom(:,4),lat,lon),:);  
end
```

%selecionar apenas embarcações de pesca

```
idx=ismember(faom(:,1),fishing);  
faom=faom(idx,:);  
idx2=ismember(fn_aom(:,1),fishing);  
fn_aom=fn_aom(idx2,:);
```

%selecionar apenas as terças feiras

```
dia_semana_ind= weekday (faom(:,2),'long');  
    filtro_dia= find(dia_semana_ind == 3);  
    faom=faom(filtro_dia,:);  
dia_semana_ind2= weekday (fn_aom(:,2),'long');  
    filtro_dia2= find(dia_semana_ind2 == 3);  
    fn_aom=fn_aom(filtro_dia2,:);
```

%concatenar os dados



```
F=[F;faom];
F=[F;fn_aom];
end
end
%criar tabela com o MMSI e o respetivo GDH
lista_mmsi_dia=[F(:,1), datevec(F(:,2))];
lista_mmsi_dia2=[lista_mmsi_dia(:,1), datenum(lista_mmsi_dia(:,2:4))];
%selecionar as datas de estudo
dias_unicos=unique(lista_mmsi_dia2(:,2));

navios_por_dia=[];navios_unico_dia=[];navios_por_dia_ais={};navios_unico_ais_mmsi
i_dia=[];
[s,~]=size(dias_unicos);
for i=1:s
    %selecionar os navios por dia
    navios_por_dia=lista_mmsi_dia2(lista_mmsi_dia2(:,2)==dias_unicos(i,1),:);
    navios_unico_dia=unique(navios_por_dia(:,1));
    navios_por_dia_ais(i,:)= { datestr(dias_unicos(i,1)), num2cell(navios_unico_dia)};
    navios_unico_ais_mmsi_dia=[navios_unico_ais_mmsi_dia;navios_unico_dia];
end

navios_distintos_ais= unique (navios_unico_ais_mmsi_dia);
hist_ais={};

[u,~]=size(navios_distintos_ais);
for i=1:u
    %selecionar os navios por dia
    navios_por_dia=lista_mmsi_dia2(lista_mmsi_dia2(:,2)==dias_unicos(i,1),:);
    %selecionar navios distintos por dia
    navios_unico_dia=unique(navios_por_dia(:,1));
    %criar tabela com dia e os respetivos navios
    navios_por_dia_ais(i,:)= { datestr(dias_unicos(i,1)), num2cell(navios_unico_dia)};
    %criar lista com todos os MSMSI juntos
```



```
navios_unico_ais_mmsi_dia=[navios_unico_ais_mmsi_dia;navios_unico_dia];
end
%excluir MMSI repetidos
navios_distintos_ais= unique (navios_unico_ais_mmsi_dia);
hist_ais={};

%criar o histórico de mensagens AIS
[u,~]=size(navios_distintos_ais);
for i=1:u
[ais_time,]=find(F(:,1)== (navios_distintos_ais(i,1)));
hist_ais_mmsi={};hist_ais_navio={};
hist_ais_mmsi{1,1}=navios_distintos_ais(i);
hist_ais_navio=F(ais_time,:);
hist_ais(i,:)=[hist_ais_mmsi,hist_ais_navio];
end

%criar a tabela final
ti=datestr(ini,'dd mmm yyyy','local');
tf=datestr(fim,'dd mmm yyyy','local');
per_est=[ti ' - ' tf];

exist tabela1_V2_for;
if ans == 0
tabela1_V2_for={'Dimensão Temporal', 'Zona Geográfica', 'Dia da Semana', 'Período
Horário', 'Total de Navios', 'Navios Distintos', 'Navios Distintos por Dias', 'Histórico
Mensagens AIS por Navio'};
end

[q,~]=size(tabela1_V2_for);q=q+1;
tabela1_V2_for{q,1}=per_est;
tabela1_V2_for{q,2}='CZMS';
tabela1_V2_for{q,3}='Terça-Feira';
tabela1_V2_for{q,4}='Todos os períodos do dia';
```



tabela1_V2_for{q,5}= navios_unico_ais_mmsi_dia;

tabela1_V2_for{q,6}= navios_distintos_ais;

tabela1_V2_for{q,7}= navios_por_dia_ais;

tabela1_V2_for{q,8}= hist_ais;



Apêndice G - *Script* de implementação do RA1 no Cenário 2 – Variante “*parfor*”

```
%definir data de inicio e fim de estudo
ini=datenum('01/01/2020','dd/mm/yyyy');
fim=datenum('20/01/2020','dd/mm/yyyy');
%carregar ficheiros da área geográfica e informação de embarcações
load czms;
load mmsit.mat;

%definir localização da pasta que contém os dados AIS
dir_dados=[pwd '\dados_ais\F'];
F=[]; footprint_aom=[]; footprint_n_aom=[];
%selecionar embarcações de pesca da base MMSI
fishing=mmsit(mmsit(:,2)==30,1);
soma=0;

parfor i=ini:fim
    %selecionar ano e mês de estudo
    ano_str=datestr(i,'yyyy');
    mes_str=num2str(str2double(datestr(i,'mm')));

    %Ler cada um dos ficheiros correspondentes ao dia i
    ficheiro=[dir_dados,\F',datestr(i,'ddmmyyyy'),'mat'];
    if ~exist(ficheiro,'file')

    else
        %carregar os ficheiros AIS
        f=load(ficheiro);
        footprint_aom=f.footprint_aom;
        footprint_n_aom=f.footprint_n_aom;
```



%Contar o número de dados lidos

```
soma=soma+numel(footprint_aom(:,1))+numel(footprint_n_aom(:,1));  
faom=[]; fn_aom=[];
```

%filtro geográfico

```
if ~isempty(poligono)  
    lat=poligono{1,5};  
    lon=poligono{1,6};  
    if isempty(lat) || isempty(lon)  
        lat=poligono{1,3};  
        lon=poligono{1,4};  
    end
```

%Filtros geográficos aos dados da AOM

```
faom=footprint_aom(inpolygon(footprint_aom(:,3),footprint_aom(:,4),lat,lon),:);
```

%Filtros geográficos aos dados fora da AOM

```
fn_aom=footprint_n_aom(inpolygon(footprint_n_aom(:,3),footprint_n_aom(:,4),lat,lon),:);  
end
```

%selecionar apenas embarcações de pesca

```
idx=ismember(faom(:,1),fishing);  
faom=faom(idx,:);  
idx2=ismember(fn_aom(:,1),fishing);  
fn_aom=fn_aom(idx2,:);
```

%selecionar apenas as terças feiras

```
dia_semana_ind= weekday (faom(:,2),'long');  
    filtro_dia= find(dia_semana_ind == 3);  
    faom=faom(filtro_dia,:);  
dia_semana_ind2= weekday (fn_aom(:,2),'long');  
    filtro_dia2= find(dia_semana_ind2 == 3);  
    fn_aom=fn_aom(filtro_dia2,:);
```

%concatenar os dados



```
F=[F;faom];
F=[F;fn_aom];
end
end
%criar tabela com o MMSI e o respetivo GDH
lista_mmsi_dia=[F(:,1), datevec(F(:,2))];
lista_mmsi_dia2=[lista_mmsi_dia(:,1),datenum(lista_mmsi_dia(:,2:4))];
%selecionar as datas de estudo
dias_unicos=unique(lista_mmsi_dia2(:,2));

navios_por_dia=[];navios_unico_dia=[];navios_por_dia_ais={};navios_unico_ais_mmsi
i_dia=[];
[s,~]=size(dias_unicos);
parfor i=1:s
    %selecionar os navios por dia
    navios_por_dia=lista_mmsi_dia2(lista_mmsi_dia2(:,2)==dias_unicos(i,1),:);
    navios_unico_dia=unique(navios_por_dia(:,1));
    navios_por_dia_ais(i,:)= {datestr(dias_unicos(i,1)), num2cell(navios_unico_dia)};
    navios_unico_ais_mmsi_dia=[navios_unico_ais_mmsi_dia;navios_unico_dia];
end

navios_distintos_ais= unique (navios_unico_ais_mmsi_dia);
hist_ais={};

[u,~]=size(navios_distintos_ais);
for i=1:u
    %selecionar os navios por dia
    navios_por_dia=lista_mmsi_dia2(lista_mmsi_dia2(:,2)==dias_unicos(i,1),:);
    %selecionar navios distintos por dia
    navios_unico_dia=unique(navios_por_dia(:,1));
    %criar tabela com dia e os respetivos navios
    navios_por_dia_ais(i,:)= {datestr(dias_unicos(i,1)), num2cell(navios_unico_dia)};
    %criar lista com todos os MSMSI juntos
```



```
navios_unico_ais_mmsi_dia=[navios_unico_ais_mmsi_dia;navios_unico_dia];
end
%excluir MMSI repetidos
navios_distintos_ais= unique (navios_unico_ais_mmsi_dia);
hist_ais={};

%criar o histórico de mensagens AIS
[u,~]=size(navios_distintos_ais);
parfor i=1:u
[ais_time,]=find(F(:,1)== (navios_distintos_ais(i,1)));
hist_ais_mmsi={};hist_ais_navio={};
hist_ais_mmsi{1,1}=navios_distintos_ais(i);
hist_ais_navio=F(ais_time,:);
hist_ais(i,:)=[hist_ais_mmsi,hist_ais_navio];
end

%criar a tabela final
ti=datestr(ini,'dd mmm yyyy','local');
tf=datestr(fim,'dd mmm yyyy','local');
per_est=[ti ' - ' tf];

exist tabela1_V2_parfor;
if ans == 0
tabela1_V2_parfor={'Dimensão Temporal', 'Zona Geográfica', 'Dia da Semana',
'Período Horário', 'Total de Navios', 'Navios Distintos', 'Navios Distintos por Dias',
'Histórico Mensagens AIS por Navio'};
end

[q,~]=size(tabela1_V2_parfor);q=q+1;
tabela1_V2_parfor{q,1}=per_est;
tabela1_V2_parfor{q,2}='CZMS';
tabela1_V2_parfor{q,3}='Terça-Feira';
tabela1_V2_parfor{q,4}='Todos os períodos do dia';
```



tabela1_V2_parfor{q,5}= navios_unico_ais_mmsi_dia;

tabela1_V2_parfor{q,6}= navios_distintos_ais;

tabela1_V2_parfor{q,7}= navios_por_dia_ais;

tabela1_V2_parfor{q,8}= hist_ais;



Apêndice H - *Script* de implementação do RA1 no Cenário 3 – Variante “for”

```
%definir data de inicio e fim de estudo
ini=datenum('01/01/2020','dd/mm/yyyy');
fim=datenum('20/01/2020','dd/mm/yyyy');

%carregar ficheiros da área geográfica e informação de embarcações
load czms;
load mmsit.mat;

%definir localização da pasta que contém os dados AIS
dir_dados=[pwd '\dados_ais\F'];
F=[]; footprint_aom=[]; footprint_n_aom=[];

%selecionar embarcações de pesca da base MMSI
fishing=mmsit(mmsit(:,2)==30,1);
soma=0;

for i=ini:fim
    %selecionar ano e mês de estudo
    ano_str=datestr(i,'yyyy');
    mes_str=num2str(str2double(datestr(i,'mm')));

    %Ler cada um dos ficheiros correspondentes ao dia i
    ficheiro=[dir_dados,'\F',datestr(i,'ddmmyyyy'),'mat'];
    if ~exist(ficheiro,'file')

else
    %carregar os ficheiros AIS
    f=load(ficheiro);
    footprint_aom=f.footprint_aom;
    footprint_n_aom=f.footprint_n_aom;
    %Contar o número de dados lidos
```



```
soma=soma+numel(footprint_aom(:,1))+numel(footprint_n_aom(:,1));
faom=[]; fn_aom=[];

%filtro geográfico
if ~isempty(poligono)
    lat=poligono{1,5};
    lon=poligono{1,6};
    if isempty(lat) || isempty(lon)
        lat=poligono{1,3};
        lon=poligono{1,4};
    end
    %Filtros geográficos aos dados da AOM
faom=footprint_aom(inpolygon(footprint_aom(:,3),footprint_aom(:,4),lat,lon),:);
    %Filtros geográficos aos dados fora da AOM
fn_aom=footprint_n_aom(inpolygon(footprint_n_aom(:,3),footprint_n_aom(:,4),lat,lon)
,:);
end

%selecionar apenas embarcações de pesca
idx=ismember(faom(:,1),fishing);
faom=faom(idx,:);
idx2=ismember(fn_aom(:,1),fishing);
fn_aom=fn_aom(idx2,:);

%selecionar apenas as terças feiras
dia_semana_ind= weekday (faom(:,2),'long');
    filtro_dia= find(dia_semana_ind == 3);
    faom=faom(filtro_dia,:);
dia_semana_ind2= weekday (fn_aom(:,2),'long');
    filtro_dia2= find(dia_semana_ind2 == 3);
    fn_aom=fn_aom(filtro_dia2,:);
    %selecionar período horário 1200-1800
a1=datevec(faom(:,2));
```



```
k1= find(a1(:,4)>=12 & a1(:,4)<18);
faom=faom(k1,:);
a2=datevec(fn_aom(:,2));
k2= find(a2(:,4)>=12 & a2(:,4)<18);
fn_aom=fn_aom(k2,:);
%concatenar os dados
F=[F;faom];
F=[F;fn_aom];
end
end
%criar tabela com o MMSI e o respetivo GDH
lista_mmsi_dia=[F(:,1), datevec(F(:,2))];
lista_mmsi_dia2=[lista_mmsi_dia(:,1),datenum(lista_mmsi_dia(:,2:4))];
%selecionar as datas de estudo
dias_unicos=unique(lista_mmsi_dia2(:,2));

navios_por_dia=[];navios_unico_dia=[];navios_por_dia_ais={};navios_unico_ais_mms
i_dia=[];
[s,~]=size(dias_unicos);
for i=1:s
    %selecionar os navios por dia
    navios_por_dia=lista_mmsi_dia2(lista_mmsi_dia2(:,2)==dias_unicos(i,1),:);
    navios_unico_dia=unique(navios_por_dia(:,1));
    navios_por_dia_ais(i,:)= {datestr(dias_unicos(i,1)), num2cell(navios_unico_dia)};
    navios_unico_ais_mmsi_dia=[navios_unico_ais_mmsi_dia;navios_unico_dia];
end

navios_distintos_ais= unique (navios_unico_ais_mmsi_dia);
hist_ais={};

[u,~]=size(navios_distintos_ais);
for i=1:u
    %selecionar os navios por dia
```



```
navios_por_dia=lista_mmsi_dia2(lista_mmsi_dia2(:,2)==dias_unicos(i,1),:);  
  
%selecionar navios distintos por dia  
navios_unico_dia=unique(navios_por_dia(:,1));  
  
%criar tabela com dia e os respetivos navios  
navios_por_dia_ais(i,:)= {datestr(dias_unicos(i,1)), num2cell(navios_unico_dia)};  
  
%criar lista com todos os MMSI juntos  
navios_unico_ais_mmsi_dia=[navios_unico_ais_mmsi_dia;navios_unico_dia];  
  
end  
  
%excluir MMSI repetidos  
navios_distintos_ais= unique (navios_unico_ais_mmsi_dia);  
hist_ais={};  
  
  
%criar o histórico de mensagens AIS  
[u,~]=size(navios_distintos_ais);  
for i=1:u  
[ais_time,]=find(F(:,1)== (navios_distintos_ais(i,1)));  
hist_ais_mmsi={};hist_ais_navio={};  
hist_ais_mmsi{1,1}=navios_distintos_ais(i);  
hist_ais_navio=F(ais_time,:);  
hist_ais(i,:)=[hist_ais_mmsi,hist_ais_navio];  
end  
  
  
%criar a tabela final  
ti=datestr(ini,'dd mmm yyyy','local');  
tf=datestr(fim,'dd mmm yyyy','local');  
per_est=[ti ' - ' tf];  
  
exist tabela1_V3_for;  
if ans == 0  
tabela1_V3_for={'Dimensão Temporal', 'Zona Geográfica', 'Dia da Semana', 'Período  
Horário', 'Total de Navios', 'Navios Distintos', 'Navios Distintos por Dias', 'Histórico  
Mensagens AIS por Navio'};  
end
```



```
[q,~]=size(tabela1_V3_for);q=q+1;  
tabela1_V3_for{q,1}=per_est;  
tabela1_V3_for{q,2}='CZMS';  
tabela1_V3_for{q,3}='Terça-Feira';  
tabela1_V3_for{q,4}='12h00 - 18h00';  
tabela1_V3_for{q,5}= navios_unico_ais_mmsi_dia;  
tabela1_V3_for{q,6}= navios_distintos_ais;  
tabela1_V3_for{q,7}= navios_por_dia_ais;  
tabela1_V3_for{q,8}= hist_ais;
```




Apêndice I - *Script* de implementação do RA1 no Cenário 3 – Variante “*parfor*”

```
%definir data de inicio e fim de estudo
ini=datenum('01/01/2020','dd/mm/yyyy');
fim=datenum('20/01/2020','dd/mm/yyyy');

%carregar ficheiros da área geográfica e informação de embarcações
load czms;
load mmsit.mat;

%definir localização da pasta que contém os dados AIS
dir_dados=[pwd '\dados_ais\F'];
F=[]; footprint_aom=[]; footprint_n_aom=[];

%selecionar embarcações de pesca da base MMSI
fishing=mmsit(mmsit(:,2)==30,1);
soma=0;

parfor i=ini:fim
    %selecionar ano e mês de estudo
    ano_str=datestr(i,'yyyy');
    mes_str=num2str(str2double(datestr(i,'mm')));

    %Ler cada um dos ficheiros correspondentes ao dia i
    ficheiro=[dir_dados,'\F',datestr(i,'ddmmyyyy'),'mat'];
    if ~exist(ficheiro,'file')

else
    %carregar os ficheiros AIS
    f=load(ficheiro);
    footprint_aom=f.footprint_aom;
    footprint_n_aom=f.footprint_n_aom;
    %Contar o número de dados lidos
```



```
soma=soma+numel(footprint_aom(:,1))+numel(footprint_n_aom(:,1));
faom=[]; fn_aom=[];

%filtro geográfico
if ~isempty(poligono)
    lat=poligono{1,5};
    lon=poligono{1,6};
    if isempty(lat) || isempty(lon)
        lat=poligono{1,3};
        lon=poligono{1,4};
    end
    %Filtros geográficos aos dados da AOM
faom=footprint_aom(inpolygon(footprint_aom(:,3),footprint_aom(:,4),lat,lon),:);
    %Filtros geográficos aos dados fora da AOM
fn_aom=footprint_n_aom(inpolygon(footprint_n_aom(:,3),footprint_n_aom(:,4),lat,lon)
,:);
end

%selecionar apenas embarcações de pesca
idx=ismember(faom(:,1),fishing);
faom=faom(idx,:);
idx2=ismember(fn_aom(:,1),fishing);
fn_aom=fn_aom(idx2,:);

%selecionar apenas as terças feiras
dia_semana_ind= weekday (faom(:,2),'long');
    filtro_dia= find(dia_semana_ind == 3);
    faom=faom(filtro_dia,:);
dia_semana_ind2= weekday (fn_aom(:,2),'long');
    filtro_dia2= find(dia_semana_ind2 == 3);
    fn_aom=fn_aom(filtro_dia2,:);
    %selecionar período horário 1200-1800
a1=datevec(faom(:,2));
```



```
k1= find(a1(:,4)>=12 & a1(:,4)<18);
faom=faom(k1,:);
a2=datevec(fn_aom(:,2));
k2= find(a2(:,4)>=12 & a2(:,4)<18);
fn_aom=fn_aom(k2,:);
%concatenar os dados
F=[F;faom];
F=[F;fn_aom];
end
end
%criar tabela com o MMSI e o respetivo GDH
lista_mmsi_dia=[F(:,1), datevec(F(:,2))];
lista_mmsi_dia2=[lista_mmsi_dia(:,1),datenum(lista_mmsi_dia(:,2:4))];
%selecionar as datas de estudo
dias_unicos=unique(lista_mmsi_dia2(:,2));

navios_por_dia=[];navios_unico_dia=[];navios_por_dia_ais={};navios_unico_ais_mms
i_dia=[];
[s,~]=size(dias_unicos);
parfor i=1:s
    %selecionar os navios por dia
    navios_por_dia=lista_mmsi_dia2(lista_mmsi_dia2(:,2)==dias_unicos(i,1),:);
    navios_unico_dia=unique(navios_por_dia(:,1));
    navios_por_dia_ais(i,:)= {datestr(dias_unicos(i,1)), num2cell(navios_unico_dia)};
    navios_unico_ais_mmsi_dia=[navios_unico_ais_mmsi_dia;navios_unico_dia];
end

navios_distintos_ais= unique (navios_unico_ais_mmsi_dia);
hist_ais={};

[u,~]=size(navios_distintos_ais);
parfor i=1:u
    %selecionar os navios por dia
```



```
navios_por_dia=lista_mmsi_dia2(lista_mmsi_dia2(:,2)==dias_unicos(i,1),:);  
  
%selecionar navios distintos por dia  
navios_unico_dia=unique(navios_por_dia(:,1));  
  
%criar tabela com dia e os respetivos navios  
navios_por_dia_ais(i,:)= {datestr(dias_unicos(i,1)), num2cell(navios_unico_dia)};  
  
%criar lista com todos os MMSI juntos  
navios_unico_ais_mmsi_dia=[navios_unico_ais_mmsi_dia;navios_unico_dia];  
  
end  
  
%excluir MMSI repetidos  
navios_distintos_ais= unique (navios_unico_ais_mmsi_dia);  
hist_ais={};  
  
  
%criar o histórico de mensagens AIS  
[u,~]=size(navios_distintos_ais);  
parfor i=1:u  
[ais_time,]=find(F(:,1)== (navios_distintos_ais(i,1)));  
hist_ais_mmsi={};hist_ais_navio={};  
hist_ais_mmsi{1,1}=navios_distintos_ais(i);  
hist_ais_navio=F(ais_time,:);  
hist_ais(i,:)=[hist_ais_mmsi,hist_ais_navio];  
end  
  
  
%criar a tabela final  
ti=datestr(ini,'dd mmm yyyy','local');  
tf=datestr(fim,'dd mmm yyyy','local');  
per_est=[ti ' - ' tf];  
  
exist tabela1_V3_parfor;  
if ans == 0  
tabela1_V3_parfor={'Dimensão Temporal', 'Zona Geográfica', 'Dia da Semana',  
'Período Horário', 'Total de Navios', 'Navios Distintos', 'Navios Distintos por Dias',  
'Histórico Mensagens AIS por Navio'};  
end
```



```
[q,~]=size(tabela1_V3_parfor);q=q+1;  
tabela1_V3_parfor{q,1}=per_est;  
tabela1_V3_parfor{q,2}='CZMS';  
tabela1_V3_parfor{q,3}='Terça-Feira';  
tabela1_V3_parfor{q,4}='12h00 - 18h00';  
tabela1_V3_parfor{q,5}= navios_unico_ais_mmsi_dia;  
tabela1_V3_parfor{q,6}= navios_distintos_ais;  
tabela1_V3_parfor{q,7}= navios_por_dia_ais;  
tabela1_V3_parfor{q,8}= hist_ais;
```




Apêndice J – Tabelas obtidas com a implementação do RA1

2x8 cell

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	'Dimensão Temporal'	'Zona Geográfica'	'Dia da Semana'	'Período Horário'	'Total de Navios'	'Navios Distintos'	'Navios Distintos por Dias'	'Histórico Mensagens AIS por Navio'
2	'01 Jan 2020 - 20 Jan 2020'	'czms'	'Todos os dias da semana'	'Todos os períodos do dia'	107x1 double	28x1 double	12x2 cell	28x2 cell
3								

Tabela 11 - Tabela principal obtidas com a implementação do RA1 no Cenário 1

[Fonte: Elaborado pelo autor]

2x8 cell

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	'Dimensão Temporal'	'Zona Geográfica'	'Dia da Semana'	'Período Horário'	'Total de Navios'	'Navios Distintos'	'Navios Distintos por Dias'	'Histórico Mensagens AIS por Navio'
2	'01 Jan 2020 - 20 Jan 2020'	'czms'	'Terça-Feira'	'Todos os períodos do dia'	18x1 double	11x1 double	2x2 cell	11x2 cell
3								

Tabela 12 - Tabela principal obtidas com a implementação do RA1 no Cenário 2

[Fonte: Elaborado pelo autor]

2x8 cell

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	'Dimensão Temporal'	'Zona Geográfica'	'Dia da Semana'	'Período Horário'	'Total de Navios'	'Navios Distintos'	'Navios Distintos por Dias'	'Histórico Mensagens AIS por Navio'
2	'01 Jan 2020 - 20 Jan 2020'	'CZMS'	'Terças-Feiras'	'12h00 - 18h00'	14x1 double	[224047340;224047...	2x2 cell	10x2 cell
3								

Tabela 13 - Tabela principal obtidas com a implementação do RA1 no Cenário 3

[Fonte: Elaborado pelo autor]



tabela1_V1_parfor(2, 5)		
	1	2
1	204243000	
2	204260000	
3	204815000	
4	263269000	
5	263403690	
6	263405550	
7	263405970	
8	263410840	
9	263439000	
10	263500236	
11	263507000	
12	354622000	
13	204243000	
14	257384000	
15	263403690	
16	263477000	
17	204243000	
18	204278000	
19	263208000	
20	263235000	
21	263269000	
22	263362000	
23	263403690	
24	263477000	
25	204243000	

Tabela 14 - Tabela secundária da coluna 5 da tabela principal do Cenário 1 "Total de Navios"

[Fonte: Elaborado pelo autor]



tabela1_V1_parfor(2, 6)		
	1	2
1	204229000	
2	204243000	
3	204260000	
4	204278000	
5	204815000	
6	224071000	
7	225353000	
8	257384000	
9	263208000	
10	263235000	
11	263269000	
12	263362000	
13	263402890	
14	263403690	
15	263405550	
16	263405970	
17	263410840	
18	263410940	
19	263413370	
20	263414640	
21	263414850	
22	263418780	
23	263439000	
24	263477000	
25	263500236	
26	263507000	
27	263569000	
28	354622000	

Tabela 15 - Tabela secundária da coluna 6 da tabela principal do Cenário 1 "Navios Distintos"

[Fonte: Elaborado pelo autor]



tabela1_V1_parfor(2, 7)		
	1	2
1	'02-Jan-2020'	12x1 cell
2	'03-Jan-2020'	4x1 cell
3	'06-Jan-2020'	8x1 cell
4	'07-Jan-2020'	12x1 cell
5	'08-Jan-2020'	4x1 cell
6	'10-Jan-2020'	12x1 cell
7	'11-Jan-2020'	12x1 cell
8	'12-Jan-2020'	11x1 cell
9	'13-Jan-2020'	15x1 cell
10	'14-Jan-2020'	11x1 cell
11	'15-Jan-2020'	4x1 cell
12	'20-Jan-2020'	2x1 cell
13		

Tabela 16 - Tabela secundária da coluna 7 da tabela principal do Cenário 1 "Navios Distintos por Dias"

[Fonte: Elaborado pelo autor]

tabela1_V1_parfor(2, 7){1, 2}		
	1	2
1	204243000	
2	204260000	
3	204815000	
4	263269000	
5	263403690	
6	263405550	
7	263405970	
8	263410840	
9	263439000	
10	263500236	
11	263507000	
12	354622000	
13		

Tabela 17 - Tabela da coluna 2 da tabela secundária do Cenário 1 "Navios Distintos por Dias"

[Fonte: Elaborado pelo autor]



tabela1_V1_parfor(2, 8)		
	1	2
1	204229000	414x8 double
2	204243000	37x8 double
3	204260000	269x8 double
4	204278000	409x8 double
5	204815000	2x8 double
6	224071000	25x8 double
7	225353000	142x8 double
8	257384000	198x8 double
9	263208000	115x8 double
10	263235000	18x8 double
11	263269000	87x8 double
12	263362000	643x8 double
13	263402890	[263402890,7.37...
14	263403690	243x8 double
15	263405550	96x8 double
16	263405970	38x8 double
17	263410840	45x8 double
18	263410940	64x8 double
19	263413370	81x8 double
20	263414640	18x8 double
21	263414850	568x8 double
22	263418780	45x8 double
23	263439000	102x8 double
24	263477000	437x8 double
25	263500236	19x8 double
26	263507000	58x8 double
27	263569000	47x8 double
28	354622000	42x8 double
29		

Tabela 18 - Tabela secundária da coluna 8 da tabela principal do Cenário 1 "Histórico Mensagens AIS
por Navio"

[Fonte: Elaborado pelo autor]



tabela1_V1_parfor(2, 8){1, 2}									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	204229000	7.3780e+05	39.3442	-9.3772	3	8.4000	212.3000	398.9000	
2	204229000	7.3780e+05	39.3391	-9.3918	3	9	185.6000	398.9000	
3	204229000	7.3780e+05	39.3354	-9.4074	3	8.6000	197	398.9000	
4	204229000	7.3780e+05	39.3312	-9.4232	3	9.2000	197.9000	398.9000	
5	204229000	7.3780e+05	39.3271	-9.4385	3	8.7000	204.1000	398.9000	
6	204229000	7.3780e+05	39.3233	-9.4534	3	8.1000	194.7000	398.9000	
7	204229000	7.3780e+05	39.3192	-9.4684	3	8.7000	197.8000	398.9000	
8	204229000	7.3780e+05	39.3151	-9.4835	3	8.9000	193.8000	398.9000	
9	204229000	7.3780e+05	39.3106	-9.4984	3	9.4000	199	398.9000	
10	204229000	7.3780e+05	39.3060	-9.5136	3	8.5000	193	398.9000	
11	204229000	7.3780e+05	39.3018	-9.5285	3	9	194.5000	398.9000	
12	204229000	7.3780e+05	39.2977	-9.5437	3	8.4000	192	398.9000	
13	204229000	7.3780e+05	39.2939	-9.5584	3	8.6000	196.1000	398.9000	
14	204229000	7.3780e+05	39.2900	-9.5738	3	8.5000	197.1000	398.9000	
15	204229000	7.3780e+05	39.2861	-9.5892	3	9	196.8000	398.9000	
16	204229000	7.3780e+05	39.2820	-9.6042	3	8.8000	200.1000	398.9000	
17	204229000	7.3780e+05	39.2778	-9.6188	3	9.4000	199.5000	398.9000	
18	204229000	7.3780e+05	39.2736	-9.6340	3	8.4000	210.6000	398.9000	
19	204229000	7.3780e+05	39.2691	-9.6501	3	8.4000	208.4000	398.9000	
20	204229000	7.3780e+05	39.2648	-9.6663	3	8.5000	201.6000	398.9000	
21	204229000	7.3780e+05	39.2607	-9.6816	3	7.8000	196.7000	398.9000	
22	204229000	7.3780e+05	39.2569	-9.6962	3	8	196.8000	398.9000	
23	204229000	7.3780e+05	39.2531	-9.7113	3	7.9000	202.4000	398.9000	
24	204229000	7.3780e+05	39.2492	-9.7256	3	8.6000	194.6000	398.9000	
25	204229000	7.3780e+05	39.2453	-9.7401	3	8.1000	202	398.9000	
26	204229000	7.3780e+05	39.2410	-9.7548	3	8.2000	198.4000	398.9000	

Tabela 19 - Tabela da coluna 2 da tabela secundária do Cenário 1 "Histórico Mensagens AIS por Navio"

[Fonte: Elaborado pelo autor]

Apêndice K – Mapas de densidade do RA1.

Cenário 1:

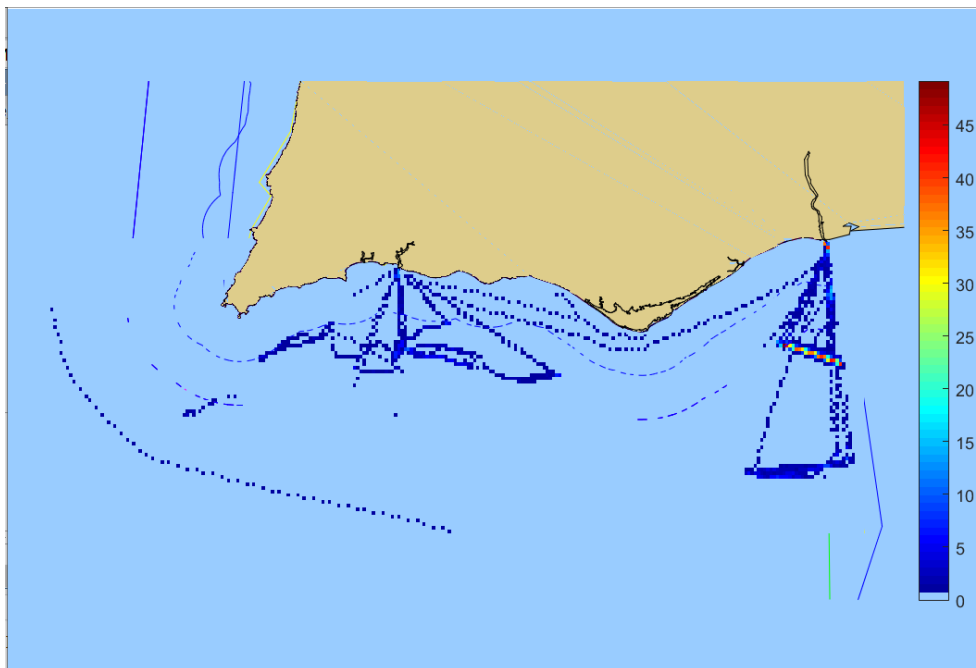


Figura 17 - Mapa de densidade do RA1 no cenário 1

[Fonte: Elaborado pelo autor]

Cenário 2:

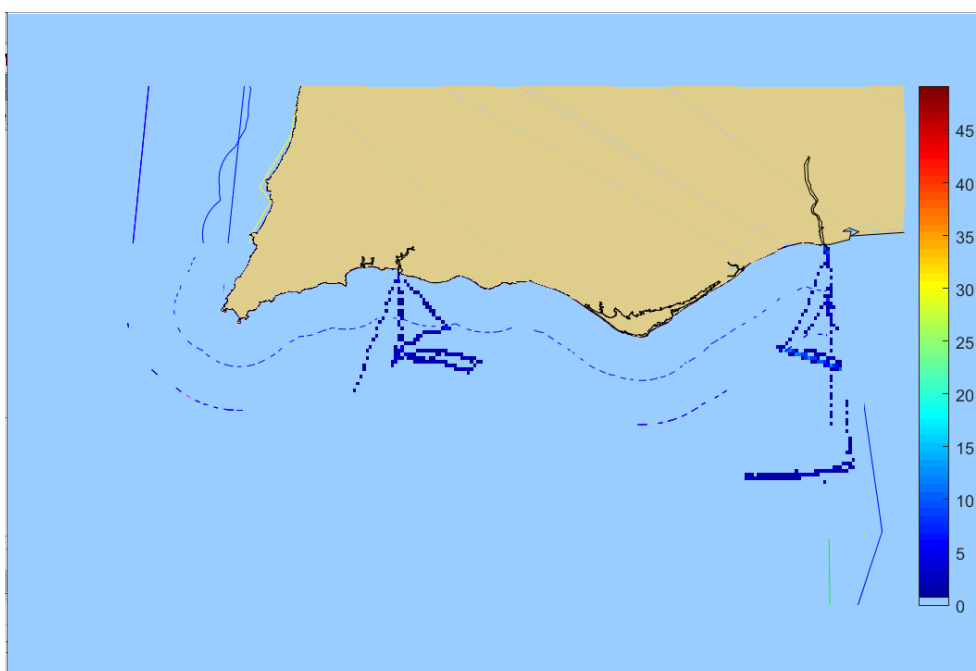


Figura 18 - Mapa de densidade do RA1 no cenário 2

[Fonte: Elaborado pelo autor]

Cenário 3:

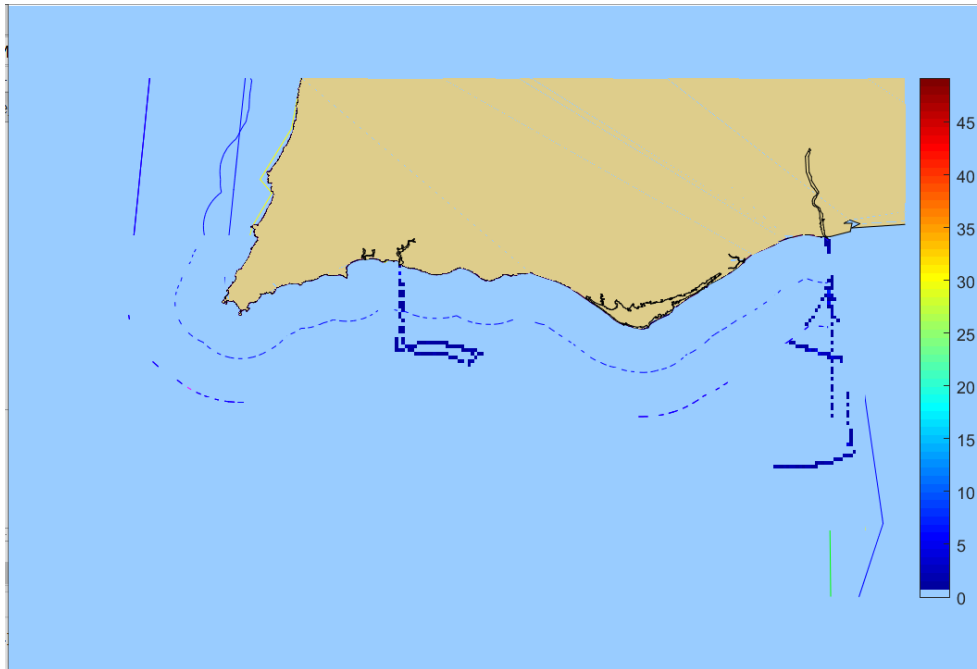


Figura 19 - Mapa de densidade do RA1 no cenário 3

[Fonte: Elaborado pelo autor]

Apêndice L – Resultados do tempo de processamento do RA1

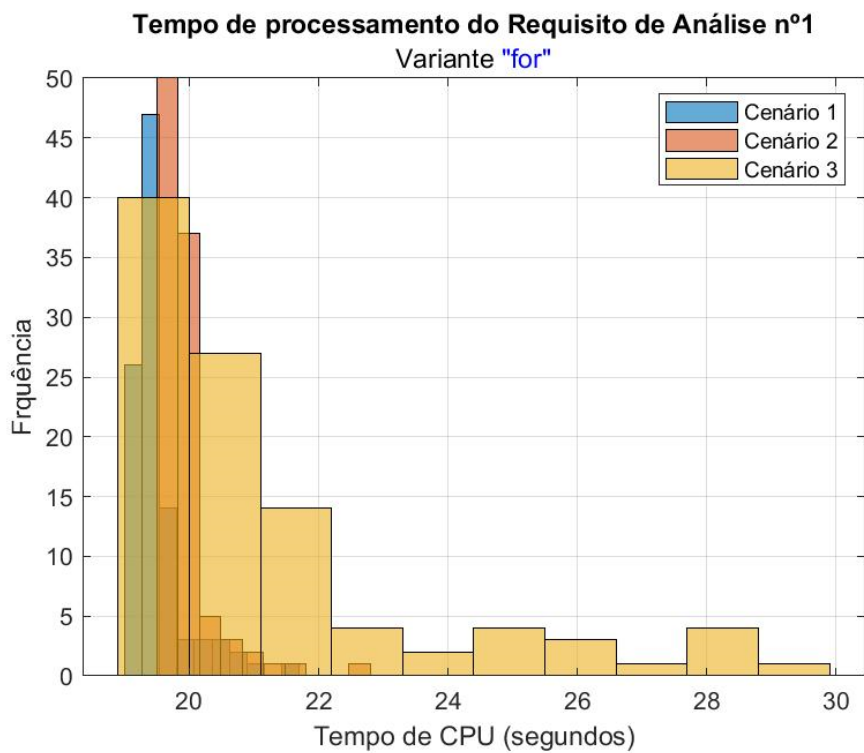


Gráfico 16 - Tempos de processamento da variante "for" nos três cenários

[Fonte: Elaborado pelo autor]

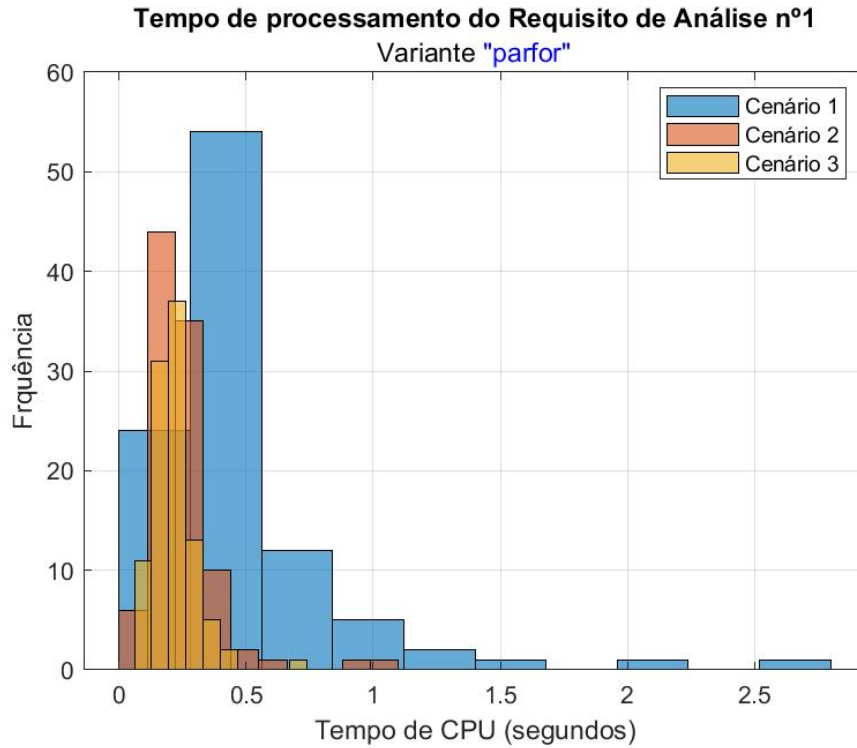


Gráfico 17 - Tempos de processamento da variante "*parfor*" nos três cenários
[Fonte: Elaborado pelo autor]

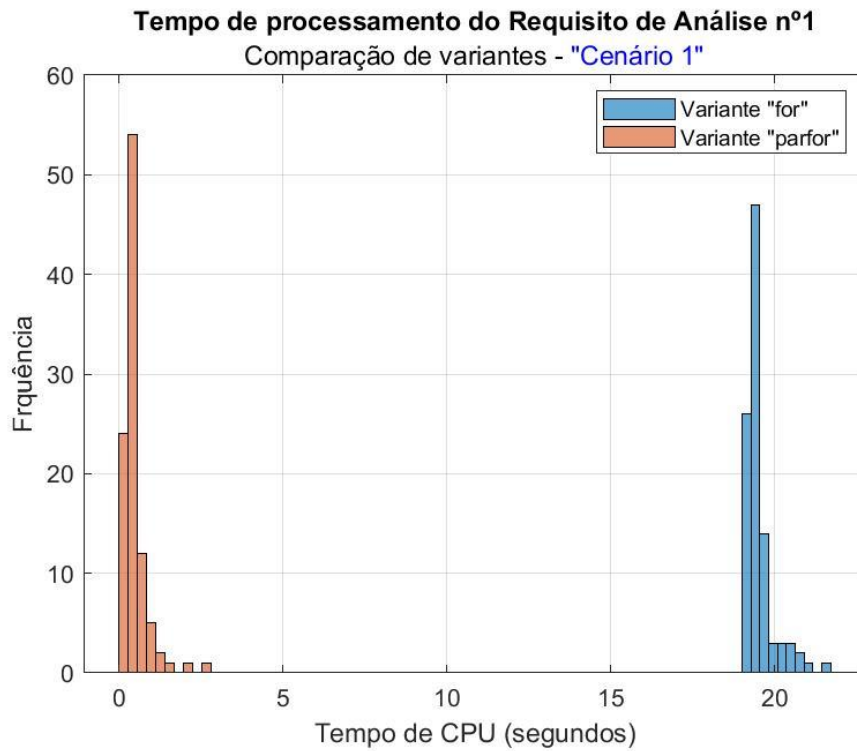


Gráfico 18 – Tempos de processamento da variante "*for*" e "*parfor*" no Cenário 1
[Fonte: Elaborado pelo autor]

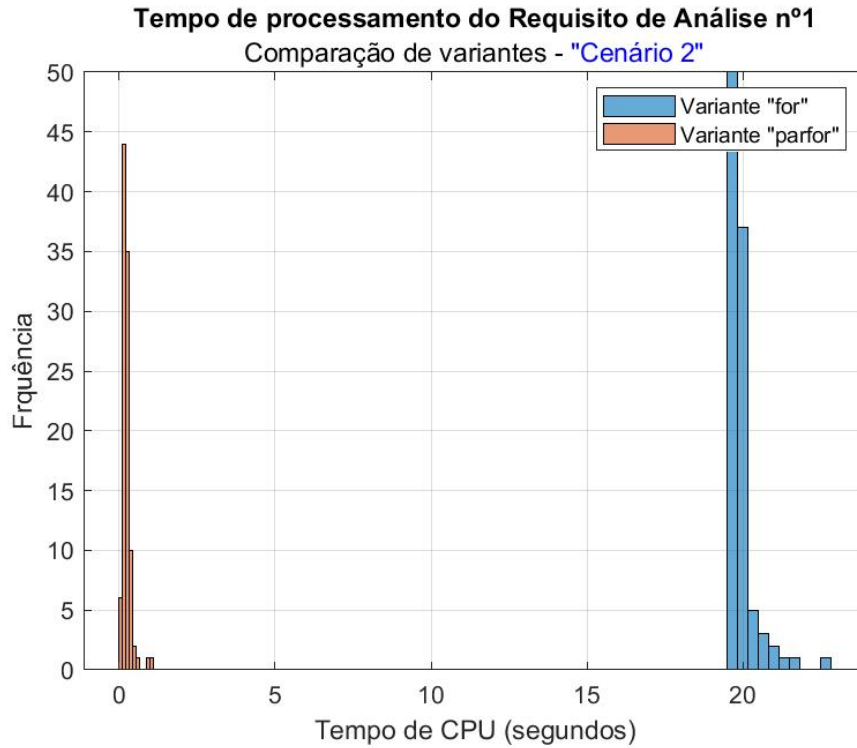


Gráfico 19 - Tempos de processamento da variante "for" e "parfor" no Cenário 2

[Fonte: Elaborado pelo autor]

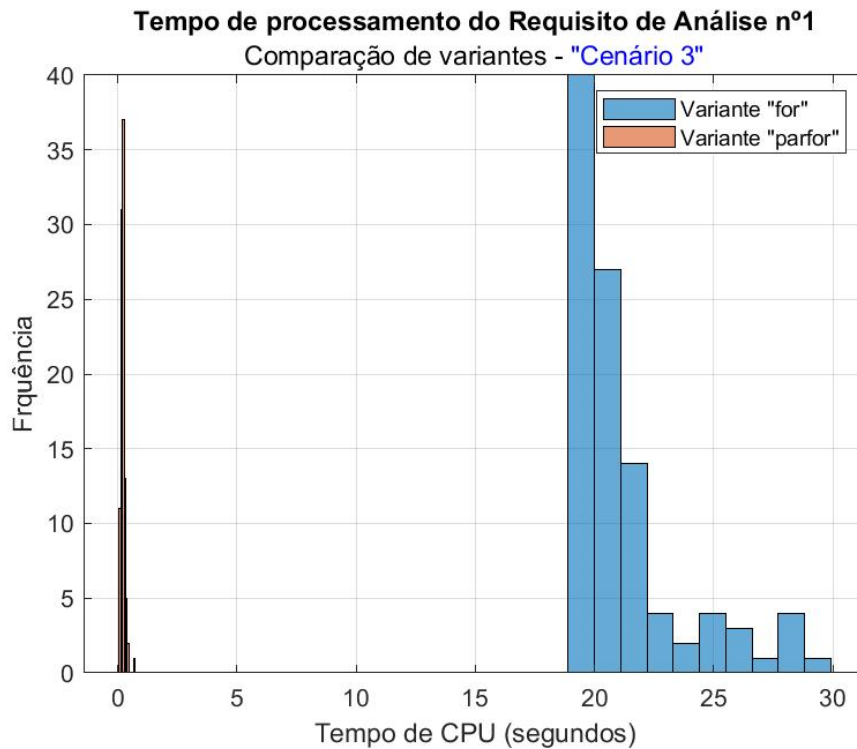


Gráfico 20 - Tempos de processamento da variante "for" e "parfor" no Cenário 3

[Fonte: Elaborado pelo autor]

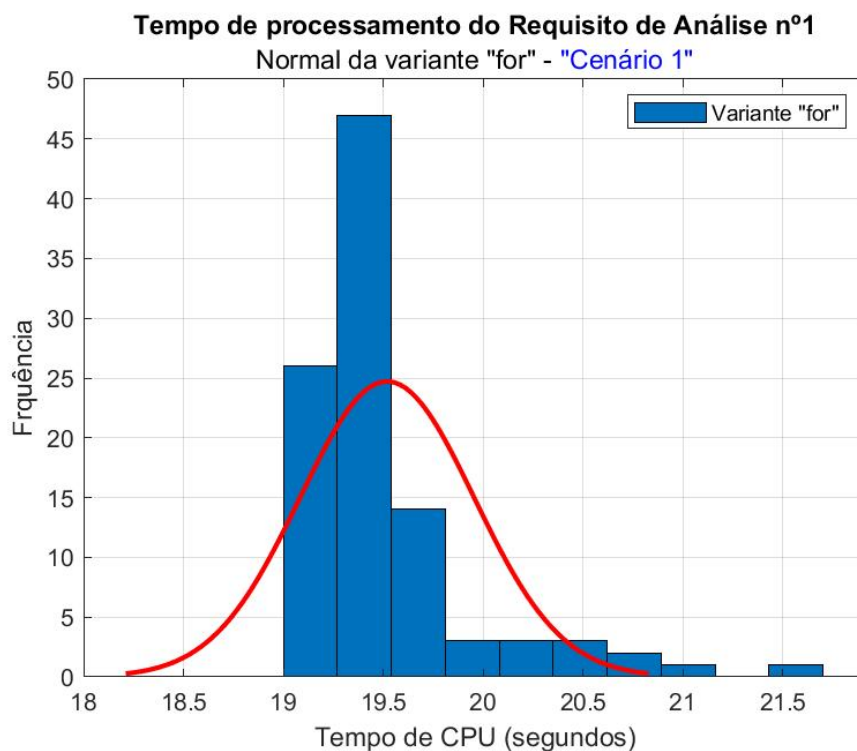


Gráfico 21 - Tempos de processamento da variante "for" no Cenário 1

[Fonte: Elaborado pelo autor]

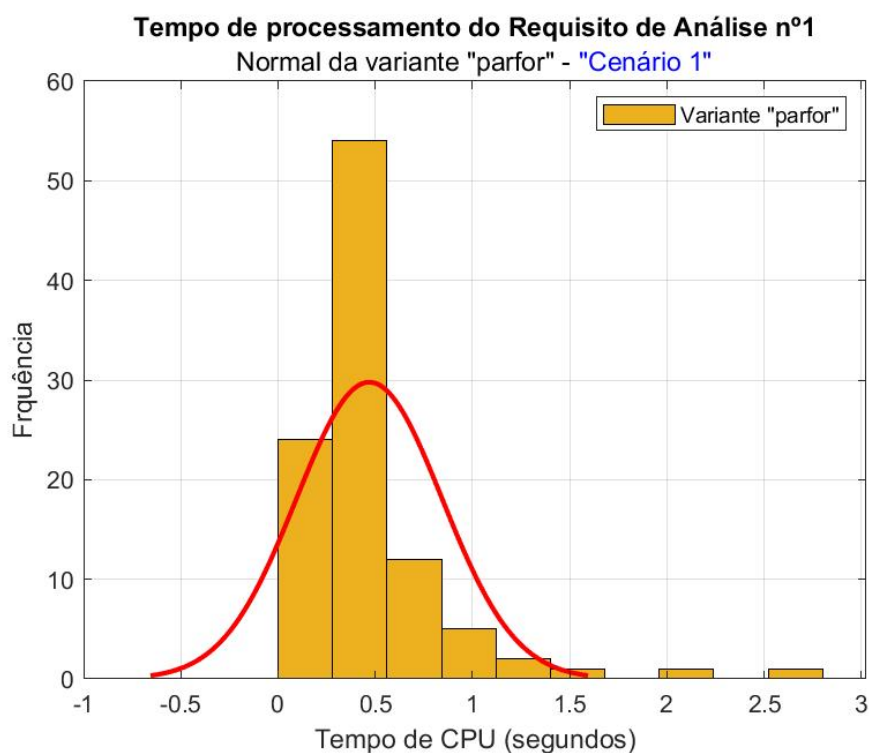


Gráfico 22 - Tempos de processamento da variante "parfor" no Cenário 1

[Fonte: Elaborado pelo autor]

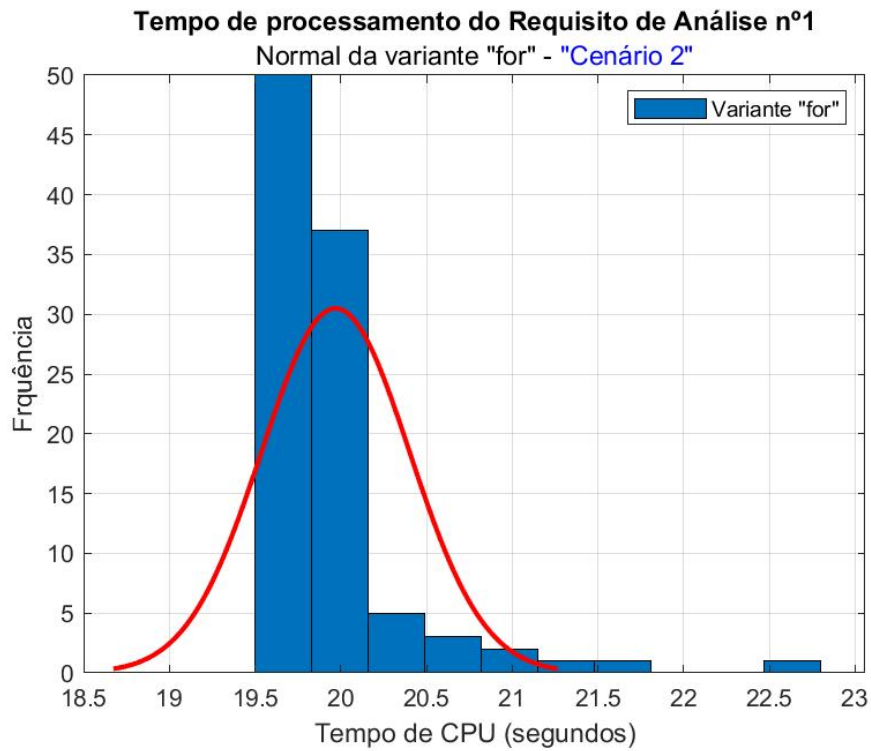


Gráfico 23 - Tempos de processamento da variante "for" no Cenário 2

[Fonte: Elaborado pelo autor]

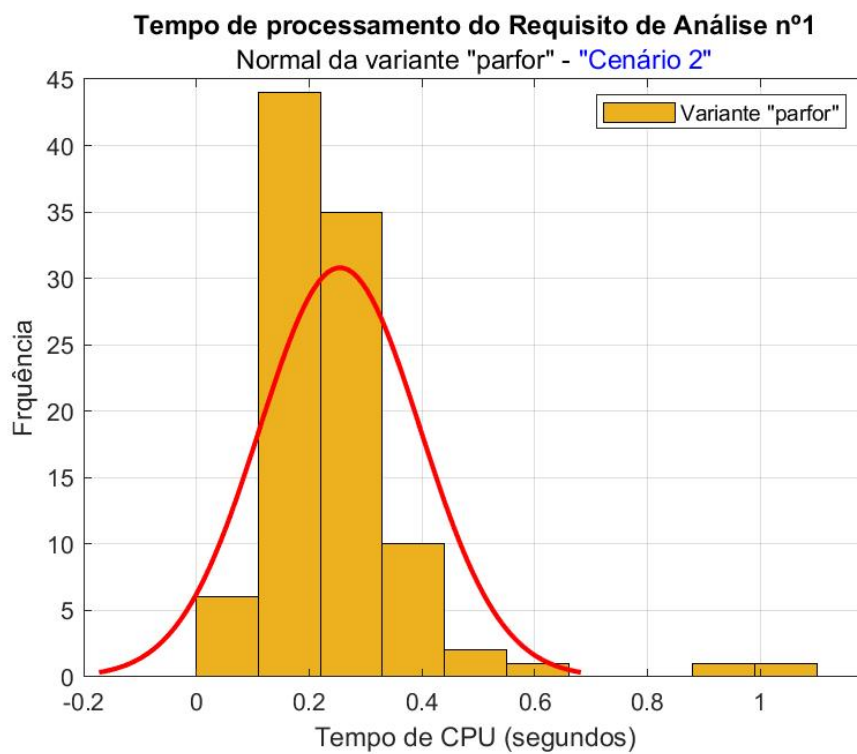


Gráfico 24 - Tempos de processamento da variante "parfor" no Cenário 2

[Fonte: Elaborado pelo autor]

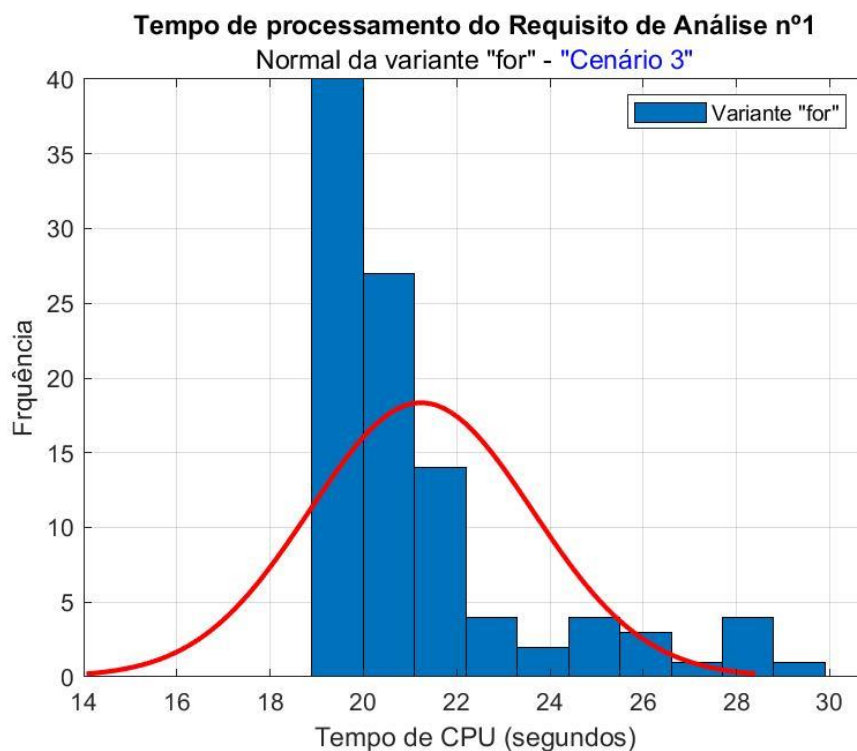


Gráfico 25 - Tempos de processamento da variante "for" no Cenário 3

[Fonte: Elaborado pelo autor]

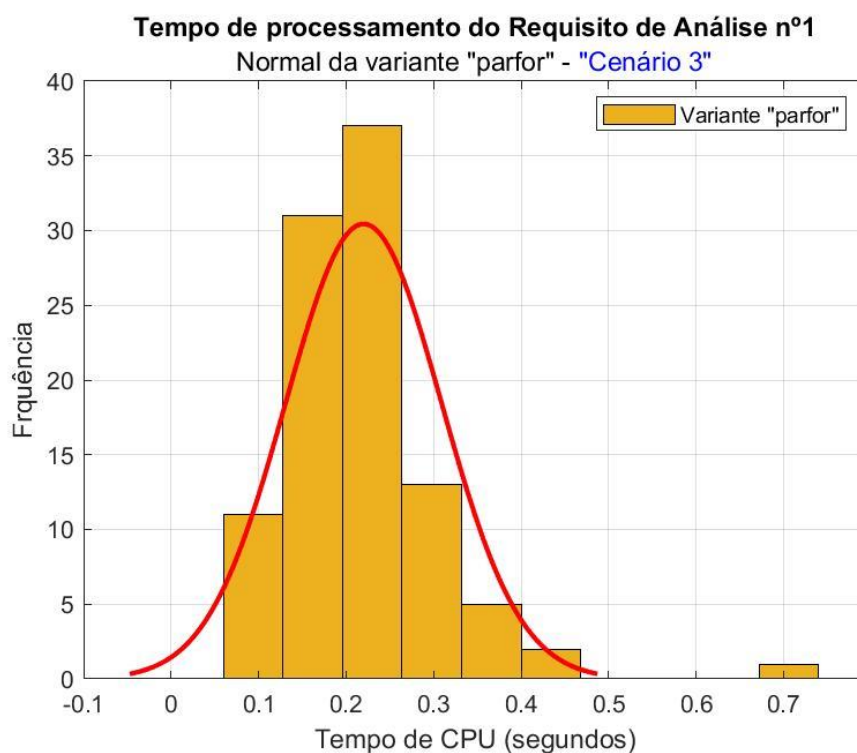


Gráfico 26 - Tempos de processamento da variante "parfor" no Cenário 3

[Fonte: Elaborado pelo autor]



Apêndice M - *Script* de implementação do RA2 no Cenário 4 – Variante “*parfor*”

```
%iniciar contagem tempo CPU
t=cputime;
%carregar ficheiros
load peninsula.mat %Base dados embarcações portuguesas e espanholas
load fispesca.mat; %relatos de fiscalização (FISCREP)
load monicap_categorias.mat %Base de dados com informações dos navios
load navios_dist_ais.mat %navios resultantes do RA1
load bd_navios.mat %Base de dados com informações dos navios
load hist_ais.mat %Histórico de mensagens AIS resultante do RA1
%criar a tabela final
tab_final={'MMSI', 'Matrícula', 'Nome da Embarcação', 'Indicativo de Chamada',
'Cumprimento total', 'Porto de Registo', 'Registo das Fiscalizações', 'Tempo Decorrido
Desde a Última Fiscalização', 'Resultado da Última Fiscalização', 'Última Posição
AIS'};

big2=big;
%selecionar e comparar os MMSI com os navios de RA1
bd_navios1= str2double(bd_navios(:,1));
[~,D]= ismember(navios_distintos_ais, bd_navios1);
infos_navios_bdnnavios= bd_navios (D,:);
emb_pesca=infos_navios_bdnnavios(:,1:8);
emb_pesca=strtrim(emb_pesca);%elimina o de whitespace
emb_pesca(:,2)=regexprep(emb_pesca(:,2), '\s+', '');
emb_pesca(:,2)=regexprep(emb_pesca(:,2), '-', '');
%selecionar apenas navios obrigados por lei a ter AIS
peninsula=peninsula(str2double(peninsula(:,4))>=12,:);

ind_infos_emb_pesca=[];
%procurar informação dos navios
```



```
[r,~]=size(emb_pesca);
for i=1:r
    if strcmp(emb_pesca{i,2},'UNKNOWN')
        ind_infos_emb_pesca(i,:)=find(strcmp(peninsula(:,2),emb_pesca{i,3}));
    else
        ind_infos_emb_pesca(i,:)=find(strcmp(peninsula(:,3),emb_pesca{i,2}) |
strcmp(peninsula(:,2),emb_pesca{i,3}));
    end
end
%criar a tabela com a informação
infos_mmsi_penin_bd_navios=[emb_pesca(:,[1:5]),peninsula(ind_infos_emb_pesca,:)];
infos_mmsi_penin=[emb_pesca(:,1),peninsula(ind_infos_emb_pesca,:)];
%selecionar a hora atual
now=datetime(datevec(now));

[r,~]=size(infos_mmsi_penin);
for i=1:r
    nr_info_fisca_big={};info_fisca_nometipo_big=[];info_emb_pesca_fisca={};
    %filtrar os navios e a informação
    nr_fisca_nometipo=find(strcmp(nome_tipo(:,4),infos_mmsi_penin(i,2)) &
strcmp(nome_tipo(:,5),infos_mmsi_penin(i,4)) &
strcmp(nome_tipo(:,1),infos_mmsi_penin(i,3)));

    if isempty(nr_fisca_nometipo)
        info_fisca_nometipo_big=[0 0];
    else
        nr_info_fisca_big={big2((big2(:,17)==(nr_fisca_nometipo)),:)};
        info_fisca_nometipo_big=[nr_fisca_nometipo,nr_info_fisca_big];
    end

    info_emb_pesca_fisca(i,1:7)=[infos_mmsi_penin(i,:) info_fisca_nometipo_big(1,2)];
    %criar o registo de fiscalizações
    if ((iscell(info_fisca_nometipo_big))&&(isempty(info_fisca_nometipo_big{1,2})))
```



```
    period_entre_fisca= {'Não existem registos de fiscalizações realizadas por
navios'};
    result_fisca= 0;
    ulti_ais= hist_ais{i,2}(end,3:4);
elseif(iscell(info_fisca_nometipo_big))
    data_ulti_fisca=datetime(datevec(info_emb_pesca_fisca{i,7}(end,18)));
    period_entre_fisca= cellstr(between(data_ulti_fisca,now));
    result_fisca= (info_emb_pesca_fisca{i,7}(end,13));
    ulti_ais= hist_ais{i,2}(end,3:4);
else
    period_entre_fisca= {'Não existem registos de fiscalizações'};
    result_fisca= 0;
    ulti_ais= hist_ais{i,2}(end,3:4);
end
info_emb_pesca_fisca(i,8)=period_entre_fisca;
info_emb_pesca_fisca(i,9)={result_fisca};
info_emb_pesca_fisca(i,10)={ulti_ais};
%preencher a tabela final
tab_final(i+1,:)=info_emb_pesca_fisca(i,:);
end
%finalizar contagem tempo CPU
t0=cputime;
d_big_parfor=t0-t;
```




Apêndice N – Tabelas obtidas com a implementação do RA2

27x10 cell

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	'MMSI'	'Matrícula'	'Nome da Embarcação'	'Indicativo de Chamada'	'Cumprimento total'	'Porto de Registo'	'Registo das Fiscalizações'	'Tempo Decorrido Desde a Última Fiscalização'	'Resultado ...'	'Última Posição AIS'
2	'204229000'	'A-3473-C'	'NOVOMAR'	'CUFB5'	'28.20'	'AVEIRO'	<i>6x34 double</i>	'1y 8mo 14d 0h 40m 40.314s'	2	[39.0581,-9.8326]
3	'204243000'	'A-3484-C'	'SAO GONCALINHO'	'CUVN'	'28.00'	'AVEIRO'	<i>42x34 double</i>	'4y 20d 23h 26m 40.314s'	1	[39.3420,-9.3753]
4	'204260000'	'A-3867-C'	'NADIR'	'CUFO8'	'29.30'	'AVEIRO'	0	'Não existem registos de fiscalizações'	0	[39.1723,-9.9869]
5	'204278000'	'PV-243-C'	'SENHORA DA SAUDE'	'CUBU9'	'18.65'	'PÓVOA DO VARZIM'	<i>25x34 double</i>	'1y 2mo 21d 21h 10m 40.314s'	1	[39.3433,-9.3764]
6	'204815000'	'H-189-C'	'PARMA'	'CUYH'	'28.10'	'HORTA'	<i>5x34 double</i>	'5y 9mo 17d 4h 56m 40.314s'	2	[39.4782,-9.8889]
7	'224071000'	'3-LU-22-05'	'VIRXEN DA BLANCA'	'EBVQ'	'29.00'	'BURELA'	0	'Não existem registos de fiscalizações'	0	[39.3312,-9.9850]
8	'225353000'	'3-VI-24-00'	'PORTOSANTO'	'EAPR'	'30.50'	'MARIN'	0	'Não existem registos de fiscalizações'	0	[39.9161,-9.6536]
9	'263208000'	'PV-318-C'	'ESTRELA DE SESIMBRA'	'CUKV2'	'24.50'	'PÓVOA DO VARZIM'	0	'Não existem registos de fiscalizações'	0	[38.8560,-9.9917]
10	'263235000'	'L-2078-C'	'MAR DA GALEGA'	'CUFA5'	'24.00'	'LEIXÕES'	0	'Não existem registos de fiscalizações'	0	[39.6022,-9.0989]
11	'263269000'	'SB-1225-C'	'CARLOS E RUI'	'CULA8'	'15.62'	'SESIMBRA'	<i>27x34 double</i>	'9mo 15d 3h 16m 40.314s'	1	[38.3913,-9.2701]
12	'263362000'	'VC-221-C'	'ARMINDO MANUEL'	'CUCE8'	'23.00'	'VILA DO CONDE'	<i>20x34 double</i>	'1y 7mo 16d 4h 28m 40.314s'	1	[39.3410,-9.3816]
13	'263402890'	'L-2073-C'	'ASTER'	'CURM9'	'25.10'	'LEIXÕES'	0	'Não existem registos de fiscalizações'	0	[39.6173,-9.1224]
14	'263403690'	'VC-279-C'	'VENTO DE FEIÇÃO'	'CUKN7'	'16.00'	'VILA DO CONDE'	0	'Não existem registos de fiscalizações'	0	[38.4282,-9.1092]
15	'263405550'	'PE-2277-C'	'JAMAICA'	'CUGW5'	'19.00'	'PENICHE'	0	'Não existem registos de fiscalizações'	0	[39.1657,-9.9981]
16	'263405970'	'PE-2313-C'	'VIRGEM DAS GRACAS'	'CUHH9'	'19.20'	'PENICHE'	<i>7x34 double</i>	'2y 23d 15h 26m 40.314s'	1	[39.3423,-9.3809]
17	'263410840'	'PE-2355-C'	'EMIBRUPA'	'CUGY7'	'19.20'	'PENICHE'	<i>1x34 double</i>	'4y 5mo 6d 2h 56m 40.314s'	1	[39.3415,-9.3805]
18	'263410940'	'A-3608-C'	'CENTAURUS'	'CUFE5'	'28.50'	'AVEIRO'	<i>52x34 double</i>	'3y 5mo 7d 23h 12m 40.314s'	1	[39.7747,-9.3638]
19	'263413370'	'LG-1348-C'	'SONHO DE INFANCIA'	'CUOQ8'	'23.00'	'LAGOS'	<i>3x34 double</i>	'8mo 22d 3h 36m 40.314s'	1	[38.4276,-9.7622]
20	'263414640'	'SN-832-C'	'DÁRIO FILIPE'	'CUHY7'	'24.00'	'SINES'	0	'Não existem registos de fiscalizações'	0	[38.3996,-9.3166]
21	'263414850'	'VC-271-C'	'MAE PURISSIMA'	'CUCV5'	'18.00'	'VILA DO CONDE'	<i>39x34 double</i>	'1y 7mo 17d 3h 56m 40.314s'	1	[39.3384,-9.3819]
22	'263418780'	'SN-868-C'	'ALBERTO MIGUEL'	'CUMK8'	'24.79'	'SINES'	<i>4x34 double</i>	'4y 6mo 5d 19h 8m 40.314s'	1	[38.3658,-9.5323]
23	'263439000'	'A-3611-C'	'MAR SALGADO'	'CUQD'	'24.00'	'AVEIRO'	<i>44x34 double</i>	'1y 6mo 24d 17h 6m 40.314s'	1	[39.5910,-9.0789]
24	'263477000'	'L-2084-C'	'VELLIÑO'	'CUJJ'	'24.00'	'LEIXÕES'	0	'Não existem registos de fiscalizações'	0	[39.5954,-9.0935]
25	'263500236'	'SB-1260-C'	'BEATRIZ PAULO'	'CULC6'	'22.50'	'SESIMBRA'	<i>47x34 double</i>	'1y 1mo 22d 4h 17m 40.314s'	2	[38.4343,-9.1099]
26	'263507000'	'A-3612-C'	'AUGUSTO DA CUNHA JUNIOR'	'CUPW'	'24.03'	'AVEIRO'	<i>33x34 double</i>	'2y 7mo 8d 19h 8m 40.314s'	1	[39.5988,-9.0999]
27	'263569000'	'PE-2078-C'	'MAR LARGO'	'CUOA'	'32.80'	'PENICHE'	0	'Não existem registos de fiscalizações'	0	[38.9061,-9.6966]
28										

Tabela 20 - Tabela principal obtidas com a implementação do RA2 no Cenário 4

[Fonte: Elaborado pelo autor]



tab_final(2, 7)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	41.9167	-8.8330	9	2	14	3	1220	3	43	1	11	0	1	84	0	0	225	7.3272e+05	8
2	40.0840	-8.9873	14	9	9	6	1425	3	21	1	3	15	2	76	2	1	225	7.3476e+05	6
3	39.6500	-9.3217	16	1	8	3	1530	3	13	1	3	15	2	3	2	1	225	7.3524e+05	5
4	39.6635	-9.5218	17	4	12	7	1830	4	55	1	3	15	2	12	2	1	225	7.3570e+05	5
5	40.5917	-8.9117	21	1	24	4	900	2	17	1	3	15	1	2	2	1	225	7.3708e+05	5
6	40.0333	-9.0467	22	12	10	3	1246	3	17	1	3	15	2	40	2	1	225	7.3777e+05	5
7																			

Tabela 21 - Tabela secundária da coluna 7 da tabela principal do Cenário 4 "Registo de Fiscalizações"

[Fonte: Elaborado pelo autor]



Apêndice O – Dados e resultados da implementação da PIND1

	Ano	Nº Ações Fiscalização	Nº Total de Fiscalizações	Taxa de Fiscalização
Zona Marítima do Norte	2015	567	2715	0,208839779
	2016	628	2362	0,265876376
	2017	448	2037	0,219931271
	2018	421	1781	0,236384054
	2019	248	1938	0,127966976
	2020	418	1300	0,321538462

	Ano	Nº Ações Fiscalização	Nº Total de Fiscalizações	Taxa de Fiscalização
Zona Marítima do Centro	2015	609	2715	0,224309392
	2016	479	2362	0,202794242
	2017	461	2037	0,226313206
	2018	177	1781	0,099382369
	2019	386	1938	0,199174407
	2020	276	1300	0,212307692

	Ano	Nº Ações Fiscalização	Nº Total de Fiscalizações	Taxa de Fiscalização
Zona Marítima do Sul	2015	1258	2715	0,46335175
	2016	1069	2362	0,452582557
	2017	896	2037	0,439862543
	2018	1077	1781	0,604716451
	2019	1121	1938	0,578431373
	2020	495	1300	0,380769231

	Ano	Nº Ações Fiscalização	Nº Total de Fiscalizações	Taxa de Fiscalização
Zona Marítima dos Açores	2015	128	2715	0,047145488
	2016	80	2362	0,033869602
	2017	103	2037	0,050564556
	2018	55	1781	0,030881527
	2019	96	1938	0,049535604
	2020	94	1300	0,072307692



	Ano	Nº Ações Fiscalização	Nº Total de Fiscalizações	Taxa de Fiscalização
Zona Marítima da Madeira	2015	153	2715	0,056353591
	2016	106	2362	0,044877223
	2017	129	2037	0,063328424
	2018	51	1781	0,028635598
	2019	87	1938	0,044891641
	2020	17	1300	0,013076923

Tabela 22 - Dados a implementar na PIND1

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

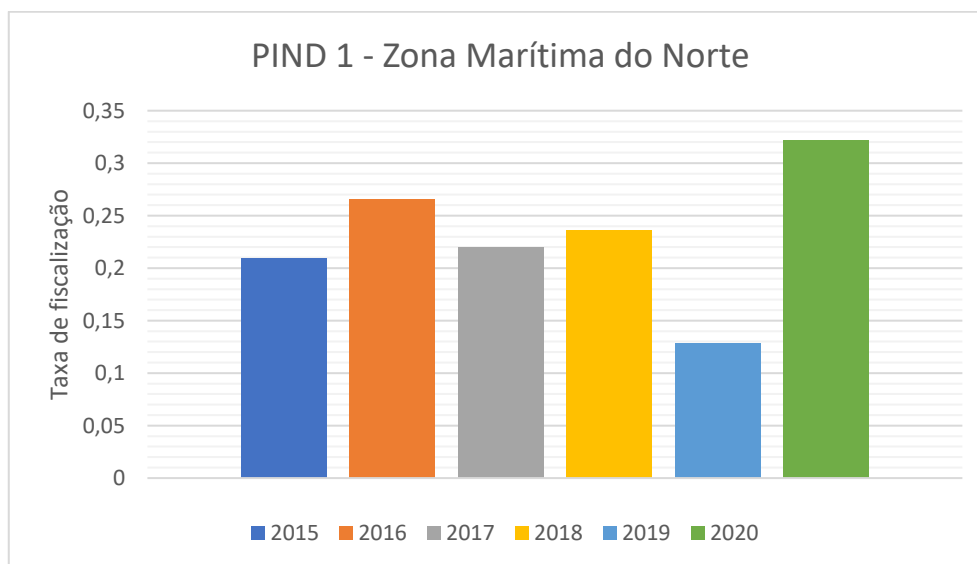


Gráfico 27 - Taxa de fiscalização na Zona Marítima do Norte - PIND1

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

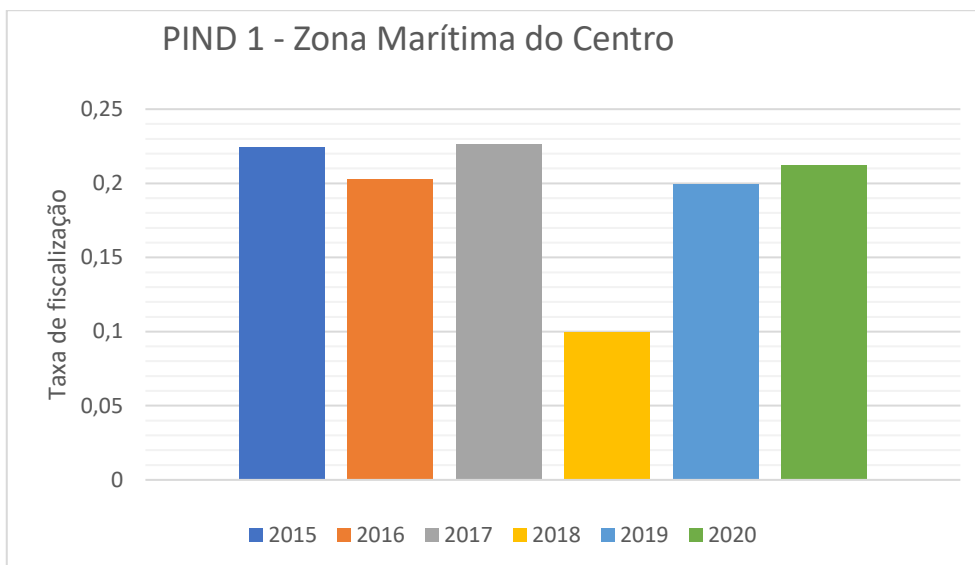


Gráfico 28 - Taxa de fiscalização na Zona Marítima do Centro – PIND1
[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

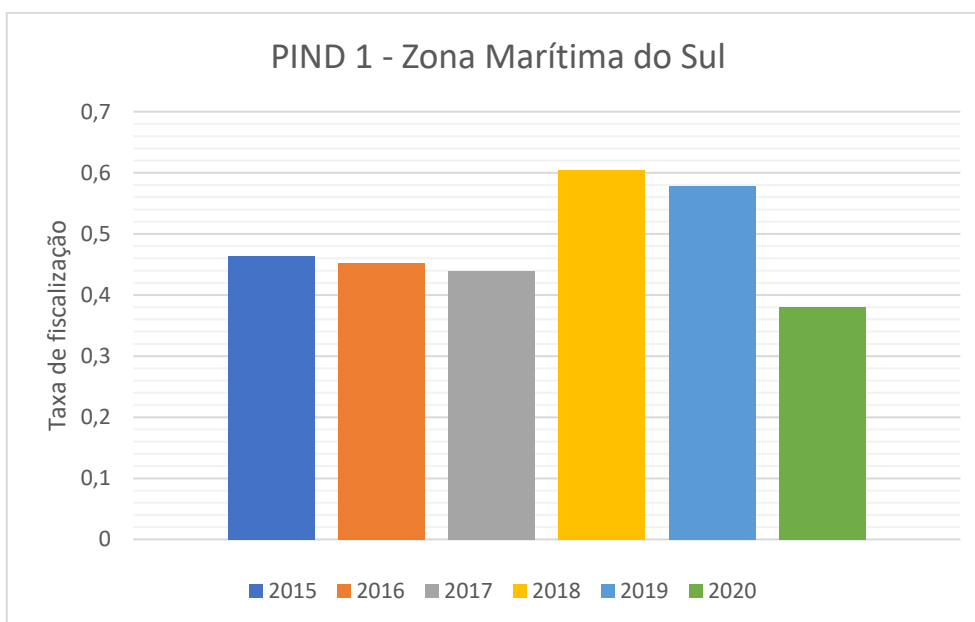


Gráfico 29 - Taxa de fiscalização na Zona Marítima do Sul – PIND1
[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

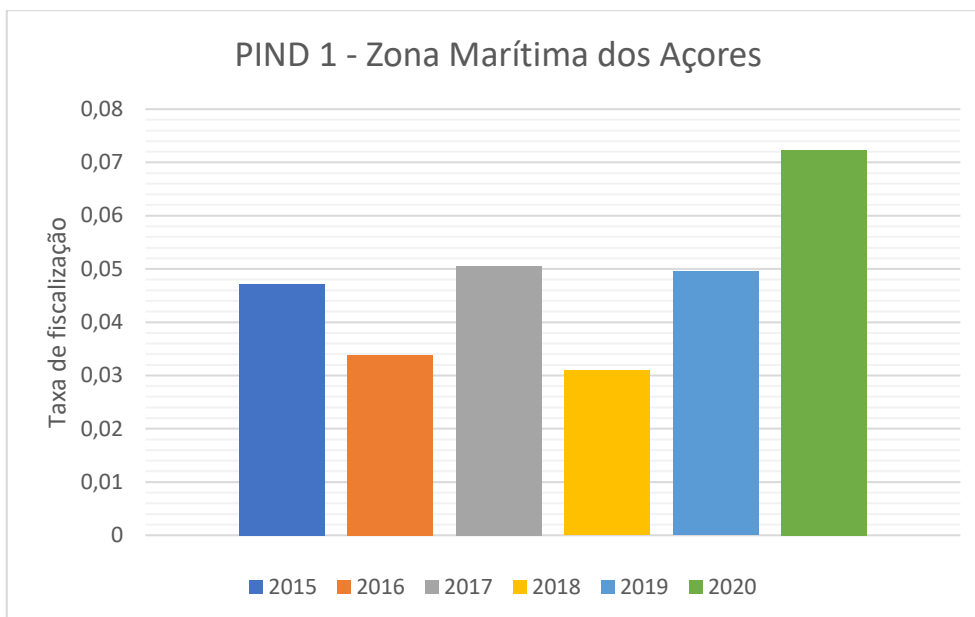


Gráfico 30 - Taxa de fiscalização na Zona Marítima dos Açores – PIND1
[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

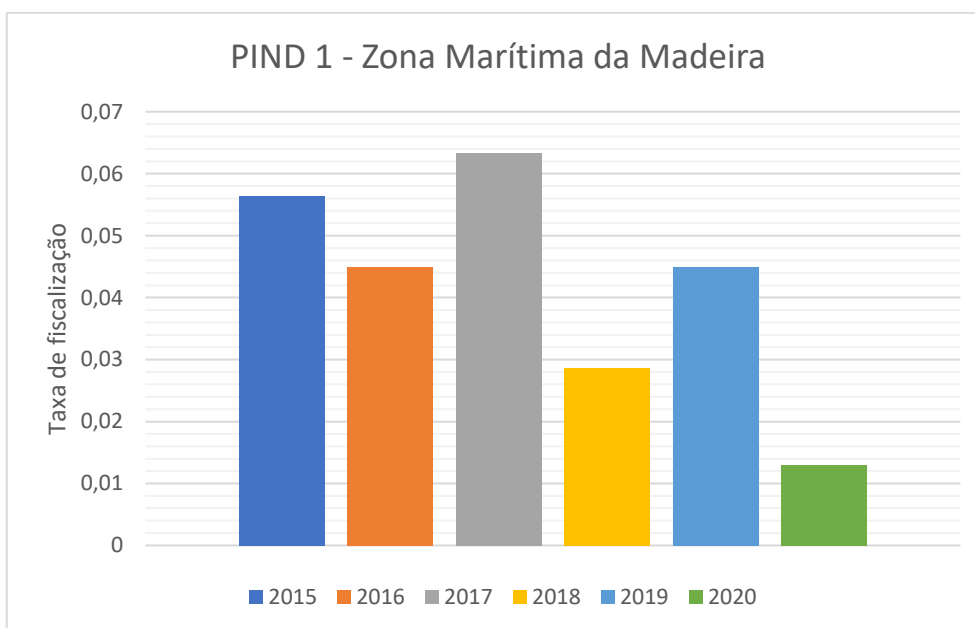


Gráfico 31 - Taxa de fiscalização na Zona Marítima da Madeira – PIND1
[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

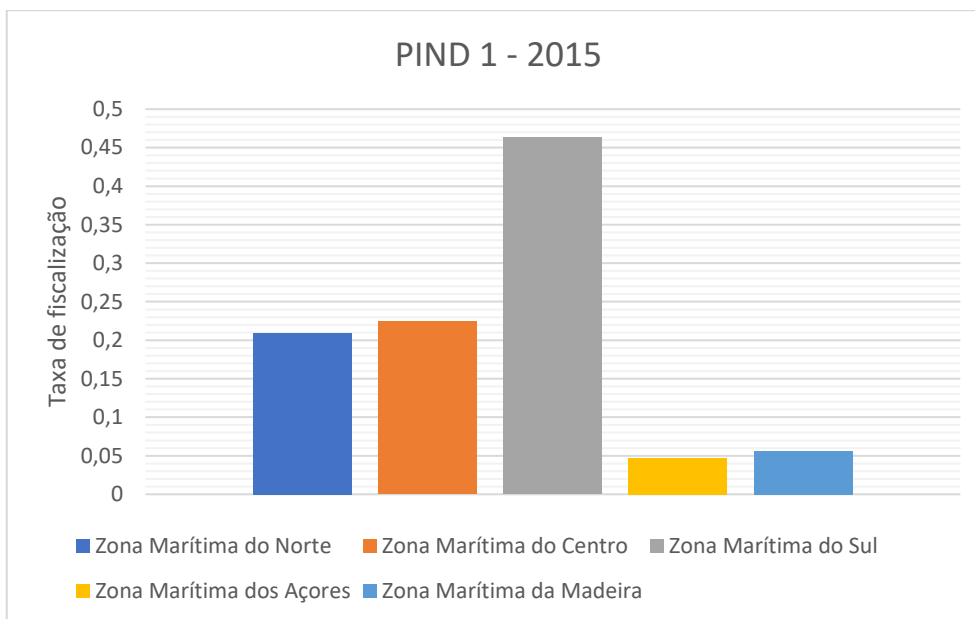


Gráfico 32 - Taxa de fiscalização no ano 2015 - PIND1

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

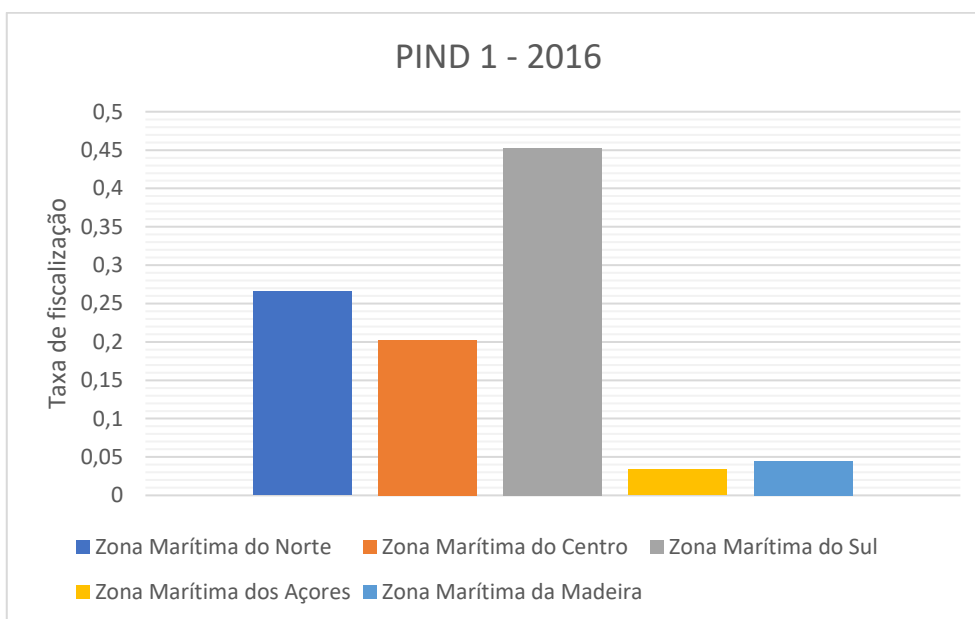


Gráfico 33 - Taxa de fiscalização no ano 2016 - PIND1

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

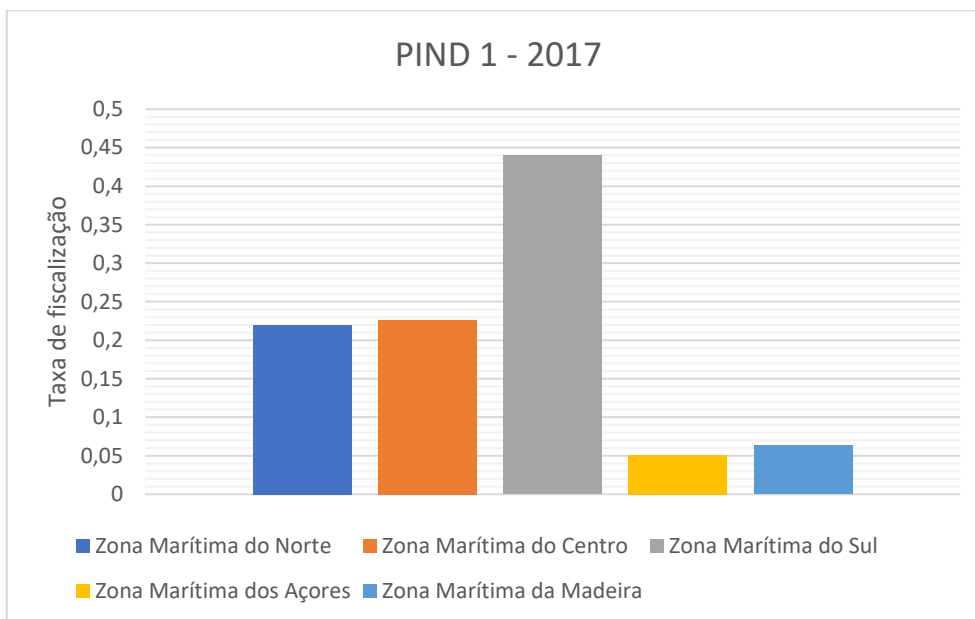


Gráfico 34 - Taxa de fiscalização no ano 2017 - PIND1

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

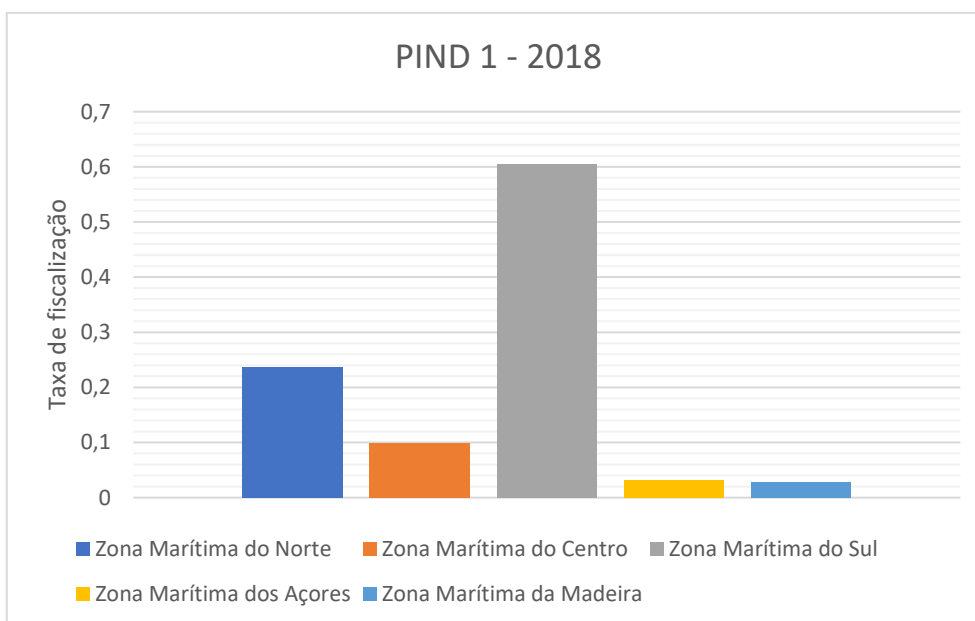


Gráfico 35 - Taxa de fiscalização no ano 2018 - PIND1

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

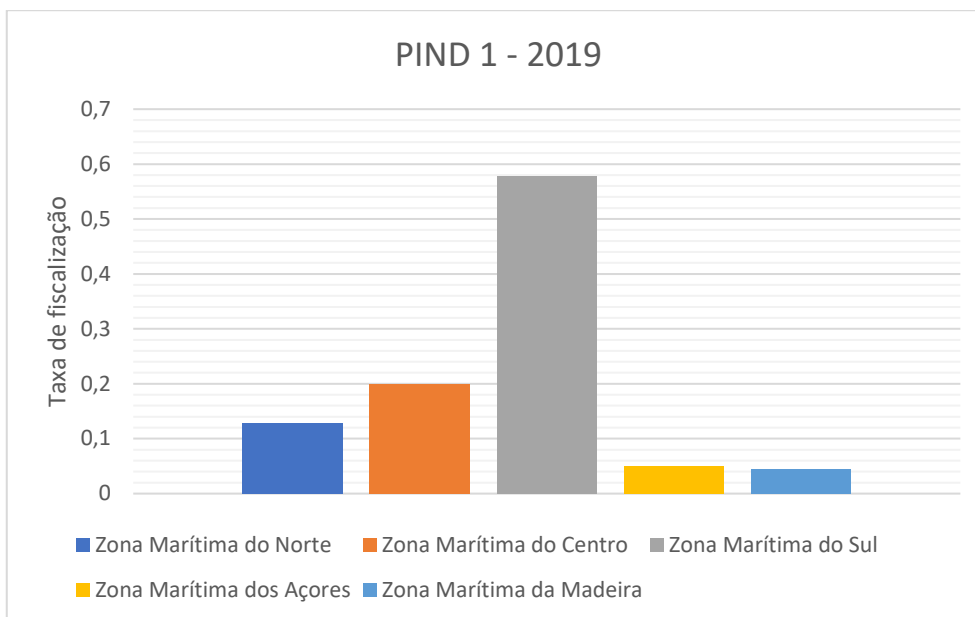


Gráfico 36 - Taxa de fiscalização no ano 2019 - PIND1

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

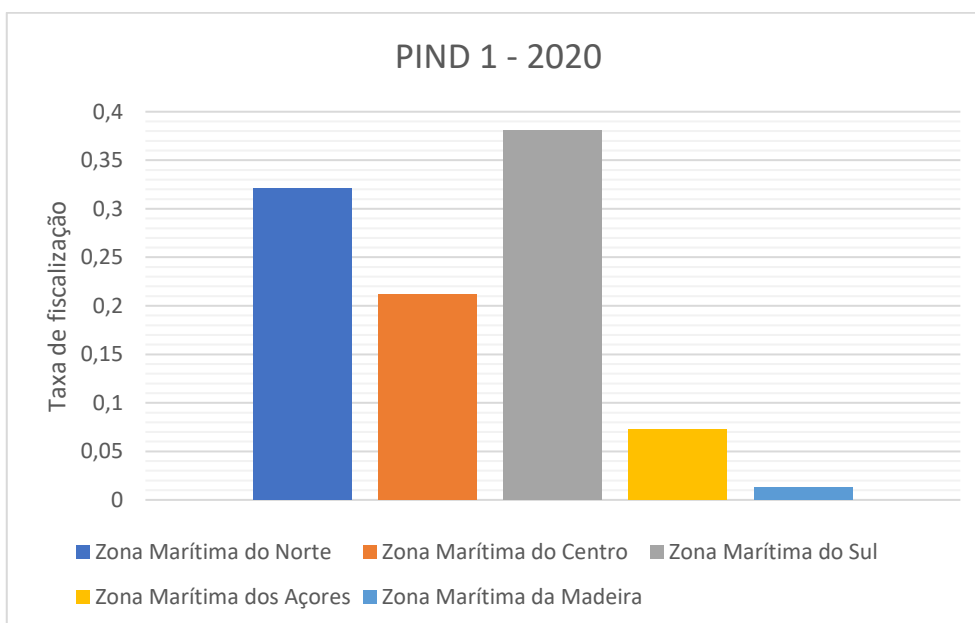


Gráfico 37 - Taxa de fiscalização no ano 2020 - PIND1

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]



Apêndice P - Dados e resultados da implementação da PIND4

	Ano	Nº de Infrações	Nº Total de Fiscalizações	Taxa de Eficácia da Atividade de Fiscalização
Zona Marítima do Norte	2015	108	418	0,258373206
	2016	148	628	0,23566879
	2017	93	448	0,207589286
	2018	23	421	0,054631829
	2019	12	248	0,048387097
	2020	18	418	0,043062201

	Ano	Nº de Infrações	Nº Total de Fiscalizações	Taxa de Eficácia da Atividade de Fiscalização
Zona Marítima do Centro	2015	183	609	0,300492611
	2016	83	479	0,173277662
	2017	31	461	0,067245119
	2018	16	177	0,09039548
	2019	41	386	0,106217617
	2020	31	276	0,112318841

	Ano	Nº de Infrações	Nº Total de Fiscalizações	Taxa de Eficácia da Atividade de Fiscalização
Zona Marítima do Sul	2015	303	1258	0,240858506
	2016	173	1069	0,161833489
	2017	86	896	0,095982143
	2018	119	1077	0,110492108
	2019	96	1121	0,085637823
	2020	65	495	0,131313131

	Ano	Nº de Infrações	Nº Total de Fiscalizações	Taxa de Eficácia da Atividade de Fiscalização
Zona Marítima dos Açores	2015	57	128	0,4453125
	2016	29	80	0,3625
	2017	26	103	0,252427184
	2018	20	55	0,363636364
	2019	56	96	0,583333333
	2020	18	94	0,191489362



	Ano	Nº de Infrações	Nº Total de Fiscalizações	Taxa de Eficácia da Atividade de Fiscalização
Zona Marítima da Madeira	2015	75	153	0,490196078
	2016	48	106	0,452830189
	2017	28	129	0,217054264
	2018	9	51	0,176470588
	2019	26	87	0,298850575
	2020	4	17	0,235294118

Tabela 23 - Dados a implementar na PIND4

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

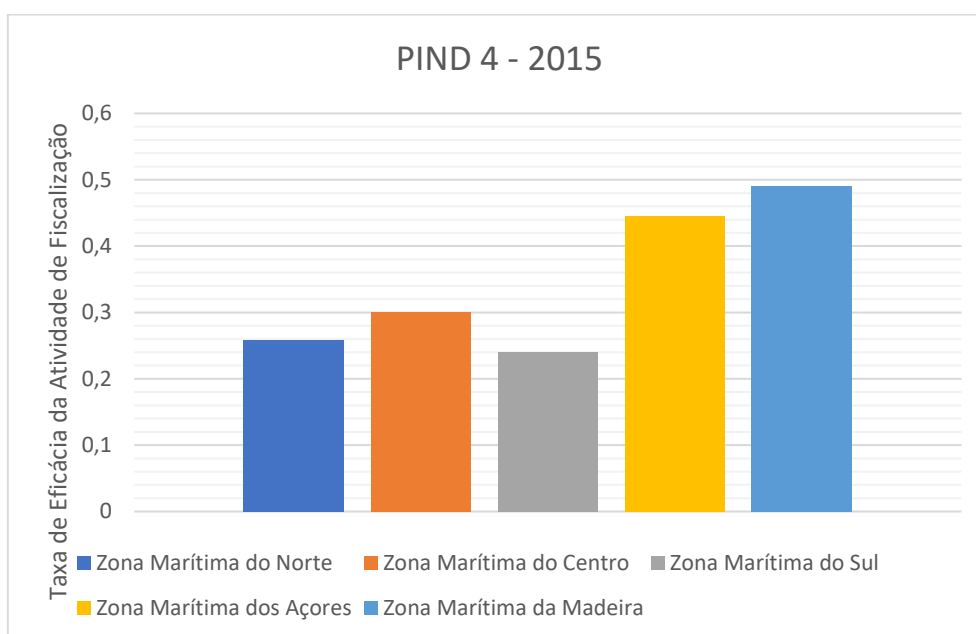


Gráfico 38 - Taxa de eficácia no ano 2015 - PIND4

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

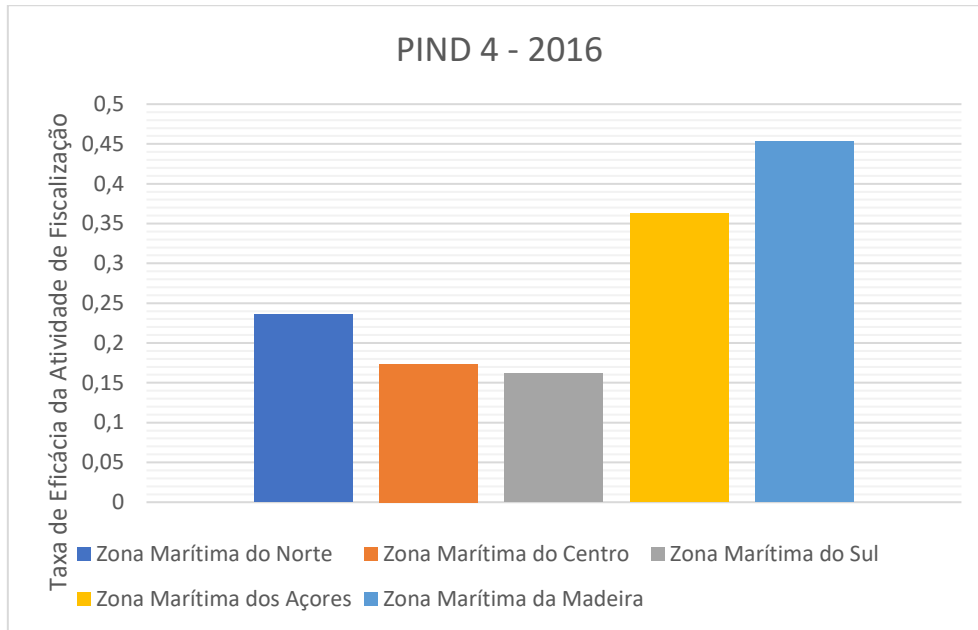


Gráfico 39 - Taxa de eficácia no ano 2016 - PIND4

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

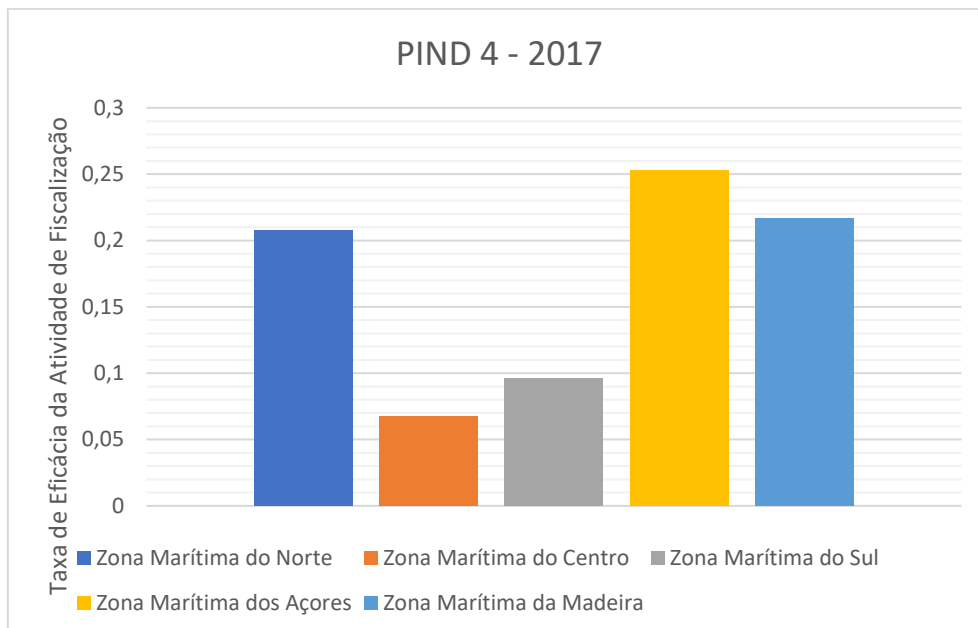


Gráfico 40 - Taxa de eficácia no ano 2017 - PIND4

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

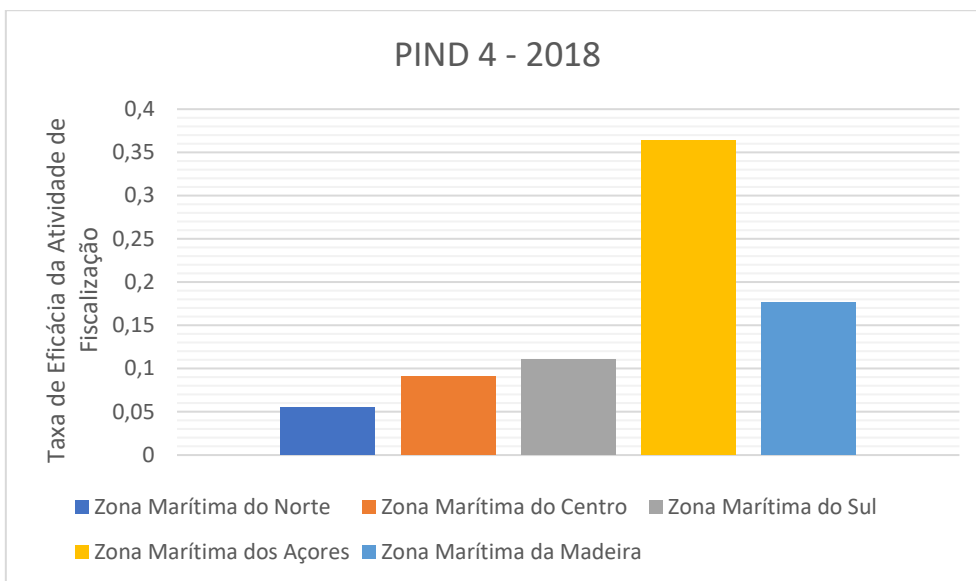


Gráfico 41 - Taxa de eficácia no ano 2018 - PIND4

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

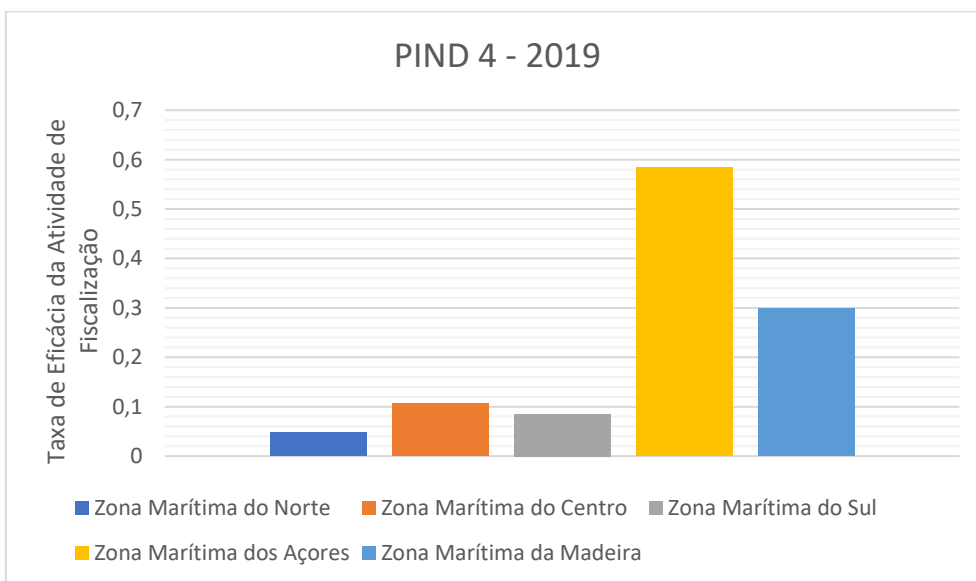


Gráfico 42 - Taxa de eficácia no ano 2019 - PIND4

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]

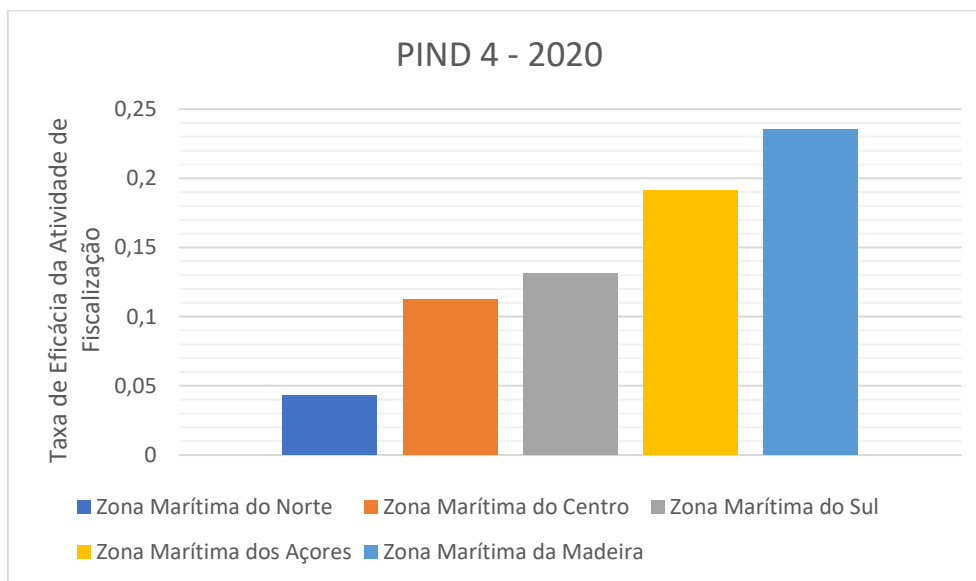


Gráfico 43 - Taxa de eficácia no ano 2020 - PIND4

[Fonte: Elaborado pelo autor. Origem dos dados: Anuários Estatísticos da Marinha]



ANEXOS



Anexo A - Tipos de infrações

Código	Tipos de infração
I	Diário de pesca inexistente.
II	Diário de pesca preenchido incorretamente.
III	Artes proibidas.
IV	Pesca em zona proibida ou interdita.
V	Pesca proibida por potência motora ou arqueação excessiva.
VI	Capturas indevidas por pesca direta.
VII	Capturas indevidas por captura acessória.
VIII	Capturas indevidas por pescado de tamanho inferior ao mínimo legal.
IX	Atividade exercida sem licença ou autorização.
X	Sinalização e/ou identificação indevidas das artes de pesca.
XI	Sinalização e/ou identificação indevidas das embarcações.
XII	Diversos – certificados inválidos.
XIII	Inscrição marítima inexistente/inválida
XIV	Diversos: outros (ex: falta de documentos a bordo, falta de pirotécnicos, extintores caducados, etc.)

Tabela 24 - Tipos de Infrações

[Fonte: IONAV 001, 2020]



Anexo B – Tipos de infrações às regras da PCP

Código	Tipo de infração
A1	Obstrução ao trabalho dos inspetores de pesca no exercício das suas funções de observação do respeito das regras comunitárias aplicáveis.
A2	Falsificação, dissimulação, destruição ou adulteração de elementos de prova que possam ser utilizados no âmbito de um inquérito ou de um processo judiciário.
B1	Obstrução ao trabalho dos observadores no exercício das suas funções, previstas no direito comunitário, de observação do cumprimento, de observação do cumprimento das regras comunitárias aplicáveis.
C1	Exercício da pesca sem licença de pesca, autorização de pesca ou qualquer outra autorização necessária para a atividade de pesca, emitida pelo estado membro de pavilhão ou pela comissão.
C2	Exercício da pesca mediante um dos documentos acima mencionados cujo conteúdo tenha sido falsificado.
C3	Falsificação, supressão ou dissimulação das marcas de identificação do navio de pesca.
D1	Utilização ou transporte a bordo de artes de pesca em zonas de pesca onde a sua utilização seja proibida.
D2	Utilização de métodos de pesca proibidos.
D3	Não amarração ou estiva das artes de pesca em zonas de pesca onde a sua utilização seja proibida.
D4	Pesca dirigida ou transporte a bordo de uma espécie cuja população esteja sujeita a uma proibição temporária ou cuja pesca seja proibida.
D5	Pesca não autorizada numa zona determinada e/ou durante período específico.
D6	Incumprimento das regras relativas às dimensões mínimas do pescado.
D7	Incumprimento das regras e dos processos que regulam os transbordos e as operações de pesca que impliquem a ação conjunta de dois ou vários navios.
E1	Falsificação ou ausência de registo de dados em diários de bordo, declarações de desembarque, notas de venda, declarações de tomada de cargo e documentos de transporte, ou não conservação ou apresentação desses documentos.
E2	Ingerência no sistema de controlo de navios por satélite.
E3	Incumprimento voluntário das regras comunitárias que regulam a comunicação à distância das deslocações dos navios de pesca, bem como dos dados relativos aos produtos da pesca mantidos a bordo.
E4	Incumprimento das regras de controlo aplicáveis, por parte do comandante do navio de pesca de um país terceiro ou seu representante em operações de pesca em águas comunitárias

Tabela 25 - Tipos de comportamentos que infringem gravemente as regras de política comum das pescas

[Fonte: IONAV 001, 2020]



Anexo C - Intervalo de transmissão de informações dinâmicas

Condições de Navegação	Intervalo de difusão de mensagem
Navio fundeado ou atracado	3 minutos
Navio com velocidade entre 0 – 14 nós	12 segundos
Navio com velocidade entre 0 – 14 nós com alterações de rumo	4 segundos
Navio com velocidade entre 14 – 23 nós	6 segundos
Navio com velocidade entre 14 – 23 nós com alterações de rumo	2 segundos
Navio com velocidade maior que 23 nós	3 segundos
Navio com velocidade maior que 23 nós com alterações de rumo	2 segundos

Tabela 26 - Intervalo de transmissão de informações dinâmicas

[Fonte: IMO, 2002]



Anexo D - Lista das mensagens difundidas pelo AIS

Identificadores das Mensagens	Tipo de mensagem
1	Scheduled position report (Class A shipborne mobile equipment)
2	Position reportAIS Message
3	Position reportAIS Message
4	Base station reportAIS Message
5	Static and voyage related dataAIS Message
6	Binary addressed messageAIS Message
7	Binary acknowledgementAIS Message
8	Binary broadcast messageAIS Message
9	Standard SAR aircraft position reportAIS Message
10	UTC/date inquiryAIS Message
11	UTC/date responseAIS Message
12	Addressed safety related messageAIS Message
13	Safety related acknowledgementAIS Message
14	Safety related broadcast messageAIS Message
15	InterrogationAIS Message
16	Assignment mode commandAIS Message
17	DGNSS broadcast binary messageAIS Message
18	Standard Class B equipment position reportAIS Message
19	Extended Class B equipment position reportAIS Message
20	Data link management messageAIS Message
21	Aids-to-Navigation reportAIS Message
22	Channel managementAIS Message
23	Group assignment commandAIS Message
24	Static data reportAIS Message
25	Single slot binary messageAIS Message
26	Multiple slot binary message with Communications StateAIS Message
27	Position report for long range applications

Tabela 27 - Lista das 27 mensagens difundidas pelo AIS

[Fonte: (International Telecommunication Union, 2014)]



Anexo E - Formato do comunicado FISCREP

CO (1)	IP (2)	TÍTULO	OBSERVAÇÕES (3)
M	MSGID	Identificador de Mensagem	FISCREP/ Unidade Naval /N.º de ordem anual do comunicado /GDH da inspeção//
C	REF	Referência	Identificador do documento/ Original/ GDH/ Mês/ N.º sequencial/ SIC//
M	IDEMB	Identificador da Embarcação	Tipo de embarcação (tabela 1 Anexo D) / Subtipo (tabela 2-A, 2-B, 2-C e 2-D, do Anexo D) / Matrícula ou registo/ Nome/ Nacionalidade (Anexo A)//
M	AREA	Posição Inspeção / Área	Posição Geográfica/ Área (apenas para embarcações de pesca – Tabela 4 Anexo D)//
M	RES	Resultado	LEGAL OU PRESUMÍVEL INFRATORA
C	ATIV	Tipo de Atividade	Referir a atividade em que a embarcação está empenhada (Tabela 5 Anexo D) / Arte de pesca em uso (para embarcações de pesca – Tabela 3 Anexo D) / Classe de malhagem (para embarcações de pesca, caso aplicável)//
C	LAW	Presumíveis Infrações	N.º sequencial (mesmo que seja apenas uma infração) / Código da infração (Tabela 7 Anexo D) / Código de comportamento grave (Tabela 6 Anexo D, para embarcações de pesca caso aplicável) / Presumível infração por extenso//
C	FISH	Capturas de Pescado	Registo de todas as capturas existentes a bordo da seguinte forma: N.º sequencial (mesmo que seja apenas uma linha)/ Quantidade (em kg) – Espécie (Tabela 8 Anexo D; esta coluna repete-se tantas vezes quantas as necessárias)/ N.º da página do diário de pesca do dia (quando aplicável)/ Arte de pesca utilizada (Tabela 3 Anexo D)/ Classe de malhagem utilizada (caso aplicável)//
M	ENVCON	Condições Ambientais	Condições de tempo/ Direção e do vento/ Estado do Mar/ Altura e direção da ondulação/ Visibilidade//
M	DIV	Diversos	Nome do mestre ou patrão da embarcação/ N.º e emissão da cédula ou carta de recreio/ N.º contribuinte (se Presumível Infrator) / Morada (se Presumível Infrator)//
C	RMKS	Observações	Ação tomada (embarcação apresada, mandada seguir para o porto de ..., artes ou pescado selados e/ou cautelarmente apreendidos, auto de notícia a ser enviado à Capitania do Porto de ..., etc.); Informação complementar como o N.º dos selos utilizados e a sua localização, etc.



Notas:

- 1- CO – Critério de Obrigatoriedade (M- Mandatório; C- Condicional; O- Opcional)
- 2- IP – Identificador de Parágrafo
- 3- Observações – Tabelas e Anexos:
 - Anexo A – Códigos Designadores de Bandeira e Entidades Geográficas
 - Anexo D – Tabelas Relativas à Fiscalização das Atividades de Pesca
 - Tabela 1 – Tipos de Navios e Embarcações
 - Tabela 2A – Subtipos de Embarcações de Pesca
 - Tabela 2B – Subtipos de Embarcações de Recreio
 - Tabela 2C – Subtipos de embarcações marítimo-turísticas
 - Tabela 2D – Subtipos de Artes Caladas (Alagem)
 - Tabela 3 – Das Artes de Pesca (Código SIFICAP)
 - Tabela 4 – Das Áreas / Águas de Pesca
 - Tabela 5 – Das Atividades
 - Tabela 6 – Tipos de Comportamentos que Infringem Gravemente as Regras de Política Comum das Pescas
 - Tabela 7 – Dos Tipos de Códigos de Infração
 - Tabela 8 – Das Espécies de Pescado (Código FAO/SIFICAP)

Tabela 28 - Formato do comunicado FISCREP

[Fonte: IONAV 001, 2020]