

# RELATÓRIOS DE CAMPANHA

**CAMPANHA DE RASTREIO ACÚSTICO  
“PELAGO-2020”  
SÉRIE PNAB/DCF – PELAGO (Primavera)**



**Pedro Amorim, Maria Manuel Angélico, Pablo Carrera, Diana Feijó,  
Elisabete Henriques, Nuno Oliveira, João Pastor, Dina Silva, Ana Moreno**



**Edição**  
IPMA  
Rua C – Aeroporto de Lisboa  
1749-007 LISBOA  
Portugal

**Edição Digital**  
Conceição Almeida

**Capa**  
Anabela Farinha / Conceição Almeida

Disponíveis no sítio web do IPMA  
<http://ipma.pt/pt/publicacoes/index.jsp>

Todos os direitos reservados

### **Referência Bibliográfica**

Pedro Amorim, Maria Manuel Angélico, Pablo Carrera, Diana Feijó, Elisabete Henriques, Nuno Oliveira, João Pastor, Dina Silva, Ana Moreno. 2020. Relatório da Campanha de Rastreo Acústico “PELAGO - 2020” Série PNAB/DCF – PELAGO (Primavera). *Relatórios de Campanha*, 48p. (<http://ipma.pt>)



# RELATÓRIO DE CAMPANHA

## CAMPANHA DE RASTREIO ACÚSTICO "PELAGO - 2020" SÉRIE PNAB/DCF – PELAGO (PRIMAVERA)

## Índice

Índice.....	3
Resumo.....	5
1. Introdução .....	7
1.1. Informações gerais .....	7
1.2. Enquadramento e objetivos .....	8
2. Metodologia .....	8
2.1. Acústica e Pesca .....	8
2.2. Hidrografia e plâncton.....	12
2.3. Censos de mamíferos e aves .....	12
3. Resultados .....	13
3.1. Condições Oceanográficas .....	13
3.2. Distribuição e abundância das espécies pelágicas .....	14
3.2.1. Comunidade Pelágica .....	14
3.2.2. Sardinha ( <i>Sardina pilchardus</i> ) .....	16
3.2.2 - Biqueirão ( <i>Engraulis encrasicolus</i> ) .....	22
3.2.3 - Cavala ( <i>Scomber colias</i> ) .....	29
3.3. Distribuição de Plâncton, Ovos e Larvas de peixe.....	32
3.3.1. Distribuição de Abundâncias de Ovos de sardinha.....	32
3.3.2 - Distribuição de Abundâncias de Ovos de Biqueirão .....	34
3.3.3 - Distribuição de Abundâncias de Larvas de Peixes .....	36
3.3.4 - Distribuição de biomassa de mesozooplâncton .....	36
3.4. Censos de mamíferos e aves .....	38
Anexo 1 – Metodologia geral das campanhas da série PNAB/DCF - PELAGO .....	40
A.1. Rastreamento Acústico .....	40
A.2. Pescas e amostragem .....	44
A.3. Plâncton e Ambiente .....	44
A.4. Referências Bibliográficas .....	46
Anexo 2 – Acompanhamento do Setor da Pesca na Pelago20 .....	47



## Resumo

A campanha PELAGO20 foi realizada a bordo do Navio de Investigação Miguel Oliver, entre o dia 04 e o dia 25 de março de 2020, num total de 21 dias de trabalho. Nesta campanha foram rastreadas cerca de 1118 milhas náuticas (71 radiais), cobrindo a plataforma continental de Portugal e a Baía de Cádiz, em Espanha, tendo sido realizados 26 lances de pesca pelágica. Foram ainda realizadas 25 operações de pesca complementares com embarcações contratadas. O objetivo da campanha PELAGO20 foi determinar a distribuição espacial da sardinha, biqueirão e cavala, e estimar a sua abundância e biomassa, assim como avaliar a estrutura da comunidade de peixes pelágicos, a distribuição e abundância de ovos e larvas, o censo de aves e mamíferos e a caracterização das condições ambientais na plataforma continental portuguesa e Baía de Cádiz.

A biomassa total de sardinha estimada foi de 395 mil toneladas, representando um aumento significativo de cerca de 153% em relação à campanha PELAGO19 (156 mil toneladas), correspondendo em termos de abundância ao total de 18 939 milhões de sardinhas, número que representa um aumento de cerca de 316 % em relação à campanha homóloga do ano anterior (4 549 milhões de sardinhas). Este aumento significativo resultou essencialmente do elevado recrutamento em 2019, representado por uma biomassa de 258 mil toneladas de sardinhas de idade 1. A biomassa total de biqueirão estimada foi de 100 mil toneladas, representando um aumento significativo de cerca de 194,1% em relação à campanha PELAGO19 (34 mil toneladas), correspondendo a uma abundância de 8 791 milhões de indivíduos, número que representa um aumento de 141,9%, em relação à campanha homóloga do ano anterior (3 634 milhões de indivíduos). Tal como na sardinha, o grande aumento verificado deveu-se essencialmente à elevada abundância de indivíduos de idade 1 provenientes do recrutamento de 2019. A biomassa total de cavala estimada foi de 31,5 mil toneladas, correspondendo a 325 milhões de indivíduos. As outras espécies pelágicas com frequência de ocorrência relevante nas estações de pesca pelágica foram a sarda (64%) e o carapau (48%). A estrutura da comunidade pelágica evidenciou diferenças geográficas relevantes.

A campanha PELAGO20 iniciou-se aproximadamente um mês antes do normalmente previsto

e isso refletiu-se nas condições oceanográficas, nomeadamente na temperatura de superfície (SST) observada, sendo essa consideravelmente mais baixa do que em anos anteriores, em toda a extensão da área amostrada, mas particularmente perceptível na costa sul. A SST na costa Sul variou entre os 15,5°C e os 17,0°C e na costa Oeste entre os 13,5°C e os 15,5 °C. Em 2020 a abundância de ovos de sardinha aumentou 24% em relação ao ano de 2019 tendo sido esse aumento observado principalmente no Sul e no Sudoeste. Ao largo da costa noroeste, onde foram detetadas sardinhas jovens (imaturas ou em primeira maturação) os ovos da espécie foram pouco abundantes. Embora no global se tenha vindo a verificar uma tendência crescente na densidade de ovos de sardinha, o mesmo não se observou para os ovos de biqueirão, cujas abundâncias têm vindo a sofrer um notável declínio, em particular no noroeste, desde o extraordinário pico observado em 2018.

Foram observadas 21 espécies de aves marinhas registando-se maior densidade na costa noroeste entre o Porto e Aveiro. O alcatraz (*Morus bassanus*) foi observado em toda a área em densidade e número superior ao estimado em 2019. Foram observadas apenas duas espécies de mamíferos marinhos, a maioria das observações foram do golfinho comum (*Delphinus delphis*) e principalmente na costa sul de Portugal. A densidade geral de aves e de mamíferos marinhos foram menores do que na PELAGO19, no entanto, os números observados foram maiores.

## 1. Introdução

### 1.1. Informações gerais

**Designação da Campanha:** PELAGO20

**Financiamento:** PNAB/EU- DCF

**Navio:** NI Miguel Oliver (Governo Espanhol) - 70m de comprimento, 2x1000 kW diesel-elétrico

**Período da Campanha:** de 04 a 25 de março de 2020

**Dias de trabalho no mar:** 21

**Interrupções:** 3 dias (11 e 12/março - calibração e logística, 16/março - mar adverso)

**Área coberta:** Caminha - Cabo Trafalgar

**Radiais de rastreio acústico:** 71

**Milhas rastreadas:** 1118 nm

**Estações de Pescas:** 26 arrastos pelágicos (AP) e 25 lances de cerco (CER) efetuados por cercadoras comerciais

**Amostras CUFES:** 429

**Outras amostras de plâncton:** 11 transetos: 44 amostras BONGO Ø60 e 18 amostras NEUSTON

**Estações CTFD:** 58

**TSF superfície:** Caminha - Cabo Trafalgar

**Participantes na campanha:**

**1ª Parte (04 a 11 de março):** Pedro Amorim (Chefe Campanha), Delfina Morais, Adelaide Resende, Inês Dias, Jorge Barra, Maria Manuel Angélico, Paulo Oliveira, Pedro da Conceição, Pedro Fonseca, Sara Carvalho (Observador SPEA), Pablo Carrera (IEO - Instituto Español de Oceanografía)



**2ª Parte (11 a 25 de março):** Ana Moreno (Chefe Campanha), Ana Luísa Ferreira, Diana Feijó, Dina Silva, Emanuel Pombal, Hugo Mendes, João Pastor, Jorge Barra, Pedro Amorim, Pedro da Conceição, Sara Carvalho (Observador SPEA)



**Pós processamento dados/laboratorial:** Ana Moreno, Diana Feijó, Elisabete Henriques, João Pastor, Lurdes Dias, Maria Manuel Angélico, Pablo Carrera, Pedro Amorim

## 1.2. Enquadramento e objetivos

As campanhas acústicas da série PELAGO (1995-2020), financiados por programas nacionais e pelo EU-DCF, são coordenados com as campanhas acústicas de primavera da Espanha e França e os seus resultados discutidos no ICES - WGACEGG (Working Group on Acoustics and Egg Surveys for small pelagic fish in NE Atlantic). As campanhas PELAGO são realizadas anualmente durante a primavera, cobrindo as águas da plataforma continental de Portugal e da Baía de Cádiz. Os principais objetivos destas campanhas PELAGO incluem a monitorização da distribuição da abundância e biomassa e o estudo de diversos parâmetros biológicos da sardinha (*Sardina pilchardus*), biqueirão (*Engraulis encrasicolus*), cavala (*Scomber colias*), sarda (*Scomber scombrus*), carapau-branco (*Trachurus trachurus*) e outros pequenos peixes pelágicos. Estas campanhas incluem também a monitorização de ovos e larvas de peixes e a observação de aves e mamíferos marinhos ao longo dos transectos acústicos e ainda a caracterização física, química e biológica do ecossistema pelágico.

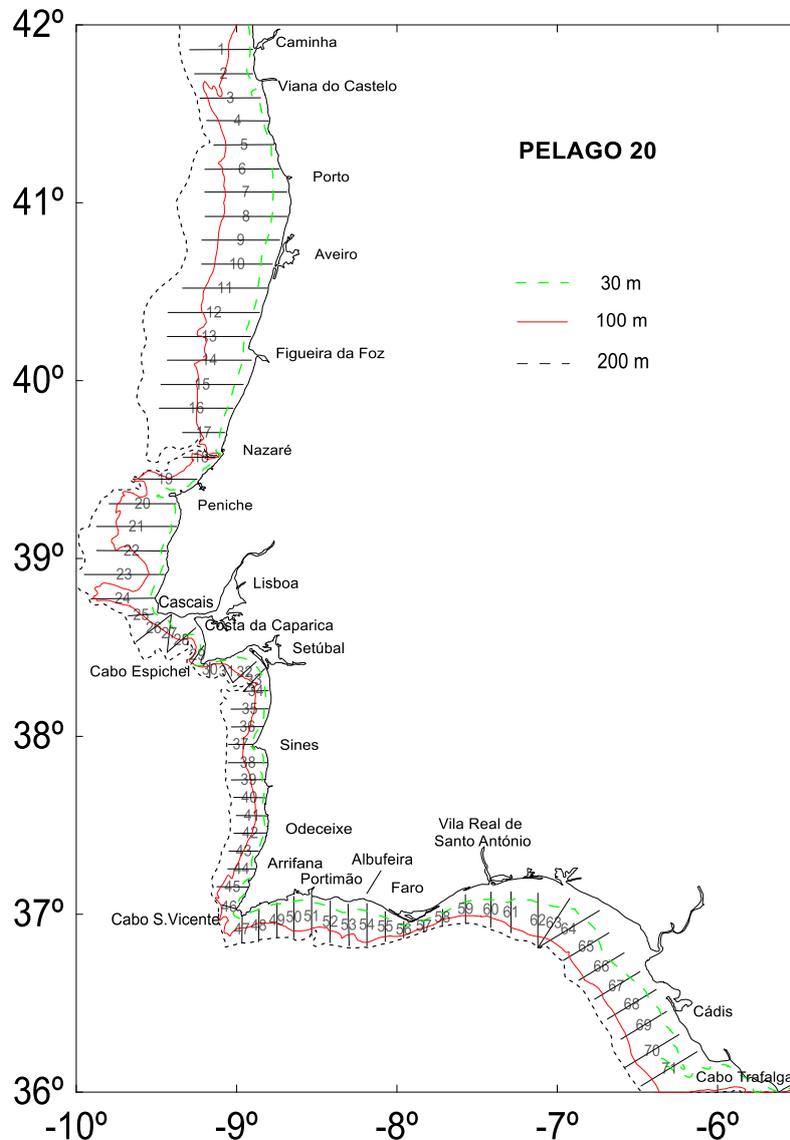
## 2. Metodologia

A metodologia geral das campanhas da série PNAB/DCF - PELAGO encontra-se descrita no anexo 1. A campanha PELAGO20 foi realizada a bordo do Navio de Investigação Miguel Oliver, entre o dia 04 e o dia 25 de março de 2020, num total de 21 dias de trabalho, tendo estado interrompida durante 3 dias, 2 dos quais por motivos logísticos e para realização da calibração da sonda EK60 e 1 dia devido a mar adverso.

### 2.1. Acústica e Pesca

Nesta campanha foram rastreadas cerca de 1118 milhas náuticas (71 radiais) com a ecosonda científica Simrad EK60 (18-38-70-120-200 kHz), cobrindo a plataforma continental de Portugal e a Baía de Cádiz, em Espanha (Figura 1). A velocidade média do rastreio acústico foi de 10 nós. O rastreio acústico foi realizado do nascer ao pôr do sol devido à falta de visibilidade noturna sobre as artes de pesca estáticas instaladas essencialmente nas zonas mais costeiras, devido à alteração da morfologia dos cardumes durante a noite, dificultando o escrutínio dos

ecogramas, e também de acordo com a metodologia standard definida no âmbito do ICES para as campanhas congéneres (IEO, AZTI, IFREMER, CEFAS).



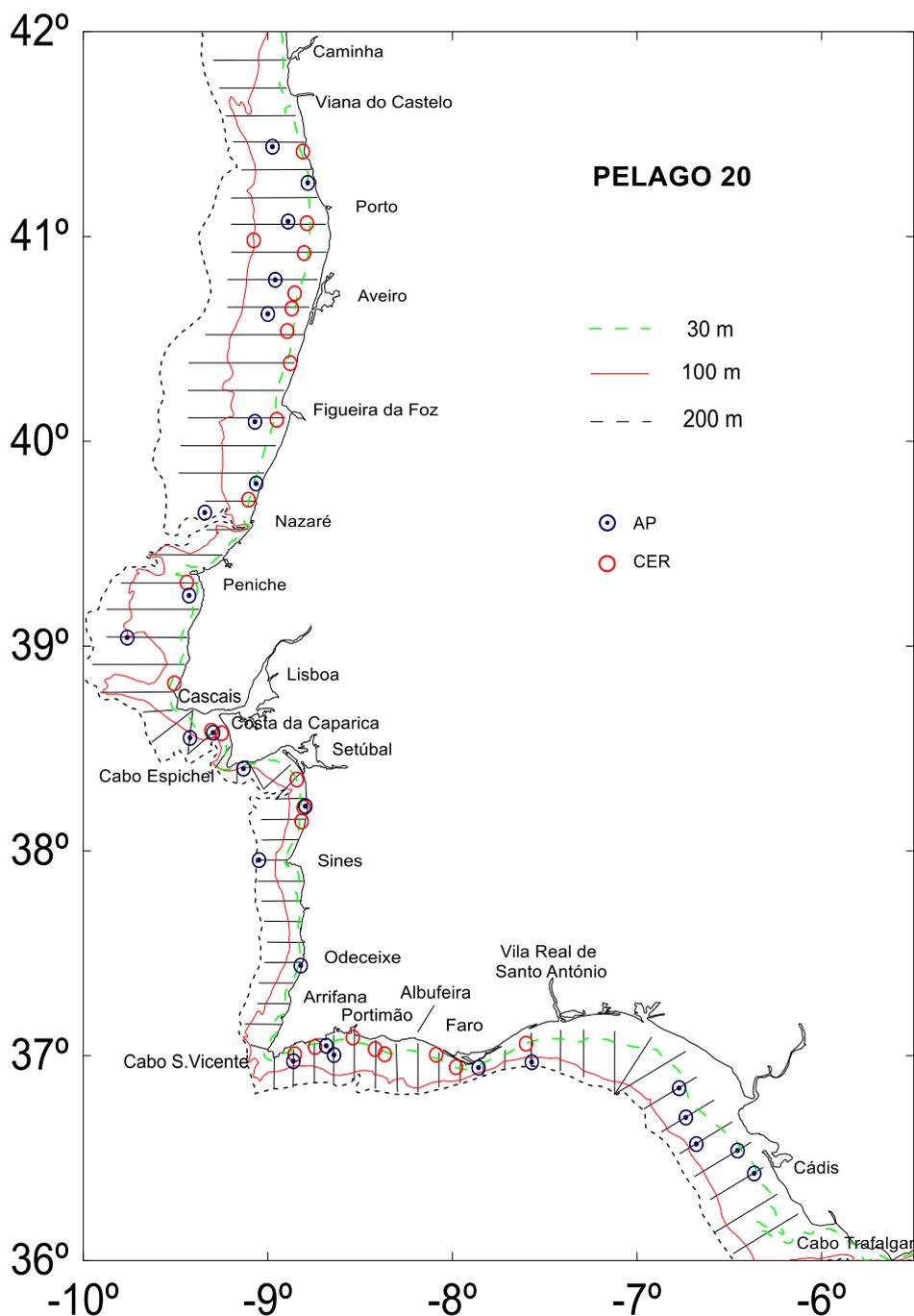
**Figura 1 – PELAGO20: Transetos acústicos realizados**

A eco-integração do sinal acústico foi realizada com a frequência de 38 kHz, enquanto que as restantes frequências foram usadas para auxiliar no processo de análise dos ecogramas. Os dados acústicos foram registados no software ER60 e para a integração da energia acústica foi usado o software MOVIES+ (Weill et al., 1993). A calibração foi efetuada no dia 12 de março, na

Baía de Pontevedra. Para calibrar o transdutor de 18 kHz foi usada uma esfera de cobre de 63mm, enquanto que para as restantes frequências (38, 70, 120 e 200 kHz) foi utilizada uma esfera de tungsténio de 38.1 mm com cobalto a 6%. Antes do início da calibração foi efetuado um perfil Temperatura/Salinidade para calcular o perfil da velocidade do som na água.

Para recolha dos dados biológicos, foram realizados a bordo do NI Miguel Oliver um total de 26 arrastos pelágicos (AP), dos quais 25 foram considerados válidos. À semelhança de anos anteriores, de modo a auxiliar as atividades de pesca do Navio de Investigação, nomeadamente em zonas mais costeiras, foram contratadas 3 cercadoras para trabalharem conjuntamente na amostragem e validação de alvos acústicos, através da realização de lances de cerco. As operações das cercadoras foram coordenadas e realizadas por indicação da equipa científica a bordo do NI Miguel Oliver. Devido à pandemia do vírus COVID-19 apenas foi possível a presença de um observador do IPMA a bordo das cercadoras na zona sul. As operações de pesca seguiram a seguinte metodologia: pesca por cerco sem enxugar totalmente a rede permitindo retirar uma amostra aleatória da captura arrastando um xalavar desde o fundo da rede de cerco até à superfície ao longo do saco da copejada da rede. Destombar da rede para libertar o peixe vivo no mar. Na costa sul foi realizada a bordo a triagem e pesagem por espécie de cerca de meio xalavar (saco de rede),  $\approx 20$  kg (+/- 1 cabaz) e medição de uma sub-amostra de cerca de 100 peixes. Na costa ocidental, as amostras de um xalavar por lance foram enviadas para bordo do NI Miguel Oliver ou entregue nas instalações do IPMA para posterior amostragem.

As operações de pesca foram usadas para dividir a energia acústica por espécie e por comprimento dentro de cada espécie. A amostragem biológica de sardinha, biqueirão, carapau-branco, cavala e sarda foi realizada em cada lance de pesca. Os dados de idade foram usados para a produção de chaves de comprimento de idade. Os locais de pesca foram determinados de acordo com as observações dos ecogramas. Foram utilizadas 2 redes de arrasto pelágico (Pelagic and Gloria 352) com aberturas verticais entre 16 e 22 m. Devido à presença de artes de pesca comerciais fixas ou de fundos irregulares e rochosos, não foi possível efetuar lances de pesca em alguns locais. Na figura 2 podem ser visualizados os locais dos lances de pesca efetuados pelo NI Miguel Oliver e pelas 3 traineiras contratadas.



**Figura 2 - Localização das estações de pesca efetuadas durante a campanha PELAGO20 (AP=pesca com arrasto pelágico, CER=pesca com arte de cerco)**

As estimativas de biomassa e abundância da sardinha, biqueirão e cavala foi realizada por zonas: Ocidental Norte - OCN (Caminha a Nazaré), Ocidental Sul - OCS (Nazaré ao Cabo S.

Vicente), Algarve - ALG (Cabo S. Vicente a VR Santo António) e Baía de Cádiz - CAD (VR Santo António ao Cabo Trafalgar).

## 2.2. Hidrografia e plâncton

Durante o dia, ao longo dos transetos de rastreio acústico, foi efetuada amostragem de plâncton superficial (~ 3-5m) através do sistema CUFES (Continuous Underway Fish Egg Sampler) para avaliar a distribuição e abundância de ovos e larvas de peixe, em particular sardinha, biqueirão, e outras espécies pelágicas (nota: foi utilizado o sistema do NI Miguel Oliver). As amostras CUFES foram obtidas continuamente a partir de água bombeada a cerca de 5m de profundidade e recolhidas a cada 3 milhas náuticas. Simultaneamente, foram efetuados registos contínuos para distribuição de temperatura, salinidade e fluorescência através dos sensores de registo contínuo instalados no navio. Durante o período da noite foram realizadas colheitas de plâncton por arrasto oblíquo com a rede de BONGO60 (malhagens: 200 e 500 $\mu$ m) nos 60m superiores da coluna de água e por arrasto da superfície horizontal da coluna de água com rede Neuston (abertura de boca de 40 cm x 80 cm, malhagem 200  $\mu$ m), com o objetivo de caracterização das comunidades de zooplâncton, estudos de dietas de pequenos peixes pelágicos e das teias tróficas. Nas estações de amostragem de plâncton foram também efetuados perfis de temperatura, salinidade e fluorescência (clorofila) com CTD (SBE19plus, SBE25) para caracterização da estrutura termohalina da coluna de água e determinação da distribuição vertical de clorofila<sub>a</sub>.

## 2.3. Censos de mamíferos e aves

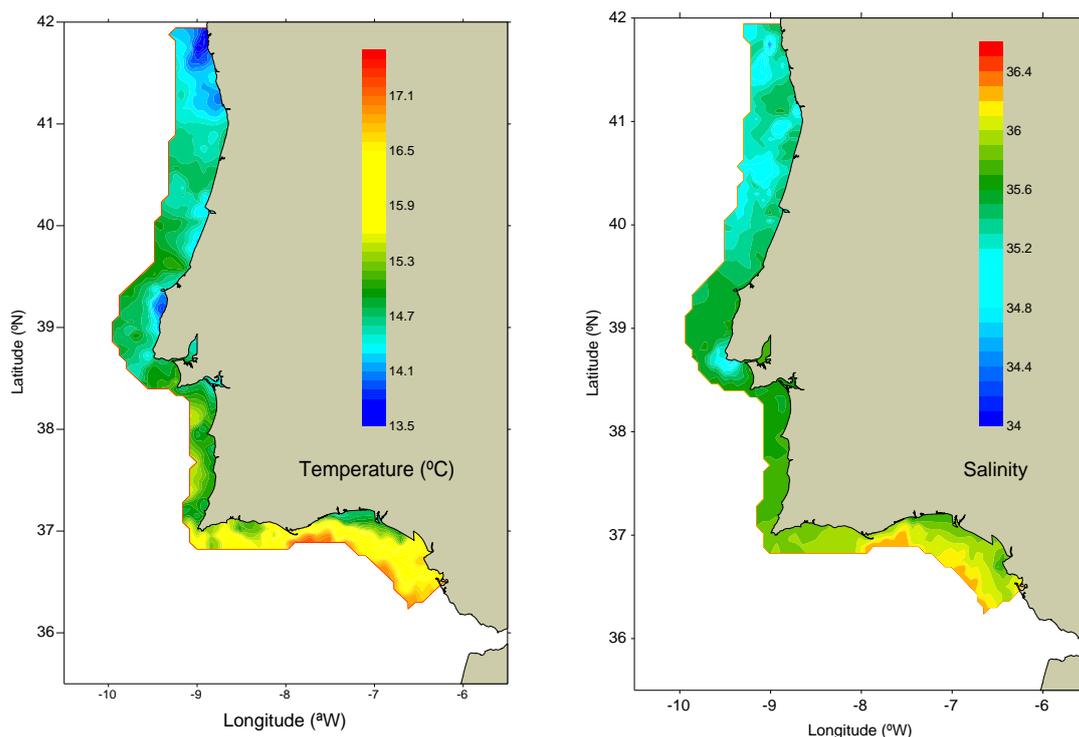
Os censos de mamíferos e aves marinhas foram realizados com base na metodologia ESAS (European Seabirds At Sea; Tasker et al. 1984) no período entre 5 e 24 de março de 2020. Todas as aves em contacto com a água, dentro de um transecto com 300 m de largura foram contadas para um dos bordos da embarcação. Todas as aves em voo foram contadas usando o método do "snap-shot". As contagens foram agrupadas em períodos de 5 minutos. Os mamíferos marinhos foram também contados. Todas as observações foram agrupadas numa grelha espacial, com uma quadrícula de tamanho 4x4km (grelha MarPro expandida). As contagens dentro e fora do transecto foram utilizadas para avaliar a distribuição das espécies, mas apenas os indivíduos

contados dentro do transecto foram utilizados para calcular as densidades observadas (apresentadas como n<sup>o</sup> indivíduos km<sup>-2</sup>). As análises incluíram 4 grupos, 1) o alcatraz *Morus bassanus* (a espécie de ave mais comum deste censo), 2) o total de aves (incluindo todas as espécies de aves marinhas), 3) o golfinho-comum *Delphinus delphis* (a espécie de mamífero mais comum deste censo) e 4) o total de mamíferos marinhos.

### 3. Resultados

#### 3.1. Condições Oceanográficas

Em 2020, a campanha PELAGO foi realizada aproximadamente um mês mais cedo do que é habitual por necessidade de ajuste de datas com a disponibilidade do navio NI Miguel Oliver. Por esta razão era expectável que as condições oceanográficas encontradas refletissem uma situação de final de inverno - início de primavera (Figura 3). As temperaturas de superfície do mar (SST- sea surface temperature) observadas foram mais baixas do que em campanhas PELAGO anteriores e particularmente mais baixas do que o usual no Sul (embora bastante semelhantes às registadas em fevereiro durante a campanha DEPM (PT-DEPM20-PIL). Os valores de SST observados foram inferiores em 2020 do que em campanhas PELAGO anteriores, mas os padrões de distribuição geográficos foram os comumente observados. As temperaturas mais elevadas foram registadas na costa Sul (14,5 - 17,0°C), enquanto na costa Oeste os valores foram mais baixos e diminuindo de sul para norte (15,5 - 13,5°C). Na região mais a norte, a norte do rio Douro, os valores de SST observados foram maioritariamente no intervalo 13,5 e 14,0°C. As plumas de baixa salinidade, típicas do período de inverno, nas zonas costeiras junto à foz dos rios, não foram evidentes durante a campanha PELAGO20 provavelmente como consequência do período de Inverno seco observado no sul e oeste da Península Ibérica em janeiro-fevereiro de 2020.



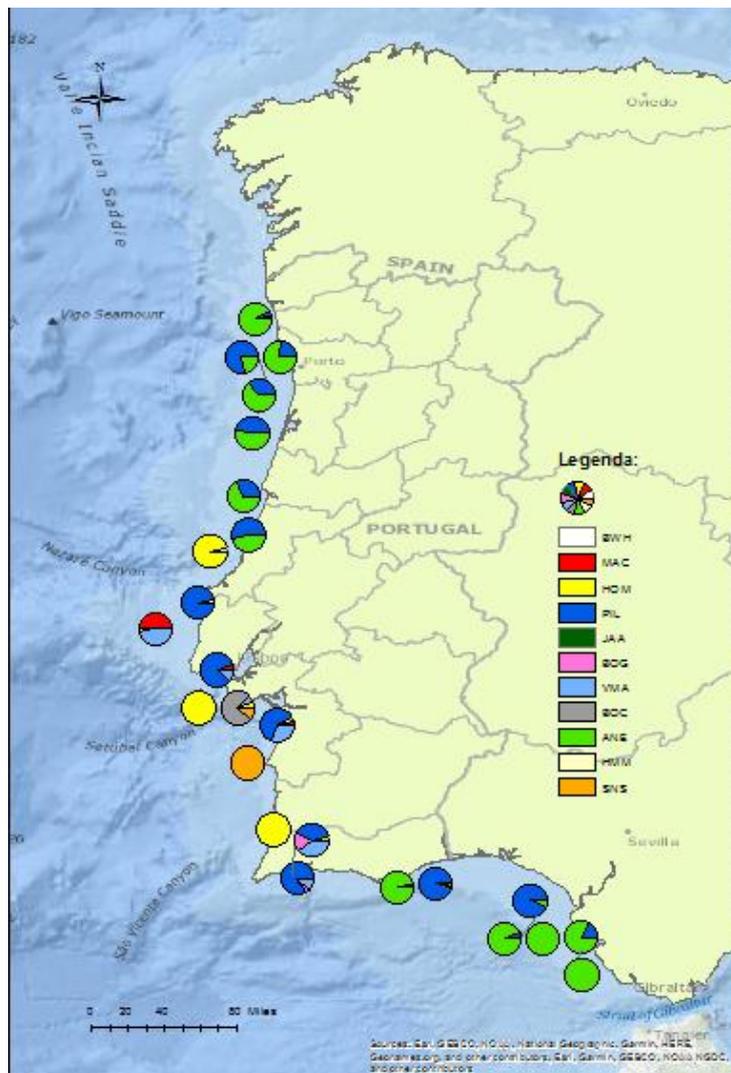
**Figura 3 – Distribuições de temperatura (painel à esquerda) e salinidade (painel à direita) superficiais obtidas através do termosalinómetro de registo contínuo instalado a bordo do NI Miguel Oliver.**

## 3.2. Distribuição e abundância das espécies pelágicas

### 3.2.1. Comunidade Pelágica

As observações acústicas de cardumes de peixe localizaram-se principalmente em 2 zonas: na Baía de Cádiz (radial 61 até 71), influenciadas pelos rios Guadiana e Guadalquivir; e zona OCN entre os rios Douro e Mondego. A maior parte dos cardumes ocorreram aos 40 m de profundidade. Nesta campanha apenas 5% dos cardumes foram observados nas águas mais costeiras (<30 m). A estrutura da comunidade pelágica foi avaliada pela proporção de indivíduos (em número) de cada espécie nas estações de pesca pelágica. A comunidade de peixes pelágicos observada na PELAGO20 incluiu as 11 espécies que geralmente estão presentes na área amostrada: sardinha (*Sardina pilchardus*, PIL), biqueirão (*Engraulis*

*encrasicolus*, ANE), boga (*Boops boops*, BOG), carapau-branco (*Trachurus trachurus*, HOM), sarda (*Scomber scombrus*, MAC), cavala (*Scomber colias*, VMA), apara-lápis (*Macroramphosus* sp., SNS), mini-saia (*Capros aper*, BOC), carapau-negrão (*Trachurus picturatus*, JAA), carapau-mediterrânico (*Trachurus mediterraneus*, HMM) e verdinho (*Micromesistius poutassou*, WHB). (Figura 4).



**Figura 1 - Composição, por espécies, das estações de pesca (em número)**

Das 25 pescas pelágicas válidas, 72% continham sardinha, 64% biqueirão e 60% cavala. As outras espécies pelágicas com uma frequência de ocorrência importante foram a sarda (64%), e o carapau-branco (48%).

A estrutura da comunidade pelágica apresentou algumas diferenças entre zonas geográficas. Na OCN verificou-se essencialmente a predominância de sardinha e biqueirão, normalmente co-ocorrendo nos vários lances, tendo aparecido na parte sul desta zona um lance essencialmente constituído de carapau-branco. A OCS foi a zona com maior biodiversidade, com os lances da parte norte multiespecíficos com predominância de sardinha e uma proporção menor de sarda e cavala; na parte centro com lances também multiespecíficos com sardinha, cavala, mini-saia e um lance monoespecífico de carapau branco. Na parte sul, os lances foram monoespecíficos de apára-lápis ou de carapau. No ALG, de Faro para oeste os lances foram constituídos por sardinha, cavala e boga e, de Faro para este praticamente monoespecíficos de sardinha ou de biqueirão. Em CAD, verificou-se a predominância de sardinha na parte oeste e de biqueirão na parte leste.

### 3.2.2. Sardinha (*Sardina pilchardus*)

A distribuição espacial da sardinha, expressa em energia acústica, está mapeada na figura 5. A principal concentração de sardinha foi observada na zona OCN, entre o Porto e o norte da Figueira da Foz; na OCS apareceu dispersa e em menor abundância entre Peniche e Sines; no ALG a sardinha apresentou-se dispersa globalmente em todo o ALG, tendo sido avistada em quase todos os transetos rastreados; em CAD, a sardinha surgiu novamente concentrada e em abundância relevante.

A tabela 1 apresenta as estimativas da abundância e biomassa de sardinha, por zona e para a totalidade da área rastreada, nas campanhas PELAGO18, PELAGO19 e PELAGO20. Como se pode verificar, a estimativa da biomassa de sardinha para a totalidade da área foi de 394 710 toneladas, o que representa uma subida de cerca de 153,25% em relação à campanha PELAGO19 (155 565 t); na OCN e em CAD verificou-se um aumento significativo da biomassa, representando ambas cerca de 77,6% da biomassa de total estimada; na OCS e no ALG verificou-se uma queda na biomassa de 46% e 11%, respetivamente, quando em comparação com a campanha do ano anterior. Verificou-se um aumento significativo de cerca de 316% na abundância em relação à campanha PELAGO19 (4549 milhões de indivíduos).

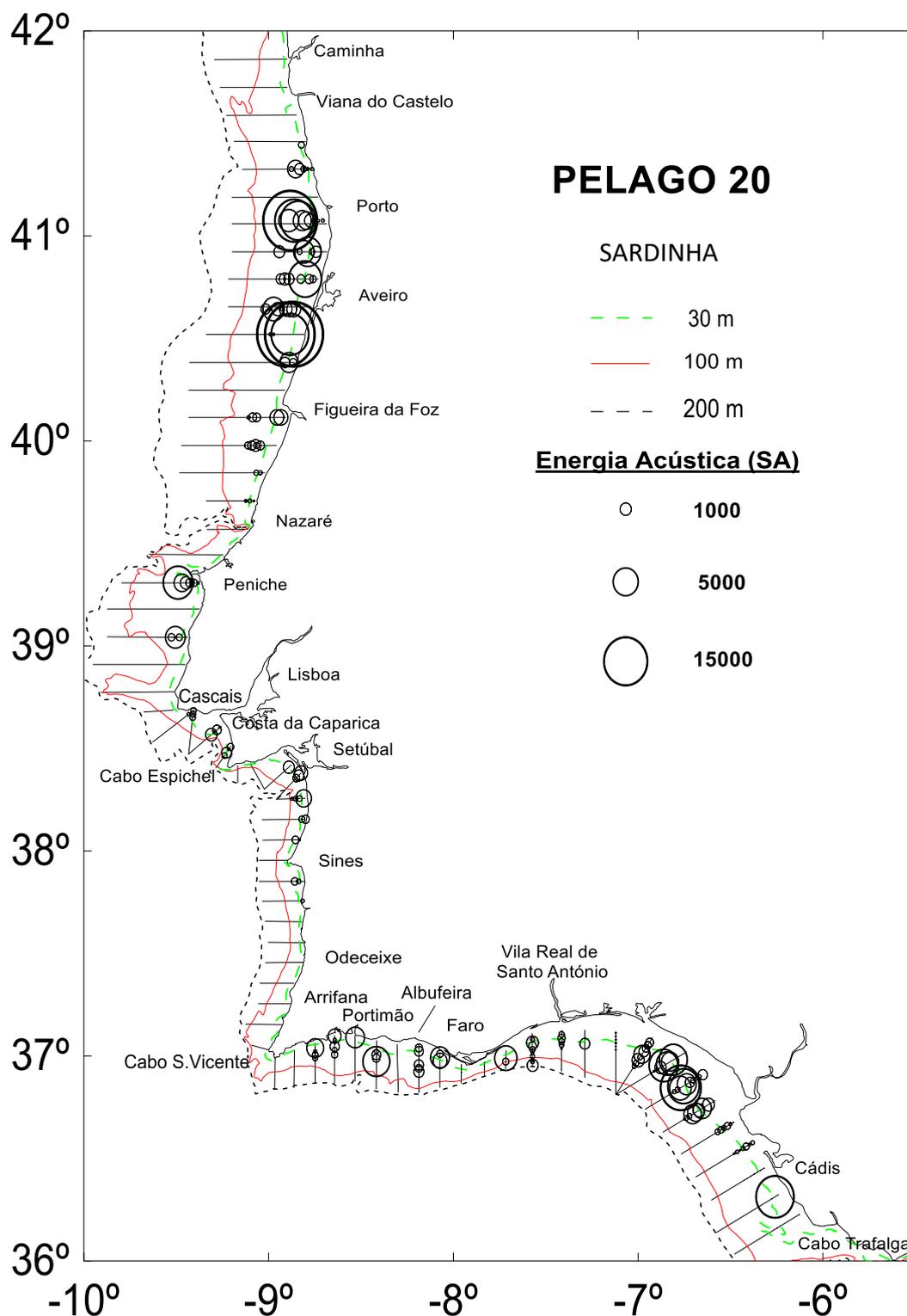


Figura 2 – Distribuição espacial da energia acústica da sardinha. A área do círculo é proporcional à energia acústica (SA (m<sup>2</sup>/nm<sup>2</sup>)).

Tabela 1. Abundância e biomassa total de sardinha por zona na PELAGO18, PELAGO19 e PELAGO20

Zona	PELAGO18		PELAGO19		PELAGO20	
	Abundância (milhões)	Biomassa (toneladas)	Abundância (milhões)	Biomassa (toneladas)	Abundância (milhões)	Biomassa (toneladas)
<b>OCN</b>	1 257	14 955	1 083	20 178	11 550	198 815
<b>OCS</b>	1 670	98 462	1 504	75 599	841	40 878
<b>ALG</b>	1 097	22 626	1 439	52 651	1 024	47 415
<b>CAD</b>	5 583	35 935	523	7 437	5523	107 602
<b>Total</b>	9 607	171 978	4 549	155 565	18 939	394 710

A evolução da abundância e da biomassa de sardinha, desde o ano 2005, encontra-se representada nas figuras 6 e 7. É de notar uma genérica tendência decrescente desde o ano 2005-2006 até 2011, estabilizando depois nos valores mais baixos da série histórica, entre 2011 e 2019, apresentando um padrão de ligeiras subidas e descidas. A estimativa da abundância da biomassa de sardinha em 2020 representou uma subida significativa para valores próximos dos de 2007, transmitindo alguma confiança no que respeita à inversão da tendência de descida apresentada desde o início desta série histórica.

Este padrão de variação é, contudo, distinto entre zonas. A zona que sofreu uma redução mais significativa até 2011 foi a OCN tendo este ano, à semelhança da estimativa total, subido para valores próximos dos de 2007.

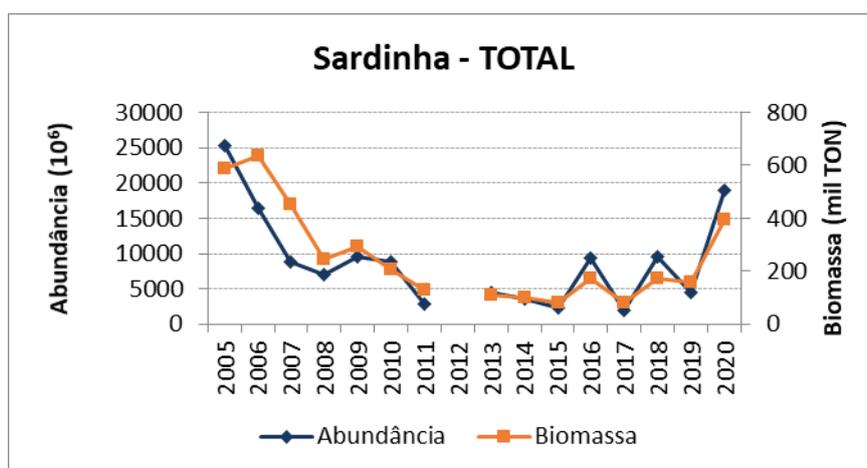
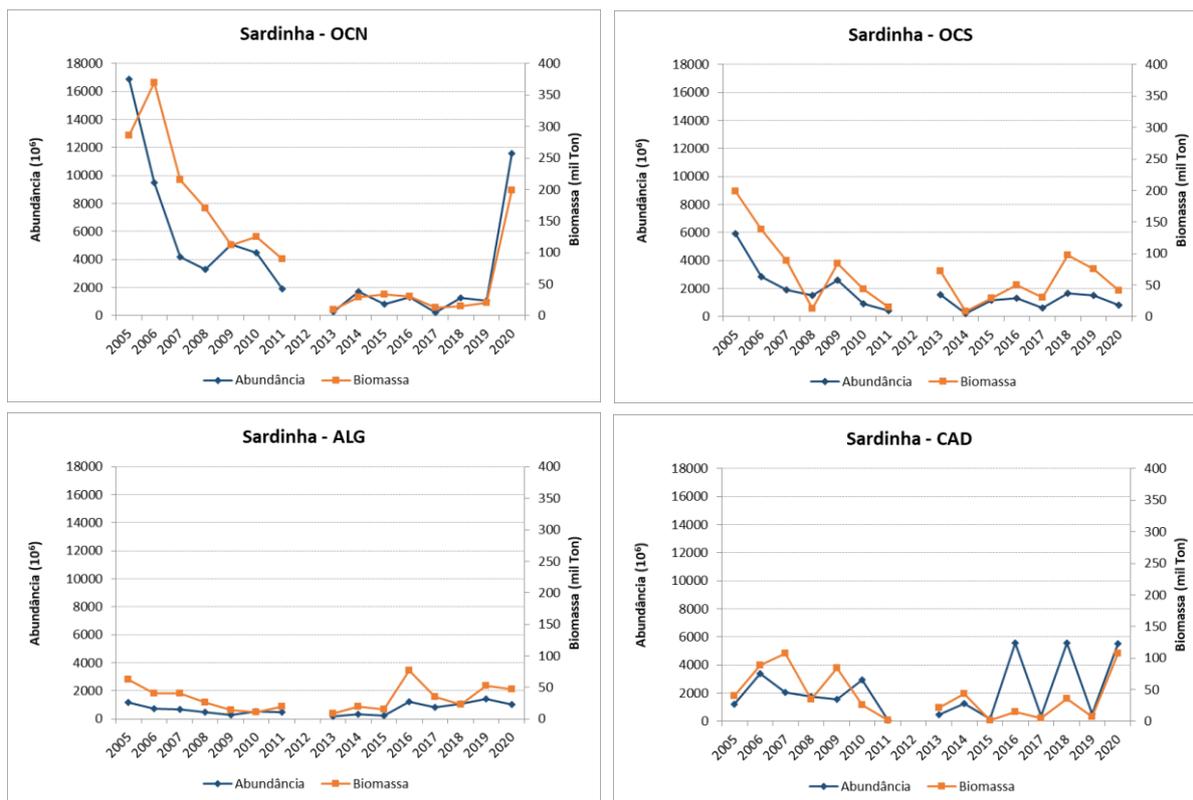


Figura 3 - Evolução da biomassa e abundância total de sardinha nas campanhas PELAGO.



**Figura 4 - Evolução da abundância e biomassa da sardinha por zona geográfica.**

A sardinha apresentou uma distribuição de comprimentos polimodal, com duas zonas principais de distribuição distintas: uma entre os 6,5 e os 8 cm, com moda nos 7 cm, e outra entre os 11,5 e os 21 cm, com moda nos 13,5 cm. No que respeita à distribuição de sardinha por classe de comprimento por zona, apesar de cada uma das quatro zonas mostrarem uma distribuição polimodal, o comprimento da sardinha em cada uma delas apresenta diferenças significativas (Figuras 8 e 9). Na OCN a sardinha apresenta uma distribuição entre os 11,5 e os 16 cm com comprimento modal nos 13 cm, contribuindo significativamente para a classe modal apresentada na distribuição global; na OCS apareceram essencialmente indivíduos entre os 15,5 e os 23 cm com classe modal nos 16,5, nos 18,5 e nos 20 cm; o ALG apresenta uma distribuição de comprimentos entre 15 e 21 cm, com classes modais nos 15,5 cm e 19,5 cm; CAD apresenta essencialmente uma distribuição de comprimentos ampla entre 6,5 e 20,5 cm e polimodal com modas nos 7, 13,5 e 17,5 cm, tendo à semelhança da OCN contribuído significativamente para a distribuição geral de comprimentos.

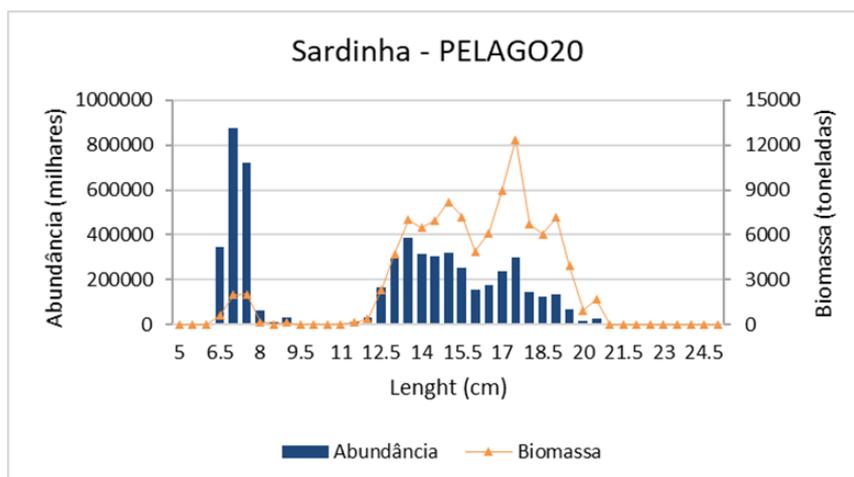


Figura 5 – Distribuição da abundância e biomassa total de sardinha, por classe de comprimento.

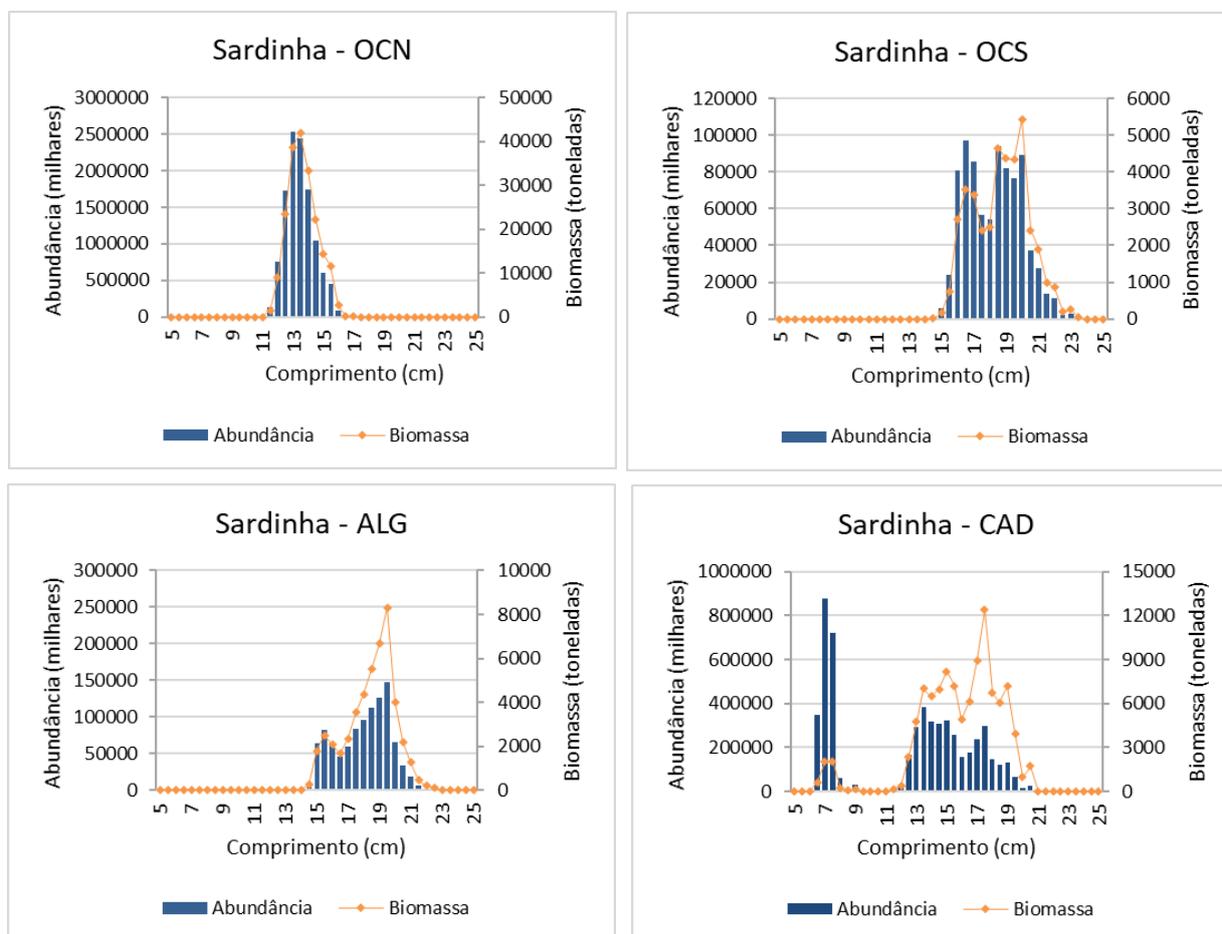
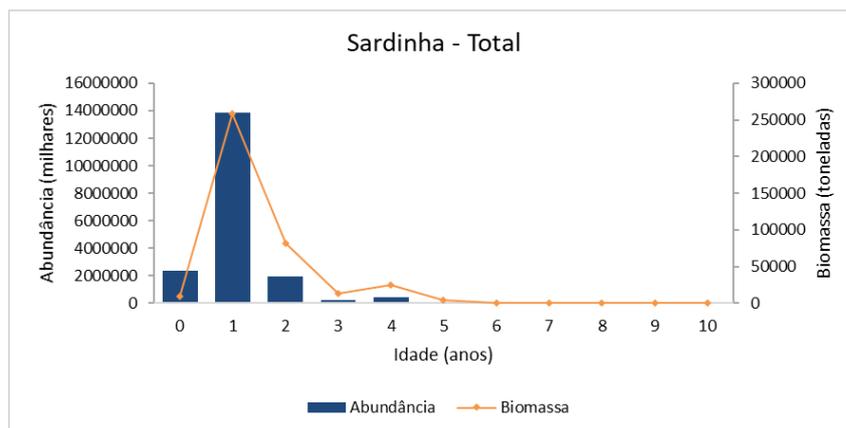
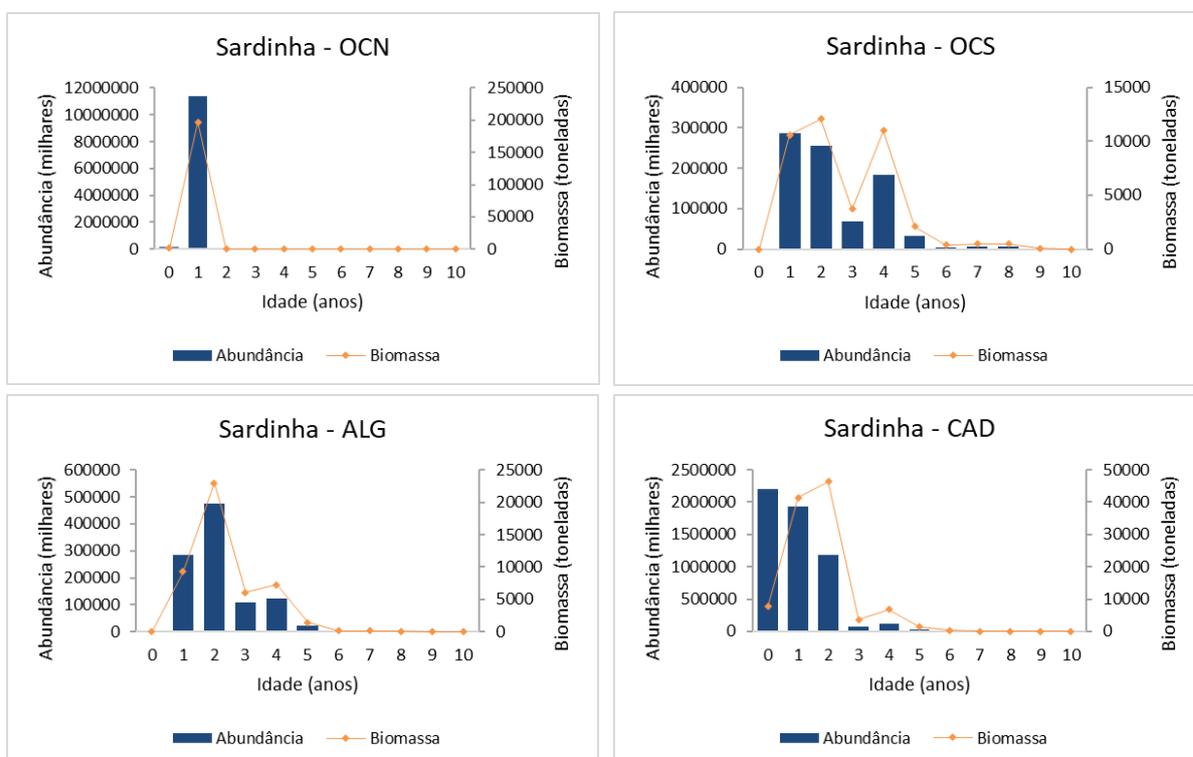


Figura 6 – Distribuição da biomassa e abundância da sardinha, por classes de comprimento, por zona

Relativamente aos grupos de idade, a sardinha de idade 1, que corresponde ao recrutamento de 2019, foi claramente dominante, tal como se pode observar na figura 10, seguindo-se as idades 0 e 2. No que respeita à distribuição geográfica dos grupos de idade, na OCN predominaram sardinhas de idade 1; na OCS ocorreram indivíduos das idades 1, 2 e 4; no ALG indivíduos da idade 1 e 2; e em CAD ocorreram indivíduos de idade 0, 1 e 2, sendo esta a zona com maior contribuição para a idade 0 em termos globais (Fig. 11).



**Figura 7 – Distribuição da abundância e biomassa total de sardinha por grupos de idade.**



**Figura 8 – Distribuição da biomassa e abundância da sardinha, por grupo de idades, por zona.**

Na tabela 2 são apresentadas a abundância e biomassa de sardinha por idade e zona, para o total do stock e para o stock desovante (Idade 1+). À semelhança do aumento total da abundância e biomassa de sardinha, verificou-se um significativo aumento da abundância e biomassa do stock desovante de 2019 (3 680 111 milhares; 152 217 toneladas) para 2020 (16 580 543 milhares; 385 202 toneladas), indicador relevante para a avaliação do estado do stock, tal como já tinha acontecido no ano anterior.

**Tabela 2 – Abundância e biomassa de sardinha por zona geográfica e grupo de idade.**

Abundância (milhares)	Idade 0	Idade 1	Idade 2	Idade 3	Idade 4	Idade 5	Idade 6+	Total Idade 1+	Total Pelago20
<b>OCN</b>	165 846	11 379 979	4 621	0	0	0	0	11 384 600	11 550 446
<b>OCS</b>	0	286 905	254 074	67 723	183 012	31 741	17 926	841 381	841 381
<b>ALG</b>	0	286 253	476 989	110 416	121 628	23 562	5 046	1 023 895	1 023 895
<b>CAD</b>	2 192 809	1 930 434	1 187 280	66 477	116 506	23 328	6 643	3 330 667	5 523 476
<b>Total</b>	2 358 655	13 883 572	1 922 964	244 616	421 145	78 631	29 615	16 580 543	18 939 198
Biomassa (ton)	Idade 0	Idade 1	Idade 2	Idade 3	Idade 4	Idade 5	Idade 6+	Total Idade 1+	Total Pelago20
<b>OCN</b>	1 893	196 762	160	0	0	0	0	196 922	198 815
<b>OCS</b>	0	10 582	12 076	3 687	10 999	2 109	1 425	40 878	40 878
<b>ALG</b>	0	9 292	22 990	6 041	7 292	1 413	388	47 415	47 415
<b>CAD</b>	7 615	41 442	46 375	3 583	6 819	1 409	359	99 987	107 602
<b>Total</b>	9 508	258 078	81 601	13 311	25 110	4 931	2 171	385 202	394 710

### 3.2.2 - Biqueirão (*Engraulis encrasicolus*)

O biqueirão concentrou-se essencialmente na OCN e em CAD. Na OCN o biqueirão encontrou-se maioritariamente concentrado entre o norte do Porto e o sul de Aveiro, tendo ainda surgido a norte de Viana do Castelo e entre a Figueira da Foz e a Nazaré. Na OCS não se verificou qualquer registo de biqueirão, mas no ALG; ocorreu com baixa densidade em frente a Faro. Em CAD o biqueirão apareceu em praticamente todas as radiais, com maior concentração em frente ao rio Guadalquivir (Figura 12).

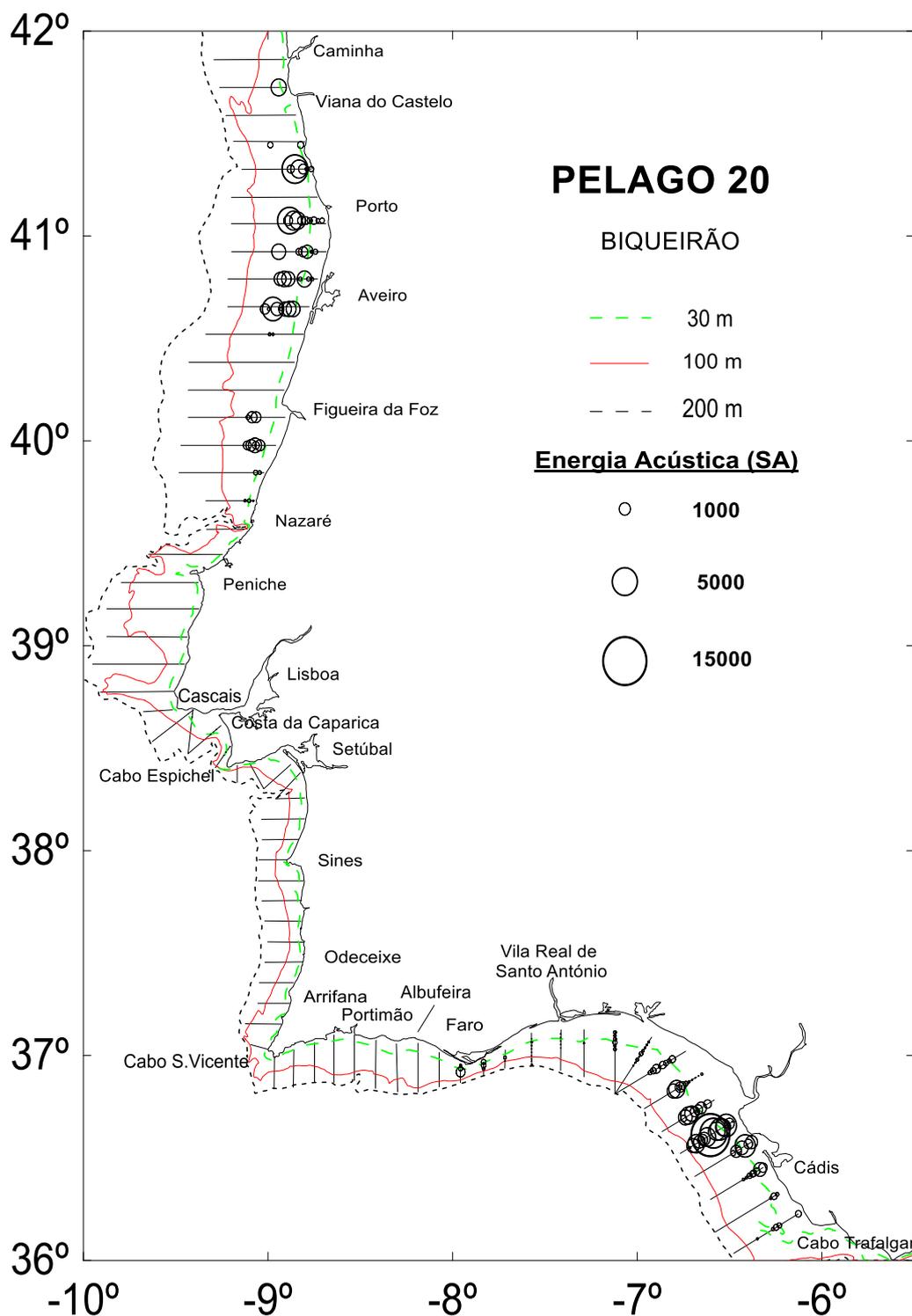


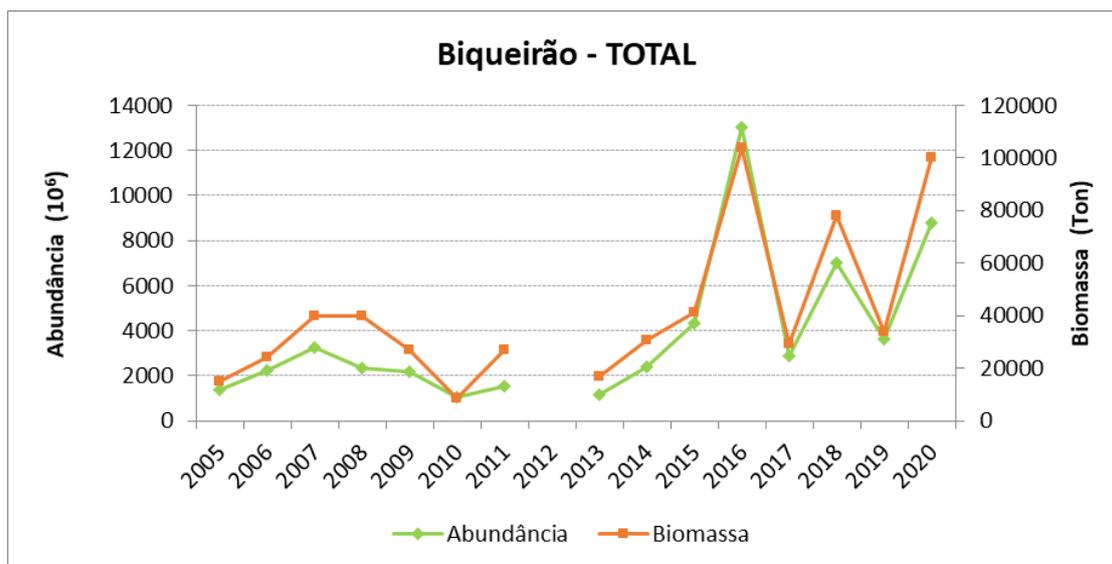
Figura 9 - Distribuição espacial da energia acústica do biqueirão. A área do círculo é proporcional à energia acústica ( $S_A$  -  $m^2/nm^2$ )

A biomassa total de biqueirão estimada foi de 100 mil toneladas, representando um aumento significativo de cerca de 194.1% em relação à campanha PELAGO19 (34 mil toneladas), tendo superado o valor de 2018 (78 mil toneladas). Foi estimado um total de 8 791 milhões de indivíduos, número que representa um aumento de 141.9%, em relação à campanha PELAGO19 (3 634 milhões de indivíduos) e cerca de 25% em relação à campanha PELAGO18. A OCN foi a zona onde se verificou o aumento mais significativo da biomassa, cerca de 94% em comparação com a campanha do ano anterior, e conjuntamente com CAD, foram as zonas com maior representatividade da espécie, contribuindo com cerca de 98% da biomassa total de biqueirão (Tabela 4).

**Tabela 3 - Abundância e biomassa de biqueirão nas componentes OESTE e SUL do stock na PELAGO18, PELAGO19 e PELAGO20**

Zonas	PELAGO18		PELAGO19		PELAGO20	
	Abundância (milhões)	Biomassa (toneladas)	Abundância (milhões)	Biomassa (toneladas)	Abundância (milhões)	Biomassa (toneladas)
<b>Oeste</b>	4 845	54 437	236	3 937	3153	50 291
<b>Sul</b>	2 157	23 473	3 398	29 876	5 639	49 787
<b>Total</b>	7 001	77 910	3 634	33 813	8 791	100 078

A evolução da abundância e biomassa de biqueirão nas campanhas acústicas de primavera (PELAGO), desde 2005 (Figura 13), mostra uma grande variação interanual, em particular nos últimos 5 anos, devido à elevada abundância e biomassa verificada em 2016 e 2018. A abundância e biomassa estimadas em 2020 foram os segundos valores mais elevados desde 2005.



**Figura 10 - Evolução da abundância e biomassa de biqueirão nas campanhas PELAGO.**

Tal como se pode verificar, a componente Oeste (OCN+OCS), que normalmente reflete os valores da OCN, uma vez que na OCS os valores para o biqueirão costumam ser baixos ou mesmo nulos, verificou-se um aumento significativo da abundância e biomassa de biqueirão, aproximando-se dos valores de 2018. Na componente Sul (ALG+CAD), que normalmente reflete os valores de CAD, uma vez que no ALG os valores são usualmente bastante mais baixos, a abundância e biomassa de biqueirão apresentam uma tendência de subida com início em 2017 (Figura 14). A abundância da componente Sul em 2020 foi ligeiramente superior à abundância da componente Oeste, contudo os valores de biomassa foram aproximados (ca. 50 mil toneladas).

Em termos globais a biomassa e abundância de biqueirão apresentam uma distribuição normal, com a moda da abundância nos 11 cm e a moda da biomassa nos 12 cm (Figura 15). A figura 16 apresenta a distribuição da abundância e da biomassa por classe de comprimento, das componentes Oeste (OCN+OCS) e Sul (ALG+CAD) do biqueirão, mostrando que no Sul é onde se encontram os indivíduos mais pequenos e na costa Oeste os maiores.

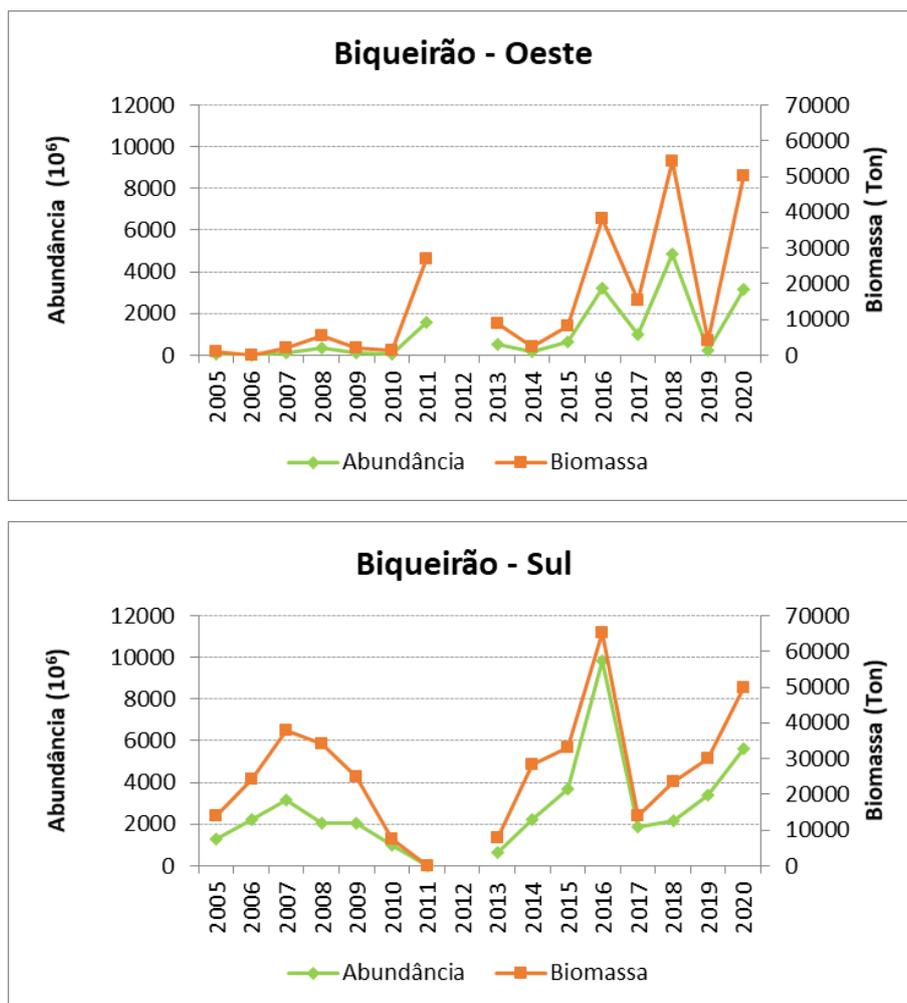


Figura 11 – Evolução da abundância e biomassa de biqueirão nas campanhas PELAGO, nas componentes Oeste e Sul do stock.

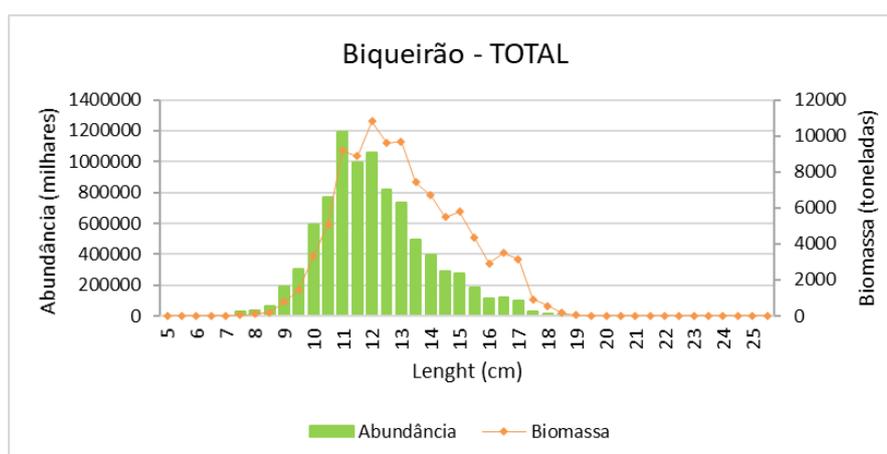
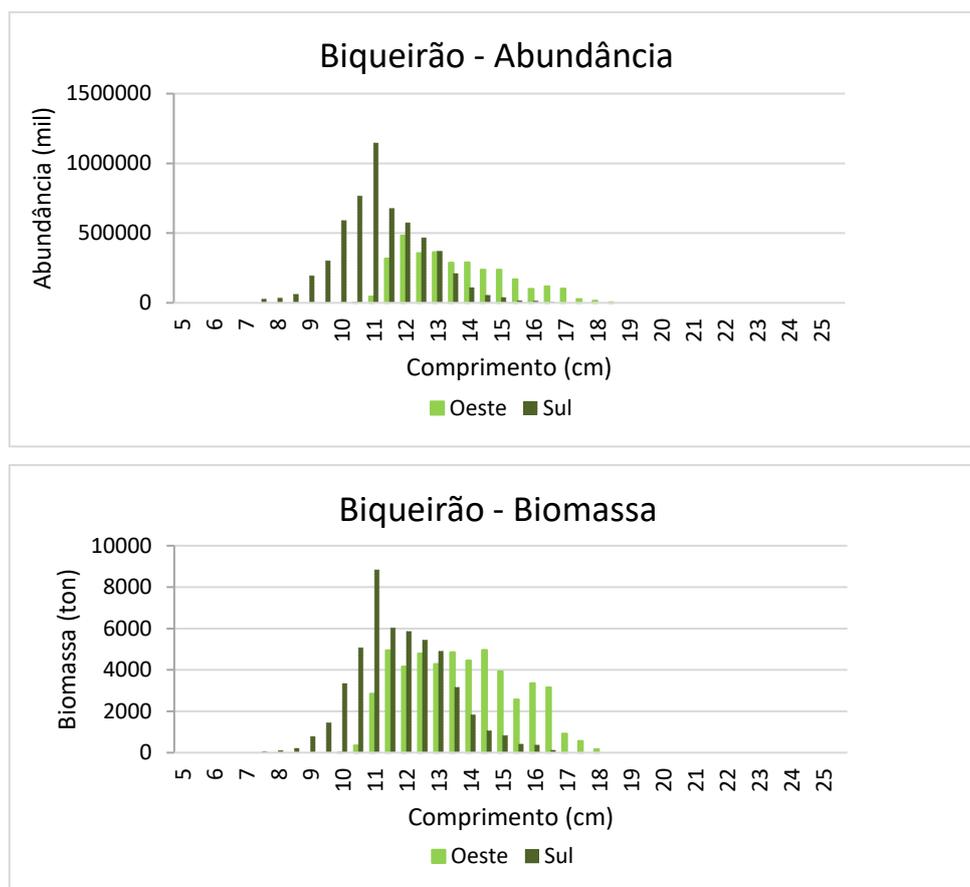


Figura 12 – Distribuição da biomassa e abundância de biqueirão por classe de comprimento.



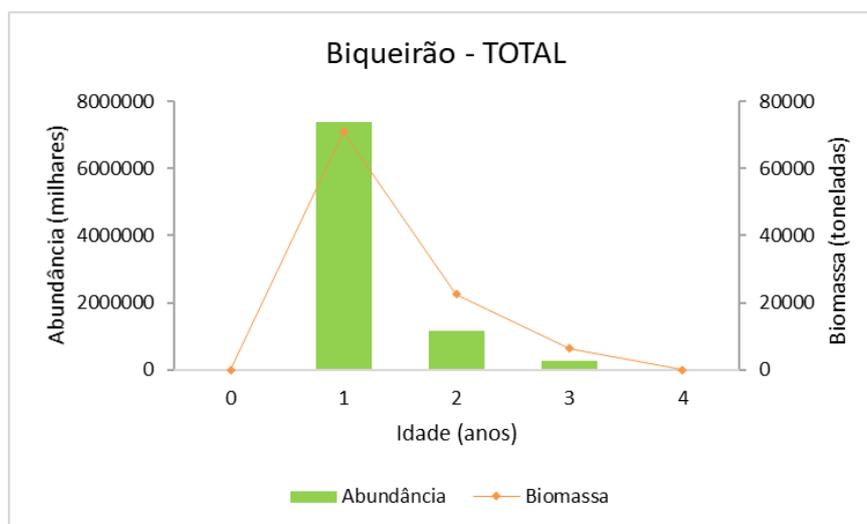
**Figura 13 – Distribuição da abundância e biomassa por classe de comprimento das componentes Oeste e Sul do biquirão.**

A abundância e biomassa de juvenis de biquirão, que contempla os indivíduos com comprimento inferior a 12 cm, foi bastante superior na componente Sul do stock (Tabela 4). A percentagem de juvenis foi também substancialmente diferente em cada componente, sendo a componente Sul, composta por 67% de juvenis e a componente Oeste composta apenas por 12% de juvenis.

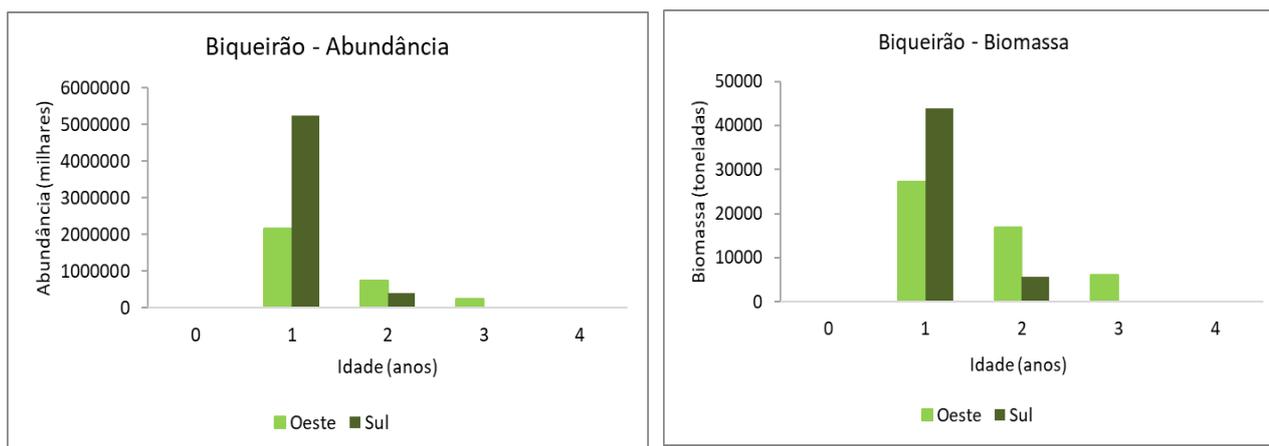
No que respeita à distribuição da abundância e da biomassa por grupos de idade (Figura 17 e Figura 18), a costa Oeste apresentou indivíduos com idades compreendidas entre 1 e 3, com maior representatividade da idade 1. A zona sul apresentou também idades compreendidas entre 1 e 3, e foi a idade 1 a que largamente dominou esta zona, com uma pequena percentagem de indivíduos de idade 2 e 3.

**Tabela 4 – Biomassa e abundância de juvenis de biqueirão (L < 12 cm) e respetivas percentagens nas componentes Oeste e Sul.**

Biqueirão	Oeste	Sul
Biomassa (toneladas) <12cm	3203	25 824
% <12cm	6%	52%
Abundância (milhares) <12cm	364 533	3 790 523
% <12cm	12%	67%



**Figura 14 – Distribuição da abundância e biomassa total de biqueirão por grupos de idade.**



**Figura 15 – Distribuição da abundância e da biomassa por grupos de idade das componentes Oeste e Sul de biqueirão.**

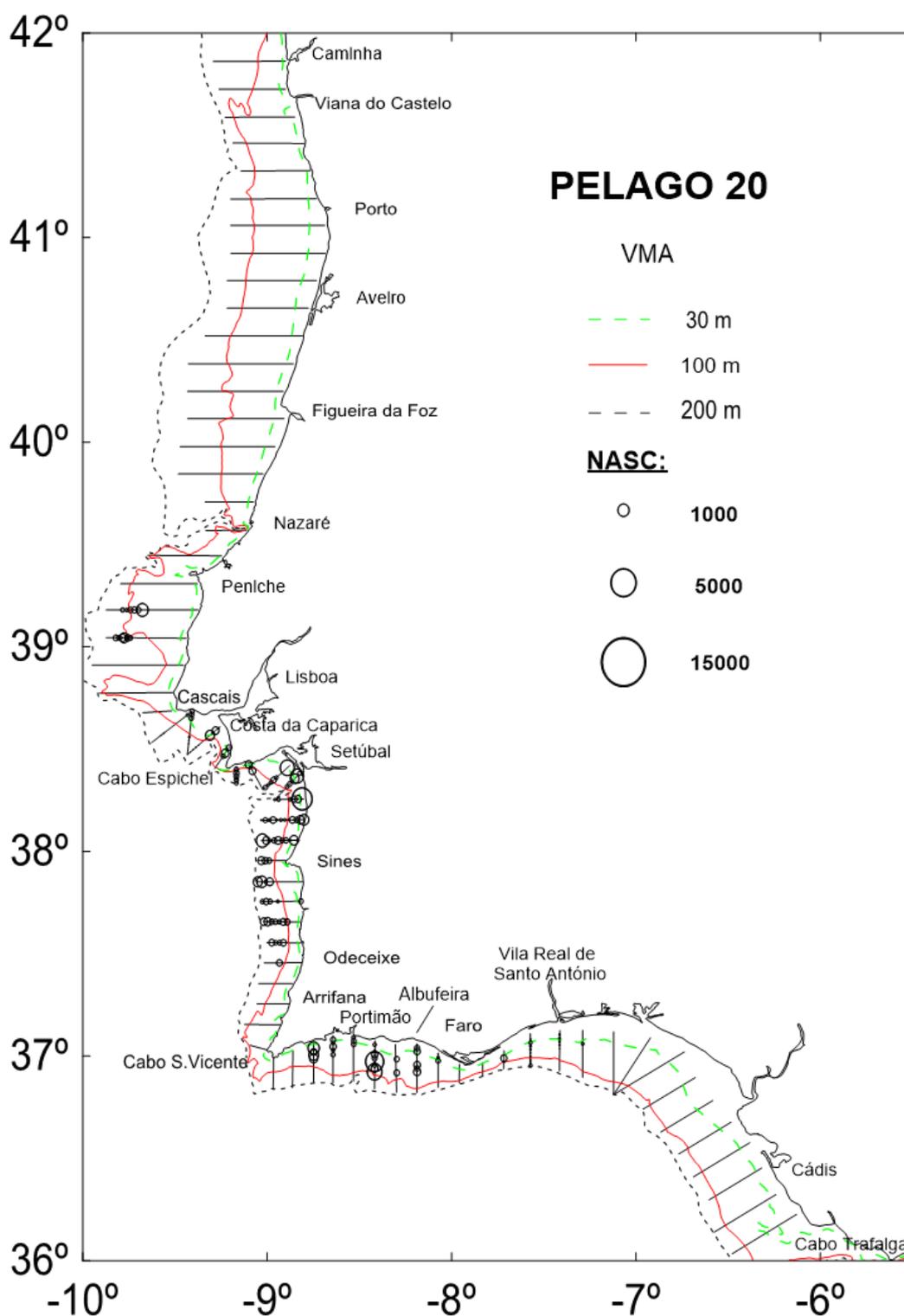
### 3.2.3 - Cavala (*Scomber colias*)

A cavala concentrou-se essencialmente na costa ocidental sul e no Algarve (OCS e ALG). Não foi observada na zona OCN e na zona CAD apenas ocorreu no transeto mais próximo do Algarve. O limite norte localizou-se a sul de Peniche. Na OCS, a cavala ocorreu a sul de Peniche concentrada sobre a batimétrica dos 100 m. Voltando a aparecer a sul de Cascais com uma distribuição mais homogénea e mais costeira até Sines. Entre Sines e Odeceixe a cavala ocorreu essencialmente entre as batimétricas dos 100 e 200 m. No Algarve a maior abundância registou-se no barlavento até à batimétrica dos 100 m (Fig. 19). A biomassa total estimada de cavala foi de 31,5 mil toneladas, correspondendo a um total de 325 milhões de indivíduos (Tabela 3).

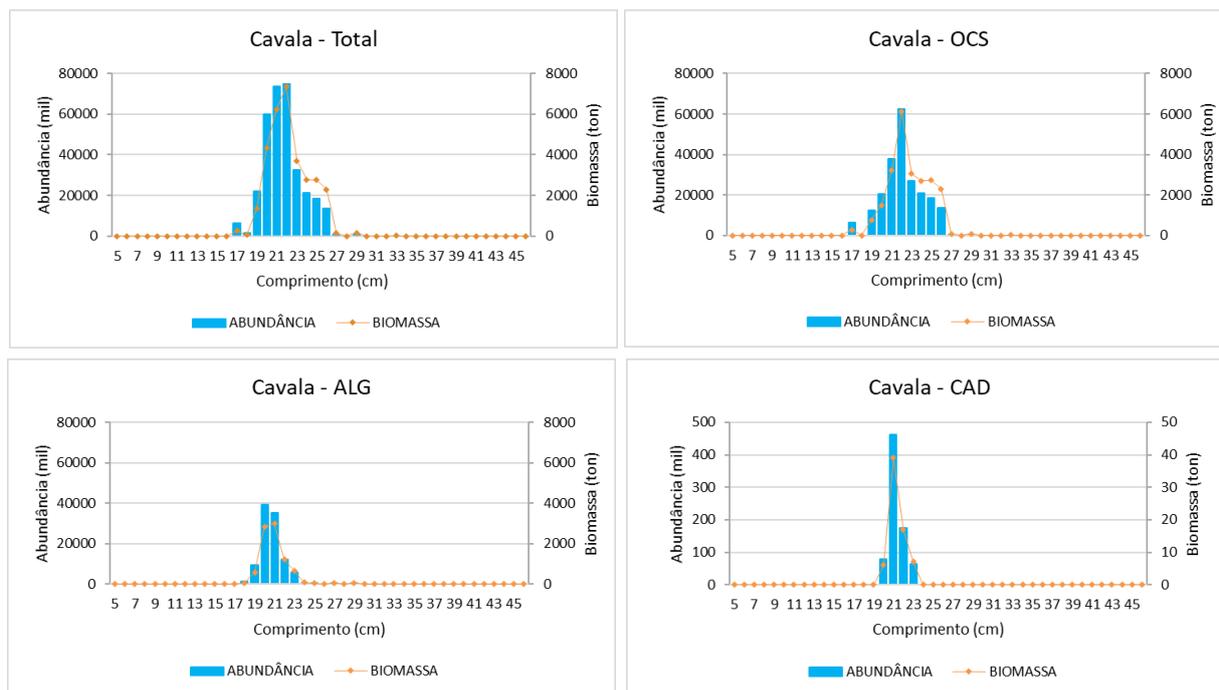
**Tabela 5 - Abundância e biomassa de cavala por zona na PELAGO20.**

Zonas	PELAGO20	
	Abundância (milhares)	Biomassa (toneladas)
<b>OCN</b>	0	0
<b>OCS</b>	219 125	22 730
<b>ALG</b>	105 489	8 659
<b>CAD</b>	779	69
<b>Total</b>	325 393	31 458

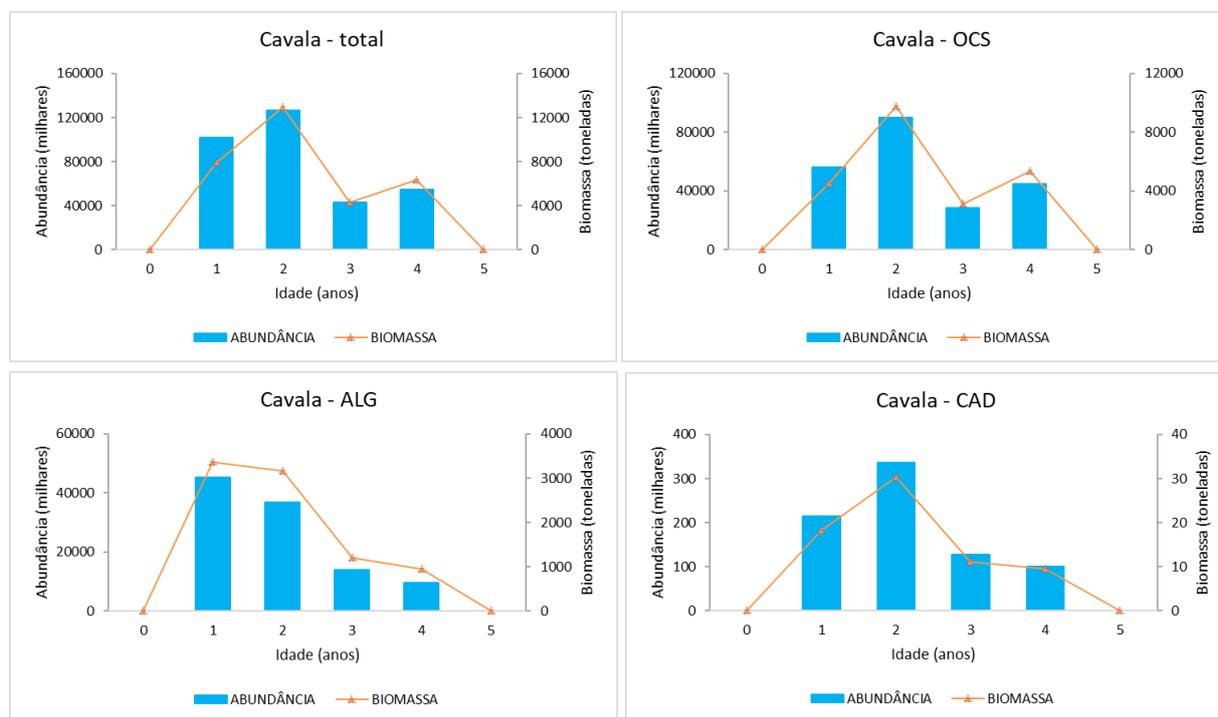
Considerando o total da área amostrada foram capturados indivíduos entre os 17 e 29 cm de comprimento, com moda nos 22 cm (Fig. 20) e idades compreendidas entre 1 e 4 anos, a maior parte com 1 e 2 anos (moda = 2 anos) (Fig. 21). A maior abundância (67%) e biomassa (72%) ocorreu na OCS, composta por cavalas também entre 17 e 29 cm (moda = 22 cm) e idades de 1 a 4 anos (moda = 2 anos). Por outro lado, no Algarve ocorreram cavalas mais pequenas (moda = 20 cm) e de menor idade (moda = 1 ano). Em CAD a abundância e biomassa foi reduzida e composta por cavalas entre 20 e 23 cm (moda = 21 cm) principalmente com 2 anos de idade.



**Figura 19 - Distribuição espacial da energia acústica da cavala. A área do círculo é proporcional à energia acústica ( $S_A$  -  $m^2/nm^2$ ).**



**Figura 20 - Distribuição da biomassa e abundância da cavala por classe de comprimento no total da campanha PELAGO20 e por zona geográfica.**



**Figura 21 - Distribuição da biomassa e abundância da cavala por grupos de idade por zona no total da campanha PELAGO20 e por zona geográfica.**

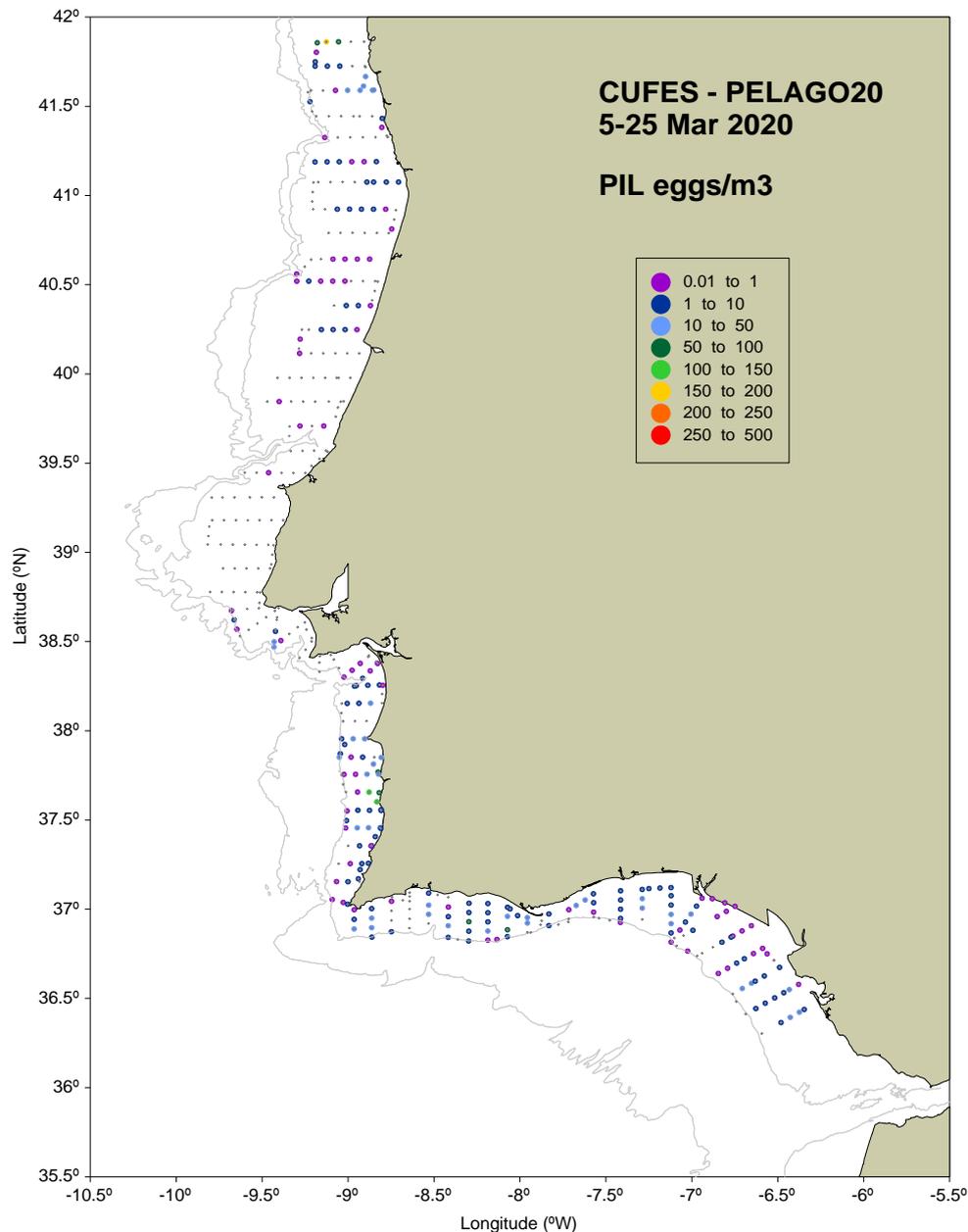
### 3.3. Distribuição de Plâncton, Ovos e Larvas de peixe

Nesta secção reportam-se os resultados da amostragem que decorreu durante o período diurno, com o amostrador CUFES, durante o rastreio acústico. Foi recolhido um total de 429 amostras ao longo de 69 dos 71 transetos de rastreio acústico (Fig. 22). Devido a alguns problemas com o amostrador CUFES no início da campanha, este não pôde ser utilizado durante os dois primeiros transetos na região oriental da Baía de Cádiz. Apresentam-se também os resultados da distribuição dos volumes de mesozoplâncton (~biomassa) amostrados com as redes Bongo60 (200 e 500 $\mu$ m).

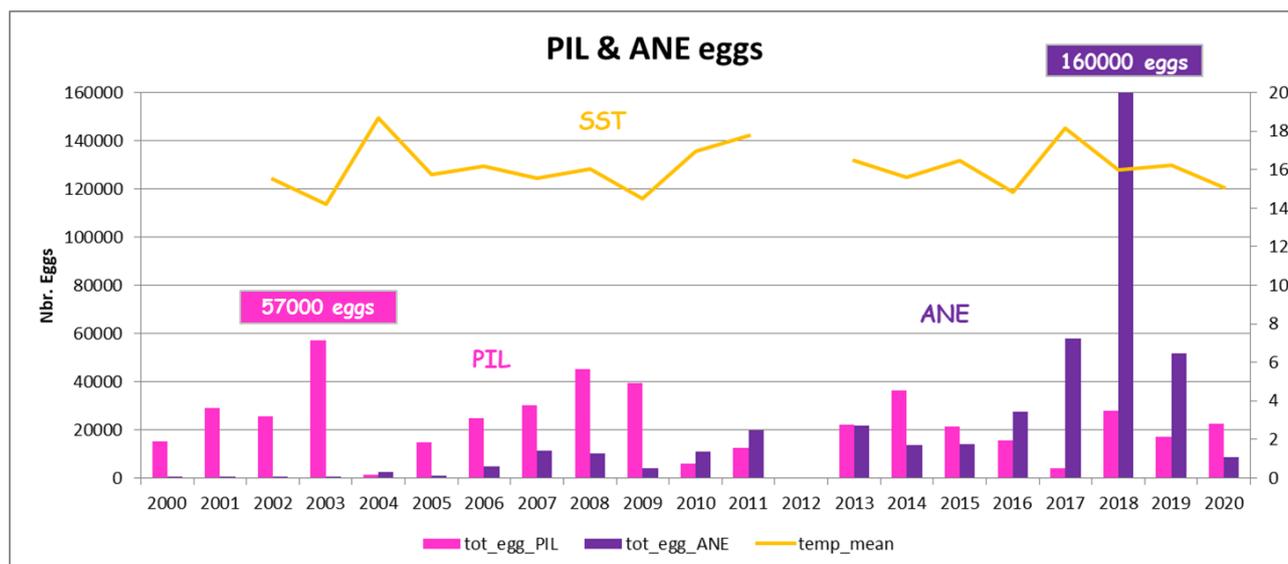
#### 3.3.1. Distribuição de Abundâncias de Ovos de sardinha

Na campanha PELAGO20, perto de metade dos ovos de peixe recolhidos (45%) foram ovos de sardinha, dos quais 54% no sul, 40% no SW e menos de 5% no NW. Apesar da distribuição de ovos ter sido muito irregular no NW, com uma grande proporção da plataforma desprovida de ovos de sardinha, no geral, mais da metade das amostras CUFES continham ovos da espécie (52%) (Fig. 22). A abundância de ovos de sardinha em 2020 aumentou 24 % em relação a 2019. Na realidade, o número total de ovos recolhidos durante a campanha PELAGO20 foi o segundo maior desde 2014 (Fig. 23). No entanto, é importante realçar que o incremento na abundância de ovos deveu-se principalmente às observações nas regiões S e SW já que na costa NW o número de ovos foi bastante reduzido e até inferior ao registado em 2019. Esses resultados podem estar relacionados com o tamanho/estrutura etária da população de sardinhas no NW, que era dominada por indivíduos jovens, possivelmente reprodutoras pela primeira vez, com um ciclo reprodutivo sazonal mais tardio e também com taxas de fecundidade mais baixas. Acresce que as temperaturas da água observadas durante a campanha de 2020 foram comparativamente mais baixas do que as observadas em outros anos e este factor pode também ter tido alguma influência na actividade reprodutiva. Pelo exposto, não é assim surpreendente que a distribuição de energia acústica atribuída a sardinha e os mapas de densidade de ovos da mesma não fossem muito concordantes em algumas regiões (Figs. 5 e 22). No entanto, é mais difícil de entender a não coincidência das distribuições de ovos e de cardumes de sardinha na costa sudoeste e também na zona mais a norte, a norte do rio Douro; nestas regiões a ocorrência

de ovos faria prever também a detecção de alguns cardumes. Efectivamente, nestas áreas tem havido dificuldade em detectar cardumes de sardinha noutras ocasiões possivelmente devido à natureza dos fundos e consequente ausência de lances de pesca e também devido a uma densidade de peixes mais reduzida (mas mais velhas e mais fecundas) e/ou uma mistura de espécies difíceis de identificar nos ecogramas.



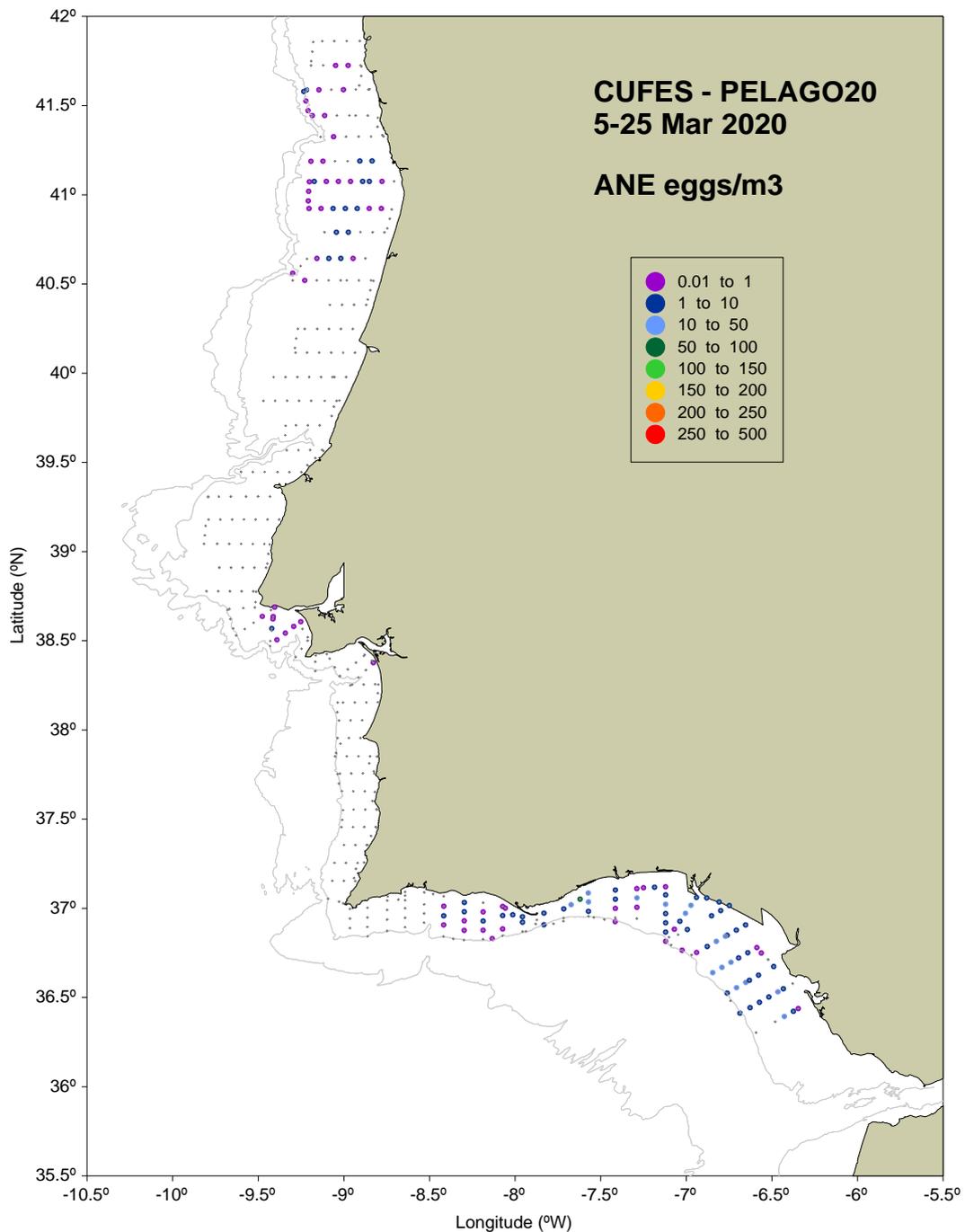
**Figura 22 - Distribuição de ovos de sardinha (ovos/m<sup>3</sup>) recolhidos com o amostrador CUFES.**



**Figura 23 - Abundância total de ovos de sardinha e biqueirão nas amostras CUFES durante a série PELAGO (2000-2020). A curva amarela representa a temperatura média da superfície durante as campanhas em cada ano. De notar que o navio utilizado em 2020 foi o RV Miguel Oliver e a respectiva instalação do sistema CUFES.**

### 3.3.2 - Distribuição de Abundâncias de Ovos de Biqueirão

A densidade de ovos de biqueirão diminuiu enormemente (~ 500%) da campanha anterior para a deste ano, atingindo-se em 2020 abundâncias apenas comparáveis aos valores observados nos anos anteriores a 2010 (Figura 24). De facto, após o pico de abundância de ovos na região NW de Portugal em 2018, os números têm vindo a diminuir de forma consistente. No entanto, deve assinalar-se que alguma queda no número de ovos seria esperada em 2020 quando comparado com anos anteriores, considerando que a amostragem ocorreu em março, bem no início da estação reprodutiva para biqueirão na região de estudo. Mais de 90% dos ovos de biqueirão foram observados na costa sul, em particular a leste do Cabo de Sta Maria (este era o padrão regular observado antes do aumento de biqueirão no NW nos últimos anos). No geral, 31% das amostras CUFES continham ovos de biqueirão, o que representou 17% do total de ovos de peixes observados. As manchas com maior densidade de ovos, no Sul, na baía de Cádiz, e no NW, na zona entre Aveiro e o rio Lima, coincidiram bem com o padrão de distribuição de cardumes de biqueirão adulto detectado pela eco-sonda (Figuras 12 e 24).



**Figura 24 - Distribuição de ovos de biqueirão (ovos/m<sup>3</sup>) recolhidos com o amostrador CUFES.**

No entanto, a tendência crescente observada na ocorrência de adultos no Sul não foi acompanhada por um padrão semelhante na densidade de ovos. Enquanto na costa NW, as estimativas de rastreio acústico de adultos têm oscilado para cima e para baixo desde 2017, mas as

observações de ovos têm diminuído de forma constante desde 2018. Como mencionado acima, o facto da campanha de 2020 ter sido realizada durante num período em que a época de desova de biqueirão está apenas na fase inicial, muito provavelmente teve influência no baixo número de ovos recolhidos para esta espécie

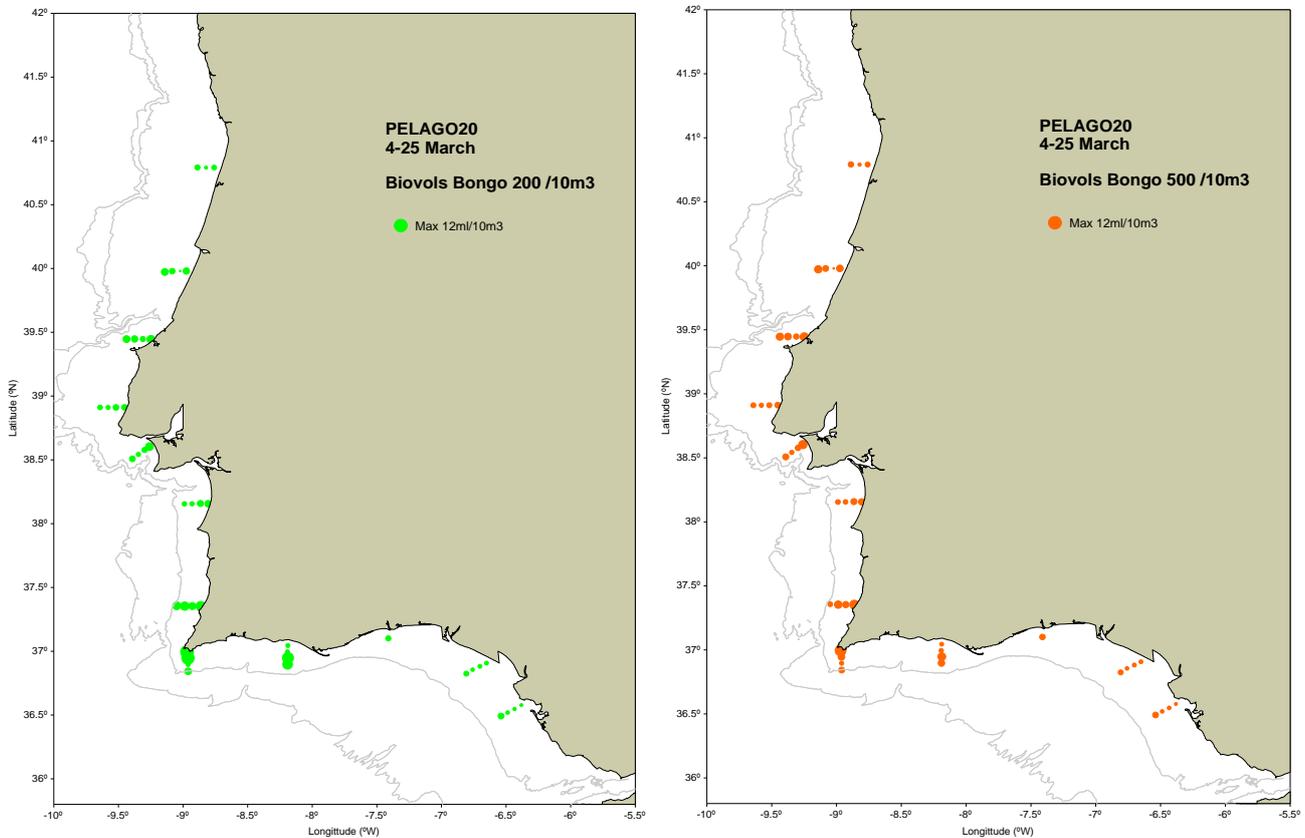
### 3.3.3 - Distribuição de Abundâncias de Larvas de Peixes

Durante a campanha PELAGO20 o número de larvas de clupeiformes recolhidas com o sistema CUFES foi muito reduzido (mapa não apresentado). Possíveis explicações para esta ocorrência podem estar ligadas com a fase ainda inicial da época de reprodução das espécies sardinha e biqueirão mas também podem estar relacionadas com as diferenças existentes na instalação da bombagem e condução da água recolhida que depois chega ao colectador CUFES, que é distinto no NI Noruega e no NI Miguel Oliver, sendo no primeiro a água bombeada à borda do navio directamente conduzida para o amostrador enquanto no navio espanhol o sistema de bombagem é interno e ao centro do navio e a condução da água recolhida passa por uma série de longas tubagens com alguns filtros.

### 3.3.4 - Distribuição de biomassa de mesozoplâncton

A amostragem de oportunidade, com os amostradores Bongo e Neuston, foi realizada durante o período noturno, em alguns dos transectos, após a conclusão dos trabalhos de rastreio acústico. Juntamente com a amostragem para mesozoplâncton perfis de CTD foram realizados em cada local de amostragem. No total, 44 amostras foram recolhidas com o amostrador Bongo (redes com malhagem de 200 e 500 $\mu$ m) e nos mesmos locais destas colheitas foram efectuados 44 perfis de CTD. Na região mais costeira, foram realizados 18 arrastos superficiais dirigidos aos organismos neustónicos (resultados não apresentados). Os volumes de plâncton (um proxy para biomassa) amostrados com as redes Bongo (redes com malhagens de 200 $\mu$ m e 500 $\mu$ m) foram estimados em laboratório usando o procedimento volumétrico comumente designado por estimação por volume deslocado e estão mapeados na figura 25. De acordo com o esperado, as amostras recolhidas com a malhagem de 200 $\mu$ m resultaram em volumes de zooplâncton superiores aos obtidos com os arrastos realizados com a rede de maior malhagem (500 $\mu$ m).

Observou-se maior biomassa de mesozoplâncton no Sul, na área a oeste do Cabo de Sta Maria e junto ao Cabo de S. Vicente, a norte deste.



**Figura 25 – Volume de plâncton (ml/10m<sup>3</sup>), recolhido nos 50m superiores da coluna de água, através do amostrador Bongo60 (60cm ø), com a rede de malha de 200µm (painel à esquerda) e com a rede de malha de 500µm (painel à direita). Nota: Nos mesmos locais foram realizados perfis CTD.**

Algumas amostras obtidas durante os primeiros dias da campanha na área da Baía de Cádiz e no NW, a norte de Aveiro (regiões onde a produção de plâncton é normalmente elevada), recolheram volumes de plâncton comparativamente mais baixos. Esse padrão pode estar relacionado com o período de monitorização nessas regiões que foi realizado no início de março, quando a temperatura da água ainda era baixa e a coluna de água se encontrava bastante misturada, indicando ainda uma fase muito inicial do ciclo sazonal de produção planctónica de Primavera. Este sinal foi também suportado pelo facto de que, em geral, as observações de

biomassa de mesozoplâncton durante a PELAGO20 foram inferiores aos resultados obtidos nas duas campanhas anteriores, que foram realizados mais tarde, no período de abril-maio.

### 3.4. Censos de mamíferos e aves

O total do esforço de observação de mamíferos e aves foi de 103 horas. Foram observadas aves marinhas em todos os transetos realizados durante a campanha PELAGO20, de 21 espécies diferentes. As maiores densidades de aves foram observadas entre o Porto e Aveiro (Tabela 5). O alcatraz foi observado em praticamente toda a área de estudo, com maiores densidades também observadas entre o Porto e Aveiro (Fig. 26). Os mamíferos marinhos foram observados maioritariamente na costa sul, com 2 espécies observadas, sendo a maioria golfinho-comum (Fig. 27).

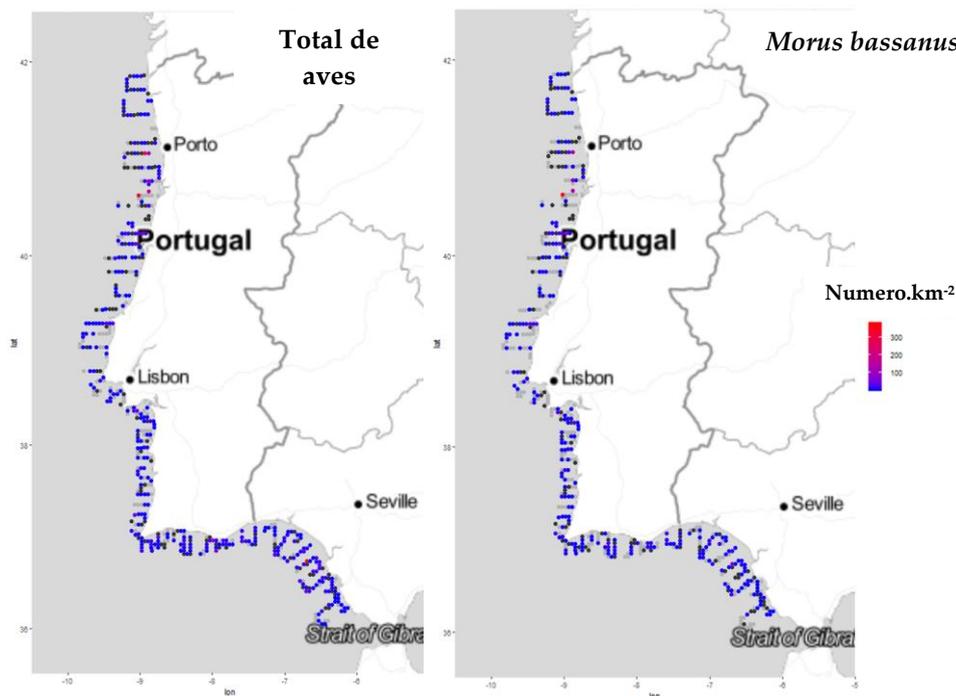


Figura 26 – Distribuição e densidade de aves marinhas e do alcatraz, *Morus bassanus*.

Tabela 5 - Densidades observadas (indivíduos km-2) de alcatraz, total de aves, golfinho-comum e total de mamíferos marinhos durante a campanha PELAGO20. É também apresentado o número total de indivíduos contados dentro do transecto por cada espécie/grupo.

	Média	SD	Max	Min	Total
Alcatraz	3,25	19,16	378,94	0	1 999
Total de aves	6,70	31,50	429,92	0	3 473
Golfinho-comum	0,21	1,84	27,52	0	101
Total de mamíferos marinhos	0,26	2,10	27,52	0	127

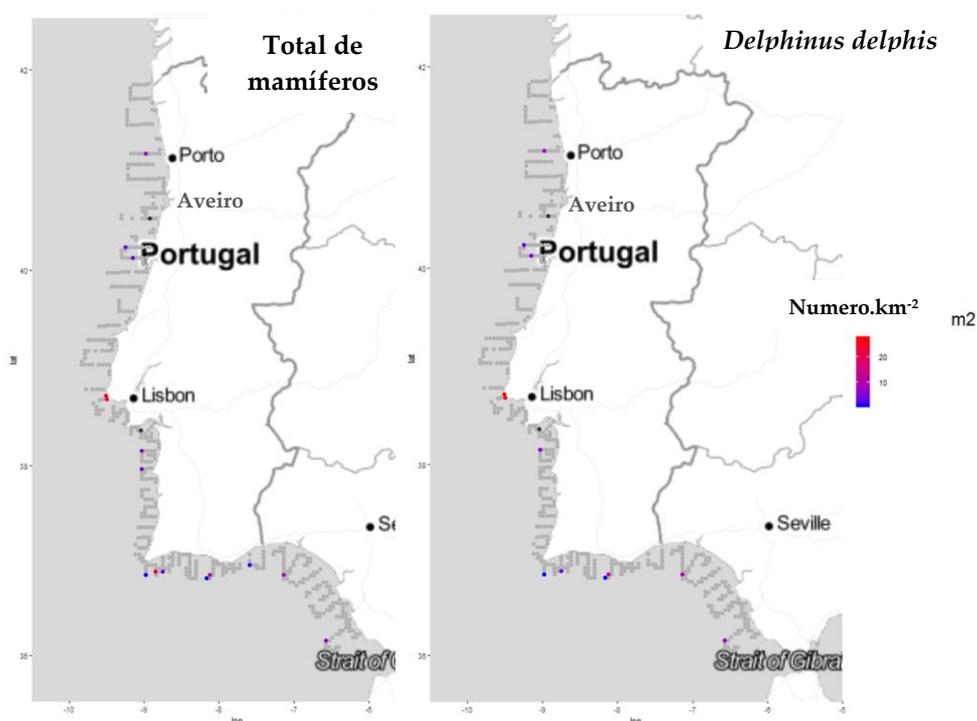


Figura 27 – Distribuição e densidade de mamíferos marinhos e do golfinho comum, *Delphinus delphis*.

## Anexo 1 – Metodologia geral das campanhas da série PNAB/DCF - PELAGO

### A.1. Rastreio Acústico

#### 1.1. Equipamento

Ecosonda Simrad EK 500 - 38 KHz (até 2017) e EK60 - 38KHz (desde 2017), transdutor de feixe dividido  $8^{\circ} \times 7^{\circ}$  (ângulo de feixe equivalente:  $10\log = -20,2$  dB; duração de impulso = 1 ms), com calibração antes do rastreio acústico. Eco sonda EK60 - 120KHz (desde 2017), transdutor de feixe dividido  $7,3^{\circ} \times 7,3^{\circ}$  (ângulo de feixe equivalente:  $10\log = -20,4$  dB). Transdutores montados na parte inferior do casco do navio (calado do navio: 4 metros). Software de armazenamento de dados e de pós-processamento: ER60 e Movies+. Rede de arrasto pelágica (abertura vertical de 8 m e horizontal de 18 m) e rede de arrasto de fundo (abertura vertical de 2.4 m e horizontal de 24 m) para identificação dos ecos, divisão da energia acústica e recolha de dados biológicos. Os arrastos realizados são oportunistas, condicionados pela natureza dos fundos, e a existência de artes estáticas nos locais de pesca. Sonda de rede: “Trawl-eye” e sensor de profundidade, marca Scanmar.

Em 2020, a bordo do navio de investigação Miguel Oliver, foi usada a ecosonda Simrad EK60 - 18-38-70-120-200 kHz; Foi realizada a calibração com a esfera *copper* de 63 mm para calibrar o transdutor da frequência de 18 kHz, enquanto que para as restantes frequências (38, 70, 120 e 200 kHz) foi usada a esfera de tungsténio de 38.1 mm. Antes da calibração foi realizado um perfil Temperatura/Salinidade para calcular o perfil da velocidade do som na água. Foi usada uma rede de arrasto pelágica 63.5/51 para identificar as espécies e classes de comprimento responsáveis pela energia acústica detetada e para providenciar amostras.

#### 1.2. Plano de amostragem

Transetos de rastreio acústico perpendiculares à linha de costa com espaçamento de 8 milhas náuticas na costa oeste e 6 milhas náuticas no Algarve. Velocidade do navio em rastreio: 9-10

nós. O rastreio acústico é feito do nascer ao pôr do sol. Distância de amostragem acústica “EDSU-elementary distance sampling unit”: 1 milha náutica.

### 1.3. Estimação da abundância

Limite de integração à superfície (desde o transdutor): 3 a 10 m, de acordo com as condições do estado do mar. Limite de integração inferior (junto ao fundo): 0,5 m. A área de rastreio está dividida em 4 zonas: Ocidental Norte - OCN (Caminha ao canhão da Nazaré, ICES 27.9.a.c.n), Ocidental Sul - OCS (Nazaré ao Cabo S. Vicente, ICES 27.9.a.c.s), Algarve - ALG (Cabo S. Vicente a VR Santo António, ICES 27.9.a.s.a) e Baía de Cádiz - CAD (VR Santo António ao Cabo Trafalgar, ICES 27.9.a.s.c). A energia acústica obtida em cada milha náutica é dividida pela proporção (em número) das espécies pelágicas capturadas no arrasto, tendo em conta os TS (Target Strength) das espécies, se a extração direta de energia acústica não for possível, para as espécies alvo. Há uma pós-estratificação por setor (áreas relativamente homogéneas em termos de composição de comprimentos e de densidade acústica) para cada espécie. A densidade acústica de cada setor é calculada pela média aritmética, dos valores obtidos em cada EDSU, dentro desse setor. A estimação da abundância é calculada em número de indivíduos, por classe de comprimento, em cada setor. Os arrastos são combinados, geralmente sem ponderação. A estimativa da biomassa é calculada usando a relação peso/comprimento de cada espécie. A abundância estimada por grupos etários é posteriormente calculada usando chaves comprimento/idade. O número de peixes (N) é obtido dividindo a energia acústica total de peixe na área pela energia de reflexão de um único peixe, a qual é em função do comprimento (L) para cada espécie:

$$N = \frac{S_A}{\langle \sigma \rangle}$$

$\langle \sigma \rangle$  é a energia acústica média de reflexão de um peixe com comprimento (L)  
A constante de conversão (C) entre a energia acústica  $S_A$  e o número de peixes é:

$$C = \frac{1}{\langle \sigma \rangle}$$

$\langle \sigma \rangle$  é obtido a partir do TS “Target Strenght” das espécies:

$$\langle \sigma \rangle = \frac{10^{TS/10}}{4\pi}$$

O número de peixes da classe de comprimento (L) em cada setor é dado por:

$$N_L = C_i C_L \langle S_A \rangle A$$

Em que,

$C_i$  = constante de calibração (unitária, para a EK500 e EK60 calibradas),  $C_L$  = constante de conversão da energia acústica para o número de peixes de comprimento (L),  $\langle S_A \rangle$  = densidade acústica no setor (integração acústica total dividida pelo número de milhas rastreadas no setor, A - Área do setor.

Para a sardinha, a constante de conversão é  $C_L = 1448072 \text{ L}^{-2} \text{ m}^{-2} \text{ mn}^{-2}$

#### 1.4. Divisão de energia entre espécies e entre classes de comprimento

Se  $S_A$  é a energia total da mistura de espécies e  $N_i$  a proporção em número da espécie  $i$  na amostra de pesca, então a energia acústica da espécie  $i$  ( $S_{Ai}$ ) é:

$$S_{Ai} = S_A \times \frac{N_i \langle \sigma_i \rangle}{\sum_i N_i \langle \sigma_i \rangle}$$

$\langle \sigma_i \rangle$  é a seção acústica média (TS em unidades lineares) da espécie  $i$  na amostra. Para a divisão da energia acústica por classe de comprimentos, a metodologia é semelhante:

$$S_{Aj} = S_A \times \frac{P_j \sigma_j}{\sum_j P_j \sigma_j}$$

$S_{Aj}$  é a energia acústica atribuída à classe  $j$ ,  $P_j$  é a proporção da classe de comprimento  $j$  na amostra,  $\sigma_j$  é a seção equivalente de reflexão acústica (TS em unidades lineares) para um peixe da classe  $j$ . "Target Strength"  $b_{20}$  usado ( $20 \log L - b_{20}$ ), para as várias espécies pelágicas:

*Sardina pilchardus* (PIL): 72,6 dB

*Scomber colias* (VMA): 68,7 dB

*Scomber scombrus* (MAC): 82 dB

*Trachurus trachurus* (HOM): 68,7 dB

*Trachurus picturatus* (JAA): 68,7 dB

*Boops boops* (BOG): 67,0 dB

*Engraulis encrasicolus* (ANE): 72,6 dB

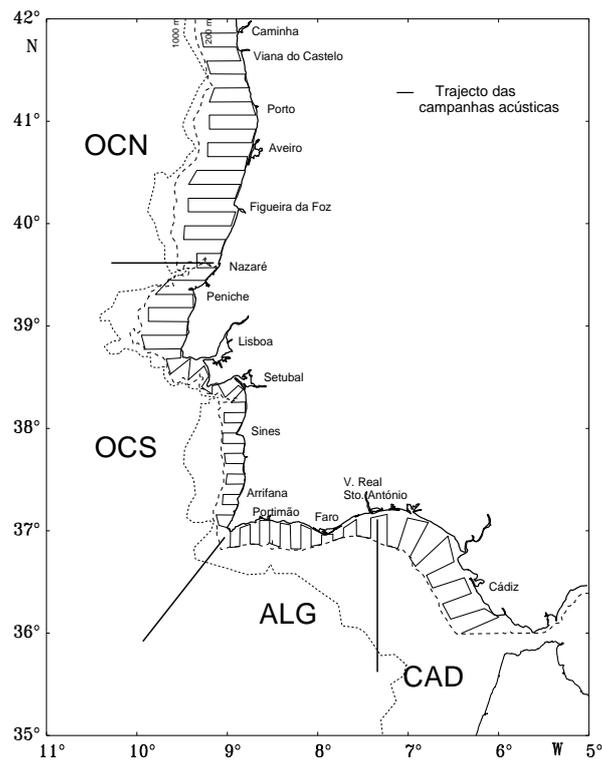


Figura 1. Trajecto acústico (até 2015, inclusive) e áreas consideradas para a estimativa de abundância.

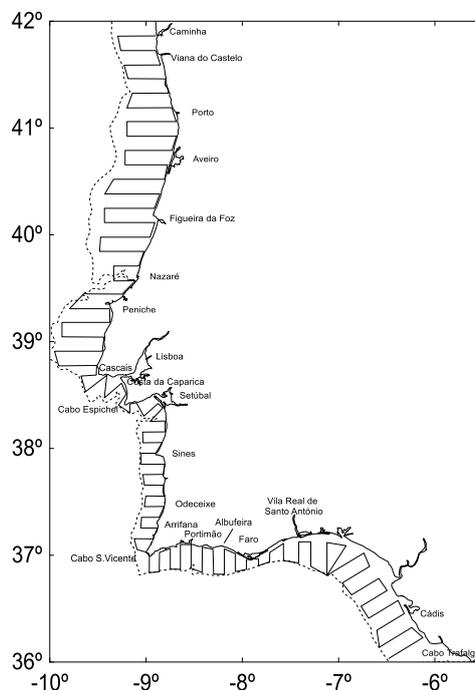


Figura 2. Trajecto acústico modificado na zona de Cádiz, a partir de 2016.

## A.2. Pescas e amostragem

### 2.1 Objectivos

Nas campanhas acústicas a realização de operações de pesca tem como objetivo auxiliar a identificação das espécies que constituem os alvos acústicos detetados com a eco sonda e assim caracterizar a comunidade pelágica e a distribuição espacial de cada espécie, realizar as estimativas da biomassa e abundância, e a caracterização de parâmetros populacionais e de condição para as espécies principais, como sejam a estrutura de comprimentos e idade, peso e maturação.

### 2.2 Protocolo Geral de Amostragem Biológica

Em cada estação todas as espécies capturadas são identificadas e registado o número e peso da captura numa lista faunística. O nível de amostragem é diferenciado para espécies pelágicas alvo: sardinha, biqueirão, cavala, sarda, carapau-branco, carapau negrão e carapau amarelo; espécies pelágicas secundárias: boga, mini saia, apara-lápis, verdinho, sardinela e espadilha; e outras espécies.

Em cada estação são medidos até 100 exemplares de cada espécie capturada. Para as espécies pelágicas secundárias é também registado o número e peso por classe de comprimento. Para as espécies pelágicas alvo é depois realizada amostragem biológica de uma sub-amostra de 50 indivíduos para aferição do comprimento total, peso total, peso eviscerado, sexo, estado de maturação, gordura, , enchimento (e cor) do estômago e extração dos otólitos.

## A.3. Plâncton e Ambiente

### 3.1. Objectivos

- Analisar a distribuição e abundância de ovos e larvas de peixes para identificação de padrões e áreas de desova e *nursery* e auxílio na identificação dos registos da eco-sonda;
- Analisar a distribuição e abundância de mesozoplâncton para identificação de padrões e de áreas mais produtivas e sua relação com a distribuição dos pequenos peixes pelágicos;
- Mapear temperatura, salinidade e fluorescência superficiais para caracterização hidrográfica da área de estudo;

- Caracterizar a estrutura hidrográfica da massa de água através de perfis de temperatura, salinidade e fluorescência.

### 3.2. Equipamentos e amostragem

*Durante o período diurno (em simultâneo com o rastreio acústico):*

(i) recolhas de amostras de plâncton com amostrador CUFES (malha 335 $\mu$ m; 3 m profundidade; (ii) registos de temperatura, salinidade, fluorescência – superfície CTF; (iii) recolha de amostras de filtração de água para calibração da determinação de clorofila<sub>a</sub>; (iv) recolha de amostras de água para diversos estudos de oportunidade ex. fitoplâncton. nutrientes, microplásticos.

As amostras recolhidas pelo amostrador CUFES são obtidas ao longo do trajeto do navio durante o dia durante o rastreio acústico e distanciadas de 3 milhas náuticas aproximadamente (~18 min). As amostras são preservadas com uma solução de formol a 4% e observadas posteriormente em laboratório. Conjuntamente com a recolha de plâncton é efetuado o registo de temperatura, salinidade e fluorescência através dos sensores acoplados ao sistema CUFES; os dados (frequência 0.5-1Hz) são assimilados pelo programa EDAS conjuntamente com os registos de GPS e gravados para posterior análise. Efetua-se a calibração do volume de água filtrado pelo sistema CUFES em pelo menos 2 ocasiões durante os trabalhos. São realizadas filtrações para calibração dos registos do fluorómetro. Em alguns pontos, definidos durante a campanha, são recolhidas amostras de água (bombeada pelo sistema CUFES) para estudos de distribuição de nutrientes, fitoplâncton, microplásticos, etc.

*Durante o período noturno (quando o rastreio acústico não opera):*

(i) registos de temperatura, salinidade, fluorescência – perfis verticais CTDF; (ii) recolhas de plâncton com rede Bongo60 (malhas 200 e 500 $\mu$ m), arrastos oblíquos; (iii) recolhas de plâncton com rede WP2 (malha 60 $\mu$ m), arrastos verticais; (iv) recolhas de plâncton com rede Neuston (malha 200 $\mu$ m), arrastos de superfície. (ii) recolhas de plâncton com rede Bongo90 (malhas 500 e 750 $\mu$ m)

Durante a noite são efetuadas amostragens de oportunidade com diversas redes e perfis de CTDF ao longo de alguns dos transetos, da costa até à zona sobre a batimétrica dos 100m aproximadamente. A localização destas amostragens é decidida dia a dia de acordo com o

decurso do trabalho de rastreio acústico. Todas as amostras de plâncton são preservadas (em álcool 96% ou solução de formol a 4%) e transportadas para posterior análise em laboratório.

#### **A.4. Referências Bibliográficas**

MacLennan, D.N. and Simmonds, E.J., 1992. Fishery Acoustics. Fish and Fisheries Series 5, Chapman & Hall, 5: 325pp.

Foote, K. G., Knudsen, H. P., Vestnes, G., Brede, R., Nielsen, R. L., 1981. Improved Calibration of Hydroacoustic Equipment with Copper Sphere. ICES, CM 1981/B:20, 18p.

Weill, A., Scalabrin, C. and Diner, N., 1993. MOVIESB: An acoustic detection description software. Application to shoal species classification. Aquatic Living Resources 6: 255-267.

ICES, 2011. Report of the Workshop on Age Reading of European Atlantic Sardine (WKARAS), 14-18 February 2011 Lisbon, Portugal. ICES ADVISORY COMMITTEE, ICES CM 2011/ACOM:42. 87p.

## Anexo 2 – Acompanhamento do Setor da Pesca na Pelago20

Na campanha Pelago20, à semelhança de campanhas anteriores, foram subcontratadas 3 embarcações de cerco para auxiliarem na amostragem e validação dos alvos acústicos através de ações de pesca, em particular nas águas costeiras. As operações de pesca foram analisadas em conjunto com as realizadas com o NI Miguel Oliver e contribuíram para as estimativas finais da campanha. Esta participação foi realizada ao abrigo do Projeto Sardinha2020, financiado pelo Programa MAR2020. Na Figura 1 identificam-se as embarcações da pesca de cerco que acompanharam o NI Miguel Oliver, as áreas e datas de trabalho e a localização das operações de pesca.

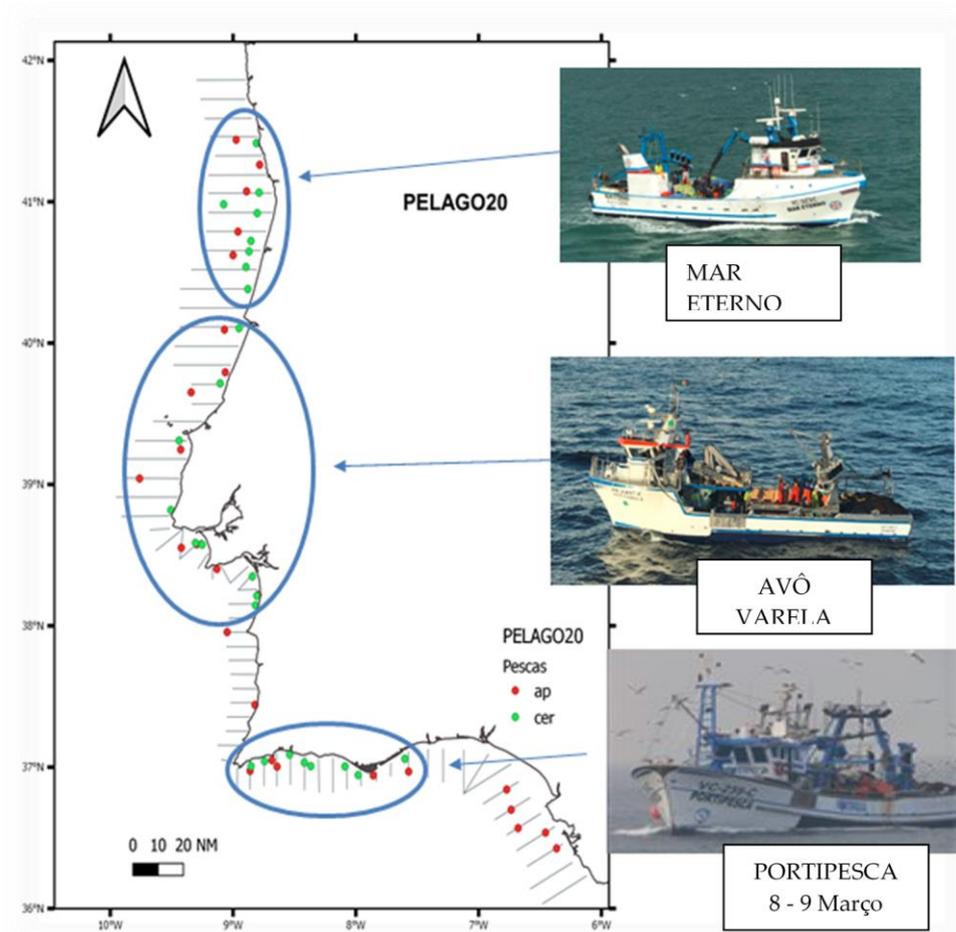


Figura 1. Áreas de atuação e pescas efetuadas (bolas azuis) por cercadoras na campanha Pelago20.

As operações de pesca das cercadoras foram coordenadas e realizadas por indicação da equipa científica a bordo do NI Miguel Oliver (Fig. 2). As operações da cercadora Portipesca foram acompanhadas a bordo por um observador do IPMA em cada dia de trabalho, não tendo sido possível efetuar o acompanhamento presencial nas outras duas cercadoras, devido às restrições relativas à pandemia COVID-19 em vigor a partir do dia 14 março. As amostras foram entregues, quer aos elementos do IPMA em terra, quer no NI Miguel Oliver para respetivo tratamento, no final de cada dia de trabalho. Foram realizadas 25 operações de pesca com as cercadoras de acordo com a seguinte metodologia: pesca por cerco sem enxugar totalmente a rede permitindo retirar uma amostra aleatória da captura arrastando um xalavar desde o fundo da rede de cerco até à superfície ao longo do saco da copejada da rede. Destombar da rede para libertar o peixe vivo no mar. Triagem e pesagem por espécie de cerca de meio xalavar (saco de rede),  $\approx 20$  kg (+/- 1 cabaz).

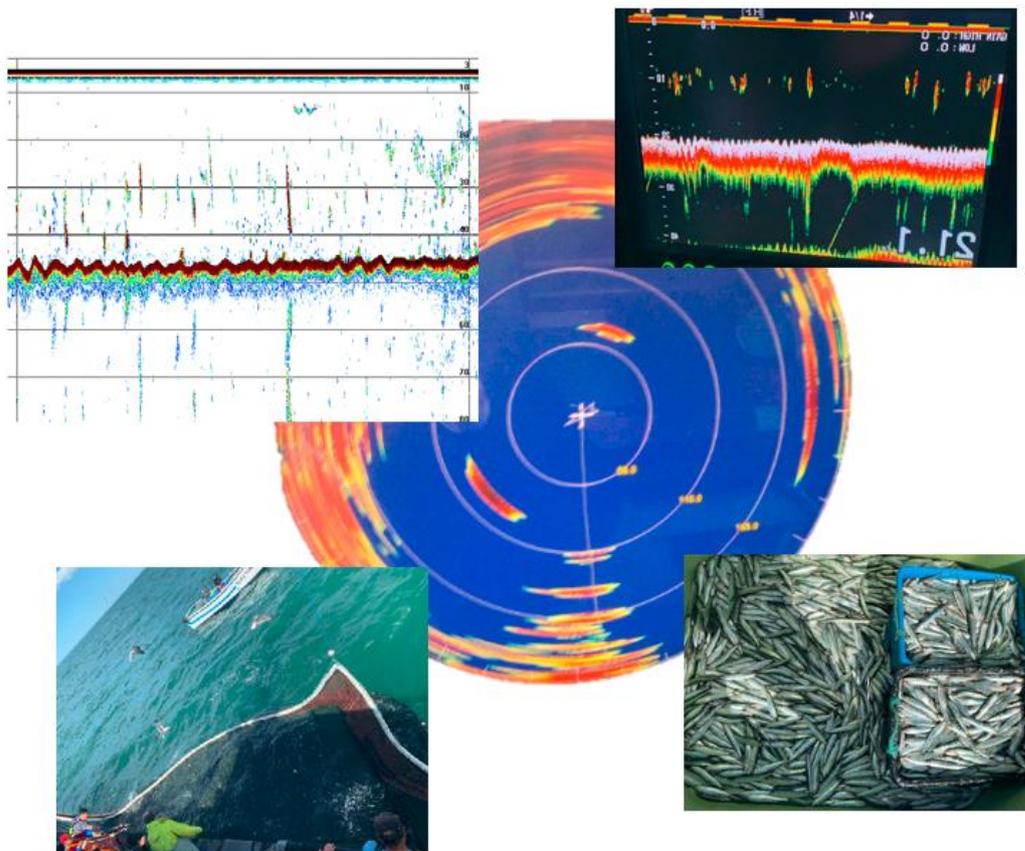


Figura 2. Operações de pesca nas cercadoras em acompanhamento ao NI Miguel Oliver durante a Pelago20.



IPMA

Instituto Português  
do Mar e da Atmosfera