



MSP-OR

Advancing Maritime
Spatial Planning
in Outermost Regions

LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO E CARATERIZAÇÃO DA ESTRUTURA DO FUNDO MARINHO NA ILHA DA MADEIRA

HYDROGRAPHIC SURVEY AND CHARACTERIZATION OF THE SEABED STRUCTURE IN MADEIRA ISLAND

D.3.7

Abril, 2024

Acordo de subvenção número:

101035822 — MSP-OR — EMFF-MSP-2020

www.msp-or.eu

Coordenado por



Financiamento



Parceiros



Informação sobre o documento	
Acrónimo do projeto	MSP-OR
Nome do projeto	Evolução do ordenamento do espaço marítimo nas Regiões Ultraperiféricas
Acordo de subvenção número	101035822 — MSP-OR — EMFF-MSP-2020
Início do projeto	Setembro 2021
Duração	36 meses

Número e nome do WP	WP3 – Filling Gaps linked with on-going MSP processes
Número e nome da tarefa	3.2.2 Madeira Seabed and habitat mapping
Nome do produto	D.3.7 – Levantamento hidrográfico e caraterização da estrutura do fundo marinho na Ilha da Madeira D.3.7 – Hydrographic Survey and characterization of the seabed structure in Madeira Island
Data limite de entrega (de acordo com o acordo de subvenção)	Junho 2024
Data real de entrega	Abril 2024
Nível de disseminação	Público

Parceiro(s) responsável(is)	Direção Regional do Mar (DRM)
-----------------------------	-------------------------------

Agradecimentos:

Este documento foi produzido para o projeto MSP-OR, que recebeu financiamento do Fundo Europeu dos Assuntos Marítimos e das Pescas da União Europeia, ao abrigo do Acordo de Subvenção número: 101035822 - MSP-OR - EMFF-MSP-2020.

Declaração de exoneração de responsabilidade:

O conteúdo desta publicação é da exclusiva responsabilidade do projeto MSP-OR e não reflete necessariamente a opinião da União Europeia.

Citação recomendada:

Nogueira, N.; Henriques, F.; Rodrigues, I.; Cavaleiro, B.; Lucas, O.; Freitas, M. 2024. Entregável 3.7. Levantamento Hidrográfico e caracterização da estrutura do fundo marinho na ilha da Madeira. Projeto MSP-OR, Agência de Execução Europeia do Clima, Infraestruturas e Ambiente. Grant Agreement n.º GA 101035822 — MSP-OR — EMFF-MSP-2020 (FEAMPA).

Nogueira, N.; Henriques, F.; Rodrigues, I.; Cavaleiro, B.; Lucas, O.; Freitas, M. 2024. Deliverable 3.7. Hydrographic Survey and characterization of the seabed structure in Madeira Island. MSP-OR project, European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency, Grant Agreement no. GA 101035822 — MSP-OR — EMFF-MSP-2020.

Direitos de autor:

Os conteúdos deste relatório podem ser reutilizados para fins não comerciais, utilizando a citação recomendada.

CONTEÚDO

CONTEÚDO	4
ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE TABELAS	7
ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS	8
RESUMO	9
ABSTRACT	10
ENQUADRAMENTO	11
SELEÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO	14
Análise aos Volumes III-M e IV-M do PSOEM	16
Usos e Atividades	17
Servidões e restrições administrativas	26
Conservação da natureza	30
Literatura técnico-científica.....	34
ÁREAS DE ESTUDO	37
LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO	40
Execução técnica	41
Meios envolvidos.....	43
RESULTADOS	48
ANÁLISE DA BIBLIOGRAFIA.....	49
Área de estudo 1	49
Área de estudo 2	50
CARREGAMENTO DOS DADOS VETORIAIS EM QGIS.....	53
Análise Espacial dos dados.....	56
CONCLUSÕES	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXO	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa da ZEE da Madeira.....	13
Figura 2. Visão geral do Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo e respetiva espacialização dos usos, atividades e servidões na Madeira, Porto Santo e Desertas.....	16
Figura 3. ZIA potenciais e existentes, de acordo com o definido no PSOEM.....	18
Figura 4. Lotes de extração de inertes, definidos no PSOEM.....	20
Figura 5. Cargas realizadas nos 4 lotes, nos meses de janeiro a dezembro de 2023.....	21
Figura 6. Corveta Afonso Cerqueira.....	22
Figura 7. Atividades marítimo-turísticas: a) pesca lúdica; b) mergulho recreativo; c) observação de cetáceos; d) SUP.....	25
Figura 8. Áreas de fundeadouro existentes na ilha da Madeira.....	28
Figura 9. Área de servidão aeroportuária na Madeira.....	29
Figura 10. PNMCG e ZPE/ZEC Ponta de São Lourenço.....	31
Figura 11. Sítio de importância comunitária para os cetáceos.....	32
Figura 12. Área de exclusão de observação de cetáceos, estabelecida pela Portaria n.º 46/2014, de 22 de abril.....	33
Figura 13. Delimitação das duas áreas de estudo.....	38
Figura 14. Cartografia do PSOEM na Área de Estudo 1 e respetiva distribuição espacial dos usos, atividades, servidões e restrições administrativas.....	38
Figura 15. Cartografia do PSOEM na Área de Estudo 2 e respetiva distribuição espacial dos usos, atividades, servidões e restrições administrativas.....	39
Figura 16. Sonar de varrimento lateral com recetor USBL montado.....	42
Figura 17. Rolos que guiam o cabo do sonar.....	42
Figura 18. Controle do sistema de sonar com monitores, sonda e contador de cabo.....	43
Figura 19. ADA Rebikoff, PT-123529.....	44
Figura 20. Guincho com cabo de aço para o sonar.....	45
Figura 21. Transmissor e recetor USBL.....	45
Figura 22. Submersível Lula1000.....	46
Figura 23. Espacialização do levantamento bibliográfico para a Área de Estudo 1.....	50
Figura 24. Espacialização do levantamento bibliográfico para a Área de Estudo 2.....	52
Figura 25. Organização dos dados geo-espaciais.....	53
Figura 26. Mapa mosaico dos dados de sonar de varrimento lateral da Área de Estudo 1.....	54
Figura 27. Mapa mosaico dos dados de sonar de varrimento lateral da Área de Estudo 2.....	55
Figura 28. Campanha 1 na Área de Estudo 1.....	56
Figura 29. Campanha 1 na Área de Estudo 2.....	56
Figura 30. Zonas sem levantamento devido à existência de 2 pisciculturas.....	57
Figura 31. Mapa Mosaico das três zonas de interesse na Área 1 para efeitos da Campanha 2.....	57
Figura 32. Mapa mosaico de informação batimétrica da Zona 2 da Área 1, obtida pela Campanha 2.....	58

Figura 33. Mapa mosaico com evidencias de traços de extração de inertes e depósitos sedimentares em zonas de descarga de ribeiras.	58
Figura 34. Exemplos dos resultados da Campanha 2 na Área de Estudo 1.	60
Figura 35. Exemplos dos resultados da Campanha 2 na Área de Estudo 2.	61
Figura 36. Campanha 3. Zona 1. Identificação de áreas de interesse.	62
Figura 37. Campanha 3. Zona 2. Identificação de áreas de interesse.	63
Figura 38. Campanha 3. Zona 3. Identificação de áreas de interesse.	64
Figura 39. Campanha 3. Zona 3. Identificação de áreas de interesse.	65

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela I. Comparação da atividade de extração de inertes entre 2021 e 2023.	20
Tabela II. N.º total de atletas federados, associações e clube dedicados à prática desportiva de atividades de mar.....	24
Tabela III. N.º total de empresas de atividades marítimo-turísticas que operam na RAM e n.º de empresas que desempenham cada uma das atividades indicadas.	26
Tabela IV. N.º máximo autorizado de plataformas por agrupamento de concelhos, de acordo com a Portaria n.º 13/2015, de 14 de janeiro.....	33
Tabela V. Estudos e relatórios técnico/científicos realizados na área de estudo 1.	34
Tabela VI. Estudos e relatórios técnico/científicos realizados na área de estudo 2.	35
Tabela VII. Coordenadas de localização da Área de estudo 1: Cabo Girão – Calheta.....	39
Tabela VIII. Coordenadas de localização da Área de estudo 2- Ponta de São Lourenço- Machico.....	39

ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

AMP	Área Marinha Protegida
CNUDM	Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar
IUCN	União Internacional para a Conservação da Natureza (do inglês <i>International Union for Conservation of Nature</i>)
OEM	Ordenamento do Espaço marítimo
POAMAR Madeira	Plano de Ordenamento para a Aquicultura Marinha da Região Autónoma da Madeira
PNMCG	Parque Natural Marinho do Cabo Girão
PSOEM	Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo
RUP	Região Ultraperiférica
RAM	Região Autónoma da Madeira
TUPEM	Título de Utilização Privativa do Espaço Marítimo
WP	Pacote de Trabalho (do inglês- <i>Work Package</i>)
ZEE	Zona Económica Exclusiva
ZIA	Zona de Interesse para Aquicultura

RESUMO

O projeto MSP-OR – Advancing Maritime Spatial Planning in Outermost Regions (GA n.º 101035822 — MSP-OR — EMFF-MSP-2020) tem como objetivo apoiar as autoridades competentes no Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo (PSOEM) em Portugal (Açores e Madeira), Espanha (Ilhas Canárias) e França (Guiana Francesa). A intenção é avançar na implementação dos seus processos de Ordenamento do Espaço Marítimo (OEM), iniciados anteriormente com o projeto MarSP (Planeamento Espacial Marítimo da Macaronésia), e fornecer suporte à França (Guiana Francesa) no processo de implementação e adoção dos princípios de OEM.

No âmbito do MSP-OR, a Direção Regional do Mar (DRM) tem vindo a trabalhar nas tarefas propostas no Pacote de Trabalho 3 (WP3) “**Filling the gaps linked with on-going MSP processes**”, focando-se no desenvolvimento e consolidação das ferramentas e *inputs* necessários para garantir a eficácia do OEM nesta região ultraperiférica. O WP3, caracterizado por uma abordagem regional, centra-se em três áreas-chave: informação cartográfica básica, sistemas de interação com as partes interessadas e análise dos sistemas administrativos dos diferentes sectores económicos.

Incluída no WP3 encontra-se a tarefa **T3.3 "Filling the Gaps"**. Esta tarefa visa colmatar lacunas de conhecimento dos fundos marinhos, nomeadamente nas áreas de maior pressão humana e com potencial para o desenvolvimento de outros usos e atividades, incluindo aspetos de conservação e proteção.

Para o desenvolvimento da subtarefa **ST 3.2.2 "Madeira seabed and habitat mapping"** a DRM, numa primeira fase efetuou um levantamento de áreas costeiras, delimitadas pelas linhas batimétricas entre os 20 e os 100 metros de profundidade, sujeitas a maior pressão antropogénica e/ou que apresentassem maior lacuna de conhecimento. Numa segunda fase, recorreu-se a um serviço técnico especializado para a concretização do levantamento nas duas áreas selecionadas para mapeamento acústico de alta resolução. A referida contratação contemplou a realização de 3 campanhas em duas áreas da costa sul da ilha da Madeira, com recurso a sonar de varrimento lateral e, obtenção de imagens do fundo marinho com recurso a veículo de operação remota.

Como resultado do trabalho efetuado, o presente documento corresponde ao Entregável **D3.7. Levantamento Hidrográfico e caracterização da estrutura do fundo marinho na ilha da Madeira**.

A concretização destas campanhas permitiu identificar tipos de fundo (sedimentar/rochoso), mapear afloramentos rochosos, identificar sítios com relevância histórica e/ou arqueológica, além de contribuir para a identificação de habitats e ecossistema de relevância.

Os resultados obtidos contribuem para a validação de áreas definidas para diferentes usos e atividades no Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo, aprovado em 2019, nomeadamente áreas para aquicultura marinha e extração de inertes (recursos não vivos), aumentando assim o conhecimento sobre o fundo marinho indispensável para uma gestão adaptativa.

ABSTRACT

The MSP-OR - Advancing Maritime Spatial Planning in Outermost Regions project (GA n.º. 101035822 - MSP-OR - EMFF-MSP-2020) aims to support Maritime Spatial Planning (MSP) competent authorities in Portugal (Azores and Madeira), Spain (Canary Islands) and France (French Guiana). The intention is to advance the implementation of the MSP processes in Portugal and Spain, which began earlier with the MarSP project (Maritime Spatial Planning of Macaronesia), and to provide support to France in the process of implementing and adopting the principles of MSP.

Within the scope of project, the Regional Directorate for the Sea (DRM) has been working on the tasks proposed in Work Package 3 (WP3) "**Filling the gaps related to ongoing OEM processes**", focusing on the development and consolidation of the tools and inputs needed to ensure effective MSP in this outermost region. The WP3, characterised by a regional approach, focuses on three key areas: basic cartographic information, systems for interaction with stakeholders and analysis of the administrative systems of the different economic sectors.

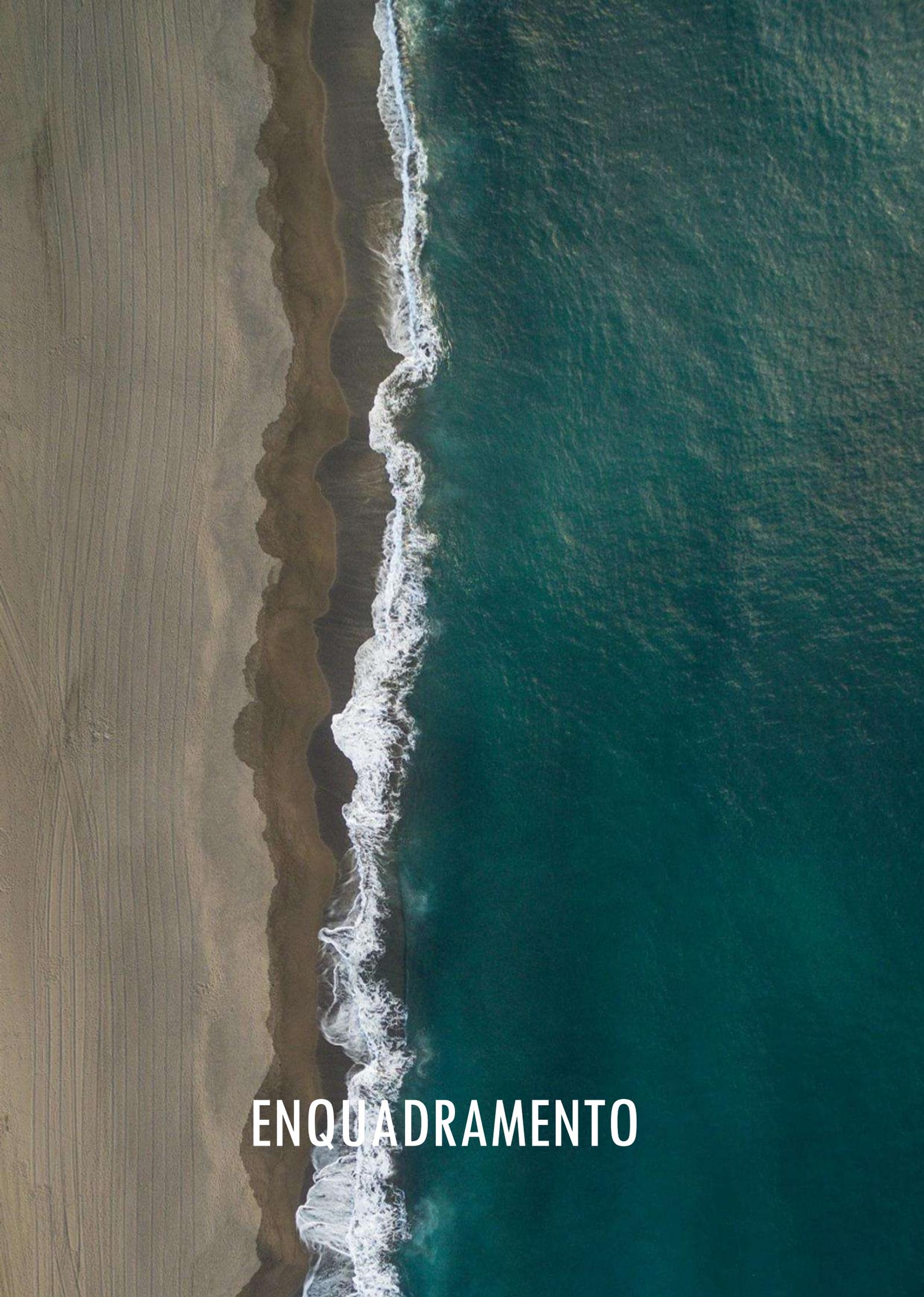
Included in WP3 is the task **T3.3 "Filling the Gaps"**. This task aims to fill gaps concerning knowledge of the seabed, particularly in areas of greater human pressure and with potential for the development of other uses and activities, including aspects of conservation and protection.

To carry out subtask **ST 3.2.2 "Madeira Seabed and habitat mapping"**, DRM first plotted coastal areas, delimited by the bathymetric lines between 20 and 100 metres deep, subject to greater anthropogenic pressure and/or with a greater knowledge gap. In a second phase, a specialised technical service was subcontracted to carry out surveys in the two areas selected for high-resolution acoustic mapping. The subcontract included 3 campaigns in two areas off the south coast of Madeira Island, using side scan sonar and obtaining images of the seabed using a remotely operated vehicle.

As a result of the work carried out, this document corresponds to Deliverable **D3.7 Hydrographic survey and characterisation of the seabed structure on the island of Madeira**.

These campaigns enabled the identification of several seabed types (sedimentary/rocky), the mapping of rocky outcrops, the identification of sites of historical and/or archaeological importance, as well as contributing to the identification of relevant habitats and ecosystems.

The results obtained contribute to the validation of areas previously defined in the Situation Plan of MSP, (approved in 2019) for different uses and activities, namely marine aquaculture and aggregate extraction (sand), thus increasing the knowledge of the seabed that is essential for adaptive management.



ENQUADRAMENTO

ENQUADRAMENTO DOS TRABALHOS

A crescente demanda pelo espaço marítimo para uma variedade de atividades e usos, juntamente com a adoção da política da União Europeia para o "Crescimento Azul", tem impulsionado a necessidade de estabelecer instrumentos legais que se alinhem com esta nova visão dos oceanos. A nível europeu, a Diretiva 2014/89/UE do Parlamento Europeu e do Conselho¹ estabeleceu um quadro para o ordenamento do espaço marítimo, com vista a promover o crescimento sustentável das economias marítimas, zonas marinhas e a utilização sustentável dos recursos.

O objetivo é, portanto, assegurar um espaço marítimo saudável, eficiente e sustentável. Como resultado, muitos países iniciaram ou estão a iniciar o processo de desenvolvimento de instrumentos legais que incorporam as diretrizes da UE, incluindo políticas para o ordenamento do espaço marítimo.

No contexto nacional, de todos os fatores de afirmação, o mar poderá ser seguramente o mais importante e com vastas potencialidades, mas sobretudo o mais singular. Nesta lógica, na sequência da aprovação da Estratégia Nacional para o Mar 2013-2020², que definiu como objetivo operacional a elaboração de um plano de ordenamento que abrangesse a totalidade das áreas marinhas sob soberania ou jurisdição portuguesa, foi aprovada a Lei de Bases da Política de Ordenamento e de Gestão do Espaço Marítimo Nacional (LBOGEM)³. Esta lei veio definir o espaço marítimo nacional, estendendo-se desde as linhas de base até ao limite exterior da plataforma continental para além das 200 milhas náuticas, bem como o seu instrumento de ordenamento. Os principais objetivos da LBOGEM assentam na promoção de uma exploração económica sustentável e racional dos recursos marinhos e dos serviços dos ecossistemas, assegurando a compatibilidade entre os diferentes usos e atividades desenvolvidas no espaço marítimo, promovendo a criação de emprego, a transparência do processo de atribuição de títulos de utilização privativa, a preservação e recuperação dos ecossistemas e valores naturais, e a manutenção do bom estado ambiental. Posteriormente, o Decreto-Lei n.º 38/2015, de 12 de março⁴, veio desenvolver a LBOGEM e consequentemente as disposições aplicáveis ao principal instrumento de gestão, o Plano de Situação (PSOEM).

No caso da Região Autónoma da Madeira (RAM), com a publicação da LBOGEM e do Despacho n.º 11494/2015⁵, de 14 de outubro, foi iniciado o processo de ordenamento do espaço marítimo, através do PSOEM. O PSOEM, publicado a 30 de dezembro de 2019⁶ para a subdivisão do Continente, Plataforma Continental Estendida e subdivisão da Madeira, foi desenvolvido atendendo aos objetivos das Áreas Programáticas da ENM 2013-2020, considerando as necessidades existentes e potenciais de reserva de espaço para os dez anos seguintes.

No contexto da implementação do ordenamento do espaço marítimo (OEM), o conhecimento dos fundos marinhos emerge como um elemento crucial para o planeamento sustentável e a gestão eficaz do ativo mar. Entende-se que conhecer e compreender a topografia, a geologia, a ecologia e outros aspetos dos fundos marinhos é essencial para uma abordagem holística e baseada em evidências na tomada de decisões sobre o uso e a conservação do Mar, sendo esta matéria ainda mais relevante em regiões insulares, como é o caso da Região Autónoma da Madeira (RAM).

A importância do mar e do OEM na região ultraperiférica (RUP) da Madeira é de extrema relevância devido à sua localização geográfica e às características específicas do ambiente marinho, sendo esta RUP uma das regiões europeias mais dependentes do mar, tanto em termos económicos quanto culturais e ambientais. Localizada no Atlântico Nordeste, entre as latitudes de 30°01'N e 33°07'N e as longitudes de 15°01'W e 17°16'W, a RAM é composta pelas ilhas da Madeira, Porto Santo, Desertas e Selvagens (Figura 1), a que corresponde uma vasta Zona Económica Exclusiva (ZEE) de 442 248 km².

A RAM tem uma relação histórica com o mar e condições naturais únicas para o desenvolvimento de atividades relacionadas com o mar. Com um sector turístico bem estabelecido, a Madeira apresenta também uma longa tradição no sector das pescas, e um progresso crescente e significativo da aquicultura marinha.

¹ Diretiva 2014/89/UE Do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de julho de 2014. Jornal Oficial da União Europeia. L257|135

² Resolução do Conselho de Ministros n.º 12/2014. Diário da República, 1.ª série — N.º 30 — 12 de fevereiro de 2012

³ Lei n.º 17/2014, de 10 de abril. Diário da República, 1.ª série — N.º 71 — 10 de abril de 2014

⁴ Decreto-Lei n.º 38/2015. Diário da República, 1.ª série — N.º 50 — 12 de março de 2015

⁵ Despacho n.º 11494/2015. Diário da República, 2.ª série — N.º 201 — 14 de outubro de 2015

⁶ Resolução do Conselho de Ministros n.º 203-A/2019, de 30 de dezembro. Diário da República, 1.ª série — N.º 250 — 30 de dezembro de 2019

Estes sectores consolidados, juntamente com a vasta ZEE, associados à localização privilegiada na confluência das principais rotas comerciais, recreativas e turísticas, conferem uma geo-centralidade com elevado potencial económico.

Por outro lado, o arquipélago caracteriza-se por deter habitats e espécies importantes, muitas delas endémicas e com uma elevada diversidade biológica, pelo que, deverá ser promovida a proteção e conservação, de forma a salvaguardar os interesses regionais e nacionais.

Esta situação implica não só o conhecimento dos recursos marinhos e das atividades com elevado potencial económico, mas também, garantir a sustentabilidade ecossistémica através da criação de novas áreas marinhas protegidas e a compatibilização entre atividades e usos⁷.



Figura 1. Mapa da ZEE da Madeira.

Neste enquadramento, a Direção Regional do Mar, entidade regional com a competência de implementar e monitorizar o OEM na subdivisão da Madeira⁸, parceira do projeto MSP-OR, considerou pertinente proceder a um levantamento hidrográfico direcionado à costa sul da ilha da Madeira, com vista a colmatar lacunas de conhecimento relativas à informação de referência constante aquando da elaboração do PSOEM. Com a realização deste levantamento pretende-se, assim, obter novas evidências para efeitos de revalidação e/ou aperfeiçoamento das respetivas áreas identificadas, promovendo simultaneamente a harmonização de conflitos entre o OEM com o bom estado ambiental.

⁷ PSOEM. Volume IV Subdivisão da Madeira. www.marmadeira.com

⁸ Decreto Regulamentar Regional n.º 25/2020/M. Diário da República, 1.ª série — N.º 63 — 30 de março de 2020



SELEÇÃO DAS ÁREAS DE
ESTUDO

SELEÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

A ZEE portuguesa, estabelecida na Lei n.º 34/2006, de 28 de julho⁹, compreende 3 subáreas: subárea Continente, subárea Açores e subárea Madeira. A sub-região da Madeira detém uma ZEE com cerca de 442 248 km², estendendo-se desde as linhas de base até às 200 milhas náuticas, a que corresponde uma área cerca de 500 vezes superior à área terrestre ocupada pelas ilhas do arquipélago, e compreende, além das ilhas, ilhéus e vários bancos submarinos.

A LBOGEM³ estabelece que o espaço marítimo nacional é de domínio público e por isso de uso e fruição comum, ao qual pode, no entanto, ser atribuído o direito de utilização privativa mediante a reserva de uma área ou volume para exploração dos serviços ecossistémicos ou recursos marinhos, ao abrigo do Decreto-Lei n.º 38/2015⁴, pela emissão de um Título de Utilização Privativa do Espaço Marítimo (TUPEM).

Tal como referido no Enquadramento, Portugal desenvolveu o seu Plano de Situação, tendo por principal objetivo a gestão das atividades humanas no espaço marítimo, em termos espaciais e temporais, tendo como base a minimização dos conflitos, a compatibilidade entre atividades e usos e a utilização sustentável dos recursos e serviços marinhos. Tal como definido do Decreto-Lei n.º 38/2015⁴, o PSOEM tem um conteúdo material e documental e é constituído por uma representação geo-espacial do ordenamento que estabelece a distribuição espacial e temporal dos usos e atividades existentes e dos usos e atividades potenciais, nomeadamente: aquicultura e pesca, quando associada a uma infraestrutura; biotecnologia marinha; recursos minerais marinhos; recursos energéticos e energias renováveis; investigação científica; recreio, desporto e turismo; património cultural subaquático; equipamento e infraestruturas. Contempla também normas de execução que identificam as restrições de utilidade pública, regimes de salvaguarda e de proteção de recursos naturais e culturais e boas práticas a observar na utilização e gestão do espaço marítimo nacional.

Para a realização do levantamento hidrográfico foi efetuado, primeiramente, um estudo prévio das cartas náuticas e das batimétricas e uma análise aos Volumes III-M e IV-M do PSOEM, referentes à Espacialização de Servidões, Usos e Atividades e Relatório de Caracterização da Madeira, respetivamente. Acrescentadamente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica exaustiva relativa à existência de estudos técnicos, científicos e/ou programas de monitorização existentes na costa sul da Madeira, particularmente em áreas sujeitas a pressão antropogénica ou contempladas no PSOEM para diferentes usos e atividades.

Assim, e para efeitos de caracterização, optou-se por considerar prioritário rever os elementos constantes à costa sul da ilha da Madeira, uma vez que é nesta vertente que se encontra a maior densidade populacional e ocorrência de várias atividades económicas.

Após esta análise e enquadramento, foram definidas as áreas de interesse e os métodos e procedimentos a adaptar no âmbito do levantamento hidrográfico, de forma a gerar mapas mosaicos georreferenciados e a identificação e caracterização de potenciais zonas de interesse, incluindo habitats. No que respeita, à recolha de imagens de sonar de varrimento lateral, esta foi realizada por uma empresa externa, uma vez que a Direção Regional do Mar – DRM- não dispõe de meios técnicos para a sua execução. A contratação foi feita seguindo um procedimento pré-contratual por consulta prévia para aquisição de serviços técnicos de mapeamento acústico remoto de fundos marinhos.

⁹ Lei n.º 34/2006. Diário da República, 1.ª série—N.º 145—28 de julho de 2006

Análise aos Volumes III-M e IV-M do PSOEM

Para a seleção das áreas a efetuar os levantamentos hidrográficos foram considerados um conjunto de critérios específicos com vista a harmonizar a compatibilização sustentável dos usos e atividades existentes e previstas no Plano de Situação do Espaço Marítimo -PSOEM, designadamente:

- Áreas onde se encontra a maior densidade de usos e atividades;
- Áreas onde os usos e atividades apresentam um potencial impacte ambiental (i.e., pressões antropogénicas);
- Áreas onde não existe informação topográfica de referência, tal como mapas batimétricos, geomorfologia dos fundos, etc;
- Áreas onde o conhecimento ecológico (e.g. distribuição e caracterização de habitats e biocenoses) é inexistente ou insuficiente;
- Áreas designadas no PSOEM como áreas potenciais;
- Áreas com potencial impacte ambiental.

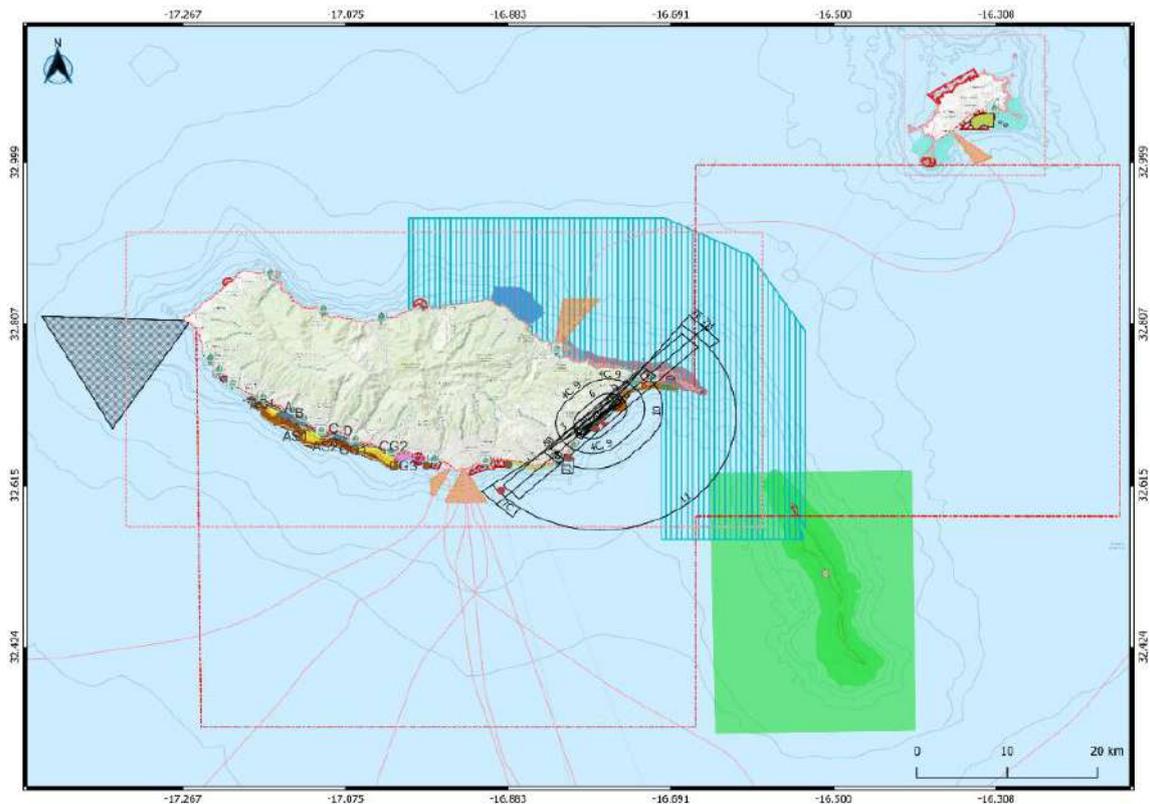


Figura 2. Visão geral do Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo e respetiva espacialização dos usos, atividades e servidões na Madeira, Porto Santo e Desertas.

Usos e Atividades

Aquando da elaboração do PSOEM foram caracterizadas as atividades associadas à economia do mar⁷ regional, assim como foram elaboradas as fichas de usos e atividades que caracterizam sumariamente os diferentes usos e atividades que ocorrem, ou podiam vir a ocorrer na subdivisão da Madeira¹⁰. À luz do presente documento, foram consideradas as que ocorrem na costa sul da ilha da Madeira, por ser nesta vertente na qual ocorre a maior concentração da população e das atividades económicas.

Aquicultura



A aquicultura pode ser definida como a produção em cativeiro de animais ou plantas que tenham um habitat predominantemente aquático, em pelo menos numa fase da sua vida, e que tenham sido objeto de algum tipo de intervenção humana. O principal objetivo é o aumento da produção através de práticas como a alimentação composta, a proteção contra predadores, a integração com outras espécies ou o controlo populacional.

A Região Autónoma da Madeira (RAM) detém um grande potencial para o desenvolvimento da aquicultura em sistemas de cultura flutuantes, derivado de condições físicas e ambientais de excelência como temperatura média do mar, mais elevada do que na Europa Continental (médias mensais entre os 18 e os 24°C), salinidade estável (entre 36.6‰ e 36.8‰) e ondulação fraca a moderada na costa Sul⁸.

A atividade da aquicultura marinha na região iniciou-se em 1996, através de um projeto piloto de aquicultura em jaulas flutuantes na Baía d'Abra, no Caniçal para o cultivo de dourada (*Sparus aurata*). Este projeto teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica e financeira da produção aquícola em mar aberto. O seu sucesso levou à concessão privada desta unidade de produção em 2004 e posteriormente ao surgimento de dois novos estabelecimentos, um na Ribeira Brava (2008) e outro na Calheta (2016), ambos de investimento privado. Atualmente existem três pisciculturas, todas elas dedicadas à produção de dourada. À data, a RAM conta com uma capacidade de produção instalada de 2090 toneladas por ano.

Ciente de que o acesso e uso de espaço marítimo para a aquicultura e a sua integração nas diversas atividades socioeconómicas costeiras são aspetos fundamentais para o desenvolvimento sustentável da atividade, o Governo Regional da Madeira desenvolveu o Plano de Ordenamento para a Aquicultura Marinha da Região Autónoma da Madeira (POAMAR)¹¹. Foram definidas no POAMAR, e posteriormente vertidas no PSOEM, cinco Zonas de Interesse (ZIA) na costa sul da Madeira, por sua vez subdivididas em várias áreas a licenciar: Baía d'Abra, Cabo Girão, Anjos, Arco da Calheta, Calheta - Jardim do Mar/Paul do Mar. O total de área espacializada, incluindo a área aquícola existente e potencial, é de 13,96 km² (Figura 3).

¹⁰ PSOEM. Volume III Subdivisão da Madeira. www.marmadeira.com

¹¹ Resolução n.º 1025/2016, Jornal Oficial de 28 de dezembro de 2016

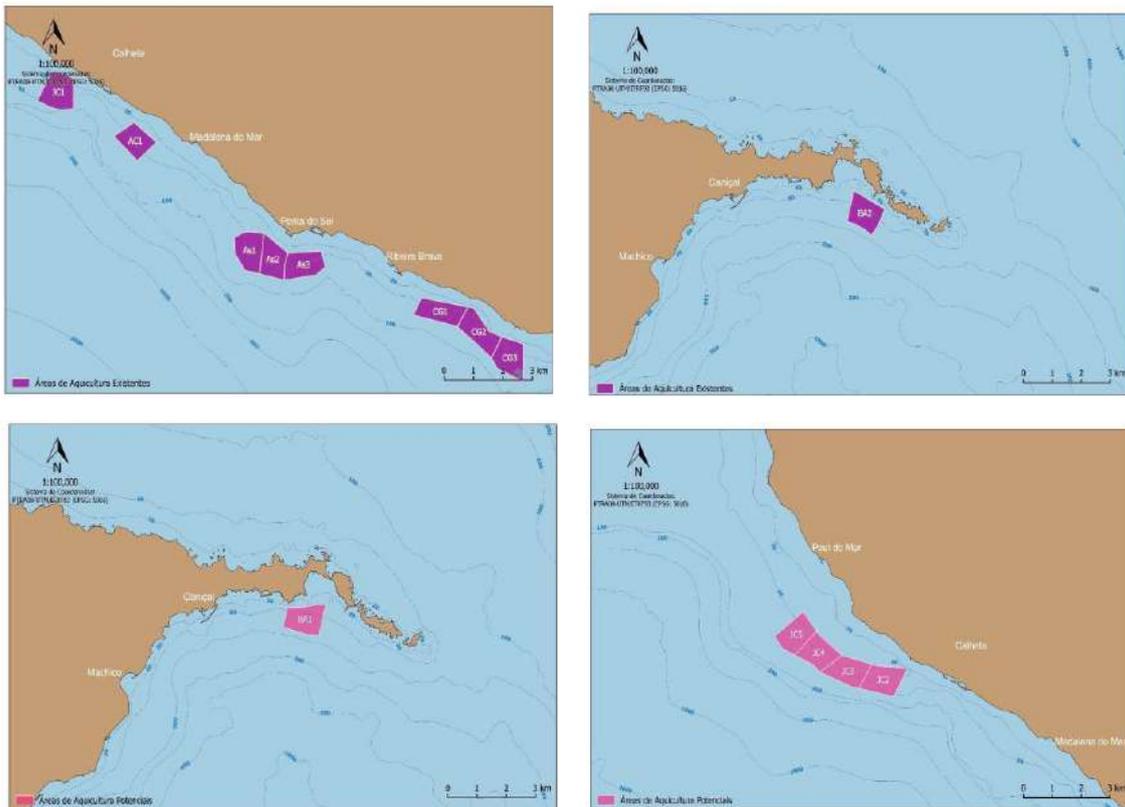


Figura 3. ZIA potenciais e existentes, de acordo com o definido no PSOEM

A delimitação destas áreas teve em conta os seguintes pressupostos:

- Os lotes encontram-se entre a batimétrica dos 20 m e dos 80 m de profundidade e estão próximos da costa (na sua maioria inferior a 1000 m);
- Estas áreas são compostas por lotes com cerca de 1 km², incluindo os corredores de navegação para a deslocação até às jaulas e uma área de segurança para a produção aquícola;
- As áreas não se encontram em zonas que coincidam com outros usos e atividades que utilizem os fundos marinhos (extração de inertes por exemplo);
- As áreas não se encontram em corredores de acessos a portos e marinas;
- Algumas das áreas encontram-se próximas do Centro de Maricultura da Calheta, o que permite que sejam desenvolvidas atividades de investigação;
- As áreas não coincidem com zonas de pesca relevantes ou identificadas como de importância vital pelas comunidades piscatórias locais.

Considerando que a compatibilização da atividade de aquicultura com outras atividades de uso comum é também um dos objetivos do OEM, e ainda que prévio à publicação do PSOEM, aquando da publicação do POAMAR foram consideradas algumas atividades como sendo compatíveis com a aquicultura marinha:

- Mergulho;
- Atividades marítimo-turísticas (visitação e observação das jaulas);
- Energia eólica (na energia eólica são utilizadas plataformas flutuantes que, pelas suas dimensões, permitem a instalação simultânea de estruturas de produção de peixe sem prejudicar a flutuabilidade e segurança das plataformas);
- Investigação científica.

Por outro lado, foram definidas as atividades que pela sua natureza de operação seriam incompatíveis:

- Extração de outros recursos minerais;
- Áreas de fundeadouro;
- Rotas de navegação;
- Zonas de passagem de cabos, emissários e ductos submarinos

No que refere ao licenciamento desta atividade, em linha com a LBOGEM, e no sentido de simplificar o processo de instalação e exploração da aquicultura nacional, foi publicado o Decreto-Lei n.º 40/2017, de 4 de abril¹², que estabelece o regime jurídico da instalação e exploração dos estabelecimentos de culturas em águas marinhas, incluindo as águas de transição e águas interiores. Associados a este Decreto-Lei surgiram várias Portarias que o complementam, quer ao nível do processo de instalação, quer na exploração efetiva.

Em 2023, o Decreto Legislativo Regional n.º 5/2023/M, de 9 de janeiro¹³ adaptou à RAM o regime jurídico relativo à instalação e exploração dos estabelecimentos de culturas em águas marinhas e em águas interiores, que havia sido aprovado pelo Decreto-Lei n.º 40/2017. Este diploma introduziu alterações ao nível dos procedimentos administrativos, a clarificação de entidades regionais e algumas das normas do regime jurídico, tais como as relativas à duração das licenças, e à transmissão dos estabelecimentos. Não obstante, o grande passo foi efetivamente a aprovação do [Programa de Monitorização Ambiental](#) para pisciculturas marinhas, que tem como objetivo desenvolver um conjunto de indicadores de importante representação para a monitorização ambiental do mar, que possam servir de base para um desenvolvimento sustentável da aquicultura marinha, contribuindo simultaneamente para os objetivos da Diretiva Quadro da Estratégia Marinha.

A nível nacional, também em 2023, o regime jurídico relativo à instalação e exploração dos estabelecimentos de culturas em águas marinhas foi alterado com a publicação do Decreto-Lei n.º 83/2023, de 25 de setembro¹⁴. Este Decreto, veio também simplificar e clarificar mais alguns detalhes processuais do licenciamento de pisciculturas, mas sobretudo agilizar o processo de emissão e renovação das licenças já atribuídas.

Recursos Minerais Não Metálicos (Extração de inertes)



Os recursos minerais não metálicos englobam os minerais cujo potencial interesse enquanto matéria-prima não é motivado pelo seu conteúdo metálico, ainda que possuam metais na sua composição. São exemplo de recursos minerais não metálicos, a areia e cascalho, o caulino, a argila, o gesso e a salgema. Dependendo do seu potencial económico, pode o conteúdo em minerais metálicos constituinte, por exemplo de areias, ser encarado como um subproduto da exploração deste inerte.

A atividade de extração e dragagem inertes no espaço marítimo, tem por base estudos desenvolvidos anteriormente que sustentam existirem condições tanto em termos ambientais, como de renovação de quantidade e qualidade, para a utilização comercial dos materiais inertes e da recarga de areia nas praias. No que diz respeito à extração de inertes junto da área costeira, de acordo com estudos desenvolvidos pelo Instituto Hidrográfico, quando realizada a partir da batimétrica dos 15 m, não interfere com a estabilidade da linha de costa e das arribas.

À data, a extração de inertes, especializada no PSOEM, é realizada no leito das águas do mar na costa Sul da ilha da Madeira, em particular no setor ocidental, entre o Paul do Mar e o Cabo Girão – Ponta do Leão (Lote A), Madalena do Mar (Lote B) e Lugar de Baixo (Lote C)/Tabua (Lote D) ([Figura 4](#)), sendo que os inertes são descarregados no terminal marítimo do Porto Novo e no sítio dos Anjos - Ponta do Sol.

¹² Decreto-Lei n.º 40/2017. Diário da República, 1.ª série — N.º 67 — 4 de abril de 2017

¹³ Decreto Legislativo Regional n.º 5/2023/M. Diário da República, 1.ª série — N.º 6 — 9 de janeiro de 2023

¹⁴ Decreto-Lei n.º 83/2023. Diário da República, 1.ª série — N.º 186 — 25 de setembro de 2023

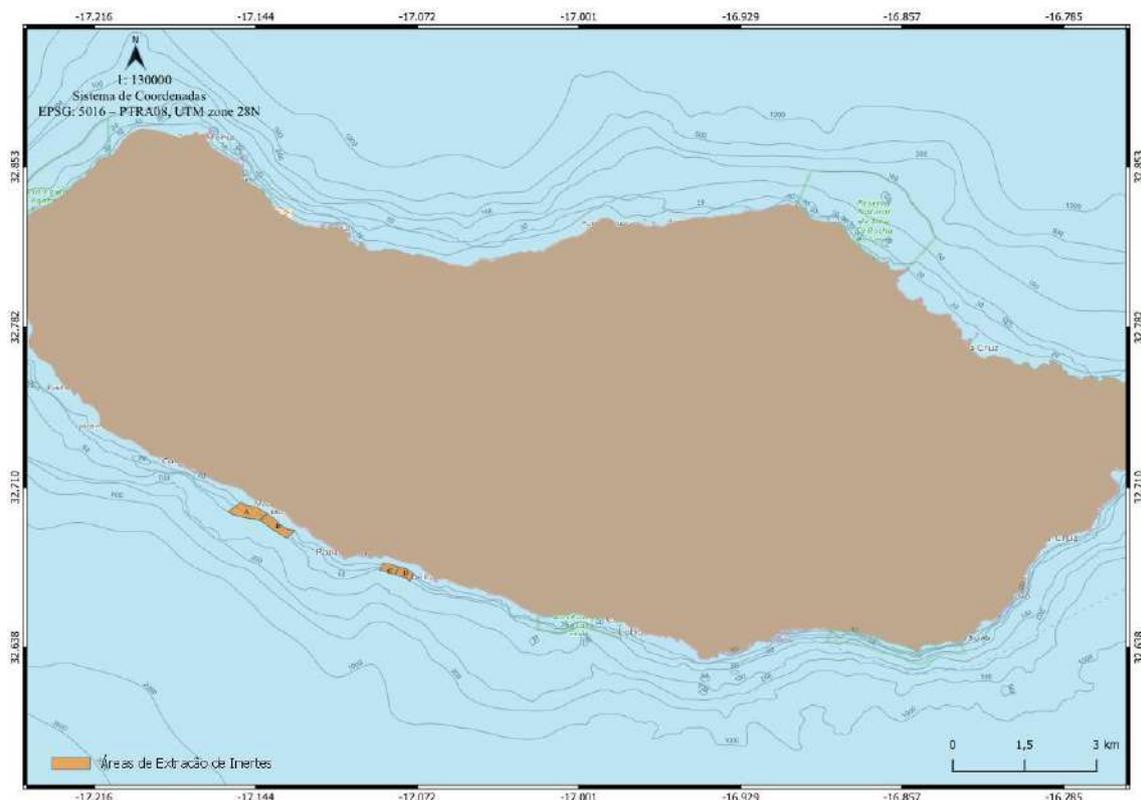


Figura 4. Lotes de extração de inertes, definidos no PSOEM.

O Decreto Legislativo Regional n.º 22/2018/M, de 12 de dezembro¹⁵, estabelece o regime jurídico da extração comercial de materiais inertes no leito das águas costeiras, territoriais e das águas interiores sujeitas à influência das marés da RAM, criando ao mesmo tempo uma disciplina indispensável a garantir a gestão sustentável desses recursos. Nos termos do referido diploma legal, é possível, mediante licenciamento prévio, a extração de materiais inertes do domínio público, tendo como contrapartida o pagamento de uma taxa de recursos hídricos, cujo valor é fixado anualmente. Concomitantemente, a fim de garantir a utilização sustentável dos recursos hídricos em articulação com um elevado nível de proteção da orla costeira e em obediência ao princípio da dimensão ambiental da água e dos princípios de gestão integrada das águas, o mencionado diploma prevê ainda a necessidade de se fixar, anualmente, a quota global de extração de materiais inertes na orla costeira, assim como o valor máximo de venda ao público dos materiais inertes.

A análise dos últimos três anos de operação apresenta alguma oscilação em termos de volume extraído, sendo, no entanto, possível constatar uma maior incidência de extração de inertes no lote D (Tabela I; Figura 5).

Tabela I. Comparação da atividade de extração de inertes entre 2021 e 2023.

Ano	Quota anual (m ³)	Execução quota anual (%)
2021	144 058,00	93,53
2022	205 381,00	89,52
2023	205 381,00	80,31

¹⁵ Decreto Legislativo Regional n.º 22/2018/M. Diário da República, 1.ª série — N.º 239 — 12 de dezembro de 2024

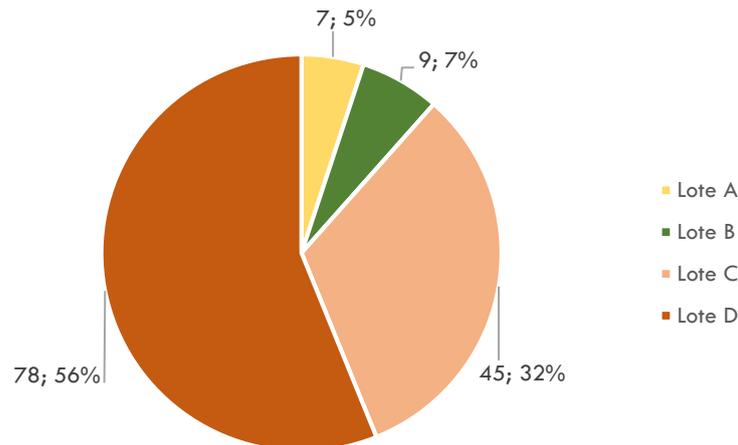


Figura 5. Cargas realizadas nos 4 lotes, nos meses de janeiro a dezembro de 2023.

Devido à sua natureza extrativa, naturalmente esta atividade é incompatível com a aquicultura marinha, uma vez que o impacto causado pela extração de inertes nesta área, iria acarretar problemas no desenvolvimento da produção piscícola, devido à probabilidade de ocorrência de matéria suspensa na coluna de água e que pode ser transportada pelas correntes marítimas.

Na sequência da definição das ZIA, foram extinguidas áreas anteriormente utilizadas para extração de inertes, nomeadamente na zona dos Anjos, após a aprovação da ZIA a Este desta área. Ainda nesta mesma zona, encontra-se uma embarcação naufragada a 17 metros de profundidade, o navio draga Bom Rei, sendo atualmente utilizada para a atividade de mergulho, pelo que atividade de extração de inertes já se encontrava condicionada, antes de ser eliminada esta zona aquando da elaboração do PSOEM.

Curiosidade

O navio draga Bom Rei com 79.91m de comprimento, foi construído nos estaleiros de Troon na Inglaterra em 1964. Na madrugada de 20 de agosto de 1989, enquanto navegava no rio Tamisa, colidiu com uma embarcação de passageiros sofrendo apenas uns danos materiais. No entanto, o ácido a bordo matou mais de 50 pessoas. Alguns anos depois foi vendido a Portugal para operar na Madeira como draga. No dia 25 de março de 1996, desta vez em Mar aberto, perto da Madalena do Mar, navio afundou rapidamente devido a excesso de carga. A tripulação conseguiu se salvar. Hoje em dia é um fantástico recife artificial que atrai uma quantidade abundante de vida marinha. A embarcação encontra-se em excelentes condições e é possível entrar no seu interior. A profundidade varia entre 17 e 34 metros.

Freitas, M., Pestana, L., Gomes, P. & S. Camacho. 2018. Roteiro de mergulho em Naufrágios e Afundamentos na Madeira. Clube Naval do Funchal, Madeira.

No PSOEM foram definidos outros usos ou atividades incompatíveis com a extração de inertes:

- Património cultural subaquático;
- Recifes artificiais;
- Áreas marinhas protegidas;
- Zonas de passagem de cabos, emissários e ductos submarinos.

As áreas selecionadas para a extração de inertes são compatíveis com as seguintes atividades:

- Mergulho (quando a embarcação não está a extrair);
- Atividades turísticas e desportivas (quando a embarcação não está a extrair);
- Navegação (quando a embarcação não está a extrair).

Afundamento de navios e outras estruturas (recifes artificiais)



Recife Artificial é uma estrutura submersa deliberadamente construída ou colocada no fundo do mar com o propósito de simular algumas das funções ecológicas de um recife natural, nomeadamente a proteção, regeneração, concentração e/ou aumento da produção de recursos marinhos vivos.

London Convention and Protocol/UNEP. 2009. Guidelines for the Placement of Artificial Reefs. London, UK, 100 pp.

Esta definição não inclui estruturas submersas como naufrágios, quebra-mares, amarrações, cabos, dutos, dispositivos de pesquisa marinha ou plataformas que, embora possam acidentalmente imitar algumas das funções de um recife natural, não foram inicialmente colocadas com o intuito de as desempenhar.

Em 1983 realizou-se a instalação dos primeiros recifes artificiais, na Baía d'Abra. Estes foram constituídos por materiais de refugo como pneus usados, carcaças de automóveis, autocarros e barcos desativados, entre outros. Embora naquela época o uso deste tipo de materiais fosse considerado internacionalmente como representativo do estado da arte e das boas práticas, atualmente, com o aumento do conhecimento sobre esta matéria, é recomendado o uso de materiais inertes, livres de contaminantes e com elevada complexidade estrutural, entre outras.

Entre 2000 e 2004 foram implantados módulos cúbicos em betão na costa Sul da ilha da Madeira, entre o Paul do Mar e o Jardim do Mar, nas batimétricas dos 18 a 22 metros de profundidade, ocupando uma área total de 22.500 m². Adicionalmente, em 2004 foram também instalados dois grupos de recifes artificiais, cada um com 50 módulos em betão (274,4 m³), a cerca de 27 metros de profundidade, na Calheta. Assim, a baía situada entre as localidades do Paul do Mar e do Jardim do Mar comporta atualmente cerca de 9.225 m³ em recifes artificiais.

A 4 de Setembro de 2018 foi afundada na atual área marinha protegida do Cabo Girão (PNMCG) a corveta Afonso Cerqueira (Figura 6), localizada a 400 metros a sul do cabo Girão, entre os 24 e 32 m de profundidade. Para além do potencial turístico do mergulho recreativo, o novo recife artificial tem sido crucial no que toca à recuperação dos recursos piscícolas da área, aumentando a biodiversidade e proporcionando um local de abrigo para a reprodução da vida marinha.



Leia mais sobre o afundamento da corveta Afonso Cerqueira em <https://marmadeira.madeira.gov.pt/recifes-artificiais-e-patrimonio-subaquatico/>

Video do afundamento em: <https://www.cmjornal.pt/portugal/detalhe/video-mostra-corveta-afonso-cerqueira-a-afundar-nas-aguas-da-madeira>

Figura 6. Corveta Afonso Cerqueira.

Tendo por base os objetivos definidos para os recifes artificiais, no PSOEM, as atividades consideradas incompatíveis foram as seguintes:

- Dragagem para a extração de inertes;
- Pesca – Proibição com redes de arrasto e redes de emalhar;
- Cabos e ductos submarinos

Como atividades compatíveis, foram consideradas:

- Mergulho para a observação e fotografia – desde que devidamente planeada e regulada;
- Atividades turísticas e desportivas;
- Áreas Marinhas Protegidas.

Cabos submarinos

As telecomunicações transcontinentais apenas são viáveis através da instalação de cabos submarinos e elétricos. No que refere aos cabos submarinos, a instalação rege-se pela Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), de 10 de dezembro de 1982 (ratificada pelo Decreto do Presidente da República n.º 67-A/97, de 14 de outubro¹⁶), que estabelece, nos termos do artigo 87.º, que o alto mar está aberto a todos os Estados para a colocação de cabos submarinos e que, nos termos do artigo 79.º, o traçado da linha para a sua instalação na plataforma continental está sujeito ao consentimento do Estado costeiro. Em Portugal, para além da CNUDM, aplicam-se os normativos gerais relativos à segurança marítima, gestão do domínio público e das telecomunicações, bem como as disposições do Decreto-Lei n.º 38/2015⁴. Este último estabelece os procedimentos necessários para a emissão de TUPEM e instalação de cabos submarinos em águas marinhas sob jurisdição portuguesa.

Devido à sua posição geográfica, a Madeira constitui um nó de ligação e de passagem de vários cabos submarinos que permitem estabelecer a conectividade entre os continentes Europeu, Americano e Africano. Desde a aprovação do PSOEM em 2019, foram licenciados três cabos submarinos com passagem na ZEE da Madeira: o cabo submarino Ellalink, o cabo submarino Equiano e o cabo submarino 2Africa. Dos três cabos recentemente instalados, apenas o cabo submarino Ellalink tem um ponto de ancoragem na Ilha da Madeira. Por esse motivo e por se localizar nas proximidades de uma das áreas de estudo consideradas, o cabo submarino Ellalink é o único que possui relevância para o presente documento.

Recreio, desporto e turismo

A localização privilegiada no Atlântico Nordeste e a proximidade a outros continentes, coloca o arquipélago da Madeira em linha com as principais rotas de comércio, recreio e turismo, na direção Norte-Sul e Este-Oeste do Atlântico¹⁷. A sua condição de insularidade criou, há várias décadas, uma estreita relação entre a comunidade e mar, relação essa que se encontra fortemente enraizada, e se expressa nas infraestruturas de apoio, clubes náuticos e escolas de formação existentes e nas dinâmicas associadas à procura pelas atividades marítimas.

Por outro lado, a RAM dispõe de condições climatéricas e oceanográficas excecionais, sendo, por isso, um destino turístico muito procurado, para o usufruto de águas balneares e atividades marítimo-turísticas. Estas características, a par dos valores ecológicos e da biodiversidade marinha ímpares, têm também incrementado a procura do destino para a prática do turismo náutico nas suas diversas vertentes.

O turismo náutico contempla todas as atividades marítimas praticadas sob o ponto de vista lúdico, a designada náutica de recreio; bem como as atividades praticadas em competição, quer estas sejam praticadas na vertente amadora ou profissional – náutica desportiva.

¹⁶ Decreto do Presidente da República n.º 67-A/97. Diário da República, I SÉRIE-A — N.º 238 — 14 de outubro de 1997

¹⁷ Direção Regional do Mar (2022). Plano Estratégico da Economia Azul da Região Autónoma da Madeira – Volume I – Relatório de Diagnóstico.

As principais infraestruturas de apoio à náutica de recreio são as marinas do Funchal, da Quinta do Lorde (Caniçal) e do Porto Santo, e os portos de recreio de Machico e da Calheta. Estas infraestruturas localizam-se na vertente sul das ilhas da Madeira e do Porto Santo e totalizam 1092 lugares de amarração para embarcações até 25m, sendo a marina da Calheta, a que possui maior lotação – 339 lugares¹⁸. A marina do Funchal encontrava-se sobrelotada, pelo que recentemente optou-se por apostar na sua requalificação, que certamente potenciará o setor náutico.

A nível de portos, de referir que os Portos do Funchal, Porto Santo e Caniçal têm condições para o acolhimento de iates oceânicos, que fazem travessias transatlânticas, e o molhe Sul do Porto do Caniçal consegue ainda receber megaiates.

Para o presente documento, e considerando as áreas de estudo, das infraestruturas com mais relevância para apoio à náutica de recreio são de destacar a marina da Quinta do Lorde (Caniçal), o porto de recreio de Machico e o Porto do Caniçal pela sua proximidade ao segmento Machico – Ponta de São Lourenço; as marinas do Funchal e Calheta e o Porto do Funchal por proximidade ao segmento Cabo Girão – Calheta.

De entre as várias atividades lúdicas que é possível fazer na região, destacam-se os passeios turísticos para observação de cetáceos (whale watching), o aluguer de embarcações de recreio, a prática do mergulho e a pesca turística (big game fishing). Também na vertente lúdica, de carácter desportivo, destaca-se a procura da região para a prática de surf, bodyboard, windsurf e SUP (stand up paddle). A prática destas atividades é maioritariamente realizada na costa sul da Ilha da Madeira, desde o extremo Este ao extremo Oeste, uma vez que esta possui condições climatéricas e oceanográficas mais favoráveis que a costa norte (Figura 7).

Tal como mencionado anteriormente, na RAM existe uma forte cultura para a prática de atividades de mar. Por toda a região existem clubes e associações que promovem a prática de várias atividades de mar na vertente de competição, que esta seja de forma amadora ou profissional. No total, na época 2021-2022 contabilizaram-se 1500 atletas federados, distribuídos por 44 associações e clubes (Tabela II)¹⁹.

Tabela II. N.º total de atletas federados, associações e clube dedicados à prática desportiva de atividades de mar.

Atividades	N.º associações/clubes	Atletas federados
Águas Abertas	11	346
Pesca Submarina	1	2
Bodyboard	1	17
SUP	5	122
Surf	4	239
Canoagem	8	293
Pesca desportiva	8	127
Vela	6	354
Total	44	1500

Fonte: Secretaria Regional de Educação, Ciência e Tecnologia (2023). Demografia desportiva federada da Região Autónoma da Madeira, 2021-2022.

¹⁸ ACIF (2015). Plano Referencial Estratégico Mar Madeira 2030 – Estratégia Mar Madeira 2030

¹⁹ Secretaria Regional de Educação, Ciência e Tecnologia (2023). Demografia desportiva federada da Região Autónoma da Madeira, 2021-2022.

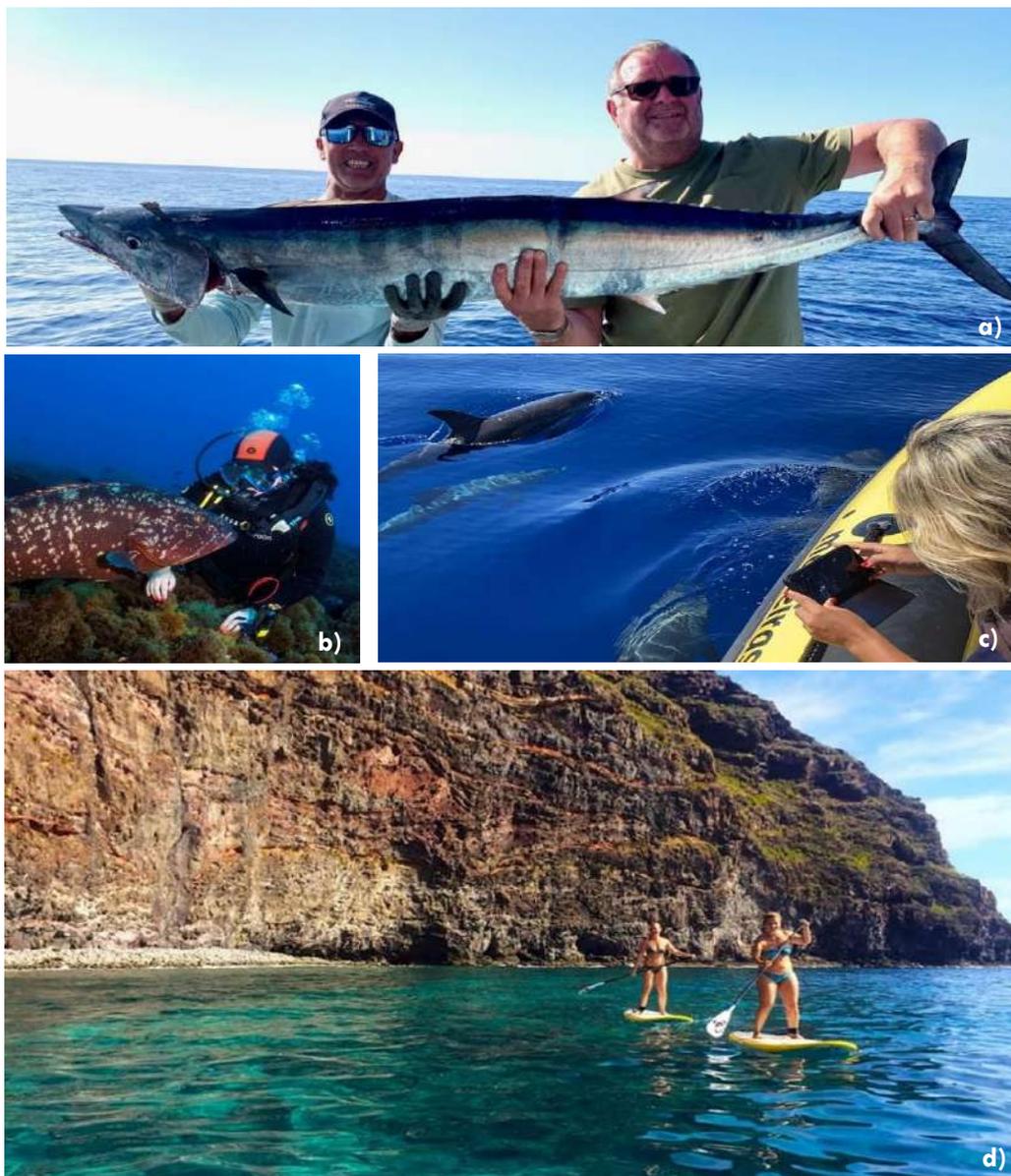


Figura 7. Atividades marítimo-turísticas: a) pesca lúdica; b) mergulho recreativo; c) observação de cetáceos; d) SUP.

Fonte:

a) <https://www.seabookings.com/pt/experiencia/madeira-big-game-fishing>;

b) <https://haliotis.pt/pt/centros/madeira/>;

c) <https://madeiraseaemotions.com/pt-pt/tours/observacao-de-baleias-e-golfinhos/>;

d) <https://madeiranewwave.com/index.php/outras-atividades/110-stand-paddle>

Atualmente, na RAM, estão registadas 102 empresas promotoras de marítimo-turísticas, a grande maioria dela também localizadas na costa sul da ilha. Algumas estão dedicadas a apenas uma atividade, enquanto outras se dedicam a várias (Tabela III).

Tabela III. N.º total de empresas de atividades marítimo-turísticas que operam na RAM e n.º de empresas que desempenham cada uma das atividades indicadas.

Empresas de atividades marítimo-turísticas (total)	102
Aluguer de embarcação	78
Passeios marítimos	66
Pesca turística	37
Canoagem	27
Surf	27
Observação de cetáceos	19

Fonte: Direção Regional do Turismo (RAM); Lista do Turismo- RNNAT 2023.

Servidões e restrições administrativas

Emissários e ductos



Os emissários submarinos são estruturas compostas por tubos de descargas de efluentes residuais pré-tratados no oceano. O papel dos emissários submarinos procura mobilizar a máxima capacidade auto depurativa do meio, afastando o ponto de descarga da costa, o que acaba por minimizar o grau de pré-tratamento exigido nas Estações de Tratamento de Águas Residuais. A utilização de emissários submarinos devidamente dimensionados elimina por completo a necessidade de tratamento terciário e diminui a intensidade necessária de tratamento secundário.

Os ductos submarinos são infraestruturas utilizadas para o transporte de matérias, como é o caso dos gasodutos e oleodutos e a sua instalação rege-se pela CNUDM e pelo Decreto-Lei n.º 38/2015, de 12 de março.

O PSOEM procedeu à identificação dos emissários e dos ductos submarinos. A instalação de infraestruturas desta natureza deverá ser acautelada pelo Decreto-Lei n.º 38/2015 de 12 de março⁴, relativo à emissão de um título de utilização privativa no espaço marítimo (TUPEM) e o Decreto-Lei n.º 226 – A/2007, de 31 de maio²⁰, na sua atual redação, referente à utilização de recursos hídricos.

Na ilha da Madeira os emissários submarinos estão localizados na costa sul, onde se regista um maior aglomerado populacional:

- Emissário submarino de Câmara de Lobos;
- Emissário submarino do Funchal;
- Emissário submarino do Caniço;
- Emissário submarino de Santa Cruz.

Na RAM os ductos submarinos existentes encontram-se no terminal de combustíveis do Caniçal e no antigo terminal dos Anjos. No terminal de combustíveis do Caniçal, existem três oleodutos submarinos, um por cada

²⁰ Decreto-Lei n.º 226 – A/2007. Diário da República, 1.a série—N.º 105—31 de maio de 2007

tipo de produto recebido (CP = gasóleo, gasolinas e Jet-A1; DP= fuelóleo; LPG = butano e propano). No terminal dos Anjos, o ducto destina-se à descarga de inertes, tratando-se de uma estrutura móvel.

Dentro da área de proteção dos emissários e ductos, à semelhança dos cabos submarinos e respetivas áreas de proteção, é proibido o exercício de qualquer atividade suscetível de danificar os cabos submarinos, tais como:

- Fundear;
- Arrastar;
- Rocegar;
- Aquicultura;
- Extração de inertes;
- Depósito de materiais das dragagens;
- Utilizar quaisquer redes ou artes de pesca que atinjam o fundo.

São compatíveis os seguintes usos e atividades com os cabos e emissários submarinos:

- Navegação e rotas de tráfego;
- Desporto.

Áreas de fundeadouro

As áreas de fundeadouro foram definidas pela Autoridade Marítima Nacional no seu edital e constam das Normas Especiais de Segurança Marítimo Portuária, estando localizadas, essencialmente, na costa Sul da ilha da Madeira (e Porto Santo) (Figura 8), onde a ondulação é mais fraca, e junto das áreas portuárias.

As áreas de fundeadouro proibidas localizam-se ao longo de toda a costa da ilha da Madeira (Figura 9) e na costa Sul do Porto Santo. São consideradas áreas que podem constituir algum tipo de perigo para o fundeio, como rochedos, ilhéus, correntes, ondulação, entre outros fatores.

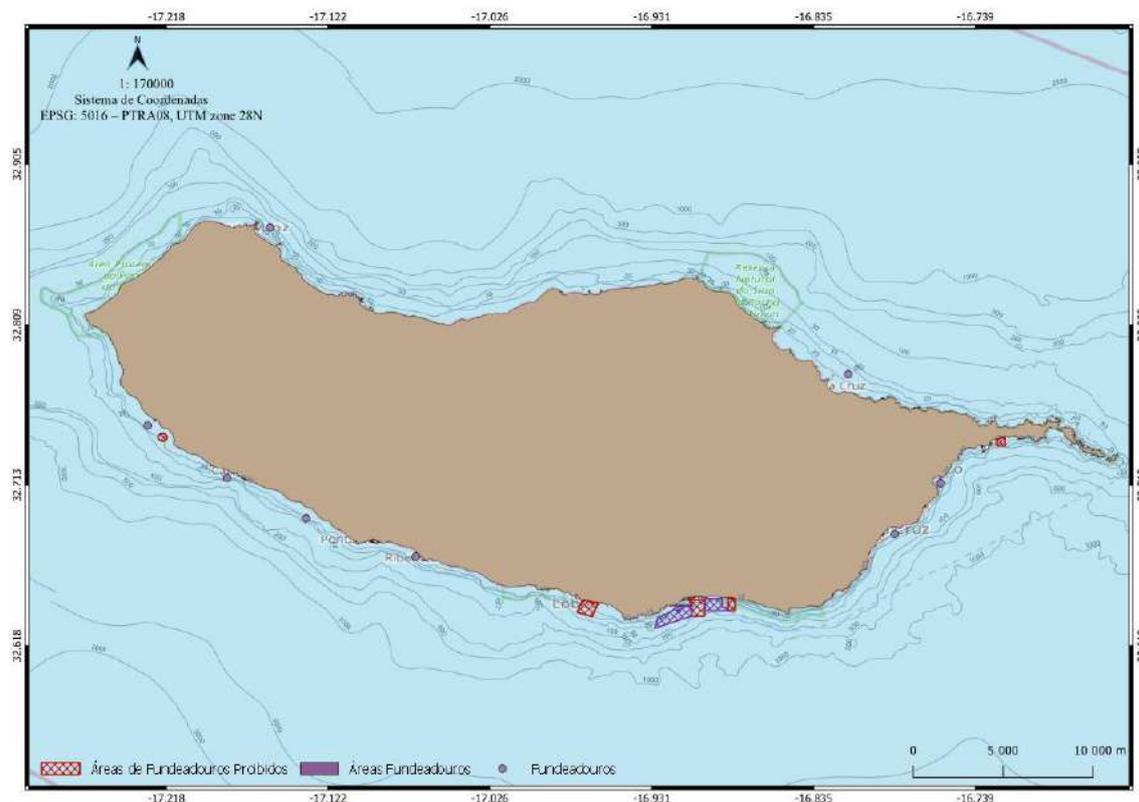


Figura 8. Áreas de fundeadoiro existentes na ilha da Madeira.

Áreas de jurisdição Portuária (Áreas de aproximação portuária)

No que refere às áreas de jurisdição portuária, o PSOEM considerou as áreas de aproximação portuária definidas para os portos principais, secundários, terciários e marinas/portos de recreio, de acordo com o diploma em vigor - Decreto Legislativo Regional n.º 25/2003/M de 23 de agosto²¹, e os trabalhos de alteração das áreas de jurisdição que decorreram durante a elaboração do Plano de Situação.

As áreas portuárias, para além dos seus limites de jurisdição, definem servidões relacionadas com a necessidade de trânsito de navios de e para o porto. O PSOEM identificou os acessos marítimos aos diversos portos e às áreas de pilotagem obrigatória.

De acordo estes trabalhos, as infraestruturas portuárias na RAM estão divididas em três categorias de importância para a gestão:

- Portos principais, com abrangência de 3 milhas náuticas;
- Portos secundários ou de 2º nível, com abrangências 1,5 milhas náuticas;
- Portos terciários ou de 3º nível, com abrangências de 500 metros lineares.

Nas áreas portuárias estão incluídas:

- Áreas reservadas e consolidadas por planos específicos para fundeadoiros nos portos principais da RAM determinados nos artigos 21º a 24º do Regulamento de Segurança em anexo ao Regulamento de Exploração da APRAM S.A., aprovado no ponto 4 da ata n.º 38/2010 de 28 de setembro do Conselho de Administração;
- Terminais de pipeline;
- Áreas de acesso exclusivo às zonas portuárias.

²¹ Decreto Legislativo Regional n.º 25/2003/M. Diário da República, 1.ª série- A — N.º 194 — 23 de agosto de 2003

De igual forma, o PSOEM considerou os seguintes **portos secundários**, três dos quais estão localizados na costa sul da ilha da Madeira:

- Porto do Porto Novo;
- Porto de Câmara de Lobos;
- Porto do Porto Moniz (localizado na costa norte);
- Porto da Calheta

Os **portos terciários** definidos para a região, considerados no PSOEM e localizados na costa sul, são os seguintes:

- Porto de Machico;
- Porto da Ribeira Brava;
- Porto do Paul do Mar;
- Porto de Santa Cruz.

Servidões aeroportuárias

O Decreto Regulamentar Regional n.º 1/2014/M, de 30 de janeiro²², delimita e regulamenta a área de servidão portuária do aeroporto da Madeira. A delimitação desta área tem em consideração as exigências estabelecidas no Anexo 14 da Convenção Internacional sobre Aviação Civil, aprovada pela Organização Internacional de Aviação Civil.

A **Figura 9** apresenta a área de servidão aeronáutica e que consta no PSOEM.

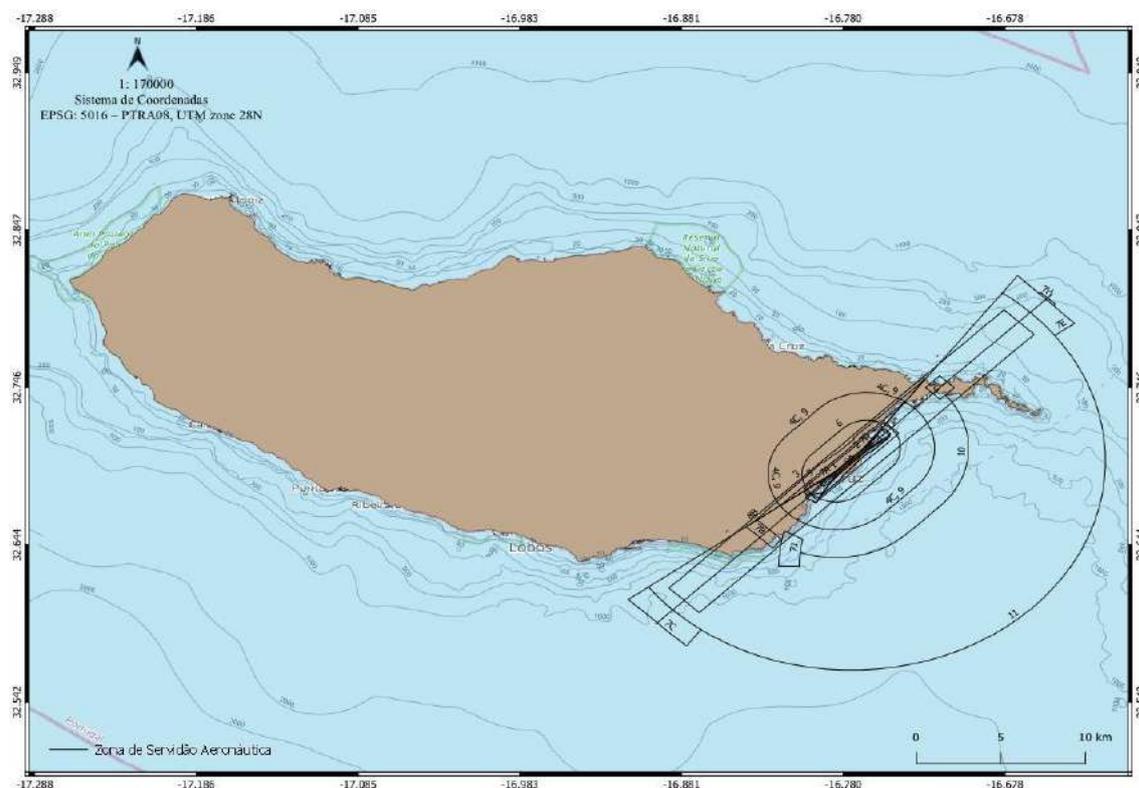


Figura 9. Área de servidão aeroportuária na Madeira.

²² Decreto Regulamentar Regional n.º 1/2014/M. Diário da República, 1.ª série — N.º 21 — 30 de janeiro de 2014

Conservação da natureza

No âmbito do PSOEM, face aos diversos entendimentos internacionais relativamente ao conceito de Área Marinha Protegida (AMP), foi proposto que uma AMP fosse tida como uma área delimitada no espaço marítimo, designada (ou em vias de designação) com objetivos de conservação da natureza, tendo um estatuto legal que preveja a existência de órgãos de gestão, avaliação e fiscalização. Na subdivisão da Madeira, as AMP existentes estão na competência do Instituto das Florestas e Conservação da Natureza (IFCN - IP RAM,) e correspondem, maioritariamente, a AMP costeiras localizadas no mar territorial.

No presente relatório são elencadas as AMP definidas para a costa sul da ilha da Madeira.

Parque Natural Marinho do Cabo Girão (PNMCG)

Entende-se por Parque Natural uma área que contenha predominantemente ecossistemas naturais ou seminaturais, onde a preservação da biodiversidade possa depender da atividade humana, assegurando um fluxo sustentável de produtos naturais e de serviços. Neste enquadramento, o PNMCG, criado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 4/2017/M de 30 de janeiro²³, é de categoria VI da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), tem como objetivo essencial a adoção de medidas que visem a proteção, a valorização e o uso sustentado do mar, através da integração harmoniosa das atividades humanas (Figura 10). Nessa lógica, são permitidas atividades extrativas como a pesca profissional e lúdica, bem como apanha de lapas, caramujos e cavacos. Esta área tem um elevado potencial para diversas atividades como o mergulho, o surf, a observação de vida selvagem, assim como para os passeios marítimos de contemplação e bem-estar. O Edital n.º 10/2018 da Capitania do Porto do Funchal estabeleceu que está interdita toda a navegação num raio de 200 metros centrado no recife artificial – Corveta Afonso Cerqueira (ver seção de recifes artificiais). Nesta delimitação, é ainda expressamente proibida a prática de atividades como, a pesca profissional ou lúdica, bem como atividades de recreio ou marítimo-turística.

Constituíram fundamentos gerais para a classificação do PNMCG, aqueles que surgem da implementação na RAM da Estratégia Nacional para o Mar e que constam do Decreto Legislativo Regional n.º 4/2017/M, de 30 de janeiro:

- O reconhecimento da importância do meio marinho para o desenvolvimento sustentável e inclusivo das populações, em particular aquelas geograficamente próximas das áreas em questão;
- O reconhecimento da importância da área para a manutenção dos serviços do ecossistema, assim como também para as diferentes fases dos ciclos biológicos e/ou ecológicos de espécies e habitats marinhos ou costeiros;
- A importância para a preservação do património geológico submerso e costeiro;
- O interesse para a investigação científica e para a regulação do acesso aos recursos genéticos e à bioprospeção;
- O elevado interesse paisagístico, ou outro, que confira à área potencial para o desenvolvimento de atividades no meio marinho e/ou costeiro com relevância para o bem-estar das populações e da atividade económica, designadamente aquelas ligadas ao turismo e/ou às atividades na natureza;

Dentro dos limites do PNMCG são considerados atos ou atividades condicionadas, carecendo de autorização prévia dos departamentos com competência em matéria de ambiente e conservação da natureza, os previstos no Decreto Legislativo Regional n.º 4/2017/M, de 30 de janeiro:

- Extração pontual de recursos geológicos de reduzida expressão, desagregados naturalmente da estrutura do monumento classificado, sem fins comerciais e que se destinem exclusivamente a ser utilizados dentro dos limites da área protegida ou em monumentos edificados de interesse regional;
- Extração de materiais e colheita de quaisquer espécies vegetais e micológicas, no elemento geológico classificado e na área envolvente;
- Aterros e depósito de resíduos de qualquer tipo nas áreas envolventes aos elementos geológicos classificados;

²³ Decreto Legislativo Regional n.º 4/2017/M. Diário da República, 1.ª série — N.º 21 — 30 de janeiro de 2017

- Prática de atividades lúdicas e desportivas que alterem a forma e substância dos elementos geológicos classificados.

Plano de Ordenamento e Gestão da Ponta de São Lourenço

A Ponta de São Lourenço é a península mais oriental da ilha da Madeira e tem no seu seguimento dois ilhéus – o ilhéu do Desembarcadouro também conhecido por ilhéu da Metade ou da Cevada e o ilhéu do Farol também conhecido por ilhéu da Ponta de São Lourenço ou de Fora.

O Plano de Ordenamento e Gestão da Ponta de São Lourenço e o respetivo regulamento e plantas de síntese e de condicionantes, foram aprovados pela Resolução n.º 1294/2009 de 2 de outubro²⁴. Este plano integra o SIC – PTMAD0003 incluindo a rede ecológica europeia denominada Natura 2000. Desta área marinha protegida faz parte uma Zona de Proteção Especial (ZPE) de 2 412 hectares, ao abrigo da Diretiva Aves e uma Zona Especial de Conservação (ZEC), de 3.182 hectares, ao abrigo da Diretiva Habitats (Figura 10).

O Plano de Ordenamento e Gestão da Ponta de São Lourenço definiu um conjunto de atividades e usos que se encontram condicionados, pelo que ficará sujeito a autorização da entidade gestora (IFCN). As atividades condicionadas são as seguintes:

- Prática de atividades desportivas, culturais e recreativas;
- Prospecção e pesquisa de recursos geológicos e a remoção de substrato;
- Recolha de amostras biológicas, geológicas ou arqueológicas;
- Investigação e atividades científicas.

Na área de proteção marinha são interditos os seguintes atos e atividades:

- Abandono de detritos ou lixo;
- Descarga de águas residuais industriais ou domésticas não tratadas, excedentes de pesticidas ou de caldas pesticidas e de águas de lavagem com uso de detergentes.

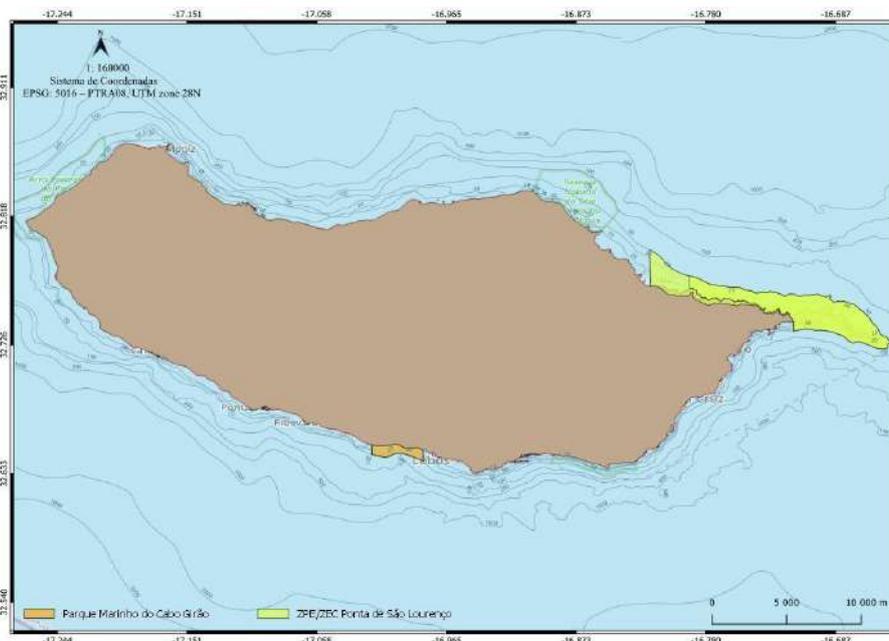


Figura 10. PNMCG e ZPE/ZEC Ponta de São Lourenço.

²⁴ Resolução n.º 1294/2009. Jornal Oficial, I Série — N.º 100 — 2 de outubro de 2009

Sítio Cetáceos da Madeira

O Sítio Cetáceos da Madeira (Resolução n.º 699/2016 de 17 de outubro²⁵), pode constituir uma área de servidão ou restrição administrativa. O Sítio Cetáceos da Madeira corresponde ao polígono que abrange todas as águas marinhas costeiras em redor da ilha da Madeira, das ilhas Desertas e da ilha do Porto Santo, compreendido entre o seu limite interior definido por 1 milha náutica de afastamento da linha de costa, com uma área de superfície total de 681 980 hectares. Esta área compreende as águas pelágicas, formadas pela coluna de água desde a superfície até ao fundo, até aproximadamente aos 2.500 metros de profundidade, englobando os habitats mais importantes para o golfinho-roaz (*Tursiops truncatus*) no arquipélago da Madeira (Figura 11).

As atividades ou usos, tanto de carácter privativo como de fruição comum, devem ter em conta esta área, de forma a minimizar os impactos que possam causar nos cetáceos e répteis, como é o caso das tartarugas, que visitam e usufruem do espaço marítimo.

Entre as várias atividades marítimo-turísticas praticadas na RAM, aquela que dispõe de um maior número de operadores é de observação de cetáceos e outros mamíferos marinhos, também designados como vertebrados marinhos. Sendo esta uma atividade que atrai muitas atenções por parte dos turistas que visitam a Região, e que manifestou crescente procura nos últimos anos, rapidamente surgiu a necessidade de regulamentação, uma vez que depende do contacto direto com os animais marinhos.

O Decreto Legislativo Regional n.º 15/2013/M, de 14 de maio²⁶, aprovou o Regulamento da Atividade de Observação de Vertebrados Marinhos na RAM, definindo regras para a realização da atividade de observação e respetiva aproximação aos animais. Entre outros aspetos, o Regulamento determina que a realização de operação turística de observação de vertebrados marinhos carece de uma autorização, que deve ser requerida ao IFCN, até 60 dias antes da data em que se pretende iniciar a atividade. Posteriormente, a Portaria n.º 97/2013, de 7 de outubro²⁷, veio complementar a regulamentação dos procedimentos e matérias afins inerentes à atividade.

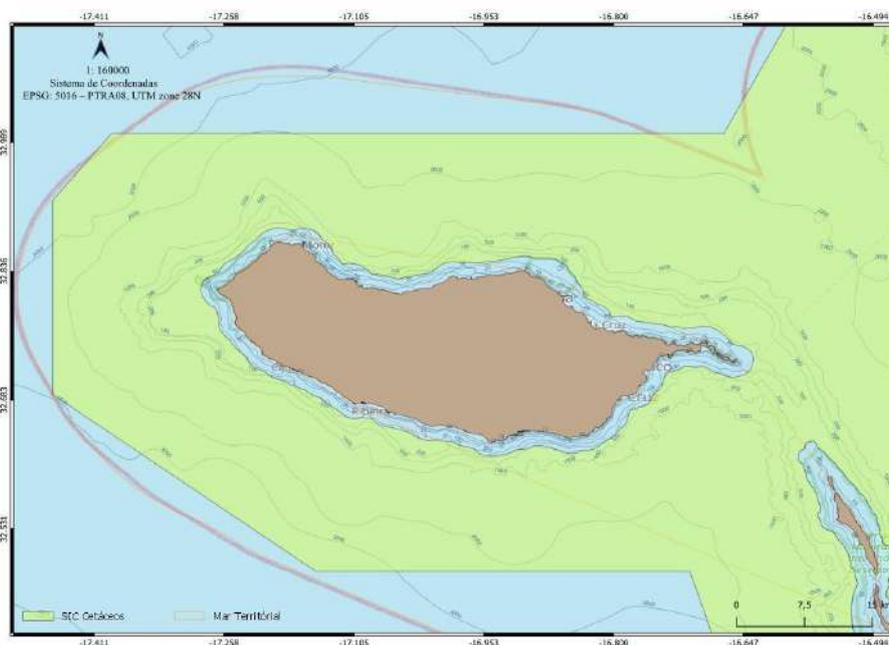


Figura 11. Sítio de importância comunitária para os cetáceos.

²⁵ Resolução n.º 699/2016. Jornal Oficial, I Série — N.º 181 — 17 de outubro de 2016

²⁶ Decreto Legislativo Regional n.º 15/2013/M. Diário da República, 1.ª série — N.º 92 — 14 de maio de 2013

²⁷ Portaria n.º 97/2013. Jornal Oficial, I Série — N.º 139 — 7 de outubro de 2013

Em 2014, e por determinação do regulamento da atividade, foi estabelecido o número máximo autorizado de plataformas de observação e de viagens diárias e/ou outros fatores considerados relevantes na observação de vertebrados marinhos, dentro de uma zona delimitada, através da publicação da Portaria n.º 46/2014, de 22 de abril²⁸. Assim, passou a existir um número cumulativo máximo para cada conjunto de concelhos, posteriormente atualizado pela Portaria n.º 13/2015, de 14 de janeiro²⁹ (Tabela IV).

Tabela IV. N.º máximo autorizado de plataformas por agrupamento de concelhos, de acordo com a Portaria n.º 13/2015, de 14 de janeiro.

Concelhos	N.º de plataformas
Machico, Santa Cruz, Funchal e Câmara de Lobos	25
Ribeira Brava, Ponta do Sol e Calheta	1
Porto Moniz e São Vicente	6
Porto Santo	4

A Portaria n.º 46/2014 estabeleceu, ainda, uma área de exclusão de observação de cetáceos, área essa que foi posteriormente integrada no PSOEM (Figura 12).

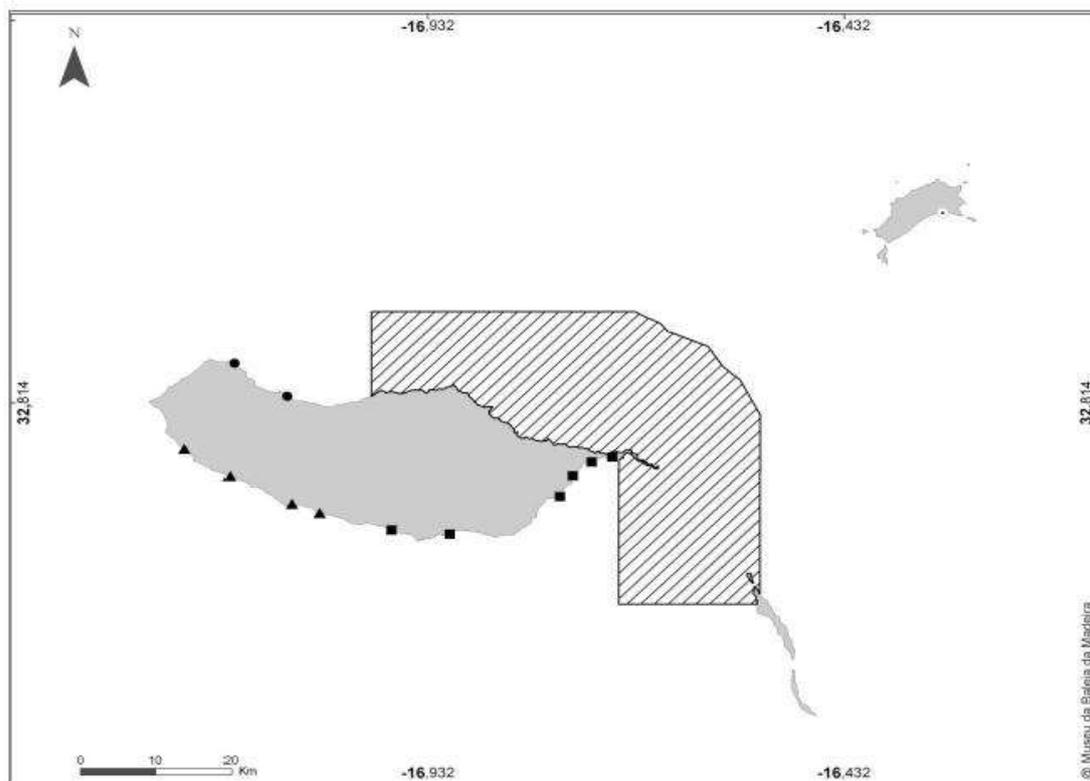


Figura 12. Área de exclusão de observação de cetáceos, estabelecida pela Portaria n.º 46/2014, de 22 de abril.

²⁸ Portaria n.º 46/2014. Jornal Oficial, I Série — N.º 58— 22 de abril de 2014

²⁹ Portaria n.º 13/2015. Jornal Oficial, I Série — N.º 7— 14 de janeiro de 2015

Literatura técnico-científica

No âmbito do presente relatório, realizou-se uma pesquisa bibliográfica bilingue (Português e Inglês) exaustiva de literatura técnico/científica publicada, como também de relatórios e outros trabalhos, realizados nas áreas de estudo do projeto.

Pressupondo que a escala espacial das zonas implica um número reduzido de estudos, não se aplicaram critérios de seleção específicos para filtrar os estudos com informação científica relevante sobre as componentes bióticas (habitats e espécies) e abióticas (cartografia dos fundos), de outros estudos com diferentes temáticas e enquadradas com o objetivo.

A pesquisa de literatura foi efetuada através de motores de busca académicos (SCOPUS, Web of Science, Google Scholar), utilizando as seguintes palavras chave: mapeamento, biodiversidade, habitats costeiros, varrimento lateral, topografia de fundo, Ilha da Madeira, oceanografia, estudos hidrográficos, SIG, ambiente costeiro, distribuição espacial, estudos hidrográficos, censos subaquáticos, Ordenamento do Espaço Marítimo.

Adicionalmente foram analisados documentos regionais (relatórios técnicos, estudos de impacte ambiental, relatórios do Instituto Hidrográfico) produzidos por entidades regionais e nacionais para cada uma das áreas de estudo (Tabelas V e VI). Este levantamento bibliográfico pretendeu proceder à análise e espacialização dos estudos selecionados, em cada uma das áreas analisadas.

Tabela V. Estudos e relatórios técnico/científicos realizados na área de estudo 1.

ID	Referência bibliográficas	Objetivo	Citação
1(21)	Neves, P., Silva, J., Peña, V., & Ribeiro, C. (2021). “Pink round stones”—rhodolith beds: an overlooked habitat in Madeira Archipelago. <i>Biodiversity and Conservation</i> , 30(12), 3359–3383. https://doi.org/10.1007/s10531-021-02251-2	Mapeamento biodiversidade Maerl	(Neves et al., 2021)
2(37)	Hidrográfico, I. (2019b). Prospeção e monitorização hidrográfica das zonas de extração de inertes e respetivas áreas circundantes na costa sul da ilha da Madeira (Vol. I). In <i>Ministério da Defesa Nacional: Vol. I</i> .	Oceanografia	(Hidrográfico, 2019b)
3(93)	Sousa, R., Vasconcelos, J., Henriques, P., Pinto, A. R., Delgado, J., & Riera, R. (2019). Long-term population status of two harvested intertidal grazers (<i>Patella aspera</i> and <i>Patella candei</i>), before (1996–2006) and after (2007–2017) the implementation of management measures. <i>Journal of Sea Research</i> , 144, 33–38. https://doi.org/10.1016/j.seares.2018.11.002	Avaliação de stock	(Sousa et al., 2019a)
4(91)	Monteiro, J., Ramalhosa, P., Silva, R., Álvarez, S., Almeida, S., & Clode, J. C.-. (2022). Avaliação de Risco e Mapeamento de Comunidades e Habitats Presentes na Área Proposta para a Extensão do Complexo de Jaulas para Aquacultura do Campanário Relatório Técnico e Científico.	Mapeamento biodiversidade e avaliação de risco	(Monteiro et al., 2022)
5(78)	Ribeiro, C., Neto, A. I., Moreu, I., Haroun, R., & Neves, P. (2019). A new signal of marine tropicalization in the Macaronesia region: First record of the mesophotic macroalga <i>Avrainvillea canariensis</i> A. Gepp & E.S. Gepp in the Madeira archipelago. <i>Aquatic Botany</i> , 153, 40–43. https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2018.11.008	Mapeamento de Biodiversidade	(Ribeiro et al., 2019)
6(77)	Sousa, R., Vasconcelos, J., Riera, R., Pinto, A. R., Delgado, J., & Henriques, P. (2019). Potential impact of harvesting management measures on the reproductive parameters of the limpets <i>Patella aspera</i> and <i>Patella candei</i> from Madeira Island. In <i>Estuarine, Coastal and Shelf Science</i> (Vol. 226). https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106264	Avaliação de stock	(Sousa et al., 2019b)

ID	Referência bibliográficas	Objetivo	Citação
7(56)	Ribeiro, C., Neves, P., Kaufmann, M., Araújo, R., & Riera, R. (2022). A baseline for prioritizing the conservation of the threatened seagrass <i>Cymodocea nodosa</i> in the oceanic archipelago of Madeira. <i>Journal for Nature Conservation</i> , 68(October 2021). https://doi.org/10.1016/j.jnc.2022.126224	Conservação da Biodiversidade	(Ribeiro et al., 2022)
8(44)	Azevedo, C. & Lima, M. J. (2018). Relatório da campanha oceanográfica OOM - 2017.	Oceanografia	(Azevedo & Lima, 2018)
9(43)	Oliveira, P. A. N. (2019). Programa Especial Do Cabo Girão Relatório Ambiental.	Estudo de Impacte Ambiental	(Oliveira, 2019)
10(40)	Ribeiro, C. & Neves, P. (2020). Habitat mapping of Cabo Girão Marine Park (Madeira island): a tool for conservation and management. <i>Journal of Coastal Conservation</i> , 24(2), 22. https://doi.org/10.1007/s11852-019-00724-9	Mapeamento de Biodiversidade	(Ribeiro & Neves, 2020)
11(36)	Hidrográfico, I. (2019a). Prospeção e monitorização hidrográfica das zonas de extração de inertes e respetivas áreas circundantes na costa sul da ilha da Madeira.	Oceanografia	(Hidrográfico, 2019a)
12(39)	Neves, P. & Braga Henriques, A. C. R. (2019). Reference state characterization for marine habitats and biocenosis of Madeira – Final Report.	Mapeamento de Biodiversidade	(Neves et al., 2019)

Relativamente à área 1, verificou-se a existência de 12 fontes de informação, dos quais 6 são artigos científicos, 3 são relatórios de monitorização hidrográfica, 1 relatório técnico e 1 plano especial de ordenamento de território.

Analogamente, verificou-se para a área 2 a existência de 11 fontes de informação, dos quais 10 são artigos científicos e 1 é um relatório de pesquisa hidrográfica (Tabela VI).

Tabela VI. Estudos e relatórios técnico/científicos realizados na área de estudo 2.

ID	Referência bibliográficas	Objetivo	Citação
1(108)	Gestoso, I., Cacabelos, E., Ramalhosa, P., & Canning-Clode, J. (2019). Plasticrusts: A new potential threat in the Anthropocene's rocky shores. <i>Science of the Total Environment</i> , 687, 413–415. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.123	Poluição	(Gestoso et al., 2019)
2(106)	Herrera, A., Raymond, E., Martínez, I., Álvarez, S., Canning-Clode, J., Gestoso, I., Pham, C. K., Ríos, N., Rodríguez, Y., & Gómez, M. (2020). First evaluation of neustonic microplastics in the Macaronesian region, NE Atlantic. <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 153(December 2019), 110999. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110999	Poluição	(Herrera et al., 2020)
3(105)	Álvarez, S., Gestoso, I., Herrera, A., Riera, L., & Canning-Clode, J. (2020). A Comprehensive First Baseline for Marine Litter Characterization in the Madeira Archipelago (NE Atlantic). <i>Water, Air, and Soil Pollution</i> , 231(4). https://doi.org/10.1007/s11270-020-04517-x	Poluição	(Álvarez et al., 2020)
4(96)	Silva, M., Rey, V., Barreiro, A., Kaufmann, M., Neto, A., Hassouani, M., Sabour, B., Botana, A., Botana, L., & Vasconcelos, V. (2018). Paralytic Shellfish Toxins Occurrence in Non-Traditional Invertebrate Vectors from North Atlantic Waters (Azores, Madeira, and Morocco). <i>Toxins</i> , 10(9), 362.	Biotoxinas	(Silva et al., 2018)

ID	Referência bibliográficas	Objetivo	Citação
	https://doi.org/10.3390/toxins10090362		
5(100)	Parretti, P., Monteiro, J. G., Gizzi, F., Martínez-Escauriaza, R., Alves, F., Chebaane, S., Almeida, S., Pessanha Pais, M., Almada, F., Fernandez, M., Nogueira, N., Andrade, C., & Canning-Clode, J. (2023). Citizen Science and Expert Judgement: A Cost-Efficient Combination to Monitor and Assess the Invasiveness of Non-Indigenous Fish Escapees. <i>Journal of Marine Science and Engineering</i> , 11(2), 1–15. https://doi.org/10.3390/jmse11020438	NIS-aquaculturas	(Parretti et al., 2023)
6(33)	Bernal-Ibáñez, A., Gestoso, I., Wirtz, P., Kaufmann, M., Serrão, E. A., Canning-Clode, J., & Cacabelos, E. (2021). The collapse of marine forests: drastic reduction in populations of the family Sargassaceae in Madeira Island (NE Atlantic). <i>Regional Environmental Change</i> , 21(3). https://doi.org/10.1007/s10113-021-01801-2	Biodiversidade macroalgas	(Bernal-Ibáñez et al., 2021)
7(42)	Schäfer, S., Monteiro, J., Castro, N., Gizzi, F., Henriques, F., Ramalhosa, P., Parente, M. I., Rilov, G., Gestoso, I., & Canning-Clode, J. (2021). Lost and found: A new hope for the seagrass <i>Cymodocea nodosa</i> in the marine ecosystem of a subtropical Atlantic Island. <i>Regional Studies in Marine Science</i> , 41, 101575. https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101575	Biodiversidade Pradarias de fanerogamas	(Schäfer et al., 2021)
8(61)	Pérez-Peris, I., Navarro-Mayoral, S., de Esteban, M. C., Tuya, F., Peña, V., Barbara, I., Neves, P., Ribeiro, C., Abreu, A., Grall, J., Espino, F., Bosch, N. E., Haroun, R., & Otero-Ferrer, F. (2023). Effect of Depth across a Latitudinal Gradient in the Structure of Rhodolith Seabeds and Associated Biota across the Eastern Atlantic Ocean. <i>Diversity</i> , 15(1). https://doi.org/10.3390/d15010103	Biodiversidade Maerl	(Pérez-Peris et al., 2023)
9(90)	Sangil, C., Martins, G. M., Hernández, J. C., Alves, F., Neto, A. I., Ribeiro, C., León-Cisneros, K., Canning-Clode, J., Rosas-Alquicira, E., Mendoza, J. C., Titley, I., Wallenstein, F., Couto, R. P., & Kaufmann, M. (2018). Shallow subtidal macroalgae in the North-eastern Atlantic archipelagos (Macaronesian region): a spatial approach to community structure. <i>European Journal of Phycology</i> , 53(1), 83–98. https://doi.org/10.1080/09670262.2017.1385098	Biodiversidade macroalgas	(Sangil et al., 2018)
10(44)	Azevedo, C. & Lima, M. J. (2018). Relatório da campanha oceanográfica OOM - 2017.	Oceanografia	(Azevedo & Lima, 2018)
11(21)	Neves, P., Silva, J., Peña, V., & Ribeiro, C. (2021). “Pink round stones”—rhodolith beds: an overlooked habitat in Madeira Archipelago. <i>Biodiversity and Conservation</i> , 30(12), 3359–3383. https://doi.org/10.1007/s10531-021-02251-2	Biodiversidade MAERL	(Neves et al., 2021)



ÁREAS DE ESTUDO

ÁREAS DE ESTUDO

Considerados os critérios, elementos, usos e atividades acima elencados, a DRM considerou pertinente seleccionar duas áreas de intervenção. A delimitação vertical foi estabelecida entre a linha de base e os limites das águas costeiras e entre as batimétricas de 20 e 100 metros de profundidade (Figura 13).



Figura 13. Delimitação das duas áreas de estudo.

A Área 1 encontra-se localizada entre o concelho Calheta e o Cabo Girão (concelho da Câmara de Lobos) e com uma extensão de aproximadamente de 44 km² (Figura 14). As coordenadas de início e fim desta zona de estudo apresentam-se na Tabela VII.

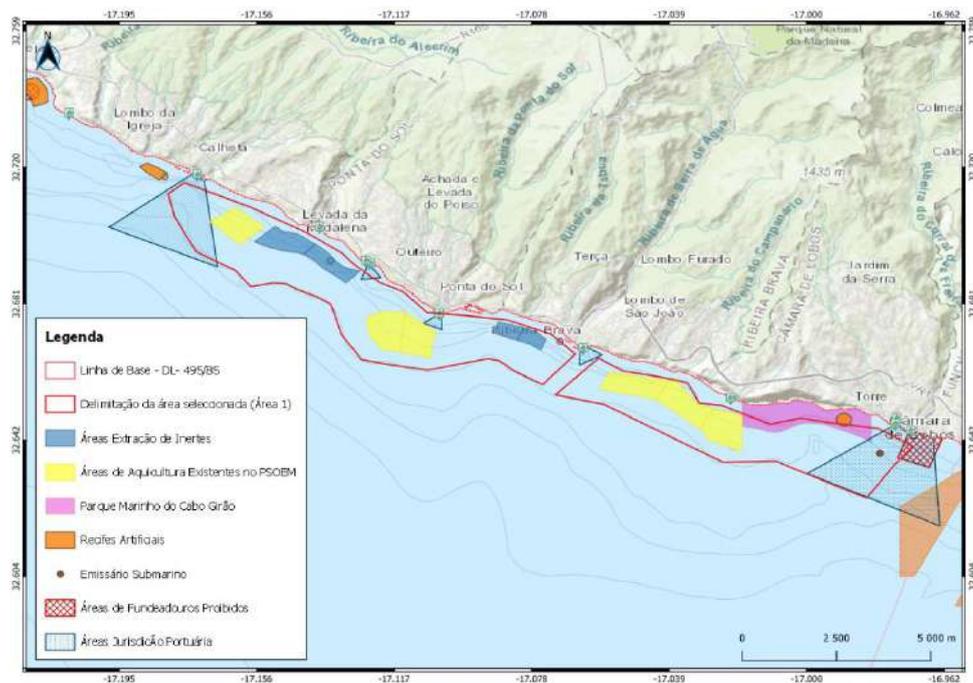


Figura 14. Cartografia do PSOEM na Área de Estudo 1 e respetiva distribuição espacial dos usos, atividades, serviços e restrições administrativas.

Tabela VII. Coordenadas de localização da Área de Estudo 1: Calheta-Cabo Girão.

Coordenadas Geográficas EPSG: 5016, PTRAO8/UTM zone 28N	
Latitude	Longitude
32,63392	- 16,97690
32,71395	-17,17895

A Área 2 encontra-se localizada entre concelho de Machico (Figura 15), mais concretamente entre o limite oeste da praia de Machico e o Miradouro Ponta do Furado e Caniçal (Ponta de São Lourenço, Caniçal), a que corresponde um total aproximado de 14 km². As coordenadas de início e fim da zona de estudo apresenta-se na Tabela VIII.

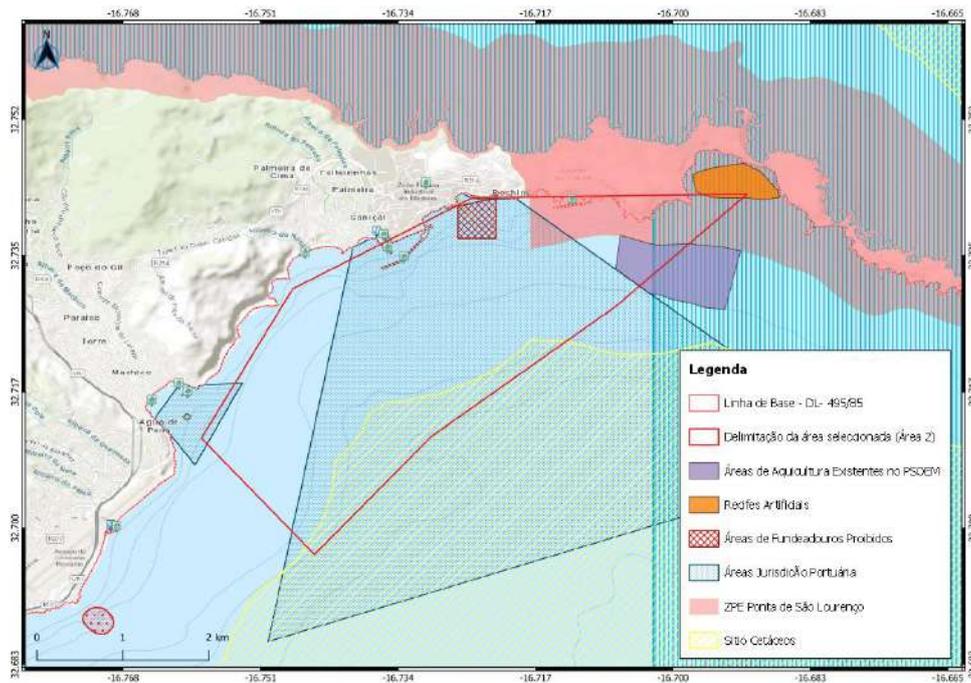


Figura 15. Cartografia do PSOEM na Área de Estudo 2 e respetiva distribuição espacial dos usos, atividades, servidões e restrições administrativas.

Tabela VIII. Coordenadas de localização da Área de Estudo 2: Machico- Ponta de São Lourenço.

Coordenadas Geográficas EPSG: 5016, PTRAO8/UTM zone 28N	
Latitude	Longitude
32,7425	- 16,6904
32,6970	-16,7439



LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO

LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO

Para assegurar o mapeamento de áreas específicas do fundo marinho da costa sul da Madeira, mediante utilização de equipamentos de mapeamento acústico, nomeadamente um sonar de varrimento lateral e uma câmara de vídeo subaquática motorizada com georreferenciação, entre as batimétricas dos 20 e 100 m, os trabalhos de mar seguiram a metodologia e critérios definidos no caderno de encargos, que consistiu na realização de três campanhas de recolha de informação. A informação contida no presente documento reflete somente alguns dos elementos contratualizados.

Campanha 1

Prospecção do fundo marinho, através da realização de corredores/ fiadas paralelas com 100 m de alcance para cada lado, em toda a zona da prospecção definida anteriormente (Área 1 e Área 2), o que permitirá construir um mapa-mosaico com as imagens de sonar obtidas e identificar áreas específicas para a campanha 2.

Esta primeira campanha, serviu para caracterizar o tipo de fundos de forma a permitir a identificação das zonas de cobertura sedimentar e outras de superfície rochosa, bem como a identificação de zonas de possível interesse ecológico (habitats) e de lixo marinho existente.

O levantamento de sonar de varrimento lateral foi efetuado em dupla frequência (100 kHz e 500 kHz), com uma distância entre linhas paralelas de 150 m e com alcance do feixe de sonar de 100 m para cada lado no que à Área 1 diz respeito. Relativamente à Área 2, o espaçamento entre linhas foi de 75 m, e o mapeamento foi realizado em corredores de 50 m de alcance para cada lado, tendo em conta a menor dimensão desta área.

Campanha 2

A campanha 2 consistiu na identificação de zonas de interesse ecológico com base dos dados obtidos na campanha anterior, sendo que as missões de mar no âmbito desta campanha consistiram na recolha de imagens de sonar de varrimento lateral com maior resolução/detalhe nas áreas de interesse identificadas através da realização de corredores/fiadas paralelas com 50 m de alcance para cada lado, e um espaçamento entre linhas de 75 m.

Campanha 3

A campanha 3 consistiu na identificação de vários pontos de relevância ecológica, pontos esses que foram identificados em concordância com os dados obtidos das duas campanhas anteriores, sendo que cada ponto foi alvo de fotografia e filmagens subaquáticas complementares.

Na Área 1 (Calheta- Cabo Girão), o levantamento de sonar de varrimento lateral foi efetuado em dupla frequência (100 kHz e 500 kHz), com uma distância entre linhas paralelas de 150 m e com um alcance do feixe sonar de 100 m para cada lado e na área 2 (Machico - Ponta de São Lourenço), o espaçamento entre linhas foi de 75 m e o mapeamento desta área foi realizado em corredores de 50 m de alcance para cada lado.

Execução técnica

A prospecção de mapeamento acústico foi realizada utilizando um sonar de varrimento lateral digital de dupla frequência (100 kHz e 500 kHz), da marca Klein3000, a bordo da embarcação ADA REBIKOFF. Para assegurar a cobertura completa da área de trabalho, foram estudadas as cartas náuticas, cartas

batimétricas ("sonar charts") e dados multifeixe existentes das zonas em questão. Seguidamente, foi criado uma grelha de prospeção ("survey grid"), usando o programa SonarPro.

O sonar (Figura 16) foi rebocado pela embarcação, tendo o comprimento do cabo de aço ("layback") sido controlado através de um guincho hidráulico (Figura 17). Em regra geral, o sonar foi rebocado com uma distância do fundo do mar correspondente a 10-20% da largura do respetivo corredor de prospeção, a que corresponde uma distância máxima do fundo do mar entre 10 e 20m (em média com uma distância de 13-14m), quando se percorriam os corredores de 100m de largura para cada lado, e com 5-10m de distância quando o alcance do feixe sonar era de 50m para cada lado.

Para garantir que o sonar permanecesse na posição ideal, a meio da embarcação, e sendo que o guincho do cabo de sonar está localizado a bombordo da embarcação, o cabo de aço do sonar ficou guiado por dois rolos (Figura 17).



Figura 16. Sonar de varrimento lateral com recetor USBL montado.



Figura 17. Rolos que guiam o cabo do sonar.

A velocidade da sondagem foi de 4 nós. O espaçamento entre trajetos com um alcance do feixe sonar de 100m para cada lado foi de 150m, e de 75m quando se faziam trajetos com um alcance do feixe sonar de 50m para cada lado, garantindo, assim, uma sobreposição de 50%.

O guincho foi controlado a partir da ponte de controle do navio, garantindo, assim, o controle da distância correta ao fundo, mediante constante observação da sonda e devida correção do comprimento do cabo.

Integrado no sistema estava um sistema de contador automático do cabo ("metersout"), da marca T-Count. Este controlo automático permite medir a quantidade (em metros) de cabo largado durante a realização da prospeção e a correção dos dados de posicionamento do sonar.

No entanto, mesmo utilizando um sistema de contagem automática do cabo, acaba por introduzir, naturalmente, um erro de posicionamento significativo, sobretudo porque o comprimento do cabo tem de ser ajustado muitas vezes durante a campanha para garantir uma distância correta em relação ao fundo do mar. Sem posicionamento rigoroso (USBL), não se consegue produzir um mosaico de qualidade satisfatória com as imagens do sonar.

O posicionamento, ou seja, a geo-referenciação dos dados com rigor, foi garantido através da integração de um sistema USBL, ligado ao GPS (Figura 18). A correção dos dados USBL, em relação ao movimento do próprio barco, e a fim de obter um cálculo triangular correto da posição do sonar, foi garantido através de um sensor de moção (CodaOctopus F180). O sistema T-Count de contagem automática do comprimento do cabo foi utilizado como sistema de posicionamento adicional de segurança.

Para trabalhar em profundidades até 100 m, o comprimento do cabo largado entre a embarcação e o sonar, atinge aproximadamente 280m. A profundidade do terreno durante a missão do sonar de varrimento lateral foi controlada com uma sonda Furuno FCV-295.



Figura 18. Controle do sistema de sonar com monitores, sonda e contador de cabo.

Meios envolvidos

Equipa técnica

Empresa Externa - Fundação Rebikoff - Niggeler

- Joachim Jakobsen, investigador responsável pela operação do catamaran e do submersível, aquisição de dados;
- Kirsten Jakobsen, operação do catamaran, aquisição de dados e relatório;
- Dr. Jens Greinert, processamento dos dados de sonar;
- Garry Kozak, processamento dos dados de sonar.

Direção Regional do Mar - DRM

- Mafalda Freitas, responsável do projeto e coordenação;
- Natacha Nogueira, coordenação e execução do projeto;
- Isabel Rodrigues, cartografia;
- Filipe Henriques, análise da informação biológica e geográfica.

Embarcação

Para as operações de sonar, foi utilizada a embarcação do tipo catamaran ADA REBIKOFF (16,90m) (Figura 19). O ADA REBIKOFF está equipado com:

- Sonar de varrimento lateral; Guincho hidráulico com 2.200 m de cabo para o sonar de varrimento lateral;
- Sonar multifeixe: L-3 Communications ELAC NAUTIK SeaBeam1050;
- Computador para processamento de dados batimétricos com os programas Hydrostar Online, Hypack Max, Hysweep, Surfer e SonarPro;
- Sensor de moção: CodaOctopus F180;
- Sistema de posicionamento (tracking) USBL TrackLink 1500HA, ligado ao GPS e sensor de moção;
- Oficina de manutenção com torno, fresa, soldagem e stock de peças e materiais;
- Câmara subaquática motorizada; Sistema de filmagem aérea (drone); Sistema de pós-produção de vídeo 4K.



Figura 19. ADA Rebikoff, PT-123529.

Sonar de varrimento lateral

- L-3 Communications Klein System 3000;
- Sonar digital de varrimento lateral de duas frequências (100 KHz e 400 KHz).

Guincho e cabo

- Guincho hidráulico com 2.200 m de cabo de aço (Figura 20).



Figura 20. Guincho com cabo de aço para o sonar.

Sistema de posicionamento acústico USBL (Ultra Short Base Line)

O sistema de correção dos dados de posicionamento entre o sonar e os dados de georreferenciação de superfície da embarcação, para determinar com rigor a posição do sonar, foi utilizado o sistema USBL da marca TrackLink 1500HA, da empresa LinkQuest. Trata-se um sistema de alta precisão (precisão de 0.25 graus, além de 0.5% slantrange), (Figura 21).



Figura 21. Transmissor e recetor USBL.

Câmara subaquática e submarino

Para as verificações ("ground-truthing") complementarmente ao recurso de câmara subaquática, foi também utilizado o submersível LULA1000 (Figura 22), com capacidade de mergulhar com 3 pessoas até 1000m de profundidade. O LULA1000 está equipado com 5 motores elétricos (2,2 kW cada), um sistema de posicionamento USBL, sonar, várias câmaras de vídeo ultra HD, iluminação HMI e LED, sonar horizontal de 360°, bússola Fluxgate, sonda, manípulo de 5 eixos e uma caixa de recolha de amostras.



Figura 22. Submersível Lula1000.

Software (programas informáticos)

- Sonar Pro 14.0;
- TrackLink;
- SonarWiz;

- CodaOctopus F180.

Sensor de moção

- CodaOctopus F180.

Período de Campanhas

Os trabalhos de mar de recolha de imagens acústicas remotas, foram levados a cabo de dia no período entre as 8 horas e as 18 horas e em condições meteorológicas adequadas, com vagas de aproximadamente um metro.

Produtos contratualizados

Conforme o procedimento pré-contratual por consulta prévia, celebrado com a empresa externa, os produtos finais de entrega, foram:

- Relatório técnico final em suporte digital (pdf), contendo a metodologia de execução;
- Cartografia dos fundos marinhos da campanha 1, com georreferenciação;
- Identificação dos sítios de interesse da campanha 2, com georreferenciação;
- Mapas dos levantamentos em Geotiff;
- Adoção do sistema de coordenadas geográficas PTRA08-UTM/ITRF93 (EPSG:5016);
- Entrega de um projeto SIG QGIS.



RESULTADOS

ANÁLISE DA BIBLIOGRAFIA

Área de estudo 1

Situada entre o concelho da Calheta e o concelho de Camara de Lobos, esta área tem sido alvo de alguns estudos muito recentes, nomeadamente entre 2019 e 2022.

A nível de caracterização biótica, foram identificados 5 estudos cujo objetivos incidiram maioritariamente em mapeamentos de biodiversidade no Parque Natural Marinho do Cabo Girão (PNMCG), cobrindo parcialmente a zona de estudo (Figura 23).

Dos estudos selecionados, destacam-se alguns resultados, nomeadamente:

Nas zonas de sedimentos móveis foram registadas duas espécies de flora marinha avaliadas como vulneráveis, os campos de rodólitos (*Maerl*) com uma extensão de 67,918 m², situada entre os 16 e os 30 m de profundidade (Neves et al., 2021) e pequenas manchas da planta marinha *Cymodocea nodosa* (Cláudia Ribeiro & Neves, 2020). Foram igualmente registadas pradarias de *Avrainvillea canariensis* e *Caulerpa prolifera* (Ribeiro et al., 2019).

Respetivamente à fauna, foram registadas nos fundos de areia colónias de enguias de jardim (*Heteroconger longissimus*). Nos fundos mistos (recifes rochosos e arenosos) foi registada a ocorrência de 132 táxons, nos quais se incluem 3 espécies vulneráveis de peixes (*Bodianus scrofa*, *Balistes capriscus* e *Mycteroperca fusca*), 18 espécies de peixes comercialmente importantes (Cláudia Ribeiro et al., 2022; Cláudia Ribeiro & Neves, 2020) e duas espécies de moluscos gastrópodes com importância comercial (Sousa, et al., 2019a; Sousa, et al., 2019b).

A nível da meiofauna dos sedimentos móveis (fauna existente com tamanhos entre 200µm -10mm), foram registadas 78 taxa (Neves et al., 2019).

Um outro estudo de Monteiro et al. (2022), desta vez na batimétrica entre os 30 e os 100 metros, focado no mapeamento das comunidades e habitats presentes na ZIA do Campanário e áreas potenciais para uma proposta de extensão das jaulas de aquacultura, identificou 5 habitats nos sedimentos móveis, nomeadamente:

- i) fundo arenoso com manchas de *Caulerpa prolifera*;
- ii) fundo arenoso com fauna móvel ou ocasional;
- iii) fundo arenoso com Pennatulacea;
- iv) fundo arenoso com comunidades de coral frequentes,
- v) fundo arenoso com comunidades de coral ocasionais.

Os habitats associados à presença de comunidades de corais (EUNIS- A5.25_RAMPT01) são considerados habitats vulneráveis e com características importantes em termos de serviços ecossistémicos e de função ecológica importante.

A campanha realizada pelo Observatório Oceânico da Madeira (Azevedo & Lima, 2018), identificou na sua totalidade 170 taxa associados aos fundos marinhos da região, tais como: esponjas, hidrozoários, corais (*Scleractinia* e *Antipatharia*), briozoários, moluscos gastrópodes e bivalves, braquiópodes, crustáceos decápodes braquiúros, anomuros, anelídeos poliquetas, equinóides, algas (algumas calcárias), foraminíferos, entre outros. Esta mesma campanha recolheu dados físicos, biológicos e biogeoquímicos, usando equipamentos de elevada resolução. Foram determinadas os perfis hidrológicos a nível da salinidade, temperatura, concentração de clorofila, nitritos, nitratos, ortofosfatos e silicato, matéria orgânica em suspensão e avaliada a influência dos processos físicos de mesoescala e suas interações entre a dinâmica costeira com a oceânica (Azevedo & Lima, 2018).

Relativamente ao conhecimento existente a nível da caracterização hidrográfica, foram realizadas até ao presente 2 trabalhos de prospeção e monitorização topográfica dos fundos, nos sectores compreendidos entre os eixos da Fajã do Mar –Anjos e Lugar de Baixo – Ribeira Brava, entre a batimétrica dos 15 e 50 m (Instituto Hidrográfico, 2019a; 2019b).

Estes trabalhos tiveram como objetivo principal melhorar o conhecimento sobre a natureza e morfologia do fundo marinho, sua estrutura geológica e seus processos de dinâmica sedimentar, através de sondagens acústicas, recolhas de água e sedimentos.

Na Fajã do Mar verificou-se que a superfície do fundo marinho se apresenta pouco inclinada, apesar de, pontualmente associado a estruturas específicas até aos 20 m, onde o fundo apresenta uma elevada rugosidade (declives de elevado gradiente), como expressão da existência de afloramentos rochosos ou de depósitos muito heterométricos com blocos de grandes dimensões.

Na restante área, o fundo marinho apresenta um perfil morfológico típico de plataforma média, nomeadamente no que se refere à superfície aplanada e algumas estruturas superficiais, de comando muito reduzido, resultantes dos processos de dinâmica sedimentar gerados por efeito do forçamento meteorológico-oceânico.

No Lugar de Baixo (Ribeira Brava), entre os 12 m e os 71 m de profundidade (a sul dos relevos do Lugar de Baixo), a superfície do fundo apresenta-se pouco inclinada, atingindo valores máximos de 76 nos locais de maior rugosidade.

Na proximidade do Lugar de Baixo, a superfície batimétrica parece indicar um aumento da rugosidade do fundo, eventualmente devido à proximidade de afloramentos rochosos ou depósitos constituídos por elementos de grandes dimensões.

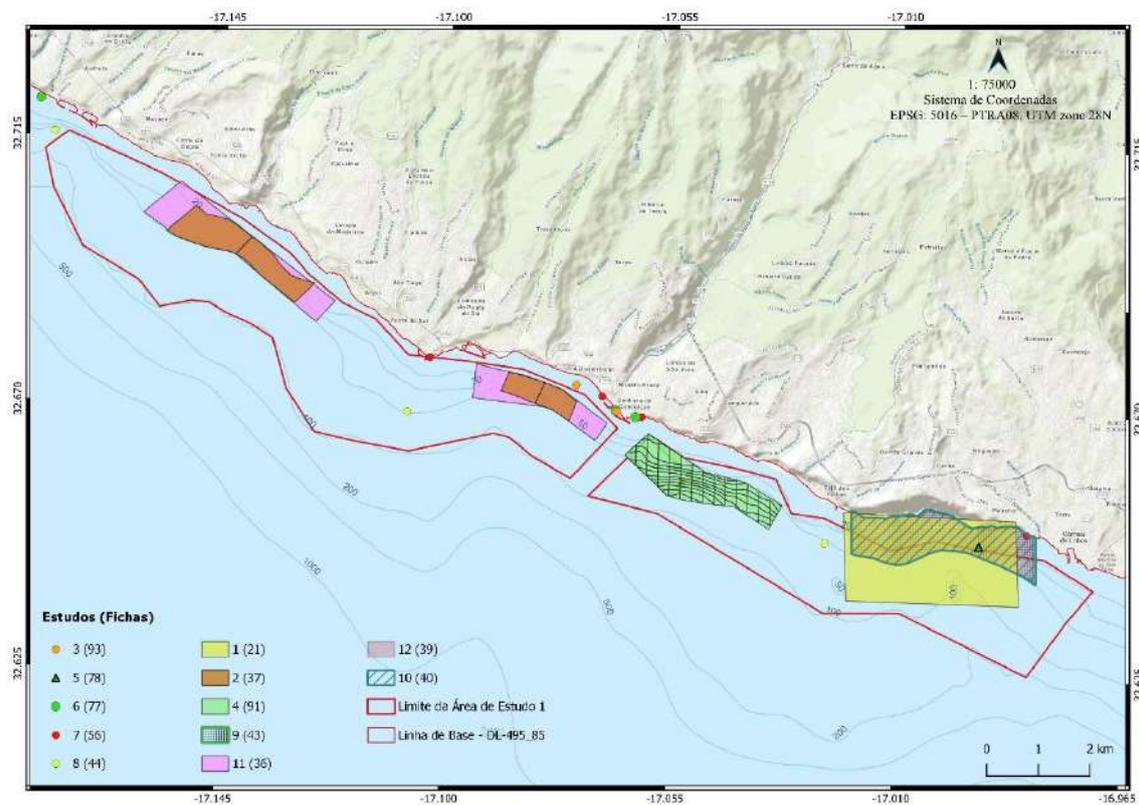


Figura 23. Espacialização do levantamento batimétrico para a Área de Estudo 1.

Área de estudo 2

A Área de estudo 2, localizada entre a Ponta de São Lourenço e a Baía de Machico, foi até ao presente alvo de 3 estudos focados na caracterização da poluição por plástico/microplásticos (Gestoso et al., 2019; Álvarez et al., 2020; Herrera et al., 2020) e um outro focado na acumulação de biotoxinas em vários grupos de organismos, nomeadamente os equinodermes, crustáceos, bivalves e gastrópodes, tendo identificado na área 2 as espécies *Echinaster sepositus*, *Charonia lampas* e *Diadema africanum* como vetores de toxinas (Figura 24).

Também foi identificada a ocorrência da dourada (*Spaurus aurata*), uma espécie de peixe não indígena, resultante de eventos de fuga proveniente das jaulas aquacultura (Parretti et al., 2023).

A nível da flora marinha, verifica-se que na zona de estudo ocorre o único “patch” conhecido da fanerógama *Cymodoceae nodosa*, para o Arquipélago da Madeira (Schäfer et al., 2021),

O estudo de Bernal-Ibáñez et al., (2021), através da revisão de estudos e análise dos registos históricos, verificou para o Arquipélago (incluindo a zona de estudo) um declínio na abundância das principais espécies de macroalgas que ocorrem na região. Presentemente, ocorre ainda a existência de *Cystoseira foeniculacea* e *Cystoseira humilis*, sendo que as populações das restantes espécies de macroalgas como *Treptacantha abies-marina*, o *Sargassum vulgare*, *Sargassum filipendula* e a *Cystoseira humilis*, deixaram de ocorrer naquela área. De acordo com os autores, a pressão antropogénica é a causa mais provável para a redução/desaparecimento das outras espécies.

Além das espécies referidas acima, outras espécies de macroalgas foram registadas na área de estudo, sendo as mais abundantes as algas coralinas crustosas e as algas filamentosas e em menor ocorrência as espécies *Halopteris filicina*, *Halopteris scoparia* e a *Cottoniella filamentosa* (Sangil et al., 2018).

Nas áreas de sedimentos móveis foram registados campos de rodólitos (Maerl), com uma extensão de 28.403 m², a uma profundidade média entre os 12–35 m (Neves et al., 2021). O Maerl, devido à sua complexidade estrutural, é considerado uma espécie “engenheira”, pois forma habitat para inúmeras espécies, albergando conseqüentemente uma enorme biodiversidade. Na zona de estudo verificou-se que os campos de rodólitos apresentam uma enorme biodiversidade associada, tendo identificado a ocorrência de vários grupos de organismos, nomeadamente moluscos, artrópodes, equinodermes e anelídeos (Pérez-Peris et al., 2023).

A campanha oceanográfica do Observatório Oceânico da Madeira, realizou uma caracterização hidrográfica nesta zona, tendo recolhido dados físicos, biológicos e biogeoquímicos, através de equipamentos de elevada resolução. Foram determinadas os perfis de salinidade, temperatura, concentração de clorofila, nitratos, nitritos, ortofosfatos e silicato, matéria orgânica em suspensão e avaliada a influência dos processos físicos de mesoescala e suas interações entre a dinâmica costeira com a oceânica (Azevedo & Lima, 2018).

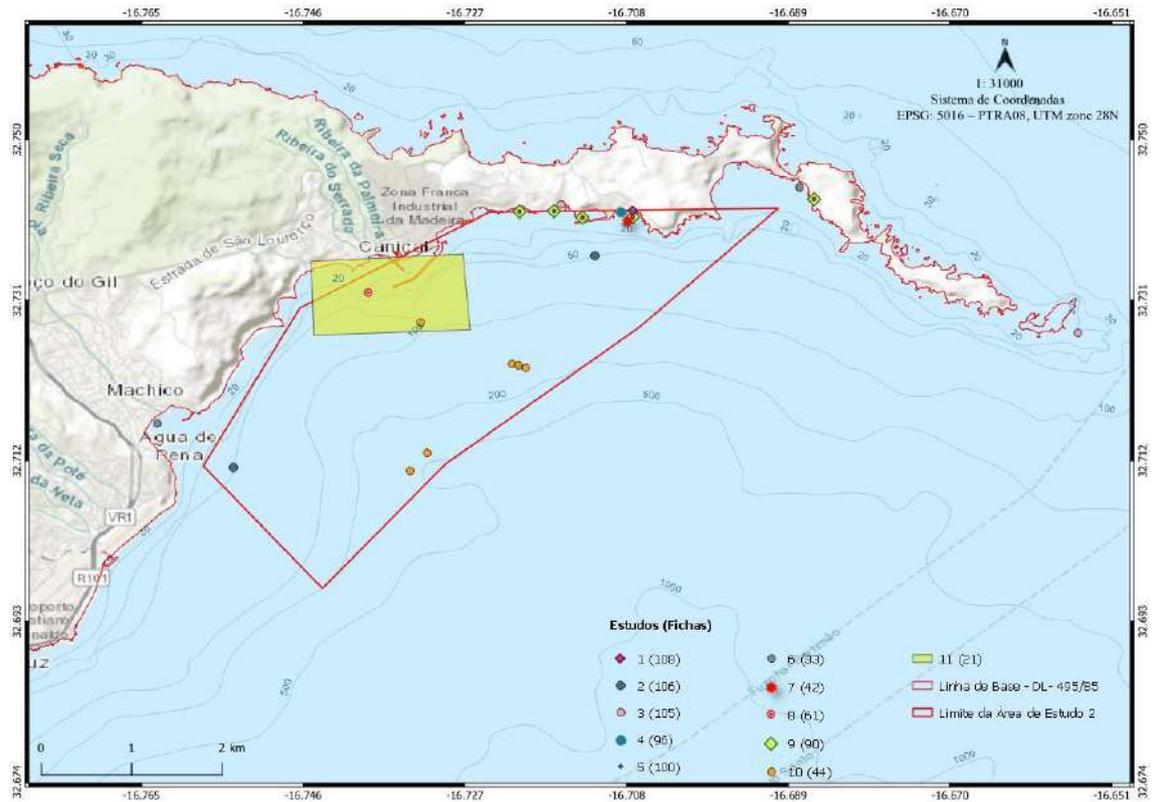


Figura 24. Especialização do levantamento bibliográfico para a Área de Estudo 2.

CARREGAMENTO DOS DADOS VETORIAIS EM QGIS

Após a DRM ter rececionado e validado os produtos finais impostos pelo ponto 5 do caderno de encargos N° 13/DRM/2022, deu-se início ao carregamento e geoprocessamento dos dados no software QGIS de forma a criar um projeto SIG, referente ao levantamento cartográfico das duas áreas de estudo em questão.



Figura 25. Organização dos dados geo-espaciais.

Com base nos dados obtidos em mar, procedeu-se ao carregamento e tratamento em gabinete dos dados em programas específicos, como SonarPro e o QGIS.

Os trabalhos nesta fase do projeto, foram executados em colaboração com a empresa externa e com os técnicos DRM.

Nesta fase do projeto, procedeu-se à configuração da interface QGIS, como sendo as unidades de medida padrão, fontes de dados, simbologia, cores e o sistema de coordenadas a utilizar (EPSG: 5016 – PTRA08, UTM zone 28N) de forma a organizar os dados geo-espaciais em camadas e subcamadas de informação, definindo uma base de trabalho lógica e consistente (Figura 25).

Após a configuração da interface, procedeu-se ao carregamento dos dados em QGIS, começando por eliminar a faixa que corresponde à coluna de água e posteriormente fazendo transetos individuais de cada imagem de sonar, com o objetivo de unir todas as imagens para obter uma imagem única e completa da respetiva área de estudo, com uma resolução entre 0.25 e 1m. Tendo em conta a área de varrimento, os mapas mosaicos gerados foram divididos em áreas mais pequenas ("tiles"), com uma resolução máxima de 10 cm, possibilitando melhor interpretação e detalhe de forma a identificar os tipos de fundo (sedimento/rocha) existentes.

Nesta operação de tratamento de dados, foi utilizando o programa SonarWiz. Posteriormente os dados foram gravados com o programa SonarPro e convertidos para "shapfile" (*.shp), formato utilizado em QGIS, de forma a gerar os dois mapas mosaico dos dados de sonar de varrimento lateral recolhidos, correspondente às duas áreas de estudo (Figura 26 e Figura 27).

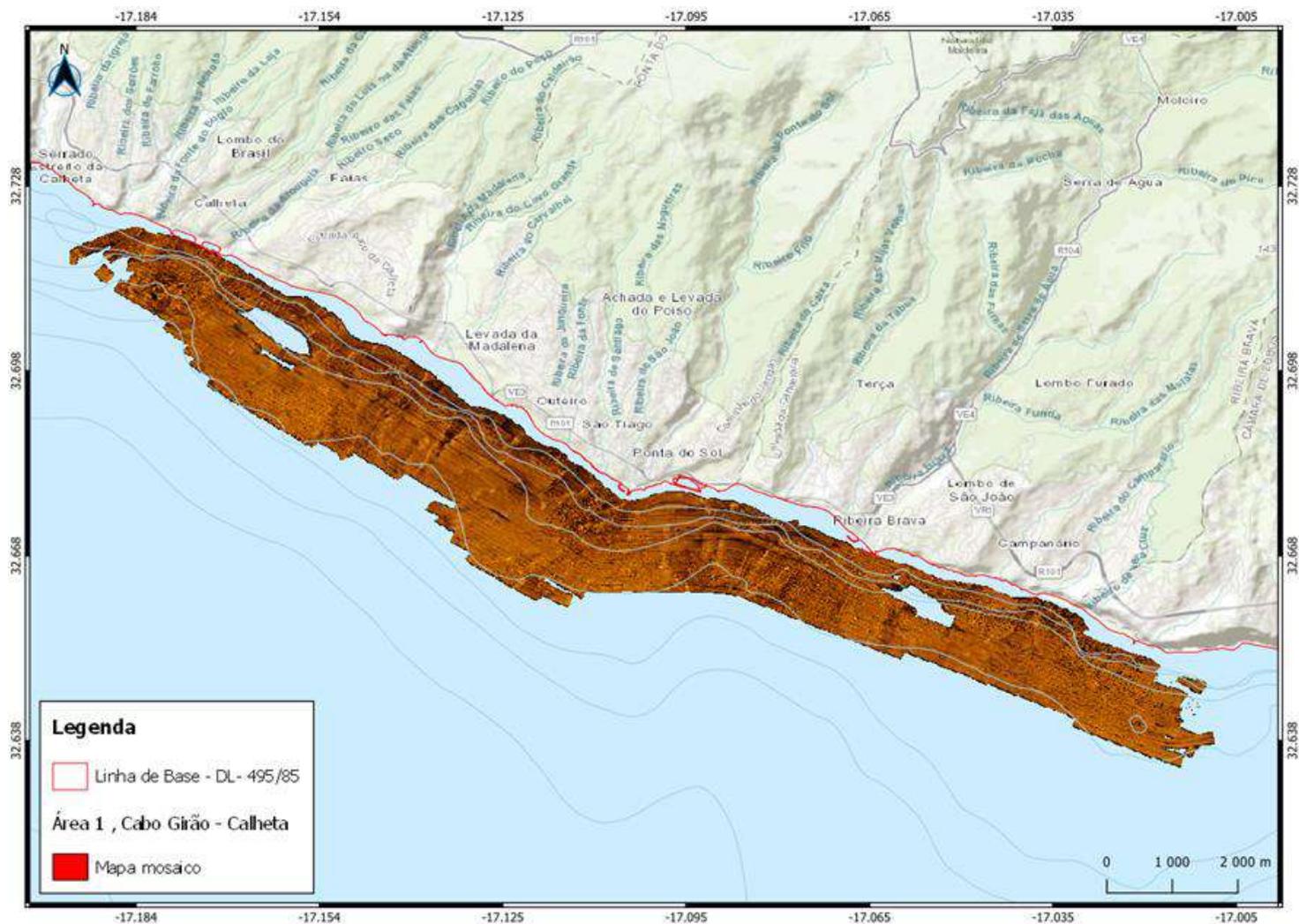


Figura 26. Mapa mosaico dos dados de sonar de varrimento lateral da Área de Estudo 1.

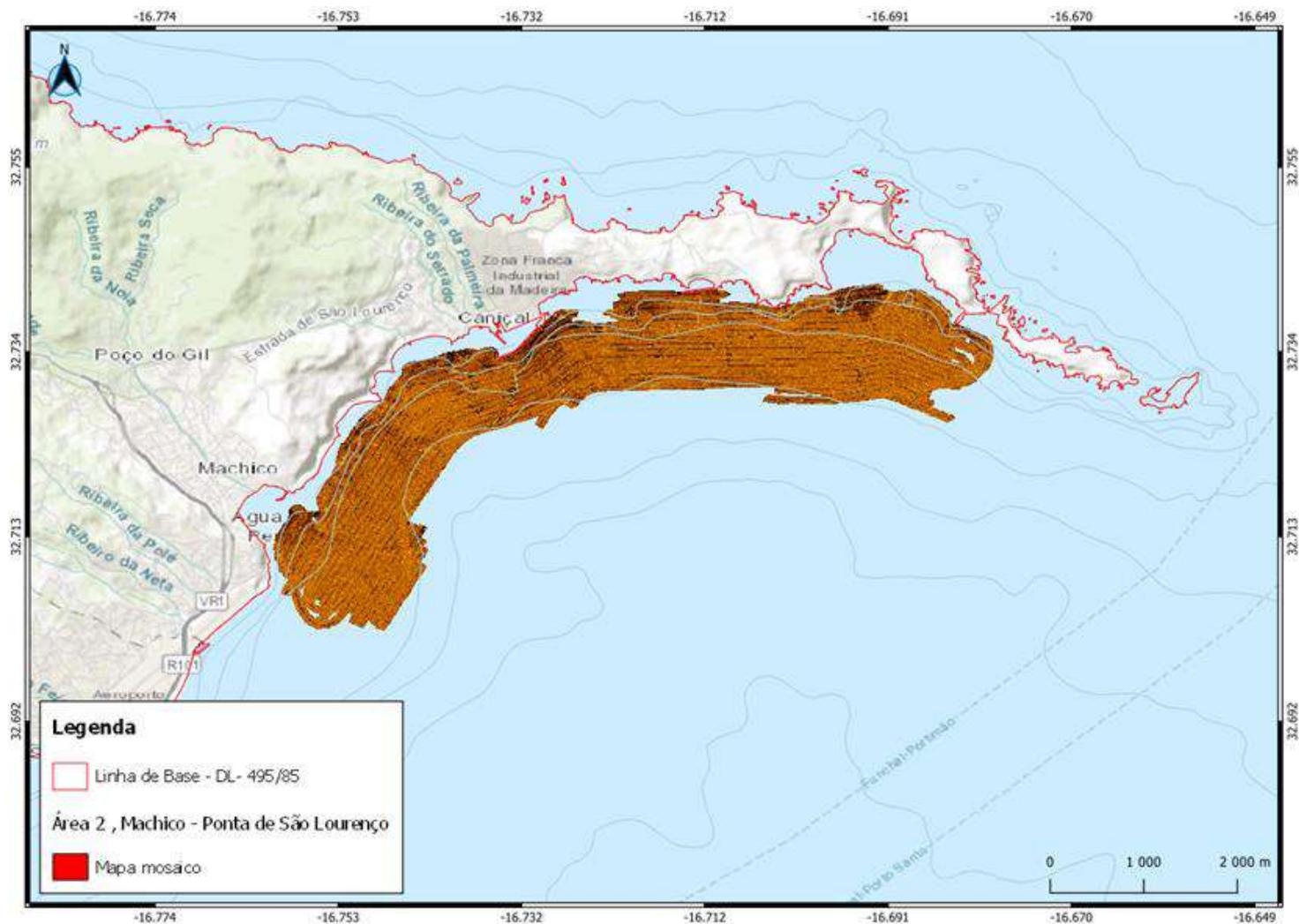


Figura 27. Mapa mosaico dos dados de sonar de varrimento lateral da Área de Estudo 2.

Análise Espacial dos dados

Como referido anteriormente na Seção de *Levantamento hidrográfico*, a recolha de dados em campo obedeceu a três campanhas de mar, sendo os resultados obtidos em cada campanha descritos abaixo:

Na *Campanha 1*, os mapas mosaico gerados permitiram identificar os tipos de substrato (sedimentar e/ou rochoso) existentes nas duas áreas, bem como de zonas de possível interesse ecológico (habitats) e de lixo marinho (Figura 28 e Figura 29).

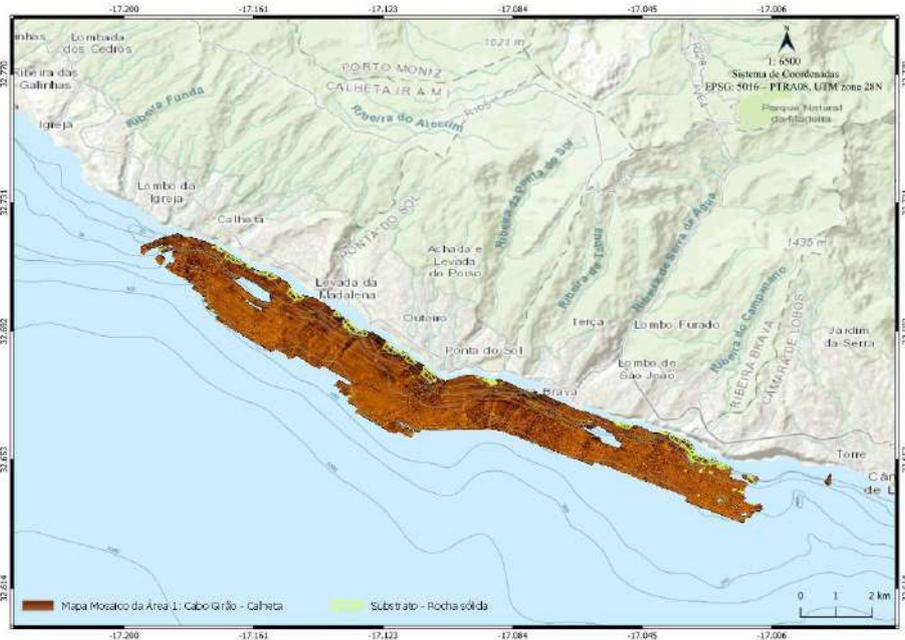


Figura 28. Campanha 1 na Área de Estudo 1.

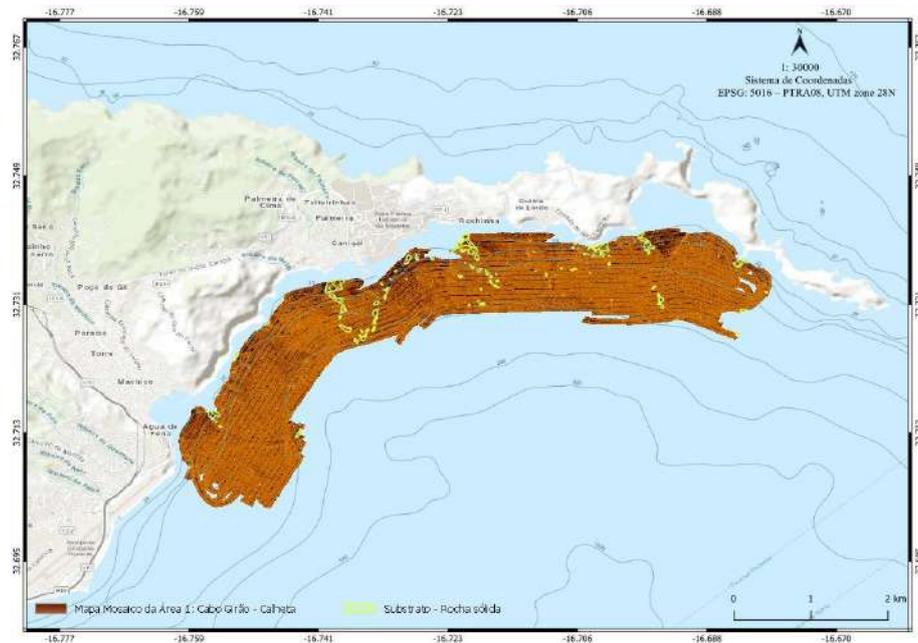


Figura 29. Campanha 1 na Área de Estudo 2.

Note-se que na Área 1 (Calheta- Cabo Girão), não foi possível obter dados geofísicos em dois locais, devido à existência de duas pisciculturas (Figura 30).



Figura 30. Zonas sem levantamento devido à existência de 2 pisciculturas.

A Campanha 2, consistiu na recolha de imagens de sonar de varrimento lateral com maior resolução/precisão, tendo sido identificadas três zonas de interesse no interior da Área 1, obtendo corredores/fiadas paralelas com 50 m de alcance para cada lado, e um espaçamento entre linhas de 75 m em cada uma delas (Figura 31). As três zonas identificadas dentro da Área de Estudo 1 (Calheta- Cabo Girão) corresponderam a uma área total de 6.2 km².

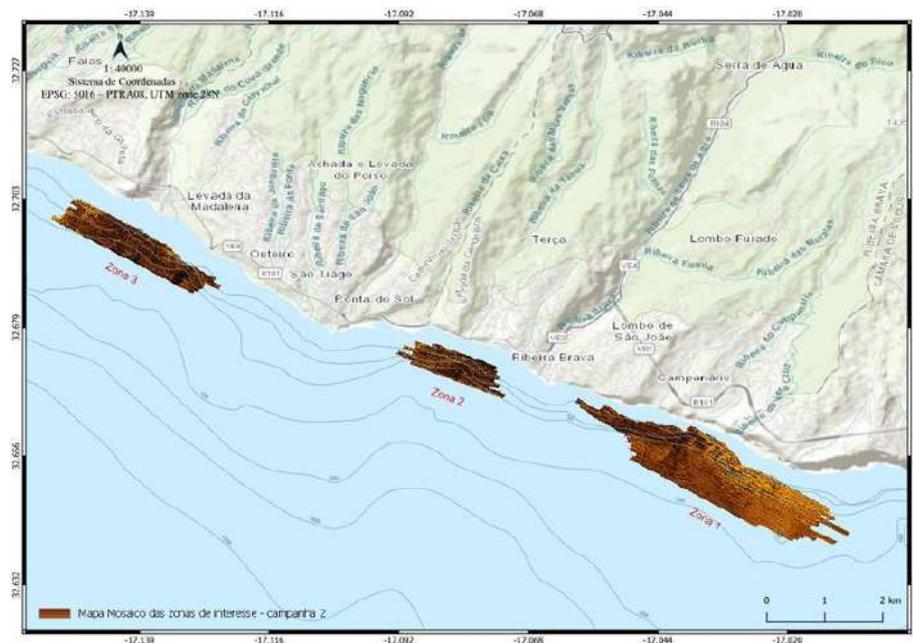


Figura 31. Mapa Mosaico das três zonas de interesse na Área 1 para efeitos da Campanha 2.

Do processamento dos dados desta campanha resultaram três mapas-mosaico. Os dados recolhidos também permitiram extrair informação batimétrica de cada uma das zonas prospectadas (Figura 32), assim como identificar traços da atividade de extração de inertes e de depósitos sedimentares nas zonas de descarga de ribeiras (Figura 33).

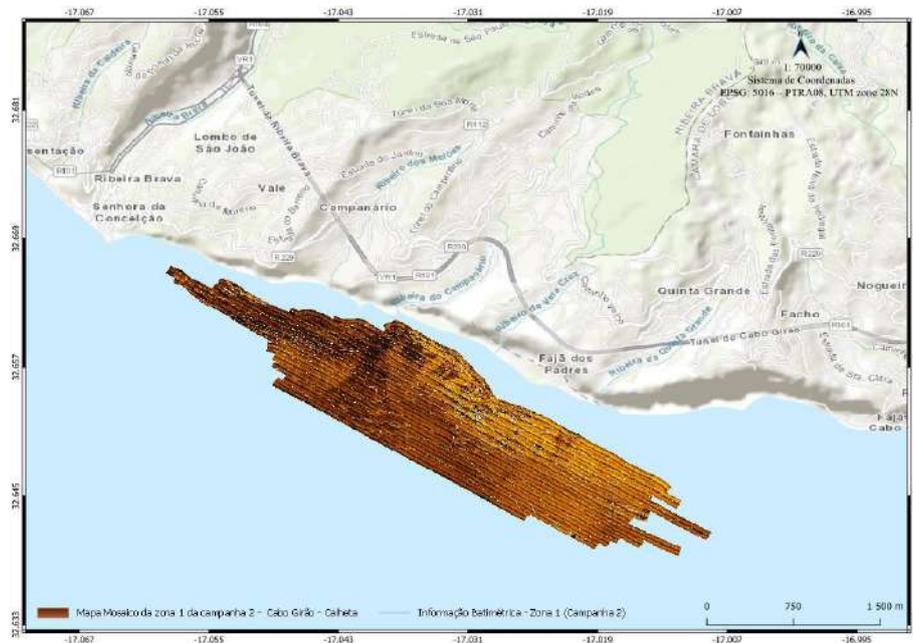


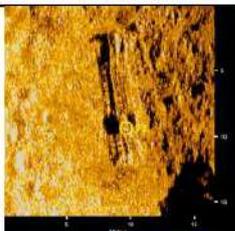
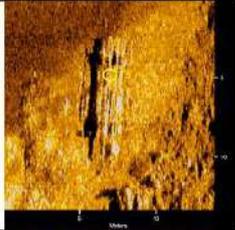
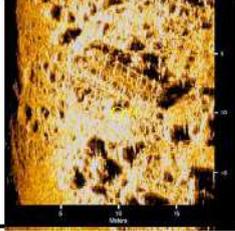
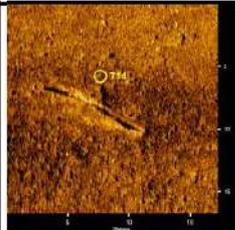
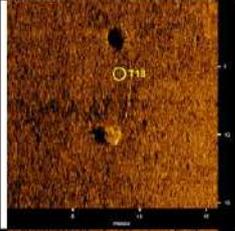
Figura 32. Mapa mosaico de informação batimétrica da Zona 2 da Área 1, obtida pela Campanha 2.



Figura 33. Mapa mosaico com evidências de traços de extração de inertes e depósitos sedimentares em zonas de descarga de ribeiras.

A **Campanha 2** permitiu, ainda, identificar algum lixo marinho de fundo e outro topo de anomalias (“targets”), que posteriormente viria a confirmar-se a ausência de relevância histórica dos mesmos. Na **Figura 34** apresentam-se alguns exemplos de lixo e outras estruturas detetados nas três zonas da Área 1:

Campanha 2

Imagem	Informação	Info adicional atribuído
	<p>T2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonar Time at Target: 11/9/2022 3:30:43 PM • Click Position: 32° 39.50033' N 017° 02.10218' W (WGS84) (X) 309149.20 (Y) 3615240.85 (Projected) • Map Projection: EPSG:32628 • Acoustic Source File: sonar_data221109153000.xtf • Profundidade: 26m 	<p>Dimensões e atributos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largura: 1.88 Meters • Altura: 0.55 Meters • Comprimento: 10.85 Meters • Descrição: Estrutura
	<p>T3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonar Time at Target: 11/9/2022 3:30:49 PM • Click Position: 32° 39.50238' N 017° 02.10992' W (WGS84) (X) 309136.71 (Y) 3615244.84 (Projected) • Map Projection: EPSG:32628 • Acoustic Source File: sonar_data221109153000.xtf • Profundidade: 26m 	<p>Dimensões e atributos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largura: 1.82 Meters • Altura: 0.31 Meters • Comprimento: 6.50 Meters • Descrição: Estrutura
	<p>T4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonar Time at Target: 11/9/2022 3:30:42 PM • Click Position: 32° 39.51389' N 017° 02.09012' W (WGS84) (X) 309168.51 (Y) 3615265.43 (Projected) • Map Projection: EPSG:32628 • Acoustic Source File: sonar_data221109153000.xtf • Profundidade: 26m 	<p>Dimensões e atributos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largura: 2.51 Meters • Altura: 1.04 Meters • Comprimento: 8.45 Meters • Descrição: Estrutura
	<p>T14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonar Time at Target: 11/9/2022 3:01:13 PM • Click Position: 32° 39.41774' N 017° 02.16158' W (WGS84) (X) 309053.38 (Y) 3615089.99 (Projected) • Map Projection: EPSG:32628 • Acoustic Source File: sonar_data221109153000.xtf 	<p>Dimensions and attributes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largura: 0.37 Meters • Altura: 0.31 Meters • Comprimento: 8.29 Meters • Descrição: Tronco de árvore
	<p>T18</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonar Time at Target: 11/9/2022 2:01:41 PM • Click Position: 32° 39.82287' N 017° 02.58680' W (WGS84) (X) 309443.12 (Y) 3615480.06 (Projected) • Map Projection: EPSG:32628 • Acoustic Source File: sonar_data221109142800.xtf 	<p>Dimensions and attributes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largura: 0.98 Meters • Altura: 0.23 Meters • Comprimento: 1.05 Meters • Descrição: Peço com linha ou ovo de peço
	<p>T19</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonar Time at Target: 11/9/2022 2:05:04 PM • Click Position: 32° 39.51811' N 017° 02.36730' W (WGS84) (X) 308735.34 (Y) 3615281.66 (Projected) • Map Projection: EPSG:32628 • Acoustic Source File: sonar_data221109142800.xtf 	<p>Dimensions and attributes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largura: 0.35 Meters • Altura: 0.28 Meters • Comprimento: 6.20 Meters • Descrição: Tronco de árvore

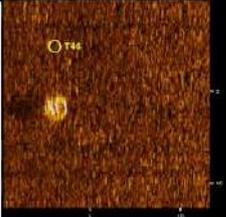
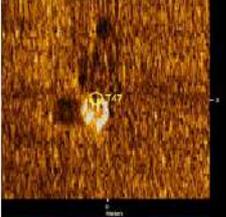
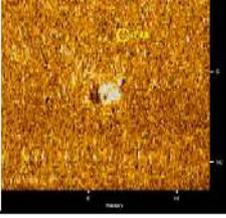
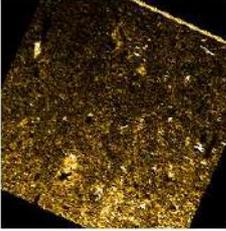
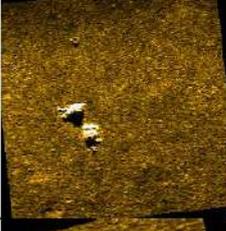
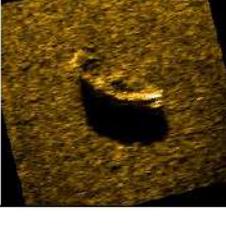
	<p>T46</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonar Time at Target: 11/11/2022 1:18:27 PM • Click Position • 32° 40.11332' N 017° 04.70443' W (WGS84) • (X) 306103.20 (Y) 3616452.54 (Projected) • Map Projection: EPSG:32628 • Acoustic Source File: sonar_data221111132300.xtf 	<p>Dimensões e atributos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largura: 1.27 Meters • Altura: 0.26 Meters • Comprimento: 1.24 Meters • Descrição: Covo de pesca
	<p>T47</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonar Time at Target: 11/11/2022 1:19:36 PM • Click Position • 32° 40.14627' N 017° 04.76231' W (WGS84) • (X) 304982.61 (Y) 3616513.97 (Projected) • Map Projection: EPSG:32628 • Acoustic Source File: sonar_data221111132300.xtf 	<p>Dimensões e atributos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largura: 1.20 Meters • Altura: 0.22 Meters • Comprimento: 1.24 Meters • Descrição: Covo de pesca
	<p>T48</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonar Time at Target: 11/11/2022 1:19:57 PM • Click Position • 32° 40.16642' N 017° 04.80245' W (WGS84) • (X) 304951.90 (Y) 3616553.67 (Projected) • Map Projection: EPSG:32628 • Acoustic Source File: sonar_data221111132300.xtf 	<p>Dimensões e atributos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largura: 1.22 Meters • Altura: 0.24 Meters • Comprimento: 1.26 Meters • Descrição: Covo de pesca

Figura 34. Exemplos dos resultados da Campanha 2 na Área de Estudo 1.

À semelhança da Área 1, também na Área 2 (Ponta de São Lourenço- Machico) no decorrer da Campanha 2 foram identificados diversos elementos de lixo marinho e outras estruturas, apresentados na Figura 35.

	<p>T9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonar Time at Target: 06/9/2022 11:44:19 AM • Click Position • 32° 44.0507' N 016° 44.1957' W (WGS84) • Map Projection: EPSG:32628 • Acoustic Source File: sonar_data220906114200.xtf • Profundidade: 18m 	<p>Dimensões e atributos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largura: 0.00 Meters • Altura: 0.00 Meters • Comprimento: 0.00 Meters • Descrição: Lixo/Material de construção
	<p>T10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonar Time at Target: 06/9/2022 11:44:56 AM • Click Position • 32° 44.0232' N 016° 44.1090' W (WGS84) • Map Projection: EPSG:32628 • Acoustic Source File: sonar_data220906114200.xtf • Profundidade: 13.6m 	<p>Dimensões e atributos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largura: 3.40 Meters • Altura: 0.60 Meters • Comprimento: 3.70 Meters • Descrição: Lixo/Material de construção
	<p>T11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonar Time at Target: 06/9/2022 11:46:49 AM • Click Position • 32° 43.9793' N 016° 44.2849' W (WGS84) • Map Projection: EPSG:32628 • Acoustic Source File: sonar_data220906114200.xtf • Profundidade: 12m 	<p>Dimensions and attributes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largura: 1.70 Meters • Altura: 0.80 Meters • Comprimento: 4.10 Meters • Descrição: Barco/lancha

Machico – S. Lourenço

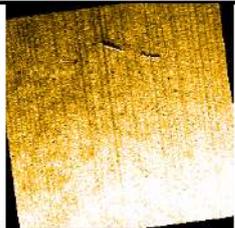
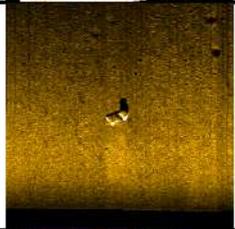
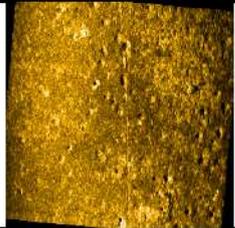
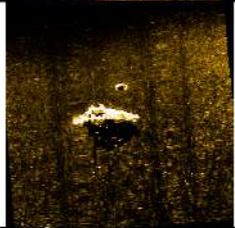
Imagem	Informação	Info adicional atribuído
	<p>T1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonar Time at Target: 05/9/2022 1:49:13 PM • Click Position 32° 43.8184' N 016° 43.1668' W (WGS84) • Map Projection: EPSG:32628 • Acoustic Source File sonar_data220906134600.tif • Profundidade: 100m 	<p>Dimensões e atributos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largura: 0.50 Meters • Altura: 0.10 Meters • Comprimento: 11.00 Meters • Descrição: Lixo
	<p>T2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonar Time at Target: 05/9/2022 1:19:13 PM • Click Position 32° 44.3863' N 016° 42.6480' W (WGS84) • Map Projection: EPSG:32628 • Acoustic Source File sonar_data220906141500.tif • Profundidade: 20m 	<p>Dimensões e atributos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largura: 1.60 Meters • Altura: 0.60 Meters • Comprimento: 4.10 Meters • Descrição: Lixo/Material de construção
	<p>T3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonar Time at Target: 29/8/2022 12:45:47 AM • Click Position 32° 43.3109' N 016° 44.5929' W (WGS84) • Map Projection: EPSG:32628 • Acoustic Source File sonar_data220829124200.tif • Profundidade: 99m 	<p>Dimensões e atributos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largura: 0.00 Meters • Altura: 0.00 Meters • Comprimento: 0.00 Meters • Descrição: Cabo
	<p>T4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonar Time at Target: 30/8/2022 12:30:39 AM • Click Position 32° 44.3518' N 016° 41.5923' W (WGS84) • Map Projection: EPSG:32628 • Acoustic Source File sonar_data220830123000.tif • Profundidade: 27m 	<p>Dimensões e atributos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largura: 2.60 Meters • Altura: 0.80 Meters • Comprimento: 9.70 Meters • Descrição: Lancha?

Figura 35. Exemplos dos resultados da Campanha 2 na Área de Estudo 2.

Terminada a Campanha 2, e analisada a informação pertinente, foram selecionadas as zonas de interesse para a **Campanha 3**, cuja concretização foi alcançada recorrendo a transectos com o submersível LULA1000. Os resultados desta campanha permitiram identificar algumas zonas de potencial relevância ecológica, nomeadamente zonas rochosas com grande abundância e diversidade de fauna (corais, peixes e outros), e alguns campos de corais em zonas de sedimentos.

As figuras seguintes ilustram alguns dos elementos e/ou os habitats identificados durante cada um dos mergulhos do submersível LULA1000 (Figuras 36, 37, 38, 39). Em anexo, apresentam-se algumas imagens exemplificativas recolhidas durante esses mesmos mergulhos.

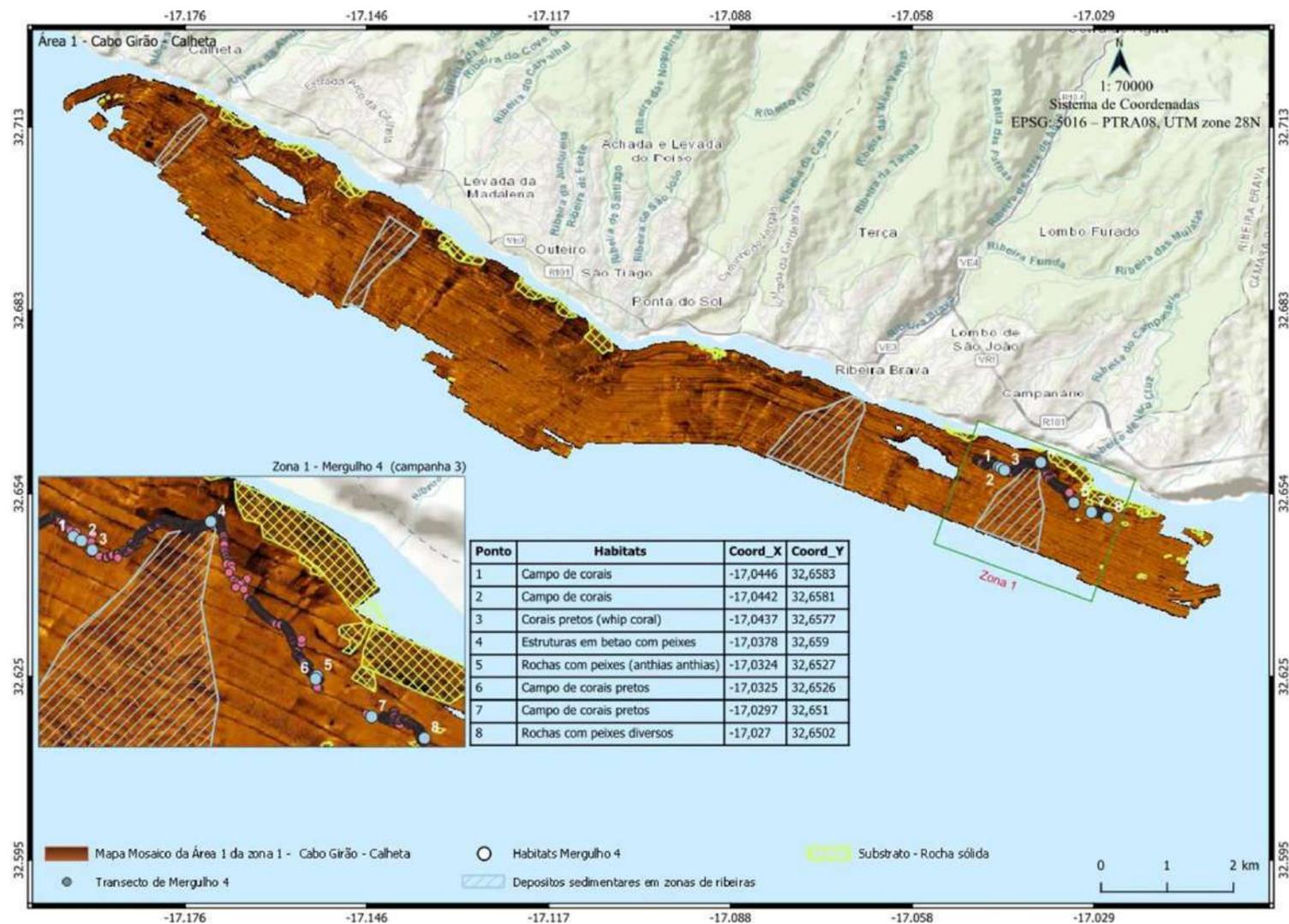


Figura 36. Campanha 3. Zona 1. Identificação de áreas de interesse.

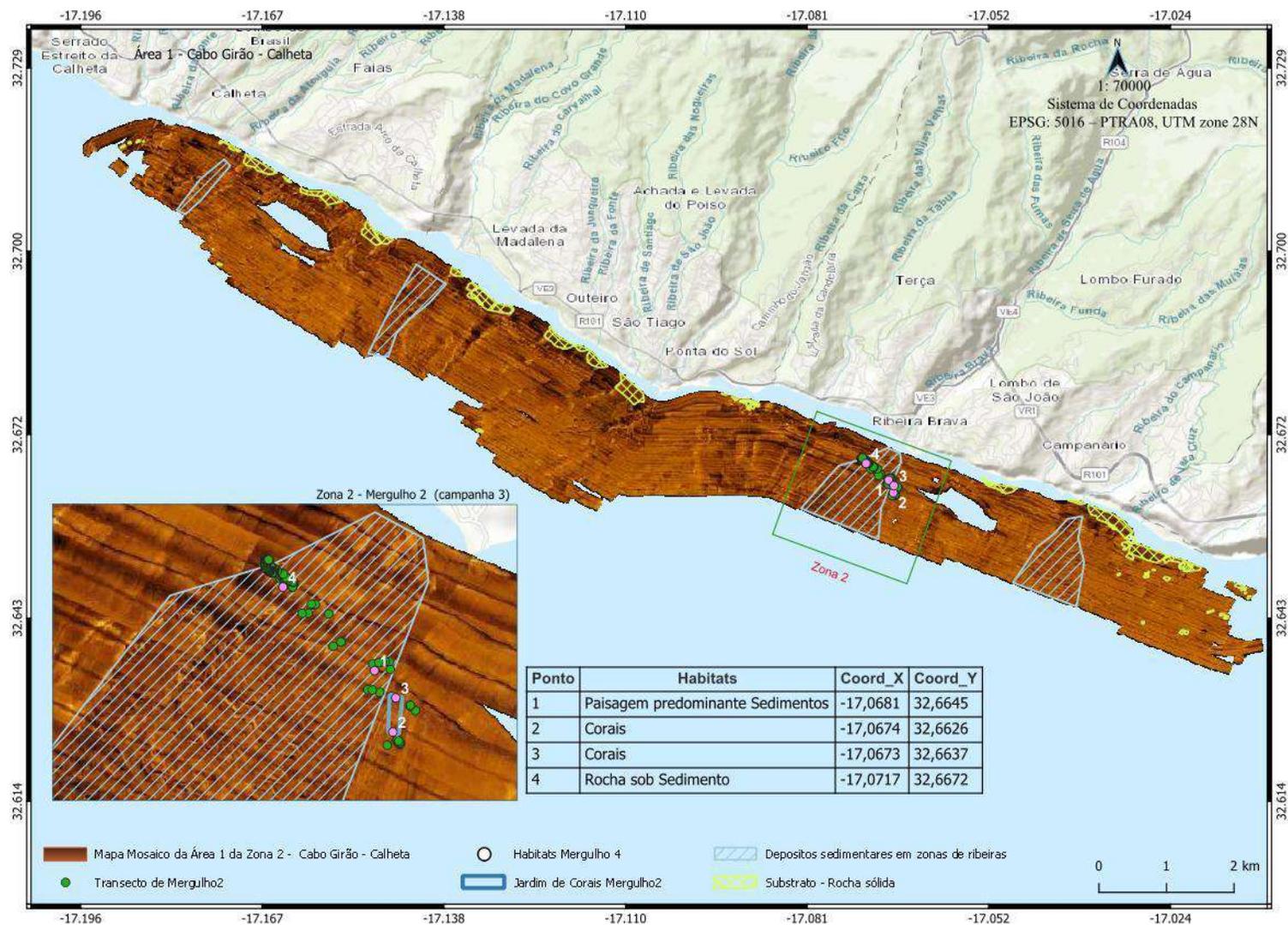


Figura 37. Campanha 3. Zona 2. Identificação de áreas de interesse.

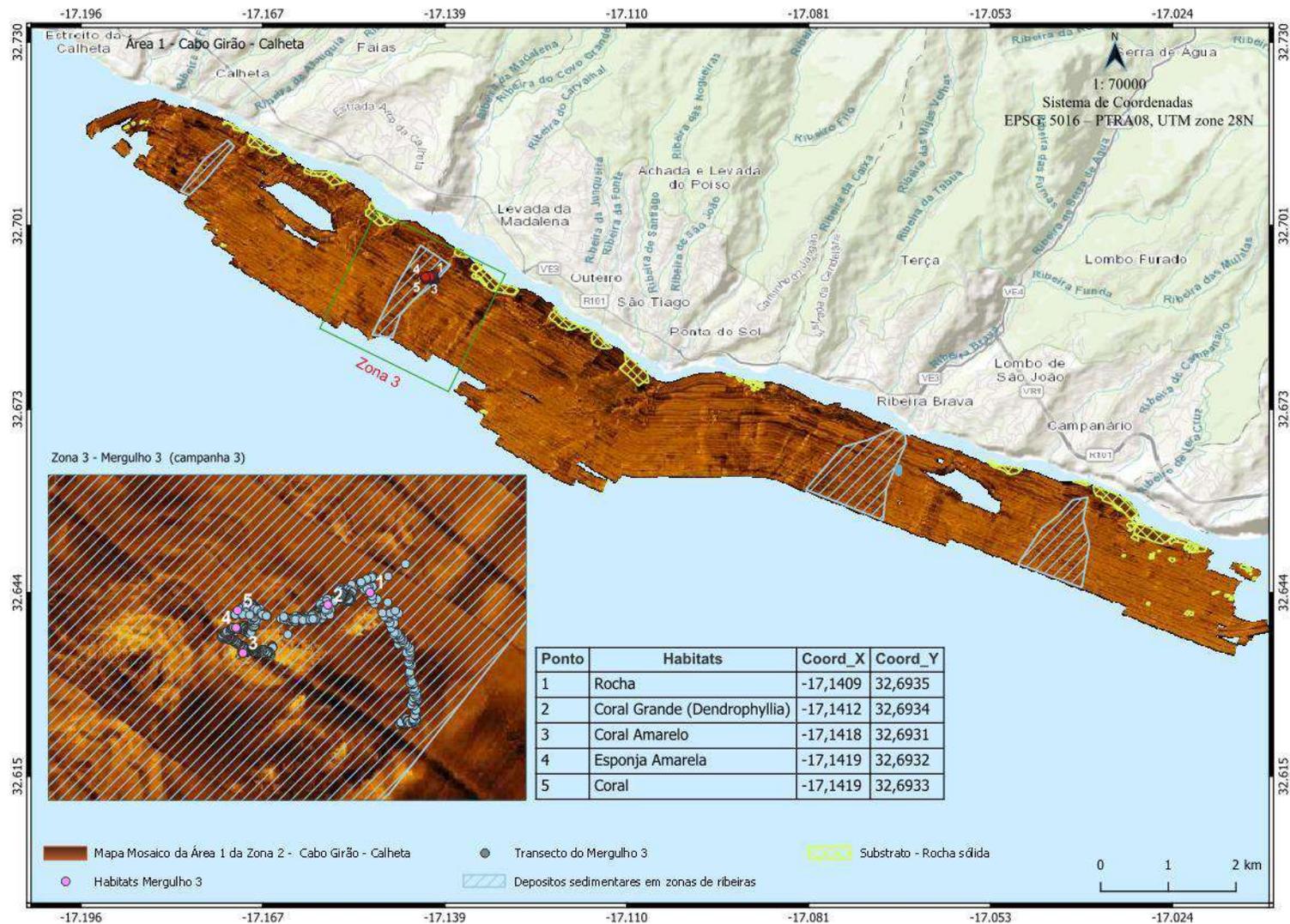


Figura 38. Campanha 3. Zona 3. Identificação de áreas de interesse.

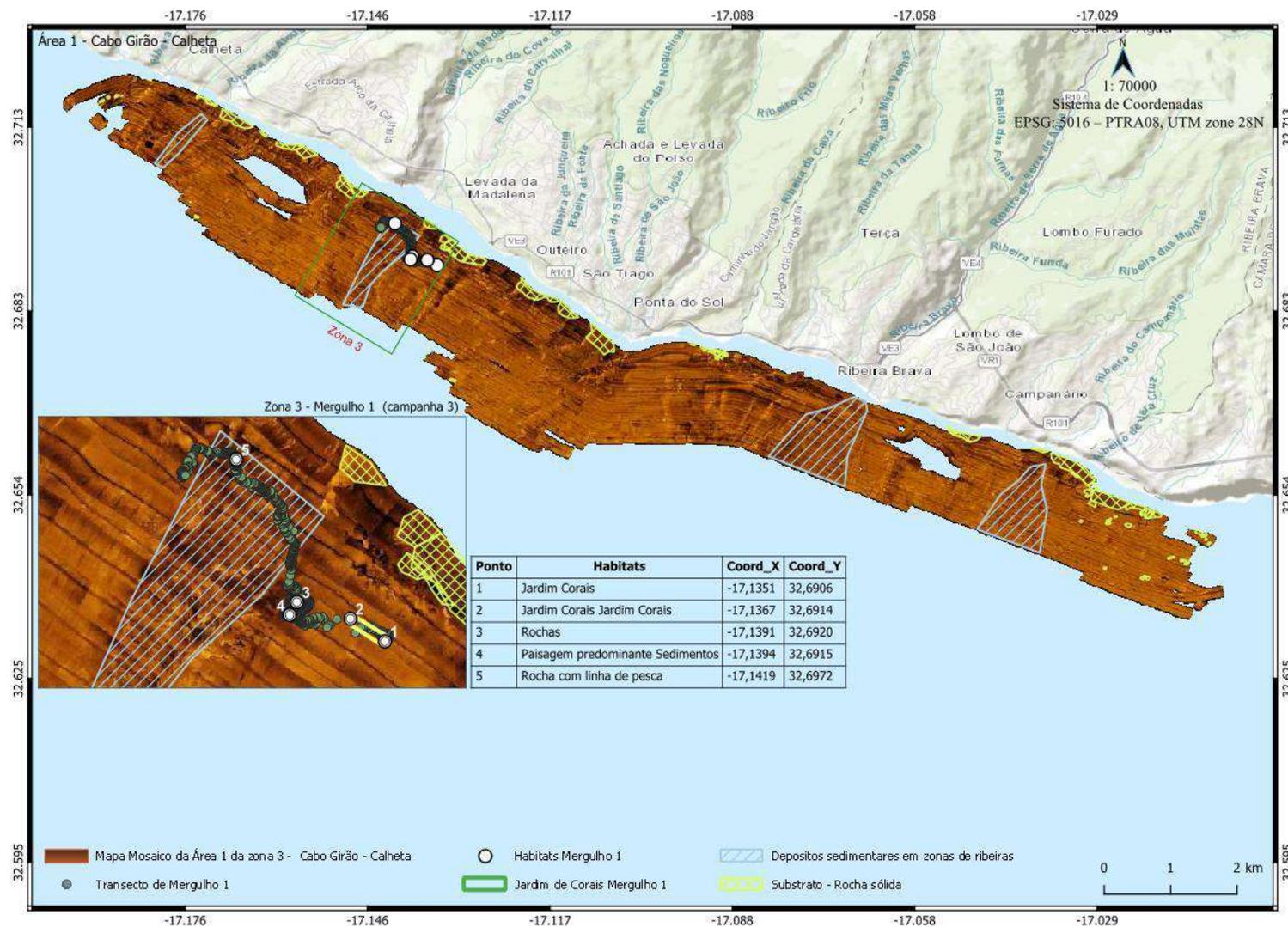
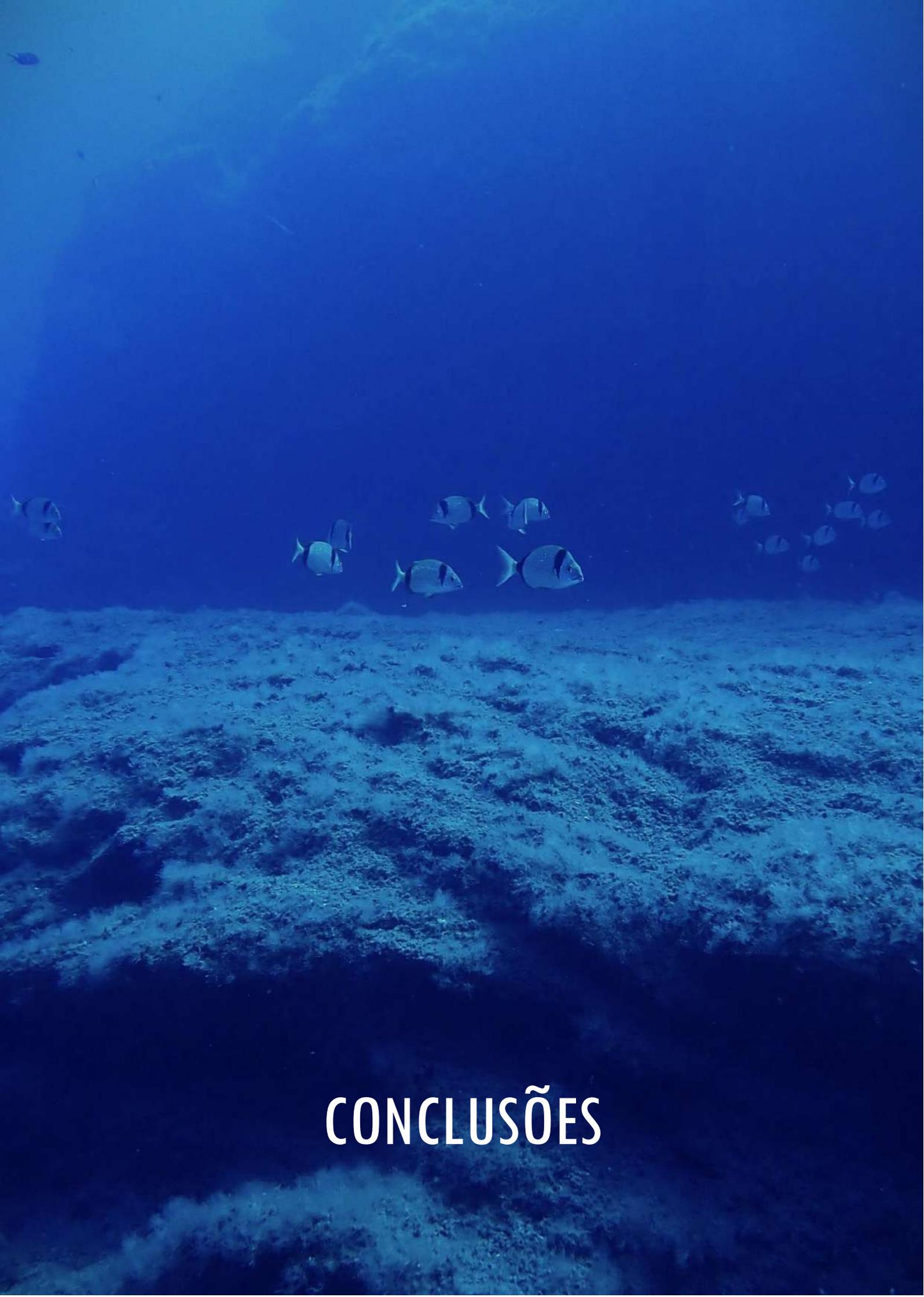


Figura 39. Campanha 3. Zona 3. Identificação de áreas de interesse



CONCLUSÕES

CONCLUSÕES

O ordenamento do espaço marítimo é um processo complexo que envolve a gestão coordenada e sustentável das atividades humanas nos oceanos. Para atingir esse objetivo, é crucial que as entidades competentes disponham de dados precisos e atualizados, bem como os respetivos metadados relevantes, que fornecem informações contextuais essenciais. Ao fornecer uma base sólida de informações, os dados e metadados permitem uma tomada de decisão informada, contribuem para a monitorização eficaz das atividades humanas e dos ecossistemas marinhos, e para a capacidade de adaptação às mudanças ambientais e tecnológicas. Garantir a disponibilidade e a qualidade dos dados marinhos é, portanto, essencial para promover a sustentabilidade e a resiliência dos oceanos. Neste contexto, a DRM continua a investir no aumento de conhecimento relativo ao espaço marítimo da subdivisão da Madeira, com o objetivo de garantir que o OEM se sustente em conhecimento científico atualizado.

Após um levantamento bibliográfico e identificação de áreas sujeitas a maior pressão antropogénica, foram selecionadas duas áreas para efetuar três campanhas de mar. As áreas selecionadas foram ambas na costa sul da ilha da Madeira, delimitadas pelas linhas batimétricas entre os 20 e os 100 metros de profundidade: Área 1: Calheta- Cabo Girão; Área 2: Machico- Ponta de São Lourenço, uma vez que é nesta vertente que se localizam a maior parte das atividades, usos e servidões.

A realização das campanhas, atendeu a uma lógica de aumentar a precisão, ou seja, diminuir o espaçamento entre fiadas, iniciando-se com uma campanha mais abrangente, com fiadas paralelas entre os 75 e os 100 metros de alcance para cada lado, recorrendo a um sonar de varrimento lateral. O espaçamento base inicialmente escolhido foi posteriormente reduzido, com a realização da campanha 2, particularmente em zonas onde o fundo foi anormalmente irregular ou que houvesse pouca informação disponível. Nesse sentido, a campanha 2, produziu mapas mosaico com fiadas paralelas de um máximo de 50 metros para cada lado. As informações obtidas entre estas duas campanhas, foram essenciais para identificar zonas de interesse em cada uma das áreas selecionadas, incluindo zonas de coral, leitos de algas ou habitats de espécies marinhas.

Compreender a distribuição e a localização desses recursos é crucial para o OEM, conferindo às autoridades competentes uma base sólida para a tomada de decisão, incluindo a possível implementação de medidas de proteção e conservação adequadas.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, S., Gestoso, I., Herrera, A., Riera, L. & Canning-Clode, J. (2020). A Comprehensive First Baseline for Marine Litter Characterization in the Madeira Archipelago (NE Atlantic). *Water, Air, and Soil Pollution*, 231(4).
<https://doi.org/10.1007/s11270-020-04517-x>
- Azevedo, C. & Lima, M. J. (2018). Relatório da campanha oceanográfica OOM - 2017.
- Bernal-Ibáñez, A., Gestoso, I., Wirtz, P., Kaufmann, M., Serrão, E. A., Canning-Clode, J. & Cacabelos, E. (2021). The collapse of marine forests: drastic reduction in populations of the family Sargassaceae in Madeira Island (NE Atlantic). *Regional Environmental Change*, 21(3).
<https://doi.org/10.1007/s10113-021-01801-2>
- Freitas, M., Pestana, L., Gomes, P. & S. Camacho. 2018. Roteiro de mergulho em Naufrágios e Afundamentos na Madeira. Clube Naval do Funchal, Madeira.
- Gestoso, I., Cacabelos, E., Ramalhosa, P. & Canning-Clode, J. (2019). Plasticrusts: A new potential threat in the Anthropocene's rocky shores. *Science of the Total Environment*, 687, 413–415.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.123>
- Herrera, A., Raymond, E., Martínez, I., Álvarez, S., Canning-Clode, J., Gestoso, I., Pham, C. K., Ríos, N., Rodríguez, Y. & Gómez, M. (2020). First evaluation of neustonic microplastics in the Macaronesian region, NE Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, 153(December 2019), 110999.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110999>
- Hidrográfico, I. (2019a). *Prospecção e monitorização hidrográfica das zonas de extração de inertes e respetivas áreas circundantes na costa sul da ilha da madeira.*
- Hidrográfico, I. (2019b). *Prospecção e monitorização hidrográfica das zonas de extração de inertes e respetivas áreas circundantes na costa sul da ilha da Madeira (Vol. I).* In *Ministério da Defesa Nacional: Vol. I.*
- Monteiro, J., Ramalhosa, P., Silva, R., Álvarez, S., Almeida, S. & Clode, J. C. (2022). Avaliação de Risco e Mapeamento de Comunidades e Habitats Presentes na Área Proposta para a Extensão do Complexo de Jaulas para Aquacultura do Campanário Relatório Técnico e Científico.
- Neves, P., Silva, J., Peña, V. & Ribeiro, C. (2021). “Pink round stones”—rhodolith beds: an overlooked habitat in Madeira Archipelago. *Biodiversity and Conservation*, 30(12), 3359–3383.
<https://doi.org/10.1007/s10531-021-02251-2>
- Parretti, P., Monteiro, J. G., Gizzi, F., Martínez-Escauriza, R., Alves, F., Chebaane, S., Almeida, S., Pessanha Pais, M., Almada, F., Fernandez, M., Nogueira, N., Andrade, C. & Canning-Clode, J. (2023). Citizen Science and Expert Judgement: A Cost-Efficient Combination to Monitor and Assess the Invasiveness of Non-Indigenous Fish Escapees. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(2), 1–15.
<https://doi.org/10.3390/jmse11020438>
- Oliveira, P. A. N. (2019). Programa Especial Do Cabo Girão Relatório Ambiental.
- Pedro Neves & Braga Henriques, A. C. R. (2019). Reference state characterization for marine habitats and biocenosis of Madeira - Final Report.
- Pérez-Peris, I., Navarro-Mayoral, S., de Esteban, M. C., Tuya, F., Peña, V., Barbara, I., Neves, P., Ribeiro, C., Abreu, A., Grall, J., Espino, F., Bosch, N. E., Haroun, R. & Otero-Ferrer, F. (2023). Effect of Depth across a Latitudinal Gradient in the Structure of Rhodolith Seabeds and Associated Biota across the Eastern Atlantic Ocean. *Diversity*, 15(1).
<https://doi.org/10.3390/d15010103>
- Ribeiro, C., Neto, A. I., Moreu, I., Haroun, R. & Neves, P. (2019). A new signal of marine tropicalization in the Macaronesia region: First record of the mesophotic macroalga *Avrainvillea canariensis* A. Gepp & E.S. Gepp in the Madeira archipelago. *Aquatic Botany*, 153, 40–43.
<https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2018.11.008>
- Ribeiro, C. & Neves, P. (2020). Habitat mapping of Cabo Girão Marine Park (Madeira island): a tool for conservation and management. *Journal of Coastal Conservation*, 24(2), 22.
<https://doi.org/10.1007/s11852-019-00724-9>

- Ribeiro, C., Neves, P., Kaufmann, M., Araújo, R. & Riera, R. (2022). A baseline for prioritizing the conservation of the threatened seagrass *Cymodocea nodosa* in the oceanic archipelago of Madeira. *Journal for Nature Conservation*, 68(October 2021). <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2022.126224>
- Sangil, C., Martins, G. M., Hernández, J. C., Alves, F., Neto, A. I., Ribeiro, C., León-Cisneros, K., Canning-Clode, J., Rosas-Alquicira, E., Mendoza, J. C., Titley, I., Wallenstein, F., Couto, R. P. & Kaufmann, M. (2018). Shallow subtidal macroalgae in the North-eastern Atlantic archipelagos (Macaronesian region): a spatial approach to community structure. *European Journal of Phycology*, 53(1), 83–98. <https://doi.org/10.1080/09670262.2017.1385098>
- Schäfer, S., Monteiro, J., Castro, N., Gizzi, F., Henriques, F., Ramalhosa, P., Parente, M. I., Rilov, G., Gestoso, I. & Canning-Clode, J. (2021). Lost and found: A new hope for the seagrass *Cymodocea nodosa* in the marine ecosystem of a subtropical Atlantic Island. *Regional Studies in Marine Science*, 41, 101575. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101575>
- Silva, M., Rey, V., Barreiro, A., Kaufmann, M., Neto, A., Hassouani, M., Sabour, B., Botana, A., Botana, L. & Vasconcelos, V. (2018). Paralytic Shellfish Toxins Occurrence in Non-Traditional Invertebrate Vectors from North Atlantic Waters (Azores, Madeira, and Morocco). *Toxins*, 10(9), 362. <https://doi.org/10.3390/toxins10090362>
- Sousa, R., Vasconcelos, J., Henriques, P., Pinto, A. R., Delgado, J. & Riera, R. (2019). Long-term population status of two harvested intertidal grazers (*Patella aspera* and *Patella candei*), before (1996–2006) and after (2007–2017) the implementation of management measures. *Journal of Sea Research*, 144, 33–38. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2018.11.002>
- Sousa, R., Vasconcelos, J., Riera, R., Pinto, A. R., Delgado, J. & Henriques, P. (2019). Potential impact of harvesting management measures on the reproductive parameters of the limpets *Patella aspera* and *Patella candei* from Madeira Island. In *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (Vol. 226). <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106264>



ANEXO

CAMPANHA 3 | Imagens recolhidas pelo submarino lula1000





