



www.plasmar.eu



PROYECTO COFINANCIADO
POR LA UNIÓN EUROPEA
Investigación
e Innovación



Interreg 
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

Ação 2.1.1 - Relatório de caracterização química e biológica da área envolvente à AMP do Cabo Girão e Piscicultura *offshore*

João G. Monteiro^{1,2,3}, Natacha Nogueira^{1,4}, Bárbara Cavaleiro², Hailey Heersche⁵, João Dias⁶, Rodrigo Silva^{1,2}, Susanne Schaffer^{1,2}, Soledad Álvarez^{1,2}, Patrício Ramalhosa^{1,2}, João Canning-Clode^{1,2}

- 1- ARDITI: Agência Regional Agência Regional para o Desenvolvimento da Investigação, Tecnologia e Inovação
- 2- MARE-Madeira: Marine and Environmental Research Centre, Madeira Regional Unit.
- 3- Faculty of Life Sciences, University of Madeira.
- 4- CIIMAR: Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental, Porto.
- 5- Stockolm University
- 6- Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

 www.facebook.com/ProjectoPlasmar
www.plasmar.eu



Governo dos Açores



Secretaria Regional de Mar e Pescas
Direção Regional do Mar



To cite this report:

Monteiro, J.G.; Nogueira, N.; Cavaleiro, B.; Heersche, H.; Dias, J.; Silva, R.; Schaffer, S.; Álvarez, S.; Ramalhosa, P.; Canning-Clode, J. (2023). *Relatório de caracterização química e biológica da área envolvente à AMP do Cabo Girão e Piscicultura offshore*. Report prepared as part of PLASMAR+ Project (co-financed by ERDF as part of POMAC 2014-2020). 26 pp.

LEGAL NOTICE

This document has been prepared as part of PLASMAR+ Project (MAC2/1.1a/347), however it reflects the views only of the authors, and the Project partners or POMAC 2014-2010 programme cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Contents

1	ÁREA DE ESTUDO	5
1.1	Parque Marinho do Cabo Girão.....	5
1.2	Zona de Interesse para aquicultura.....	5
2	Caracterização físico química	8
2.1	Análises de qualidade de água	8
2.2	Análise de Granulometria de Sedimentos.....	11
3	Caracterização biológica	13
3.1	Análise de macrofauna e DNA nos sedimentos	13
3.1.1	Metodologia.....	14
3.1.2	Resultados.....	14
3.1.2.1	Inspeção e identificação Taxonómica	15
3.1.2.2	Metabarcoding: caracterização de diversidade	16
3.2	Caracterização de biótopos e comunidade sésil	18
3.3	Observação de Aves	22
4	Considerações Finais	24



1 ÁREA DE ESTUDO

1.1 Parque Marinho do Cabo Girão

Criado pelo Decreto Legislativo Regional nº 4/2017/M, o Parque Natural Marinho do Cabo Girão (doravante PNMCG) foi o primeiro parque marinho a ser criado no arquipélago da Madeira.

De acordo com o sistema de classificação das áreas protegidas da União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), o PNMCG é uma área protegida de categoria VI, o que na prática se traduz como a categoria que reflete menor proteção dos ecossistemas, representando uma área protegida onde se prevê o uso sustentável dos ecossistemas naturais e recursos.

Neste tipo de áreas protegidas, pretende-se manter os habitats naturais em bom estado de conservação, mas em simultâneo permitir a captura sustentável de determinados elementos com interesse para a pesca. Nesta lógica, são permitidas atividades extrativas, nomeadamente a pesca lúdica e/ou profissional, estando especificadas as condicionantes (atividades permitidas, condicionadas, sujeitas a autorização prévia e outras interditas) na Resolução nº 234/2021 de 8 de abril, que aprova Programa Especial do Cabo Girão e respetivo regulamento.

1.2 Zona de Interesse para aquicultura

Aquando da elaboração do Plano de Situação de Ordenamento do Espaço Marinho (PSOEM) para a subdivisão da Madeira, ocorrida entre 2017 e 2018, determinou-se a constituição de uma ZIA- Zona de Interesse para Aquicultura, sendo que a primeira proposta a área de aquicultura encontrava-se sobreposta com a PNMCG. À data, uma vez que não existiam estudos suficientes na região relativamente à aquicultura, foi considerado um conflito. Foram, então, propostos três cenários que visavam a resolução do conflito: 1) deslocalização da ZIA, para que não houvesse interferência com a criação da nova área marinha protegida; 2) outro cenário contemplava a eliminação da ZIA e finalmente foi proposto o 3) cenário em que as duas áreas iriam coexistir para o desenvolvimento de estudos ou projetos que visassem a produção de uma aquicultura biológica. À data, optou-se pela deslocalização da ZIA (**Figura 1**).

A ZIA (**Figura 1**), organizada em três parcelas (CG1; CG2; CG3), tem desde 2014, em funcionamento uma piscicultura, atualmente composta por 20 jaulas (14 de engorda, de 20m de diâmetro e 6 jaulas de pré-engorda, de 12m de diâmetro), sendo que está contemplada a sua ampliação e expansão para a CG2 (**Figura 2**).

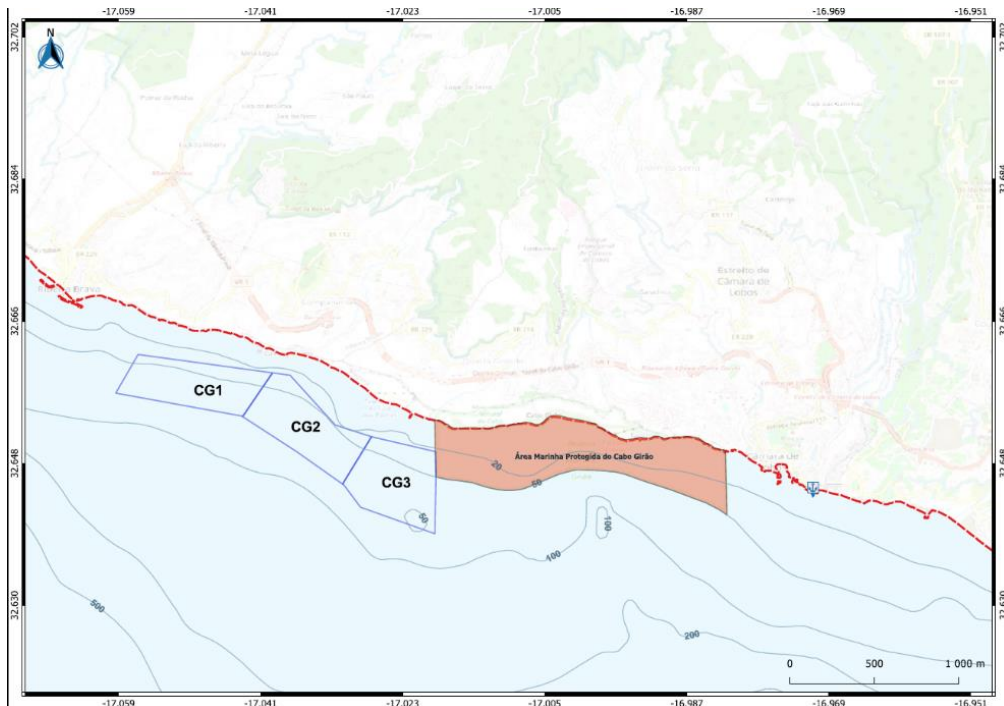


Figura 1: Localização da Área Marinha Protegida do Cabo Girão e da Zona de Interesse para Aquacultura de acordo com o do Plano de Situação de Ordenamento do Espaço Marinho (PSOEM) em vigor.

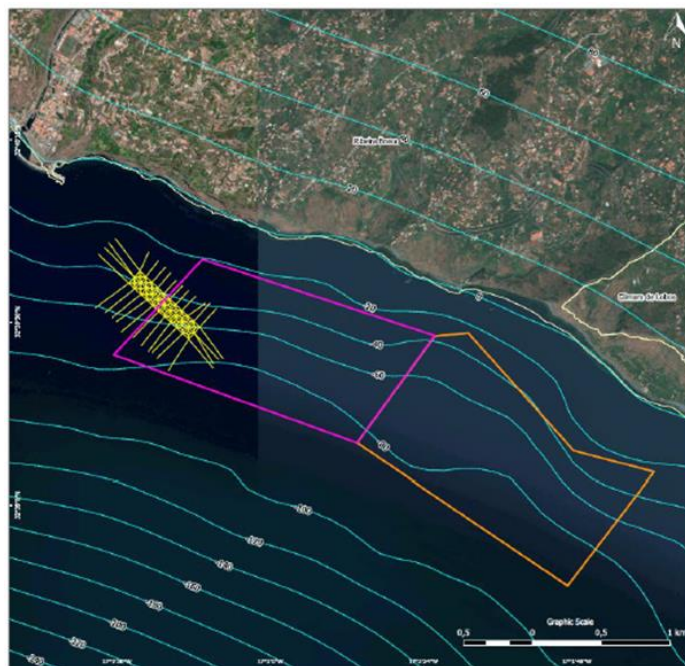


Figura 2: Localização da piscicultura na CG1 e área da CG2.

Ao nível das condições oceanográficas, destaca-se nesta zona as correntes de superfície da encosta Sul da Ilha da Madeira, e sobretudo junto à área de estudo, as quais apresentam uma orientação semelhante, predominante de NW-SE, sendo que a direção média, tanto em períodos de enchente como de vazante, é de Este, no sentido piscicultura-PNMCG.

Nessa lógica as amostragens realizadas e os esforços de caracterização efetuados, pretenderam avaliar os efeitos da presença da piscicultura e hipotética expansão para a CG2, para efeitos de determinação de potenciais efeitos em direção ao PNGMCG e para uma avaliação da compatibilidade da atividade de aquicultura com zonas de proteção.

No âmbito do PLASMAR+, com o objetivo de recolher informação físico química e biológica para a comparação de zonas de aquicultura e AMPs, realizados trabalhos para avaliar: i) a qualidade da água; ii) a granulometria dos sedimentos; iii) os biótopos e organismos sésseis conspícuos; iv) a diversidade e abundância da macrofauna invertebrada.

Inicialmente, durante a fase de candidatura, estava ainda previsto a recolhas de dados económicos para uma caracterização e comparação dos dois tipos de zona, no entanto, o nível de financiamento da proposta e do projeto levaram ao corte desta componente.

2 Caracterização físico química

2.1 Análises de qualidade de água

Foram efetuadas recolhas de amostras de água de superfície e em profundidade, (aproximadamente 30m, quando a profundidade dos locais permitiu) nas imediações da piscicultura instalada na Ribeira Brava, num total de 16 pontos, para avaliação da qualidade da água. Os pontos distribuem-se de acordo com a **Figura 3**, sendo que o objetivo foi delinear um gradiente Oeste - Este, isto é, entre a piscicultura e a Parque Marinho do Cabo Girão.

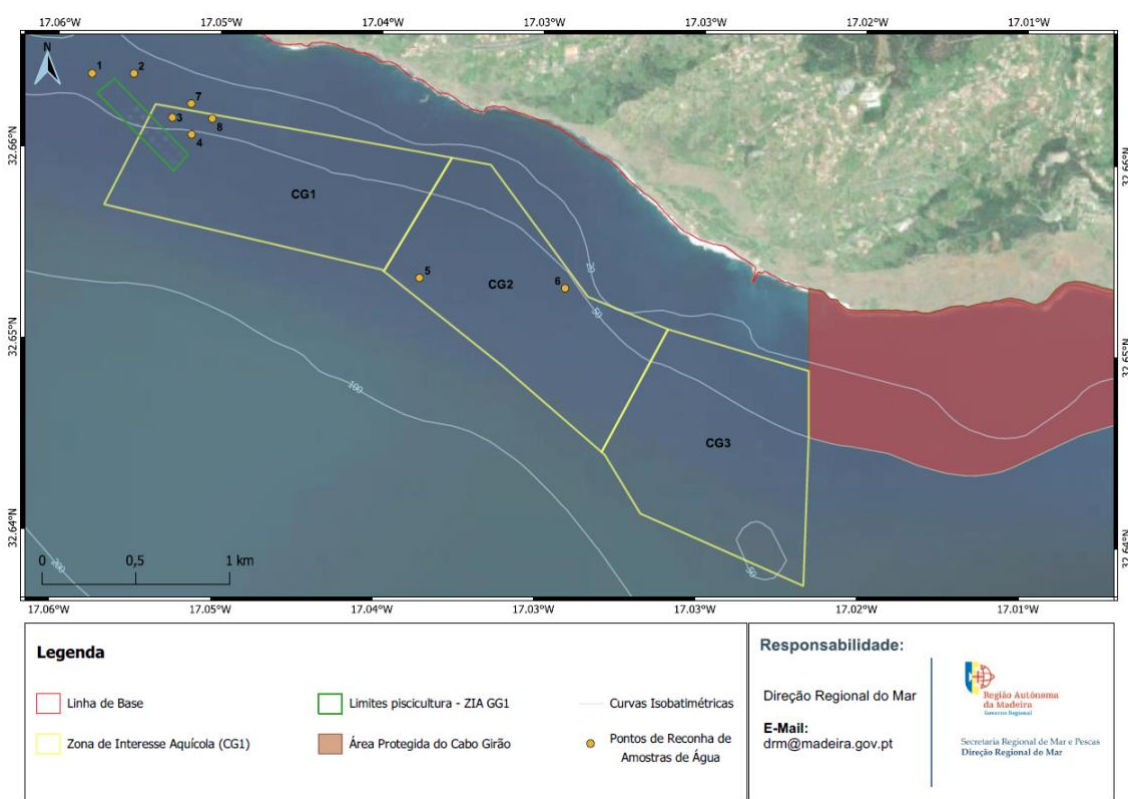


Figura 3: Localização dos pontos de amostragem de água para avaliação da qualidade.

Ao longo do projeto foram realizadas 2 campanhas para recolha e análise de diversos parâmetros indicadores da qualidade da água (Tabela I): uma em outono de 2021 e outra no outono de 2022. Adicionalmente, foi estabelecida uma parceria com uma empresa que gentilmente cedeu dados de avaliação de qualidade da água do mesmo local, na primavera de 2022.

Tabela I: Lista de parâmetros indicadores incluídos nas análises de qualidade de água

Amónia - mg/L NH ₄	Clorofila a - µg/l
Fosfatos - mg/L P2O₅	Sólidos Dissolvidos Totais - g/L
Nitratos - mg/L NO ₃	Sólidos Suspensos Totais (2) - mg/L
Nitritos - mg/L NO₂	Turvação - NTU
Oxigénio Dissolvido - mg/L O₂	Enterococos - N/100mL
Salinidade CE - g/L	<i>Escherichia coli</i> - N/100mL

Uma inspeção dos resultados das análises dos 2 anos demonstram que os valores de clorofila *a* obtidos são característicos de águas oligotróficas, tal como seria de esperar para as águas da região da Madeira e inferiores aos valores encontrados em análises de água efetuadas nas imediações de pisciculturas na costa continental portuguesa.

No que refere às concentrações de nutrientes e metais dissolvidos, as concentrações também se encontram dentro do expectável. A média dos valores de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) é de 3 mg/L, estando assim, em conformidade com os valores legais. O parâmetro Oxigénio Dissolvido demonstrou não existirem diferenças significativas na qualidade da água do mar na zona junto às estruturas da piscicultura, comparativamente aos locais mais afastados. Assim como também não existem diferenças significativas nos valores obtido nas amostras de fundo e superfície. De acordo com os valores de referência, as águas da área amostrada encontram-se são “*águas oxigenadas*” (>6mg/L), o que se traduz numa classificação *Excelente*. Adicionalmente, foi determinada a concentração (µg/L) de uma bateria de substâncias prioritárias (ex. benzeno, tolueno, etc.) no entanto, todas elas se encontram em níveis dentro do expectável e sem diferenças entre a zona das estruturas e as zonas mais afastadas. Em suma, todos os pontos de amostragem, incluindo os mais próximos da zona de produção, revelaram ter qualidade excelente para todos os parâmetros analisados.

Tabela II: Resultados de análises de água de superfície recolhidas nas 8 estações de amostragem

		Pontos à superfície							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Amónia (mg/L NH₄)	outono 2021	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)
	primav 2022	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)
	outono 2022	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)
Nitratos (mg/L NO₃)	outono 2021	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)
	primav 2022	< 27,0	< 27,0	< 27,0	< 27,0	< 27,0	< 27,0	< 27,0	< 27,0
	outono 2022	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)
Sólidos Diss. Totais (g/L)	outono 2021	33	35	35	35	39	32	28	37
	primav 2022	-	-	-	-	-	-	-	-
	outono 2022	41	41	44	41	41	44	43	42
Sólidos Susp. Totais (g/L)	outono 2021	< 2 (LQ)	< 2 (LQ)	< 2 (LQ)	2.3	< 2 (LQ)	2.5	< 2 (LQ)	4.4
	primav 2022	< 2 (LQ)	< 2 (LQ)	< 2 (LQ)	2.3	< 2 (LQ)	2.5	< 2 (LQ)	4.4
	outono 2022	2.0	2.8	2.8	2.7	2.1	16	2.1	2.7
Clorofila a (µg/l)	outono 2021	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)
	primav 2022	1.610	0.604	0.483	-	1.972	0.483	0.966	1.479
	outono 2022	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)

Tabela III: Resultados de análises de água recolhidas a 30 m nas 8 estações de amostragem

		Pontos em profundidade							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Amónia (mg/L NH₄)	outono 2021	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)
	primav. 2022	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)
	outono 2022	0.17	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	0.068	< 0,05 (LQ)	< 0,05 (LQ)	0.11
Nitratos (mg/L NO₃)	outono 2021	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)
	primav 2022	< 27,0	< 27,0	< 27,0	< 27,0	< 27,0	< 27,0	< 27,0	< 27,0
	outono 2022	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)
Sólidos Diss. Totais (g/L)	outono 2021	36	37	41	27	35	38	34	40
	primav 2022	-	-	-	-	-	-	-	-
	outono 2022	44	43	42	42	43	43	43	42
Sólidos Susp. Totais (g/L)	outono 2021	2.8	< 2 (LQ)	< 2 (LQ)	< 2 (LQ)	< 2 (LQ)	< 2 (LQ)	< 2 (LQ)	3.0
	primav 2022	2.8	< 2 (LQ)	< 2 (LQ)	< 2 (LQ)	< 2 (LQ)	< 2 (LQ)	< 2 (LQ)	3.0
	outono 2022	3.5	2.7	2.1	2.1	< 2 (LQ)	3.3	2.4	2.8
Clorofila a (µg/l)	outono 2021	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)	< 1 (LQ)
	primav 2022	0.986	1.449	0.966	1.647	1.526	1.074	0.483	1.017
	outono 2022	-	-	-	-	-	-	-	-

2.2 Análise de Granulometria de Sedimentos

No verão de 2022, foi efetuada a recolha de amostras de sedimentos do fundo marinho nas imediações da piscicultura instalada na Ribeira Brava, num total de 6 pontos, para avaliação da granulometria. Os pontos distribuem-se ao longo de um gradiente Oeste – Este, isto é, entre a piscicultura e PNGMCG (**Figura 4**).

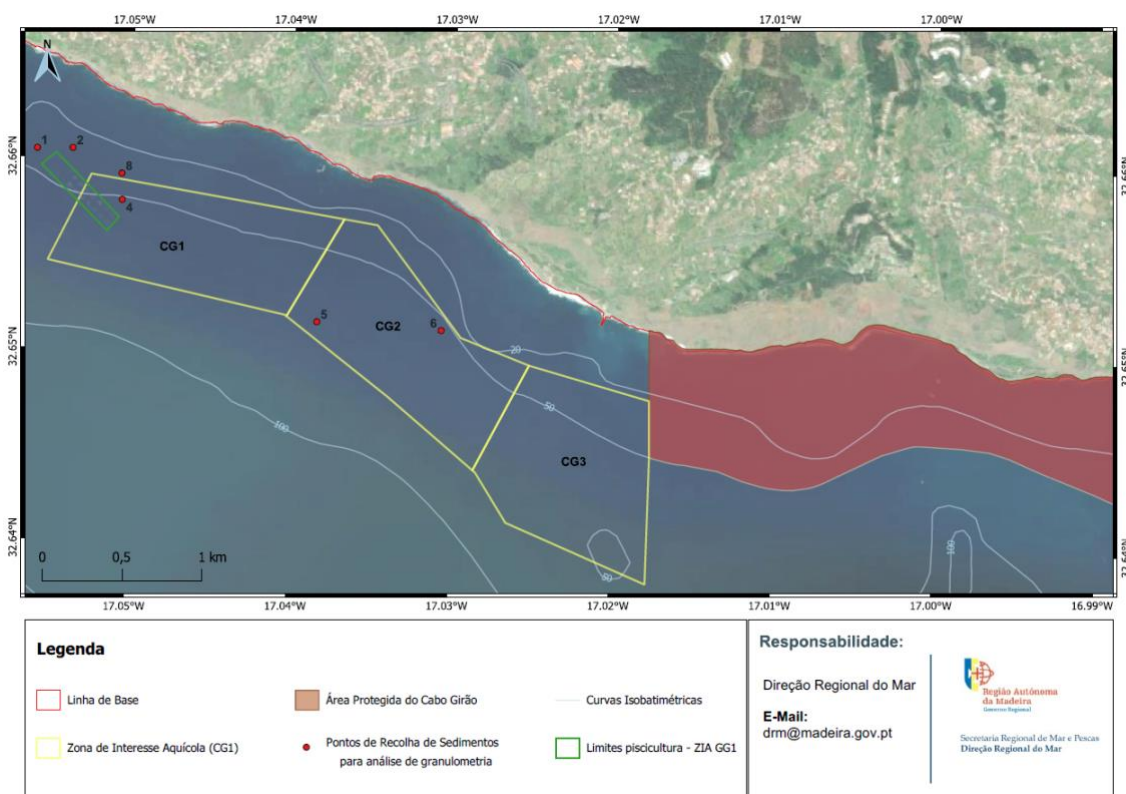


Figura 4: Localização dos pontos de amostragem de sedimentos dos fundos marinhos, para determinação da granulometria.

Os pontos 1 e 2 encontram-se a uma distância de 100m a Oeste da piscicultura, enquanto os pontos 4 e 8 se localizam a 100 e 200m respetivamente, em direção à costa. Os pontos 5 e 6 estão a distâncias superiores a 1000 metros, constituindo-se como pontos de controlo, já no interior da CG2.

Os resultados das análises de granulometria demonstram que, em toda a área, a maioria dos sedimentos situa-se numa gama de tamanhos entre 0.250 e 0.075 mm (**Figura 5**), a que corresponde uma classificação de areias finas e soltes grossas, médias e finas, numa percentagem que varia entre 76.9% e 41.5%. Não obstante, na amostra do P6 observou-se alguma variabilidade, destacando-se a presença de uma maior percentagem de areias grossas (8,5%).

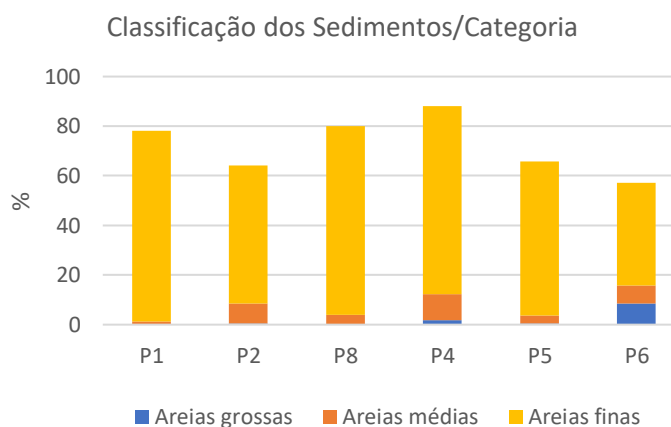


Figura 5: Classificação dos sedimentos por ponto de amostragem e percentagem relativa de cada categoria.

No que refere à densidade das partículas ρ , verifica-se que varia entre 2.97 e 3.04, sendo que o ponto com densidade mais baixa é o P6, sem que contudo se possa identificar um gradiente claro ao longo do gradiente Oeste-Este.

Tabela IV: Densidade média de partículas nas 6 estações de amostragem

Densidade das partículas					
P1	P2	P8	P4	P5	P6
3.04	3.02	3.03	2.99	3.02	2.97

3 Caracterização biológica

3.1 Análise de macrofauna e DNA nos sedimentos

No verão de 2022, foram efetuadas recolhas de amostras de sedimentos do fundo marinho nas imediações da piscicultura instalada na Ribeira Brava (Figura 6), para efeitos de caracterização do DNA ambiental.

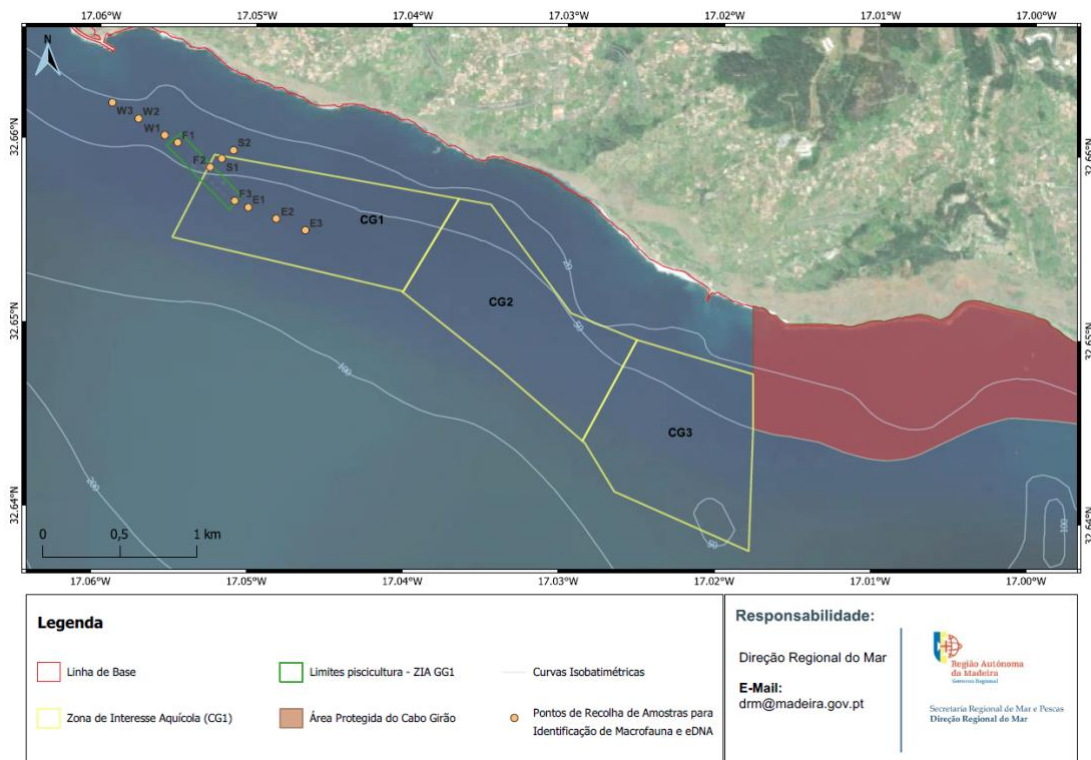


Figura 6: Localização dos pontos de amostragem de sedimentos para caracterização da macrofauna e eDNA

O esquema de amostragem estabelecido contempla um conjunto de 12 pontos distribuídos desde a piscicultura em direção ao Parque Marinho do Cabo Girão. Os pontos W situam-se a Norte-Oeste da piscicultura e os pontos E situam-se a Sul-Este. Os pontos S foram orientados de forma perpendicular à piscicultura, em direção à linha de costa. Foram também considerados pontos juntos às estruturas flutuantes – pontos F – e um ponto de controlo – P1. Para todos estes pontos foram estabelecidas distâncias específicas, relativamente ao exterior das jaulas de mais próximas (Tabela V).

Tabela V: Distância à aquicultura (metros) de 12 pontos de amostragem de sedimentos a Oeste (W), Sul (S), Este (E), dentro da zona delimitada (F) e da zona de controlo (P).

PONTO	DISTÂNCIA À AQUICULTURA (M)	PONTO	DISTÂNCIA À AQUICULTURA (M)
W1	100	S1	100
W2	300	S2	200
W3	500	F1	20
E1	100	F2	20
E2	300	F3	20
E3	500	P1	1200

3.1.1 Metodologia

Os sedimentos foram recolhidos com recurso à utilização de uma draga van Veen (400cm²), transportados para o laboratório e, de imediato, crivados com um crivo com malha de 500µm. Todos o material retido no crivo, foi preservado em água do mar para posterior observação à lupa e identificação da macrofauna existente.

Após a triagem da macrofauna, os organismos foram identificados ao nível taxonómico mais baixo possível (família/Género) e congelados a -20°C em 2ml de água do mar para posterior extração de DNA. Com base na quantificação e identificação dos indivíduos presentes em cada amostra, foi calculada a abundância (indivíduos/m²).

3.1.2 Resultados

Os resultados demonstraram que a abundância média variou significativamente entre os pontos de amostragem ($p = 0,00404$), tendo sido observada uma menor abundância no ponto E3, situado a 500m da piscicultura: 394 ± 64 indivíduos/m² (Figura 7). Este valor foi significativamente diferente do encontrado nos pontos W1 e F1 ($4369 \pm 1169,71$ e 4442 ± 554 indivíduos/m²; $p = 0,043$). Embora não significativo, os pontos E ($394-1579$ indivíduos/m²) e o ponto P1 (924 indivíduos/m²) tenderam a ter abundâncias médias mais baixas do que os pontos

W (1815-4639 indivíduos/m²), F (1545-4442 indivíduos/m²) e S (2001-2696 indivíduos/m²). A direção em que cada ponto de amostragem se situa pareceu influenciar a abundância da macrofauna ($p = 0,0002$). Em média, os pontos situados a Sudeste (E1, E2, E3, F3) tenderam a ter uma abundância significativamente menor (1041 indivíduos/m²) quando comparados com os situados a Noroeste (W1, W2, W3, F1; $p = 0,007$) e em direção à orla ($p = 0,03$) que tiveram abundâncias médias de 3.241 indivíduos/m² e 2.580 indivíduos/m², respetivamente. Como pode ser visto na Figura 5, a abundância média nos pontos Noroeste tendeu a ser maior quando comparada ao local de referência (P) e esta diferença foi considerada quase significativa ($p = 0,056$) com P1 tendo abundância média de 924 indivíduos/m².

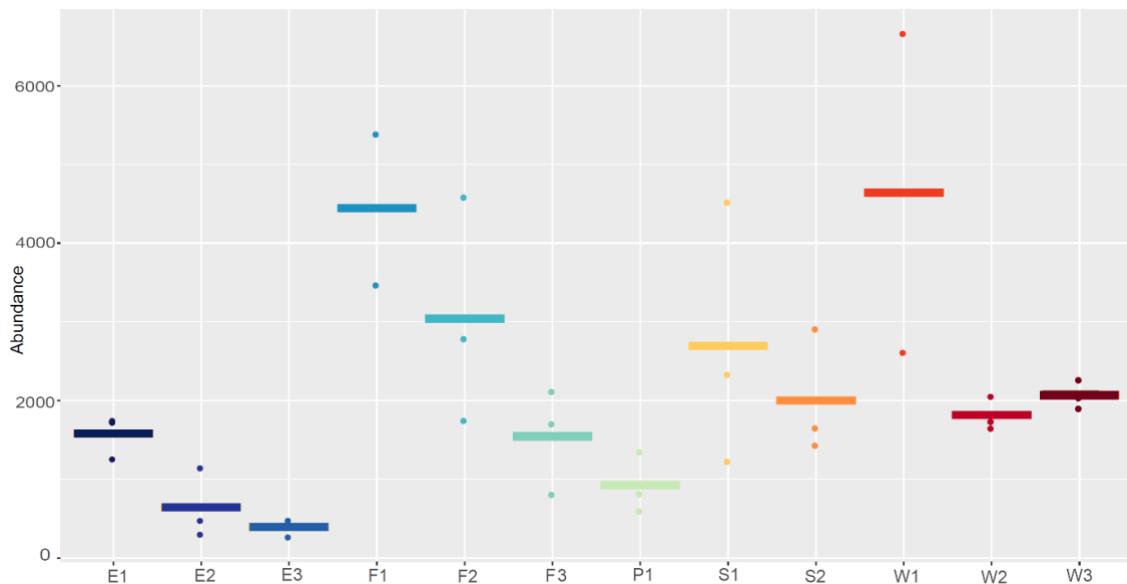


Figura 7: Abundância da macrofauna por metro quadrado (indivíduos/m²) em cada ponto de amostragem. As barras representam a abundância média de cada ponto de amostragem, enquanto os pontos representam a abundância de cada repetição. Os pontos E e F3 estavam localizados a montante da piscicultura. Os pontos W e F1 estão situados a jusante, enquanto os pontos S e F2 se situam perpendicularmente à costa.

3.1.2.1 Inspeção e identificação Taxonómica

Através de observação das amostras à lupa e identificação dos exemplares encontrados, verificou-se que os pontos foram dominados por taxa do filo Mollusca, pertencentes às classes Scaphopoda, Gastropoda e Bivalvia (**Figura 8**). As amostras do P1 apresentaram défice de Mollusca quando comparadas a todas as outras. No entanto continuam uma alta proporção de Annelida da classe Polychaeta. S1 e S2 foram os pontos que apresentaram a menor proporção de Annelida. Arthropoda apareceu em todas as estações de amostragem, exceto E2 e E3. Nematoda estava ausente nos locais de amostragem E2, E3, W3 e P1, mas estava presente, em pequenas proporções, em pelo menos uma réplica de todos os outros locais.



Figura 8: Exemplos identificados à lupa nas amostras de macrofauna nas imediações da piscicultura (*ampl. 10X*).

3.1.2.2 Metabarcoding: caracterização de diversidade

Recorrendo à técnica de metabarcoding, foi possível identificar as espécies existentes no sedimento e perceber algumas tendências de distribuição. Verificou-se que independentemente da distância à piscicultura, todas as réplicas dos pontos S, W e E foram dominadas por Annelida (**Figura 9**), tendência que foi também observada nos pontos F e P, à exceção das réplicas F3.2, F3.3 e P1.2, que eram compostas por pelo menos 50% de espécies pertencentes ao filo Arthropoda ou Echinodermata.

O poliqueta *Nephtys hombergii* foi encontrado em todas as réplicas de todos os pontos de amostragem e a sua proporção média não variou significativamente entre as estações ($p = 0,25$), nem foi influenciada pela direção. Esta espécie dominou a composição da comunidade para a maioria das réplicas dos pontos E1, E2 e E3 (53-99,99% das leituras), com exceção da réplica E1.3 (53,04%), da qual quase 42,82% da comunidade compreende o poliqueta *Laonice bahusiensis* e a réplica E3.1, que

continha grande parte do poliqueta *Aglaophamus agilis* (30,89%). *N. hombergii* também teve forte presença nas réplicas dos locais W1, W2 e W3 (21,97-99,82%), exceto na réplica W1.1 (<1% das leituras).

Os locais W diferiram dos locais E por conterem *Diopatra* (3,84-98,99%) e *Clymenura clypeata* (5,23-33,34%) que aparecem em quantidades mínimas em todas as réplicas dos locais E (<1 % do total de leituras de amostra). Além disso, detetou-se que a localização dos pontos relativamente à piscicultura, teve influência significativa na percentagem de *Diopatra* sp. presente nas amostras ($p = 0,0006$). A percentagem média de *Diopatra* sp. dos pontos a Noroeste (18,57%) foi superior à dos pontos a Sudeste ($p = 0,008$). No entanto, não houve efeito da localização na percentagem média de *Clymenura clypeata* ($p = 0,10$). Além disso, W3.3 continha uma elevada percentagem de *Aglaophamus agilis* (Figura 9).

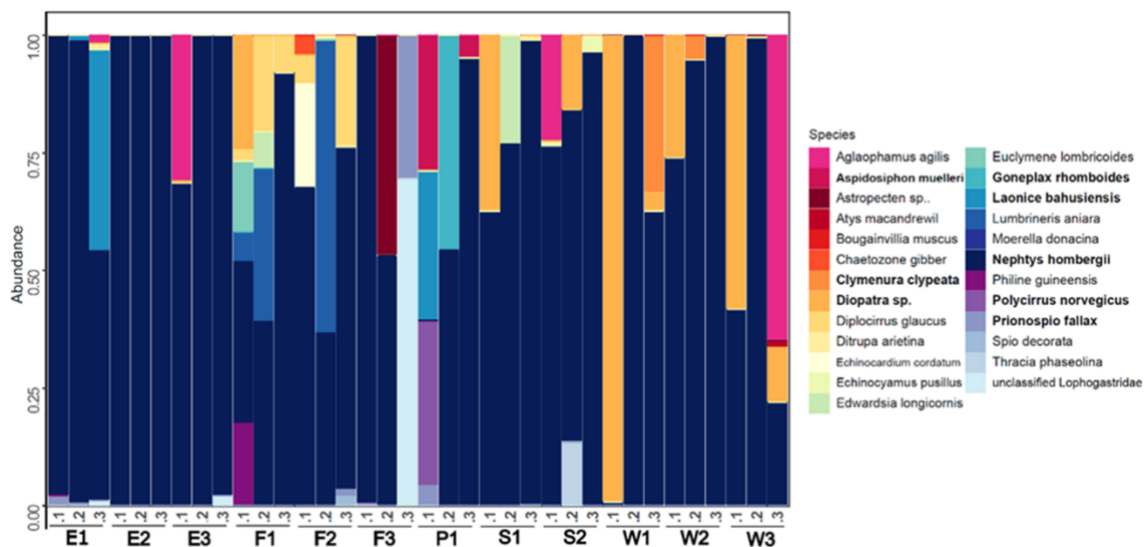


Figura 9: Abundância relativa de cada filo identificado através da técnica de metabarcoding, em cada réplica. No eixo x encontram-se identificadas as três réplicas recolhidas em cada ponto de amostragem. Foram considerados os taxa com correspondência de similaridade igual ou superior a 90% no banco de dados BOLD e que forma detetados pelo menos 3 vezes, em 5% das réplicas.

As réplicas retiradas dos locais F (F1, F2 e F3) tendem a ser mais diversas, muitas vezes não dominadas por uma única espécie, como é o caso das réplicas W e E. Além disso, as composições comunitárias dessas amostras não eram, na sua maioria, compostas apenas por espécies pertencentes ao filo Annelida, possuindo também espécies pertencentes a Echinodermata, Cnidaria, Arthropoda e Mollusca.

Além da réplica P1.2, as amostras P1 também eram compostas principalmente por anelídeos. No entanto, apenas P1.3 é dominado por *Nephtys hombergii*, enquanto as outras duas réplicas contêm *Goneplax rhomboides*, *Laonice bahusiensis*, *Polycirrus norvegicus*, *Aspidosiphon muelleri* e *Prionospio fallax*. A proporção destas

espécies foi significativamente influenciada pela localização dos pontos e relação à piscicultura, com exceção de *Prionospio fallax*, para o qual o efeito da localização foi quase significativo ($p = 0,055$). A proporção de *Goneplax rhomboides* foi maior no local de referência (15,21%) em comparação aos pontos a Noroeste da piscicultura ($p = 0,006$), Sudeste ($p = 0,02$) e aos pontos próximos à costa ($< 1\%$; Teste de Dunn = 0,004). A percentagem de *Laonice bahusiensis* foi significativamente maior no local de referência (10,59%) em comparação com os locais Noroeste ($p = 0,007$). Para *Polycirrus norvegicus*, a proporção média foi maior no local de referência (11,69%) quando comparado aos pontos Sudeste ($p = 0,009$), Noroeste ($p = 0,007$) e aos pontos próximos à costa ($p = 0,01$). A percentagem de *Aspidosiphon muelleri* foi significativamente maior no ponto de referência (P1 = 11,17%) do que nos pontos Noroeste ($p = 0,0009$), Sudeste ($p = 0,0002$) e costeiras ($p = 0,001$).

3.2 Caracterização de biótopos e comunidade séssil

Para uma avaliação de similaridade e/ou compatibilidade com outras zonas, incluindo AMPs, foram efetuados diversos vídeo-transetos (**Figura 10**). Os dados foram recolhidos por mergulhadores científicos com recurso a Veículos de Propulsão (DPVs) equipadas com câmaras e um GPS (10-30 m de profundidade) e por um Veículo Operado Remotamente (ROV) equipado com câmara, sondas e diversos sensores (30-90 m de profundidade).

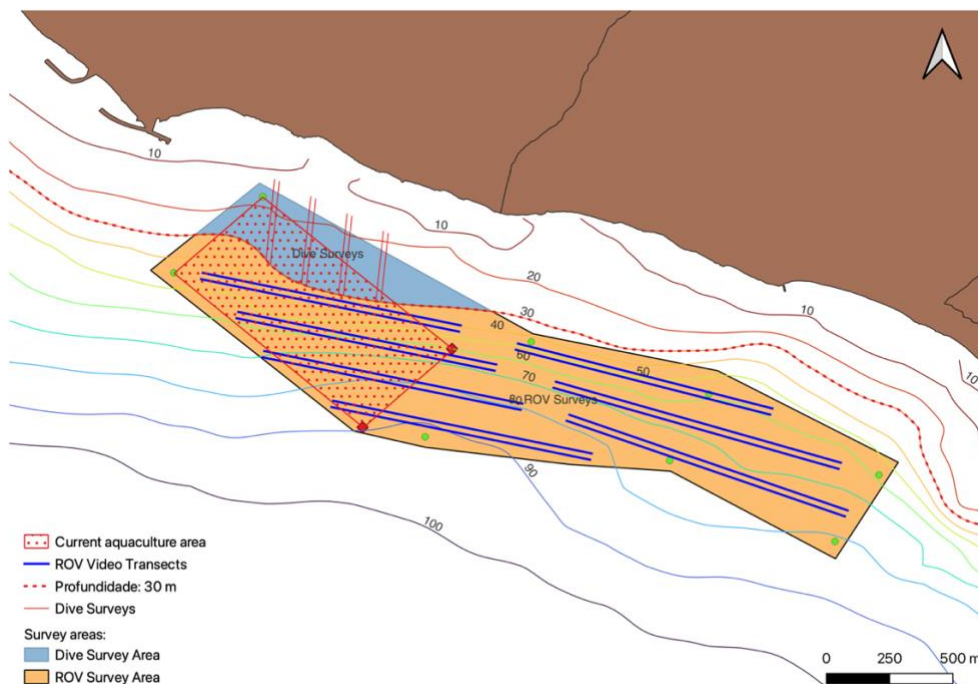


Figura 10: Planificação de atividades de mergulho científico e com ROV para levantamento e caracterização de diversidade de comunidades macro-bentônicas e tipos de habitat na área de estudo.

Os vídeos e ficheiros de registo com profundidade, temperatura e posicionamento foram compilados e a informação foi inserida num Sistema de Informação Geográfica. Os vídeos foram analisados juntamente com anotações de campo de forma a descrever os tipos de habitat com base nas características de substrato, da profundidade e da biodiversidade sésil conspícua (**Figura 11**).

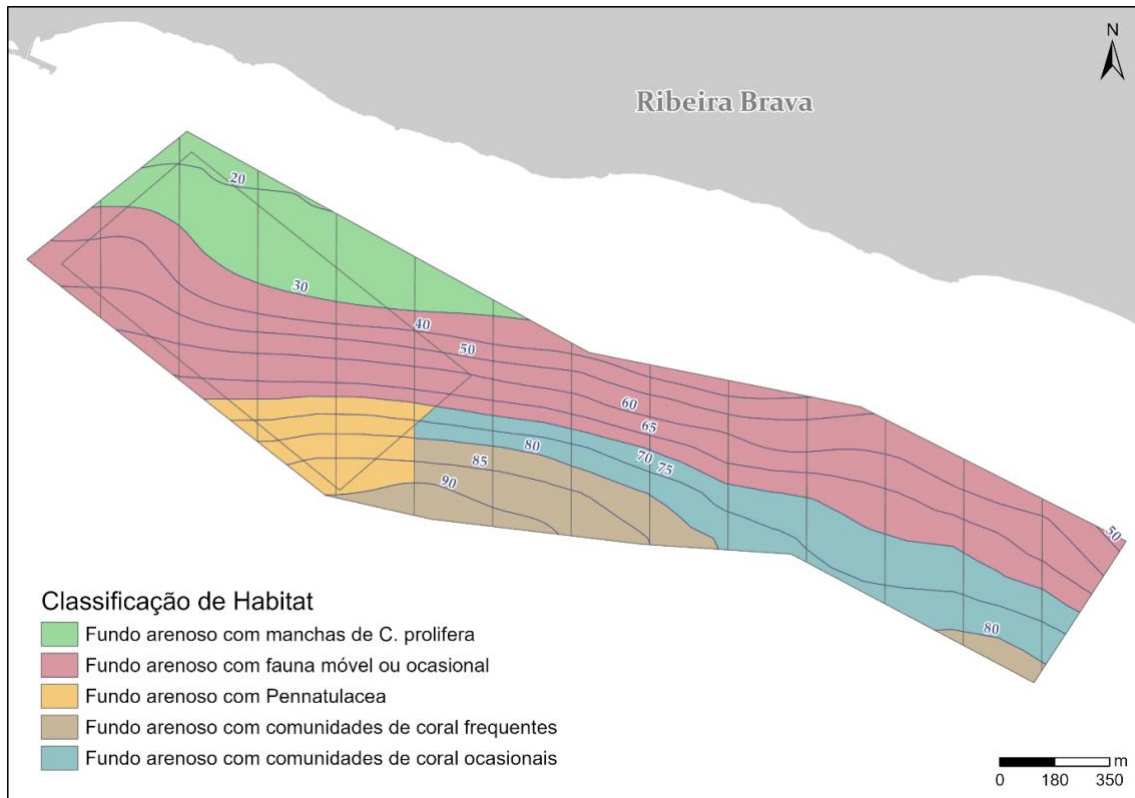


Figura 11: Mapa de distribuição de tipos de habitat e biótopos identificados na área de estudo

Adicionalmente, foi realizada uma classificação destes habitats em conformidade com o sistema hierárquico EUNIS (European Nature Information System). Atendendo às especificidades geográficas de alguns dos habitats atualmente incluídos na lista de habitats EUNIS, apresentamos habitats únicos (não incluídos na lista EUNIS). Esta classificação de novos habitats (ex: A5.25_RAMPT01 - código EUNIS + código de classificação destinada para a RAM) segue a metodologia de classificação hierárquica EUNIS (**Figura 12**).

Os biótopos identificados com base na frequência e abundância de organismos conspícuos (Figura 11), foram classificados seguindo a metodologia hierárquica definida pelo EUNIS ([European Nature Information System](#)), tendo sido criados novos códigos com características específicas de acordo com as observações e biodiversidade da RAM. A distribuição destes habitats foi incluída num mapa atualizado (Figura 12).

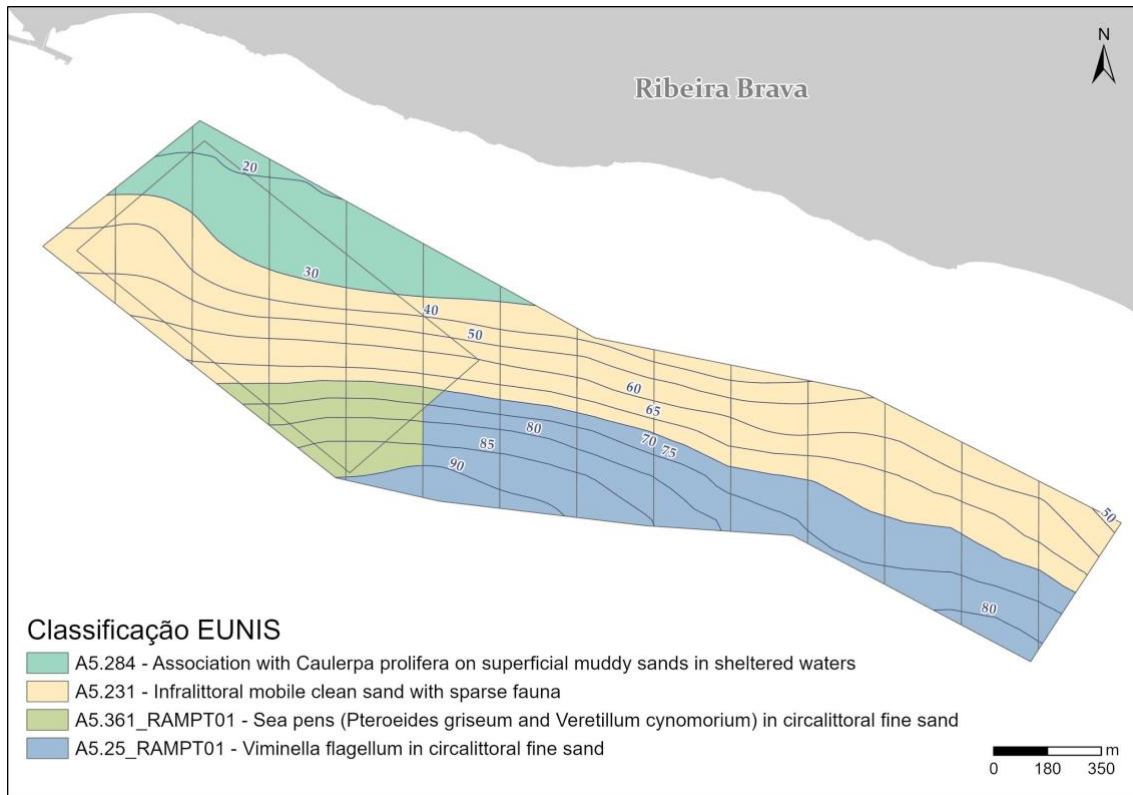


Figura 12: Mapa de distribuição de tipos de habitat em conformidade com sistema de classificação EUNIS.

Especificamente, identificaram-se dois habitats que constam da lista de habitats EUNIS:

- i) **EUNIS A5.284 - Association with *Caulerpa prolifera* on superficial muddy sands in sheltered waters**, habitat de fundos de areia fina ou lama em zonas abrigadas e pouco profundas com a presença da alga *Caulerpa prolifera*. Especificamente, este habitat foi identificado entre os 30 e os 40 metros de profundidade. A *Caulerpa prolifera* contribui para a estabilização de fundos arenosos e retenção de matéria orgânica.
- ii) **EUNIS A5.231 - Infralittoral mobile clean sand with sparse fauna**, Habitat de fundos arenosos sem algas ou outros organismos sésseis e com organismos móveis ocasionais. Especificamente, este habitat foi identificado a profundidades entre os 60 e os 70 metros de profundidade, onde se pode observar algumas manchas de *Caulerpa prolifera* ocasionais e a presença frequente de enguias de jardim *Heteroconger longissimus*, de estrelas do mar *Astropecten aurantiacus* e do peixe *Xyrichtys novacula*. Ainda de referir a presença ocasional de algumas espécies de ratões (*Dasyatis* sp., *Gymnura altavela*, *Myliobatis aquila* e *Taeniura* sp.).

São propostos ainda dois habitats de acordo com as observações e biodiversidade da RAM:

i) **Classificação proposta: A5.25_RAMPT01 – Whip coral (Cf. *Viminella flagellum*) in circalittoral fine sand**

Região circalitoral e *offshore* de areia média a fina (entre os 40 e 140m) caracterizada pela presença do coral chicote Cf. *Viminella flagellum*. Este tipo de habitat foi identificado entre os 70 e 95 metros de profundidade, sendo que entre os 70m-80m a presença deste tipo de coral foi considerada ocasional, tornando-se mais frequente e com maiores densidades a partir dos 80 metros de profundidade. Este tipo de habitat e biótopo não consta nas listas de habitats (EUNIS), pelo que se propõe um código, classificação e descrição em concordância com o sistema hierárquico EUNIS e com a metodologia utilizada em Tempera et al., 2013. As comunidades de Cf. *V. flagellum* são consideradas importantes para a criação de florestas de corais, promovendo refúgio e habitat para diversas espécies móveis. Nas imagens recolhidas foi possível identificar ictiofauna associada às comunidades de coral chicote, incluindo indivíduos de *Pagellus erythrinus* (bica) e de *Dasyatis* sp. (ratões), corroborando a importância deste biótopo.

ii) **Classificação proposta: A5.361_RAMPT01 - Sea pens (*Pteroeides griseum* and *Veretillum cynomorium*) in circalittoral fine sand**

Habitat composto por fundos de areia fina com forte bioturbação originada por organismos móveis escavadores (ex. crustáceos) em profundidades superiores a 15 metros. A tipologia dos fundos é caracterizada por pequenos buracos e/ou montes no sedimento com populações conspícuas de “sea-pens” (canetas-do-mar), organismos pertencentes à ordem *Pennatulacea*: *Pteroeides griseum* e *Veretillum cynomorium*, a uma profundidade entre os 70m-75m. A lista atual EUNIS inclui um habitat similar (i.e., A5.361) mas com uma descrição onde as espécies identificadas estão ausentes, levando à proposta de um código, classificação e descrição em concordância com o sistema hierárquico EUNIS e com a metodologia utilizada em Tempera et al., 2013¹.

¹ Tempera, F., Atchoi, E., Amorim, P., Pereira, J. G., & Gonçalves, J. (2013). *Atlantic Area Marine Habitats: Adding new Macaronesian habitat types from the Azores to the EUNIS Habitat Classification*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3479.8808>

3.3 Observação de Aves

Partindo do pressuposto que as pisciculturas marinhas são passíveis de conduzir a impactos (negativos) nas espécies marinhas, em particular mamíferos e aves marinhas, em consequência da interação com as infraestruturas (e.g. sistema de jaulas, cabos ou embarcações), promoveu-se um breve estudo, em colaboração com a empresa, de caracterização de ocorrências.

De notar que a piscicultura, apresenta em todas as 14 jaulas uma rede de proteção, que evita a predação de pescado por aves marinhas, que é igualmente fixa nos prumos. Em adição, esta rede possui um flutuador no centro da jaula para conferir forma e em simultâneo impedir que a mesma pouse sobre a superfície da água.

Relativamente a avifauna marinha, foram identificadas 58 espécies de aves marinhas na ilha da Madeira com potencial de ocorrência, distribuídas por 15 famílias distintas, tendo sido definidas 9 espécies como sendo mais relevantes em termos da conservação da biodiversidade. Das espécies inventariadas para a área de estudo com ocorrência potencial, consideram-se de maior relevância ecológica as que potencialmente são afetadas pela existência da piscicultura e se incluem em, pelo menos, um dos seguintes critérios:

- i) endemismo da ilha da Madeira;
- ii) com estatuto de conservação Criticamente em Perigo, Em Perigo e Vulnerável, segundo o Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal [LVVP] (Cabral et al., 2006);
- iii) consideradas prioritárias (Anexo A-I*) pelo Decreto-Lei n.º 156-A/2013 de 8 de novembro;
- iv) com estatuto de conservação Criticamente em Perigo, Em Perigo e Vulnerável, segundo o Livro Vermelho do IUCN;
- v) classificadas como SPEC 1, de acordo com os critérios da BirdLife International para a avifauna.
- vi) com presença regular na área em estudo e que, pela tipologia do Projeto, sejam potencialmente afetadas.

Em termos de metodologia, adotou-se pela realização de 3 transectos lineares para observação de avifauna marinha, com comprimento de 4 km, de forma a abranger toda a área de estudo (CG1 e CG2- em direção ao Parque Marinho do Cabo Girão) e distanciados 600 m entre si. Cada transecto foi percorrido de embarcação em movimento à velocidade de 5 nós, durante o qual foram registadas todas as aves marinhas pousadas (na água/embarcações/jaulas) e observadas numa banda de 300 m, apenas para um dos bordos da embarcação.

Durante a realização dos transectos foram ainda realizados *snapshots*, de 5 em 5 minutos, em poskeys, para registo instantâneo das aves marinhas em voo. Estas amostragens foram realizadas sem alteração da velocidade da embarcação (5 nós) e abrangeram um quadrado de 300 m de lado, localizado para a frente e para um dos bordos da embarcação, ficando o observador como um dos vértices do quadrado. Foram realizados um total de 16 poskeys, distribuídos pelos 3 transectos.

Os resultados demonstraram, que a espécie com maior ocorrência foi a gaivota-de-patas-amarelas (*Larus michaelis*), com 22 exemplares. Adicionalmente observaram-se 4 exemplares de garça-real (*Ardea cinerea*) e 1 exemplar de garça-branca (*Egretta garzetta*). Do total de 27 indivíduos observados, 25 encontravam-se na água junto as jaulas, ou pousados nas mesmas, em processo de alimentação.

Em conversa informal com os funcionários da piscicultura, concluiu-se que esta é um fenómeno recorrente, particularmente durante o processo de alimentação dos peixes. Não obstante, nos últimos 3 anos não houve registo de enredamento de aves marinhas nas redes de proteção.

De igual forma, não foi possível observar nenhuma das espécies de aves marinhas pelágicas que tipicamente nidificam nas escarpas do Cabo Girão, a Cagarra (*Calonectris borealis*), o Roque-de-castro (*Oceanodroma castro*) e o Garajau-comum (*Sterna hirundo*).

4 Considerações Finais

O trabalho realizado no âmbito do PLASMAR+ permitiu recolher informação e dados físico químicos e biológicos essenciais para a caracterização das condições ambientais e do habitat numa zona onde ocorre aquicultura em águas abertas, de forma a estabelecer estudos comparativos com zonas marinhas com outros tipos de utilização, especificamente com Áreas Marinhas Protegidas.

Neste contexto, este relatório sumariza informação e compila resultados essenciais relativos à qualidade da água, granulometria de sedimentos, diversidade e abundância de macroinvertebrados presentes em sedimentos, a presença e distribuição de biótopos e a biodiversidade conspícua associada.

O objetivo da recolha e compilação desta informação deverá servir para uma comparação das condições ambientais e das comunidades e diversidade biológica numa zona com aquicultura e áreas vizinhas com as condições e biota presentes em AMPs no âmbito da atividade 2.2.1 “PROGRAMAS DE MONITOREO: incorporación de sectores marítimos, del seguimiento en AMPs e identificación de vectores de propagación”.

Contudo, uma análise preliminar dos resultados indica que:

- i) no que se refere à qualidade da água, os parâmetros não apresentam uma variabilidade significativa ou gradiente com a distância, sendo que a qualidade da água é *Excelente* tanto na zona adjacente à piscicultura, como nos pontos de referência;
- ii) no que refere à granulometria dos sedimentos, não há indícios de uma influência direta da piscicultura, sendo que a variabilidade observada não apresenta um padrão ou gradiente com a distância
- iii) a abundância, composição e distribuição da macrofauna nos vários pontos de amostragem apresentam diferenças, especialmente na diversidade presente na zona de aquicultura, no entanto esta diferença está espacialmente limitada à zona de implantação, sem evidência de impacto ou influência significativa nas zonas vizinhas. Diferenças na densidade de macroinvertebrados em sedimentos sugerem que a piscicultura produz matéria orgânica suficiente para poder aumentar a disponibilidade de alimento promovendo densidades mais altas, sem, contudo, causar condições de anoxia. As condições oceanográficas e ambientais da zona envolvente (ex. correntes, hidrodinamismo, condições oligotróficas) poderão desempenhar um papel na redução da influência e impacto da atividade de aquicultura.

- iv) a presença de um biótopo dominado por Pennatulacea na zona de implantação de aquicultura (70-90 m de profundidade) e ausência de corais negros/corais chicote (Cf. *V. flagellum*), abundantes e dominantes no mesmo intervalo de profundidade em zonas vizinhas (e em outros locais da ilha), sugerem que a implantação de jaulas e/ou a atividade de piscicultura têm um impacto no habitat e comunidade presente. Este impacto está espacialmente limitado à zona de implantação e não foram encontradas evidências de impacto em zonas vizinhas, onde os corais são frequentes ou abundantes.

De forma geral, pode-se considerar que, tal como qualquer atividade humana, a aquicultura tem influência local no habitat marinho. No entanto, não há indícios de impactos significativos para além da zona de implantação da atividade e área imediatamente adjacente. A avaliação de compatibilidade da atividade com AMPs deverá considerar a biodiversidade presente, o tipo de habitats e a vulnerabilidade dos mesmos. Outra consideração relevante prende-se com os efeitos e impactos da piscicultura em espécies emblemáticas e com interesse para a conservação (ex. mamíferos marinhos e tartarugas marinhas presentes) bem com na ictiofauna local. Apesar dos avanços conseguidos no âmbito do PLASMAR+, os dados recolhidos são dados discretos no espaço e no tempo. Assim, é necessário garantir continuidade e uma monitorização regular para ter uma perspetiva a longo prazo e assegurar a deteção de eventuais impactos. É igualmente importante sublinhar a importância a promoção de estudos adicionais para melhorar o entendimento de mecanismos ecológicos e impactos associados à piscicultura.