



# PLANO DE MONITORIZAÇÃO DA EVOLUÇÃO DA ECOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DO SISTEMA LAGUNAR DA RIA FORMOSA

## MONITORIZAÇÃO DAS COMUNIDADES BIOLÓGICAS

### RELATÓRIO DA FASE DE PÓS-OBRA

PT-B-22017-MON-1-01-0

Novembro 2023

## FINANCIAMENTO





**AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE, I.P.**

**ADMINISTRAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALGARVE**

**PLANO DE MONITORIZAÇÃO DA EVOLUÇÃO DA ECOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DO SISTEMA LAGUNAR DA RIA FORMOSA**

**MONITORIZAÇÃO DAS COMUNIDADES BIOLÓGICAS**

**RELATÓRIO DA FASE DE PÓS-OBRA**

**NOVEMBRO 2023**

**ÍNDICES**

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1	IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO .....	1
1.2	IDENTIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS DA MONITORIZAÇÃO .....	1
1.3	ÂMBITO DO RELATÓRIO .....	1
1.4	ENQUADRAMENTO LEGAL .....	1
1.5	ESTRUTURA DO RELATÓRIO .....	2
1.6	AUTORIA TÉCNICA .....	2
<b>2</b>	<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>4</b>
2.1	PROCESSOS DE AIA E PÓS-AIA.....	4
2.2	MONITORIZAÇÃO DAS COMUNIDADES BIOLÓGICAS .....	5
<b>3</b>	<b>DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO .....</b>	<b>6</b>
3.1	LIMITES ESPACIAIS .....	6
3.2	LIMITES TEMPORAIS .....	7
3.3	MONITORIZAÇÃO DAS COMUNIDADES BENTÓNICAS .....	7
3.3.1	Parâmetros avaliados .....	7
3.3.2	Locais e frequência de amostragem .....	8
3.3.3	Técnicas e métodos de amostragem .....	8
3.3.4	Métodos de tratamento de dados.....	9
3.4	MONITORIZAÇÃO DA COMUNIDADE PISCÍCOLA.....	12
3.4.1	Parâmetros avaliados .....	12
3.4.2	Locais e frequência de amostragem .....	12
3.4.3	Técnicas e métodos de amostragem .....	13
3.4.4	Métodos de tratamento de dados.....	15
3.5	MONITORIZAÇÃO DAS COMUNIDADES DE FANEROGÂMICAS MARINHAS..	18
3.5.1	Parâmetros avaliados .....	18
3.5.2	Locais e frequência de amostragem .....	18
3.5.3	Técnicas e métodos de amostragem .....	19

3.5.4	Métodos de tratamento de dados.....	20
3.6	MONITORIZAÇÃO DA POPULAÇÃO DE CAVALOS-MARINHOS .....	21
3.6.1	Parâmetros avaliados .....	21
3.6.2	Locais e frequência de amostragem .....	22
3.6.3	Técnicas e métodos de amostragem .....	22
3.6.4	Métodos de tratamento de dados.....	23
3.7	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE DADOS .....	23
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
4.1	COMUNIDADE BENTÓNICA.....	24
4.2	COMUNIDADE PISCÍCOLA .....	30
4.2.1	Amostragem e parâmetros ambientais .....	30
4.2.2	Composição da comunidade.....	31
4.2.3	Índice EFAI e qualidade ecológica .....	36
4.3	COMUNIDADES DE FANEROGÂMICAS MARINHAS.....	36
4.4	POPULAÇÕES DE CAVALOS-MARINHOS .....	39
4.5	AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DAS MEDIDAS DE ADOTADAS PARA PREVENIR OU REDUZIR IMPACTES .....	41
4.6	COMPARAÇÃO COM OS IMPACTES PREVISTOS NO EIA.....	42
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>44</b>
<b>6</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>45</b>

## Quadros

Quadro 1.1	- Equipa Técnica .....	3
Quadro 3.1	- Sumário da correspondência entre os valores do Índice Biótico Marinho (AMBI) e grupo ecológico, o estado da comunidade bentónica, nível de poluição e o grau de perturbação de acordo com Muxika <i>et al.</i> (2007). .....	10
Quadro 3.2	- Qualidade Ecológica inferida do índice multivariado M-AMBI (Muxika <i>et al.</i> , 2007; Borja <i>et al.</i> , 2007). .....	11
Quadro 3.3	- Classificação de sedimentos segundo a escala de Udden/Wentworth. ....	12
Quadro 3.4	- Métricas e Sub-métricas que integram o índice EFAI.....	16
Quadro 3.5	- Pontuação atribuída a uma Métrica quando o seu resultado deriva da combinação de duas Sub-métricas.....	17
Quadro 3.6	- Fronteiras de qualidade para o índice EFAI e respetivos RQEs. ....	18
Quadro 4.1	- Indicadores globais de abundância (N) e riqueza específica (S) por grupos taxonómicos. ....	24
Quadro 4.2	- Parâmetros físico-químicos e profundidade registada em cada replicado. ....	25
Quadro 4.3	- Descritores biológicos e índices aplicados por local de amostragem. ....	25
Quadro 4.4	- Valores percentuais das frações granulométricas (%), mediana e classificação textural das amostras de sedimentos. ....	30
Quadro 4.5	- Valores percentuais do teor em matéria orgânica total (MO %) determinado nas amostras de sedimentos.....	30
Quadro 4.6	- Parâmetros físico-químicos e profundidade registada em cada replicado. ....	31

Quadro 4.7 - Lista de espécies capturadas nas duas áreas de amostragem (impacte e controlo), Nº de indivíduos, comprimento total médio ( $\pm dp$ ), peso médio ( $\pm dp$ ), densidade e frequência de captura.....	34
Quadro 4.8 - Classe de qualidade obtida em ambas as áreas de amostragem.....	36
Quadro 4.9 - Espécies identificadas de fanerogâmicas marinhas, riqueza específica, densidade e altura média da canópia. ....	37
Quadro 4.10 – Registo de ocorrência de cavalos-marinhos, densidade e comprimento. Área e composição das pradarias. ....	40

## Figuras

Figura 3.1 - Área de estudo .....	7
Figura 3.2 - Locais de amostragem de macroinvertebrados bentónicos.....	8
Figura 3.3 - Áreas de amostragem da comunidade piscícola, com indicação das duas áreas previstas no plano de monitorização (controlo e área de amostragem piscícola). ....	13
Figura 3.4 – Localização dos arrastos de vara realizados na área de afetação (à esquerda) e área de controlo (à direita).....	15
Figura 3.5 - Locais de amostragem de Fanerogâmicas Marinhas.....	19
Figura 3.6 - Locais de amostragem de cavalo-marinho.....	22
Figura 4.1 - Valor do índice AMBI por local de amostragem (PBA01 – Área de intervenção; PBA02 – Área de controlo) com apresentação da proporção dos grupos ecológicos em função do seu nível de tolerância à perturbação/contaminação (sendo que I são espécies sensíveis e V corresponde a espécie oportunistas de 1ª ordem).....	27
Figura 4.2 - Valor do índice AMBI por local de amostragem (PBA01 – Área de intervenção; PBA02 – Área de controlo) com indicação do grau de perturbação (ligeiramente perturbado).....	28
Figura 4.3 - Valor de M-AMBI por local de amostragem (PBA01 – Área de intervenção; PBA02 – Área de controlo) com indicação das classes de qualidade. ....	29
Figura 4.4 - Áreas das pradarias medidas <i>in situ</i> com GPS e embarcação.....	38

## Fotos

Foto 3.1 - Preparação do arrasto de vara para realização da amostragem da comunidade piscícola. ....	14
Foto 3.2 - Amostragem com recurso a mergulho com escafandro autónomo e pormenor do equipamento utilizado para realização dos fotoquadrados e dos transectos.....	20
Foto 4.1 - Espécies piscícolas capturadas. ....	33
Foto 4.2 – Fotoquadrados com a presença de <i>Z. noltii</i> , <i>Z. marina</i> e <i>C. nodosa</i> .....	39



## **1 INTRODUÇÃO**

### **1.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO**

O presente relatório de monitorização respeita ao Projeto de Execução do Plano de Ação para a Valorização da Hidrodinâmica da Ria Formosa e Mitigação do Risco nas Ilhas Barreira, projeto atualmente em fase de exploração.

### **1.2 IDENTIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS DA MONITORIZAÇÃO**

O plano de monitorização das comunidades biológicas para a valorização hidrodinâmica e mitigação do risco da barra de Armona para reforço do cordão dunar na praia do Barril e praia dos Cavacos, tem como objetivo avaliar os seguintes elementos biológicos:

- Comunidades bentónicas;
- Comunidades piscícolas;
- Comunidades de fanerogâmicas;
- Populações de cavalos-marinhos.

Pretende-se, com o presente plano de monitorização, avaliar a evolução dos diferentes elementos biológicos, na fase de pós-obra, face a potenciais impactes gerados pelas ações do projeto, nomeadamente as dragagens para a remoção de sedimentos, o depósito de sedimentos e o reforço dunar. Face à caracterização efetuada, e no caso de serem detetadas alterações nas comunidades biológicas em análise, deverão ser sugeridas medidas que permitam garantir a integridade das comunidades.

Neste sentido, para além da campanha descrita no presente relatório, serão efetuadas duas campanhas adicionais de monitorização das comunidades de fanerogâmicas marinhas, na primavera e outono de 2024.

### **1.3 ÂMBITO DO RELATÓRIO**

O presente relatório apresenta os resultados da campanha de monitorização das Comunidades Biológicas, realizada em novembro de 2023, correspondente à Fase de Pós-Obra.

### **1.4 ENQUADRAMENTO LEGAL**

O Estudo de Impacte Ambiental (EIA) relativo ao projeto em avaliação foi elaborado de acordo com a legislação portuguesa em vigor (atualmente Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 47/2014, de 24 de março, pelo Decreto-Lei n.º 179/2015, de 27 de agosto, pela Lei n.º 37/2017, de 2 de junho, e finalmente pelo Decreto-Lei



n.º 152-B/2017, de 11 de dezembro, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2011/92/EU, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de dezembro de 2011, que foi alterada pela Diretiva n.º 2014/52/EU do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de abril de 2014), tendo sido definido um programa de monitorização para os descritores considerados mais sensíveis. Essa imposição legal foi formalizada na DCAPE emitida a 29 de setembro de 2014.

De acordo com o previsto, o presente relatório deverá ser submetido à autoridade de AIA (Avaliação de Impacte Ambiental) nos prazos estabelecidos na DCAPE.

## 1.5 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

O Relatório de Monitorização (RM) agora apresentado é enquadrado pela legislação em vigor, mais precisamente o Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, e a Portaria n.º 395/2015, de 4 de novembro, com as devidas adaptações ao caso em apreço.

No presente capítulo é efetuada a identificação do projeto, são explicitados os objetivos da monitorização, o âmbito do relatório, enquadramento legal e a equipa responsável pela elaboração do RM. Os restantes cinco capítulos integram os conteúdos abaixo descritos:

O **Capítulo 2** apresenta os **Antecedentes** onde se descrevem os principais processos de AIA e Pós-AIA, bem como os estudos que antecedem o presente trabalho.

No **Capítulo 3 – Descrição do Programa de Monitorização** indicam-se os limites espaciais temporais e espaciais do presente estudo, a metodologia aplicada no trabalho de campo, as técnicas e materiais utilizados, a abordagem utilizada no tratamento de dados, bem como os critérios utilizados na sua avaliação.

No **Capítulo 4 – Resultados e Discussão** apresentam-se os principais resultados obtidos, e efetua-se uma comparação com os resultados referidos nos estudos que antecedem o presente.

O **Capítulo 5 – Conclusões** – efetua-se uma síntese das principais conclusões obtidas no presente estudo.

O Capítulo final, elenca as **Referências Bibliográficas** consultadas no decurso da elaboração do presente documento.

## 1.6 AUTORIA TÉCNICA

O **Quadro 1.1** identifica os técnicos responsáveis pelo desenvolvimento dos trabalhos e elaboração do presente relatório, com indicação das componentes de trabalho desenvolvidas por cada um.

**Quadro 1.1 - Equipa Técnica**

<b>Técnicos</b>	<b>Função / Atividade</b>
Filipa Reis	Gestão e coordenação do projeto. Elaboração do relatório.
Nuno Castro	Amostragens de comunidades de fanerogâmicas e cavalos-marinhos. Elaboração do relatório.
Pedro Félix	Amostragem de fauna piscícola e macroinvertebrados invertebrados bentónicos. Elaboração de relatório.
Tânia Oliveira	Identificação laboratorial de macroinvertebrados bentónicos, granulometria e matéria orgânica. Elaboração de relatório.
João Santos	Cartografia e SIG.

## 2 ANTECEDENTES

### 2.1 PROCESSOS DE AIA E PÓS-AIA

A Sociedade Polis Litoral Ria Formosa S.A., no âmbito das suas funções, implementou na última década o “Plano de Ação para a Valorização da Hidrodinâmica da Ria Formosa e Mitigação do Risco nas Ilhas Barreira”, que teve como principal objetivo a recuperação dunar e a alimentação artificial de praias, utilizando sedimentos provenientes das dragagens de canais, que visam melhorar a hidrodinâmica da Ria Formosa.

As ações deste Plano foram objeto de um processo de AIA, iniciado em 2013 com a elaboração do Estudo de Impacte Ambiental (EIA). Em setembro do mesmo ano foi emitida a respetiva Declaração de Impacte Ambiental (DIA). Os Projetos de Execução e respetivos Relatórios de Conformidade Ambiental dos Projetos de Execução (RECAPE) foram enviados à Agência Portuguesa do Ambiente (APA), tendo sido emitida em setembro de 2014, a DCAPE, que prevê um Plano de Monitorização para as Comunidades Biológicas.

De um modo global, as ações deste Plano abrangeram três áreas de intervenção, tendo-se obtido as seguintes três Decisões sobre a Conformidade Ambiental dos Projetos de Execução (DCAPE):

- Intervenção 1 – Tavira
- Intervenção 2 – Faro/Olhão
- Intervenção 3 - Armona

O presente plano de monitorização enquadra-se no âmbito da intervenção 3 – Armona, na qual foram realizadas três intervenções na barra da Armona com o objetivo de efetuar o reforço dunar em zonas deficitárias de sedimentos, nomeadamente na barra da Armona, na praia dos Cavacos e na praia do Barril, tendo a última intervenção terminado em novembro 2018.

A intervenção na Armona, previa a mobilização de cerca de 800.000 m<sup>3</sup> de sedimentos. No entanto, apenas foi possível mobilizar 120.000 m<sup>3</sup>, uma vez que o local de deposição previsto inicialmente era a Praia de Faro. Como a DCAPE ainda estava válida e foi necessário continuar com remoção de sedimentos, foram propostos à autoridade de AIA, dois novos locais para deposição – Praia dos Cavacos e Praia do Barril.

Neste sentido, foi elaborada a “*Nota Técnica Processo de AIA: AIA2658; Projeto: Valorização hidrodinâmica e mitigação do risco da barra de Armona para reforço do cordão dunar na praia do Barril e praia dos Cavacos*”, tendo sido obtida aprovação para estes locais alternativos, com o devido cumprimento no disposto no Plano de Monitorização.

Neste contexto, a APA/ARH do Algarve que constitui a entidade com jurisdição na área referente às intervenções, pretende avaliar as condições ambientais nos anos de 2022, 2023 e 2024 nas componentes de Geomorfologia e Comunidades Biológicas, de modo a verificar a recuperação deste sistema ambiental, passados 3 anos desde a realização da última empreitada.

## **2.2 MONITORIZAÇÃO DAS COMUNIDADES BIOLÓGICAS**

O presente relatório de monitorização apresenta os resultados da campanha de monitorização da primavera de 2023, enquadrando-se na Fase de Pós-Obra.

O Plano de Monitorização das Comunidades Biológicas, estabelecido no âmbito do Plano de Ação para a Valorização da Hidrodinâmica da Ria Formosa e Mitigação do Risco nas Ilhas Barreira (Bloco C – Armona) foi alvo de análise em vários estudos, dos quais se referem:

- Bio3, (2015). Relatório de Monitorização da Fase de Pré-Obra, datado de maio de 2015;
- Bioinsight, (2015). Relatório de Monitorização da Fase de Obra, datado de novembro de 2015;
- Bioinsight, (2016). Relatório de Monitorização da Fase de Pós-Obra, datado de julho de 2016;
- RR Planning, (2018a). Relatório de Monitorização da Fase de Pré-Obra, datado de janeiro de 2018;
- RR Planning, (2018b). Relatório de Monitorização da Fase de Obra, datado de junho de 2018;
- RR Planning, (2019). Relatório de Monitorização da Fase Pós-Obra, datado de março de 2019.
- Aqualogus, (2022). Relatório de Monitorização da Fase Pós-Obra, datado de novembro de 2022.
- Aqualogus, (2023). Relatório de Monitorização da Fase Pós-Obra, datado de junho de 2023.

### 3 DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO

#### 3.1 LIMITES ESPACIAIS

O presente estudo foi realizado no Parque Natural da Ria Formosa (PNRF), criado no âmbito do Decreto-Lei n.º 373/87, de 9 de dezembro, que delineou como principais objetivos a proteção e a conservação do sistema lagunar, nomeadamente da sua flora e fauna, incluindo as espécies migratórias, e respetivos habitats.

O PNRF apresenta uma extensão de cerca de 17900 ha e caracteriza-se pela presença de um cordão dunar arenoso litoral que confere proteção ao sistema lagunar. Uma parte deste sistema lagunar encontra-se permanentemente submersa, enquanto que uma percentagem significativa emerge durante a baixa-mar.

Trata-se de uma área com elevado valor ecológico que levou à sua classificação como Zona de Proteção Especial (PTZPE0017), pelo Decreto-Lei n.º 384-B/99, de 23 de setembro. Para além disso, a Ria Formosa insere-se também no Sítio Ria Formosa-Castro Marim (PTCON0013), pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 142/97, de 28 de agosto, e encontra-se ainda incluída na lista de Sítios Ramsar (zonas húmidas de importância internacional) desde 1980.

Especificamente as amostragens das comunidades biológicas decorrem na proximidade da ilha da Armona e respetiva barra (**Figura 3.1**). A nível hidrográfico, a área de estudo está inserida na massa de água Ria Formosa WB3 (código PTRF3) e massa de água CWB-I-6 (código PTCOST16).

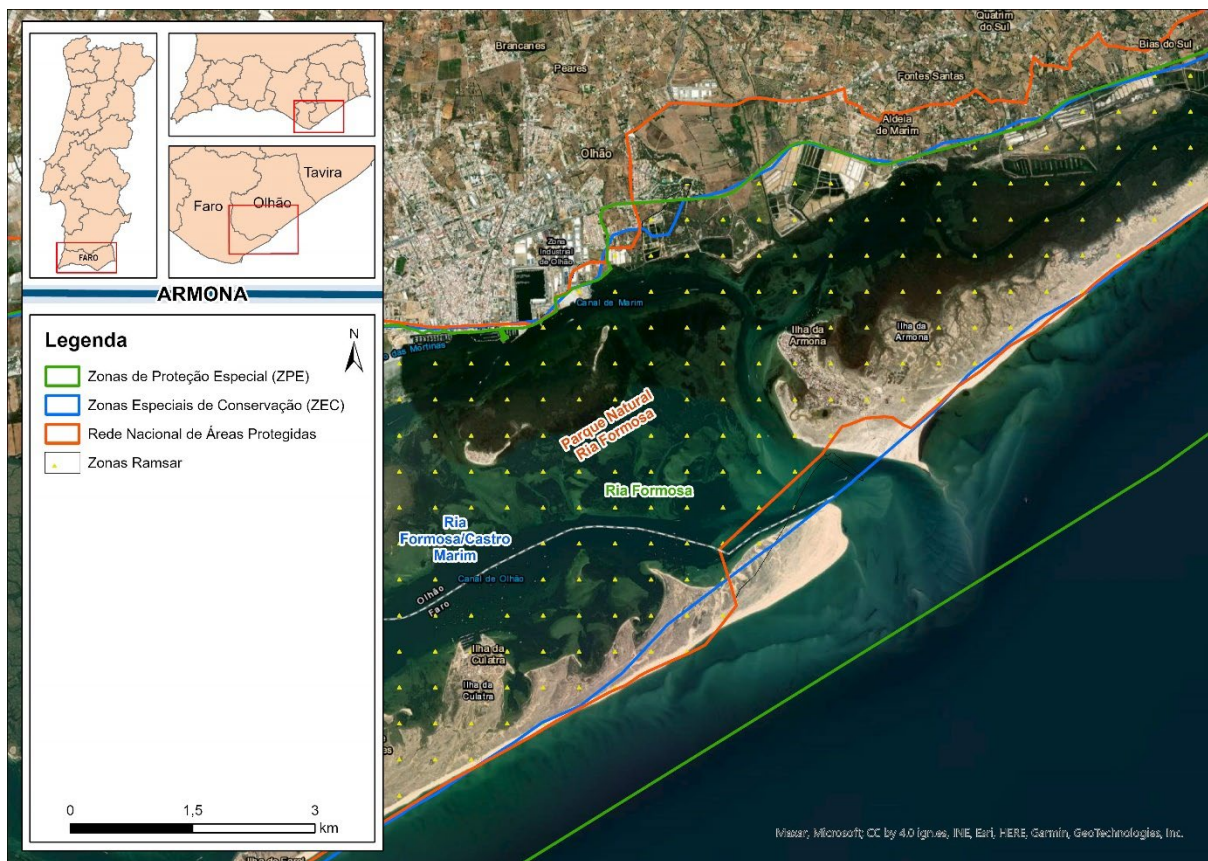


Figura 3.1 - Área de estudo

### 3.2 LIMITES TEMPORAIS

Em termos temporais, os trabalhos de monitorização decorreram durante o outono de 2023, entre os dias 4, 5 e 6 de novembro.

### 3.3 MONITORIZAÇÃO DAS COMUNIDADES BENTÓNICAS

#### 3.3.1 Parâmetros avaliados

Para a caracterização das comunidades de macroinvertebrados bentónicos foram avaliados os seguintes parâmetros:

- Distribuição e abundância das espécies;
- Caracterização dos sedimentos quanto à sua granulometria e teor de matéria orgânica;
- Parâmetros físico-químicos;
- Grau de perturbação das comunidades de macroinvertebrados bentónicos.



### 3.3.2 Locais e frequência de amostragem

Foi realizada uma campanha de recolha de macroinvertebrados bentónicos, no dia 4 de novembro de 2023, nos dois locais previstos no plano de monitorização (**Figura 3.2**):

- Local próximo da área de intervenção: **PBA01**
- Ponto de controlo: **PBA02**

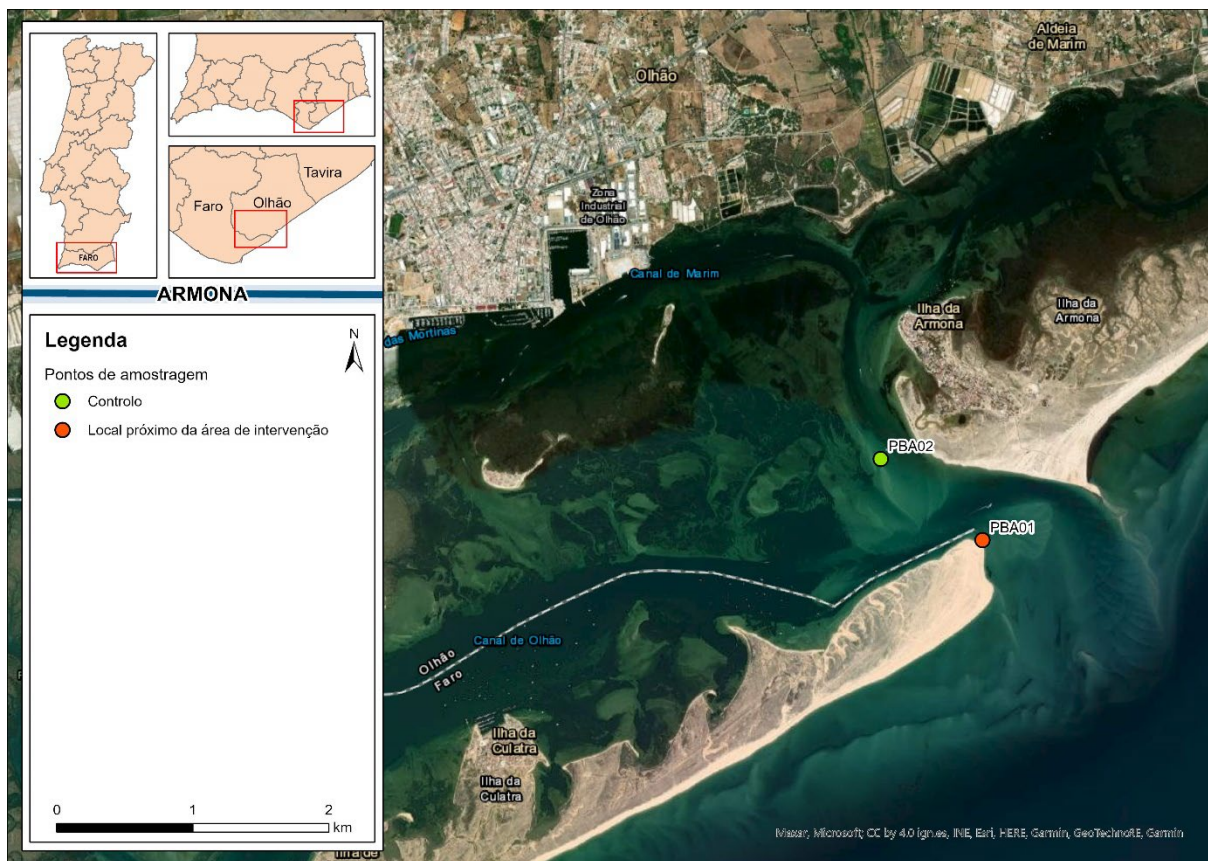


Figura 3.2 - Locais de amostragem de macroinvertebrados bentónicos.

### 3.3.3 Técnicas e métodos de amostragem

Para a realização das amostragens dos macroinvertebrados bentónicos foi aplicado o Protocolo de Amostragem de macroinvertebrados bentónicos em Águas de Transição e Costeiras (APA, 2021).

A amostragem de macroinvertebrados bentónicos foi efetuada com recurso a uma draga Van Veen (0,1 m<sup>2</sup> de área de ataque). Em cada local de amostragem foram recolhidas três amostras de sedimento, e imediatamente sujeitas a uma triagem utilizando um crivo calibrado com rede metálica de malha de 500 µm. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em sacos de plástico e o seu conteúdo fixado em formaldeído diluído a 4%, previamente neutralizado com metanol e corado com Rosa de Bengala. Para a diluição do formaldeído foi

utilizada água do local de recolha, com salinidade idêntica à do habitat dos organismos amostrados.

Todas as amostras foram devidamente identificadas (código da amostra, tipo de amostra, local e data). A campanha de amostragem foi sempre acompanhada por uma ficha de registo de campo com todos os dados recolhidos (número de amostras, códigos atribuídos, dados do local de amostragem, condições atmosféricas e hora da maré).

Em cada local amostrado foi registada a profundidade e os parâmetros físico-químicos da água, nomeadamente, a temperatura (°C), a salinidade (‰), o oxigénio dissolvido (mg/L), e a saturação de Oxigénio (%). A monitorização dos parâmetros físico-químicos *in situ* foi efetuada com recurso a uma sonda multiparamétrica, **HORIBA**, modelo **U-52 Série U-50**. As medições destes parâmetros foram efetuadas junto ao fundo.

Em laboratório, as amostras de macroinvertebrados previamente fixadas em formaldeído foram cuidadosamente lavadas num crivo de 500 µm e triadas. A triagem consistiu na separação e recolha dos organismos existentes entre as partículas de areia e detritos orgânicos. Nesta fase, os organismos foram separados em níveis taxonómicos superiores (nomeadamente anelídeos, bivalves, gastrópodes, crustáceos e outros) e transferidas para frascos devidamente etiquetados e imersos em álcool a 70%. As amostras foram posteriormente identificadas numa lupa binocular (marca **Carl Zeiss**, modelo **Stemi 2000**) e/ou microscópio ótico (marca **Optika**, modelo **B-350**), até ao nível taxonómico mais baixo, sempre que possível à espécie, de acordo com literatura relevante e chaves taxonómicas atualizadas e específicas para cada grupo taxonómico e apropriadas para o local de estudo (e.g. WoRMS, Marine Species Identification; Fauvel, 1923; 1927; Macedo *et al.*, 1999; Ruffo, 1998; Teeble, 1976).

De modo a caracterizar os sedimentos, relativamente aos parâmetros granulometria e matéria orgânica, foram recolhidas amostras de sedimento. Para tal, foi removida uma porção de sedimento de cada um dos replicados para posterior análise em laboratório. As amostras destinadas à determinação do teor de matéria orgânica foram congeladas (-20°C) até ao seu processamento, de forma a evitar a sua degradação.

No final do processamento laboratorial, todas as amostras foram devidamente identificadas e acondicionadas para futuro controlo de qualidade.

### 3.3.4 Métodos de tratamento de dados

O procedimento de identificação, caracterização e mapeamento das principais comunidades biológicas foi realizado através de análise multivariada, por métodos de classificação e ordenação, através de software apropriado (PRIMER v. 6) (Clarke e Gorley, 2006).



De modo a caracterizar a comunidade de macroinvertebrados bentónicos, foram determinados os seguintes índices:

- Índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ );
- Índice de dominância de Simpson ( $1-\lambda'$ );
- Índice de equitabilidade de Pielou ( $J'$ );
- Índice Biótico Marinho (AMBI);
- Índice multiparamétrico AMBI, designado como M-AMBI.

O Índice AMBI foi utilizado para avaliar o nível de perturbação das comunidades, enquanto o M-AMBI foi aplicado para avaliar a qualidade ecológica da massa de água. O Índice M-AMBI conjuga o número de espécies, índice de diversidade de Shannon-Wiener e índice AMBI para avaliar o estado ecológico dos ecossistemas (Borja *et al.*, 2000; Muxika *et al.*, 2007). Os valores de AMBI (**Quadro 3.1**) e M-AMBI (**Quadro 3.2**) são comparados com os valores padronizados, definidos de acordo com as condições de referência, permitindo atribuir uma classe de qualidade que define a qualidade ecológica das massas de água costeiras e estuarinas.

O valor final do índice AMBI e M-AMBI, bem como percentagens de cada grupo, foram calculadas no Software AMBI AZTI Marine Biotic Index, Versão 6.0.

**Quadro 3.1 - Sumário da correspondência entre os valores do Índice Biótico Marinho (AMBI) e grupo ecológico, o estado da comunidade bentónica, nível de poluição e o grau de perturbação de acordo com Muxika *et al.* (2007).**

AMBI	Grupo ecológico dominante	Estado da comunidade bentónica	Classificação do grau de perturbação
0,0 <AMBI ≤ 0,2	I	Normal	Não perturbado
0,2 <AMBI ≤ 1,2	II	Empobrecida	
1,2 <AMBI ≤ 3,3	III	Desequilibrada	Ligeiramente perturbado
3,3 <AMBI ≤ 4,3	IV-V	Transição para a poluição	Moderadamente perturbado
4,3 <AMBI ≤ 5,0		Poluída	
5,0 <AMBI ≤ 5,5	V	Transição para poluição elevada	Muito perturbado
5,5 <AMBI ≤ 6,0		Poluição elevada	
6,0 <AMBI ≤ 7,0	Azoico	Azoica	Extremamente perturbado

**Quadro 3.2 - Qualidade Ecológica inferida do índice multivariado M-AMBI (Muxika et al., 2007; Borja et al., 2007).**

M-AMBI	Qualidade Ecológica
0,78 – 1	Elevado
0,54 – 0,77	Bom
0,40 – 0,53	Moderado
0,21 – 0,39	Pobre
0 – 0,2	Mau

### Granulometria e matéria orgânica

De modo a caracterizar a granulometria, de acordo com a Portaria nº 1450/2007 de 12 de novembro de 2007, as amostras de sedimento recolhidas foram analisadas quanto à sua composição em areia, silte e argilas. Adicionalmente, os sedimentos foram classificados de acordo com as suas subclasses (e.g. areia muito fina, areia fina) o que permite uma caracterização mais rigorosa dos sedimentos dragados e uma melhor correlação com as comunidades de macroinvertebrados.

Para caracterizar o sedimento de acordo com a distribuição de frequência de tamanho de partículas, um conjunto arbitrário de intervalos finitos foi usado para converter a distribuição contínua em séries discretas. Para tal, foi utilizada a escala de Udden/Wentworth (Eleftheriou e McIntyre, 2005), que combina intervalos numéricos com uma série de categorias (e.g. areias, cascalho, lamas).

A análise do tamanho de partícula foi realizada utilizando o método de crivagem por via húmida e seca através de uma bateria de crivos com intervalo de  $1 \phi$  ( $\phi = -\log_2$  diâmetro em mm), de acordo com o seguinte procedimento:

- Eliminação da matéria orgânica com peróxido de hidrogénio ( $H_2O_2$ );
- Dispersão química com pirofosfato de sódio;
- Separação da fração das partículas finas (partículas de dimensão inferior a  $63 \mu m$ , incluindo aqui a silte e a argila que serão separados por crivagem) das demais partículas (areias e cascalho) (conforme Martins *et al.*, 2012).

Esta separação foi realizada por peneiramento por via húmida e seca das frações de areia e cascalho. Neste procedimento, utilizou-se uma balança analítica de precisão de 0,01 mg (marca **Kern**, modelo **Kern ABS-N 220-4N**), uma estufa (marca **Nahita**, modelo **631 plus**), agitador de peneiros (marca **Retsch**, modelo **AS 200 basic**) e crivos com malha de inox calibrada entre os 2 mm e os 0,063 mm (marca **Retsch**).

Os resultados brutos das diferentes frações foram expressos em percentagem. A classificação textural das amostras de sedimentos foi feita de acordo com a escala de Udden/Wentworth (1922), através do valor médio (P50) da distribuição de frequências do diâmetro das partículas dominantes (**Quadro 3.3**). Adicionalmente, é também indicada a classificação simplificada.

**Quadro 3.3 - Classificação de sedimentos segundo a escala de Udden/Wentworth.**

Unidades		Classificação de sedimento	Classificação simplificada
$\mu\text{m}$	$\phi$		
> 2000	> -1	Cascalho	Cascalho
1000-2000	-1 – 0	Areias muito grosseiras	Areias
500-1000	0 – 1	Areias grosseiras	
250-500	1 – 2	Areias médias	
125-250	2 – 3	Areias finas	
63-125	3 – 4	Areias muito finas	
< 63	> 4	Silte e argilas	Vasa

Relativamente ao teor de matéria orgânica nas amostras de sedimentos, este foi expresso através do carbono orgânico total (COT) e foi determinado em percentagem após combustão de 1 g de sedimento seco a 450 °C, numa mufla (marca **Ceramifor**, modelo **MEC-85**), durante 5 h (ISO 10694). De acordo com Kristensen e Andersen (1987), nesta temperatura existe um risco mínimo de volatilizar o carbono inorgânico.

### 3.4 MONITORIZAÇÃO DA COMUNIDADE PISCÍCOLA

#### 3.4.1 Parâmetros avaliados

- Composição e abundância da comunidade piscícola;
- Parâmetros incluídos no Índice Multimétrico – *Estuarine Fish Assessment Index* (EFAI);
- Parâmetros físico-químicos.

#### 3.4.2 Locais e frequência de amostragem

Foi realizada uma campanha de amostragem de ictiofauna, no dia 6 de novembro de 2023, nas duas áreas previstas no plano de monitorização (**Figura 3.3**). Em cada uma das áreas definidas foram efetuados três replicados, correspondendo a três arrastos de vara. Ambas as áreas de amostragem, encontram-se inseridas na massa de água - CWB-I-6.

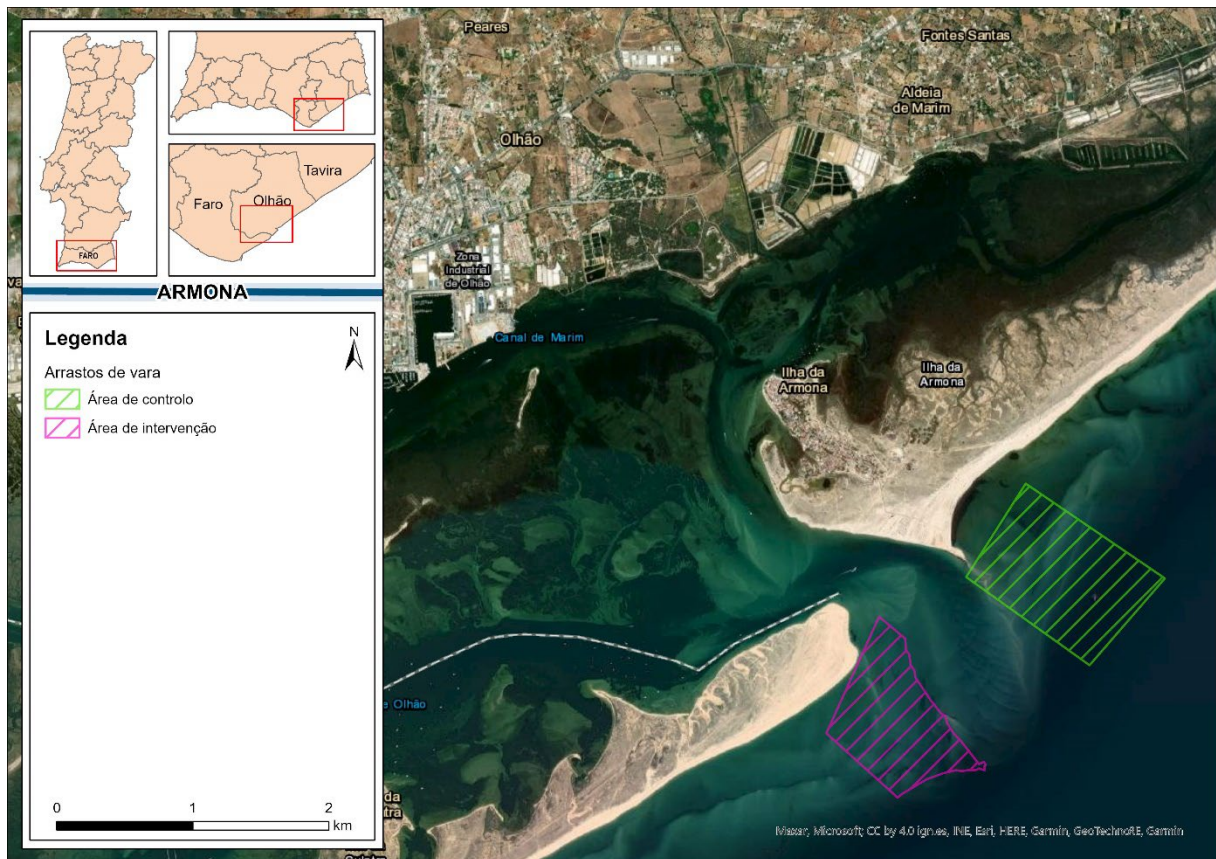


Figura 3.3 - Áreas de amostragem da comunidade piscícola, com indicação das duas áreas previstas no plano de monitorização (controlo e área de amostragem piscícola).

### 3.4.3 Técnicas e métodos de amostragem

Para a realização das amostragens de ictiofauna foi aplicado o Protocolo de Amostragem de Fauna Piscícola em Águas de Transição (APA, 2021) adaptado do estudo de Cabral *et al.* (2012). O referido protocolo, apesar de ter sido desenvolvido para águas de transição, no presente estudo, foi aplicado numa massa de água costeira, visto que as áreas de amostragem se encontram definidas na referida tipologia.

Previamente à realização das amostragens foram solicitadas autorizações às seguintes entidades competentes:

- Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF, I.P.);
- Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos (DGRM);
- Capitania de Olhão.

Para amostrar a comunidade piscícola foi utilizado arrasto de vara, como método de pesca (**Foto 3.1**). Para tal, foram realizados três replicados em cada uma das áreas definidas, correspondendo a três lances por área. Estes foram efetuados a favor da corrente durante a maré vazante, percorrendo uma extensão de aproximadamente 300 metros a uma velocidade



constante de 2 nós. O ponto inicial e final de cada arrasto foi registado com recurso a um GPS náutico, sendo o ponto de início apenas marcado aquando o arrasto se encontrava assente no fundo e o cabo se encontrava esticado. Na **Figura 3.4** estão representadas as localizações dos arrastos de vara realizados.

O arrasto de vara utilizado apresenta as seguintes características:

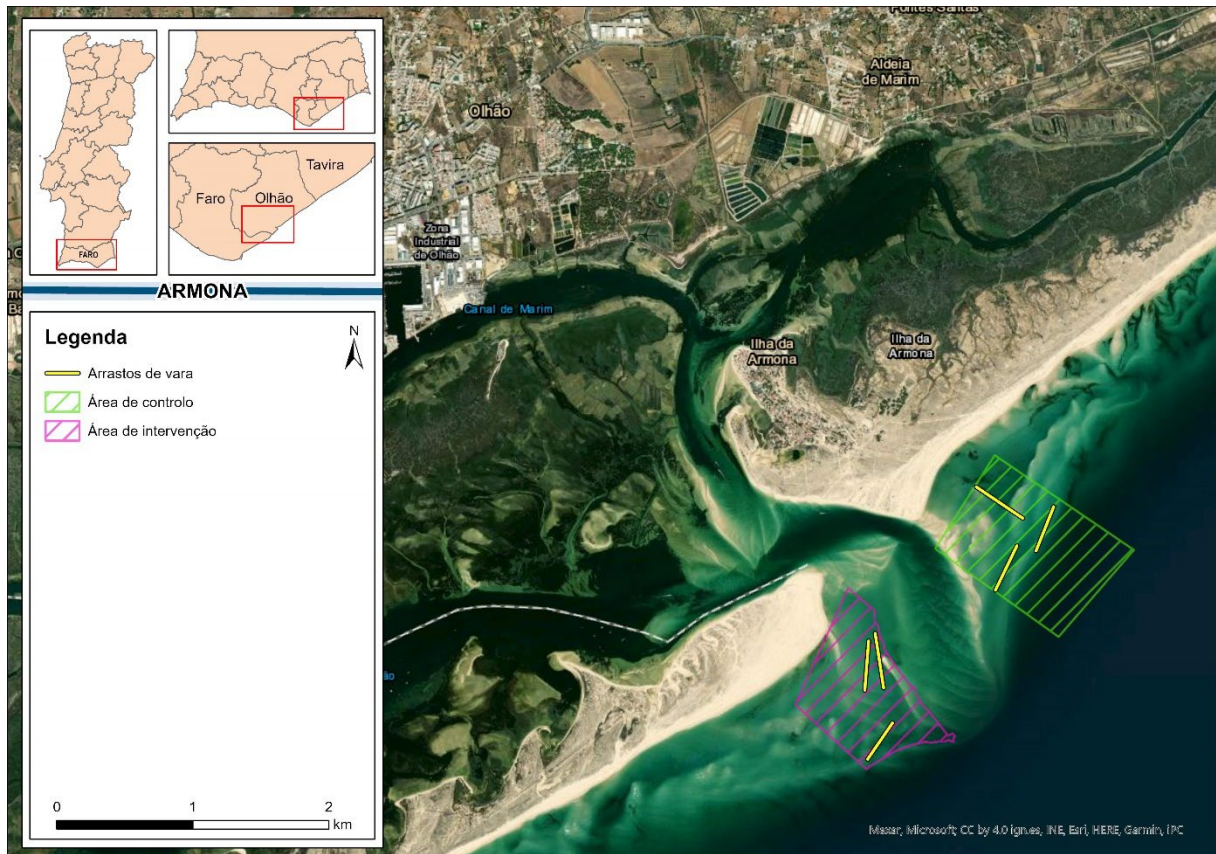
- Vara com 2 m de largura;
- Saco com malha de 5 mm;
- Altura dos patins com 50 cm;
- Cabo com 30 m;
- Arraçal com corrente metálica.



**Foto 3.1 - Arrasto de vara utilizado na amostragem da comunidade piscícola.**

Em cada lance de pesca efetuado foram registados os parâmetros físico-químicos da água, nomeadamente, a temperatura (°C), a salinidade (‰), o oxigénio dissolvido (mg/l), e a saturação de Oxigénio (%). A monitorização dos parâmetros físico-químicos *in situ* foi efetuada com recurso a uma sonda multiparamétrica, **HORIBA**, modelo **U-52 Série U-50**. As medições destes parâmetros foram efetuadas próximo da superfície, uma vez que não se verificou a ocorrência de estratificação vertical na coluna de água.

Após a realização de cada arrasto, todos os indivíduos capturados foram guardados em sacos devidamente etiquetados, com nome do local, n.º do arrasto, massa de água, data, hora de início, profundidade e altura da maré. Posteriormente, os peixes foram acondicionados numa arca térmica com termoacumuladores, para transporte para laboratório. Em laboratório, as amostras foram conservadas em arca congeladora (-20 Cº) até ao seu processamento.



**Figura 3.4 – Localização dos arrastos de vara realizados na área de afetação (à esquerda) e área de controlo (à direita).**

No laboratório, todos os indivíduos foram identificados até à espécie, medidos (comprimento total com precisão de 1 mm) e pesados (peso total com precisão de 0,01g). Para a identificação dos exemplares piscícolas foram utilizados os guias de identificação de Whitehead *et al.* (1986) e Martins e Carneiro (2018).

#### 3.4.4 Métodos de tratamento de dados

A caracterização da composição da comunidade piscícola foi baseada nos seguintes descritores:

- Riqueza específica - número total de espécies presentes;
- Abundância (ind./100 m<sup>2</sup>) - número médio de indivíduos capturados por espécie, por unidade de área.



A avaliação da qualidade ecológica com base no elemento fauna piscícola foi realizada através da aplicação do índice multimétrico – EFAI. As métricas que integram este índice descrevem diferentes aspetos das comunidades de peixes, em particular a sua função (estrutura trófica e padrão de utilização de habitat) em águas de transição. Adicionalmente, o índice também integra métricas referentes a espécies-chave indicadoras de qualidade.

As classificações das espécies em grupos funcionais ecológicos e tróficos foram adaptadas de Franco *et al.* (2008) e foi também considerado o estudo de referência sobre a fauna piscícola na Ria Formosa de Erzini *et al.* (2002).

De acordo com Cabral *et al.* (2012), no índice EFAI foram avaliadas as seguintes métricas e sub-métricas:

- a) **Riqueza específica** (Métrica) - número total de espécies presente;
- b) **Espécies migradoras marinhas** (Métrica) - espécies que utilizam o sistema lagunar como viveiro e que o visitam ciclicamente;
  - i) Percentagem de indivíduos (Sub-métrica);
- c) **Espécies residentes** (Métrica) - Espécies que completam todo o seu ciclo de vida no interior do sistema lagunar;
  - i) Percentagem de indivíduos (Sub-métrica)
  - ii) Número de espécies (Sub-métrica)
- d) **Espécies piscívoras** (Métrica) - Espécies que na sua dieta apresentam uma componente de peixe, que podem não ser estritamente piscívoras;
  - i) Percentagem de indivíduos (Sub-métrica)
  - ii) Número de espécies (Sub-métrica)
- e) **Espécies diádromas** (Métrica) - Espécies de migração entre cursos de água doce e meio marinho (ou vice-versa), sem a qual não completam o seu ciclo de vida;
- f) **Espécies introduzidas** (Métrica) - Espécies que não fazem parte da fauna autóctone;
- g) **Espécies sensíveis a perturbações** (Métrica) - Espécies indicadoras de degradação e/ou perda de habitat.

A classificação atribuída a cada métrica e sub-métrica presente no índice multimétrico seguiu o definido por Cabral *et al.* (2012) para águas consideradas polihalinas, ou seja, massas de água que apresentam salinidade superior a 18 (**Quadro 3.4**).

**Quadro 3.4 - Métricas e Sub-métricas que integram o índice EFAI.**

Métrica e Sub-métrica	Classificação atribuída		
	1	2	3
Riqueza específica	≤5	6-15	>15

Métrica e Sub-métrica	Classificação atribuída		
	1	2	3
<b>Espécies migradoras marinhas</b>			
% de indivíduos	≤10%	10-50%	<50%
<b>Espécies residentes</b>			
% de indivíduos	≤ 10% ou >90%	10–30% ou 70–90%	30–70%
Nº de espécies	≤2	3-5	>5
<b>Espécies piscívoras</b>			
% de indivíduos	≤ 10% ou >90%	10–30% ou 70–90%	30–70%
Nº de espécies	≤2	3-5	>5
<b>Espécies diádromas</b>	Redução do número de espécies/ Impossibilidade de completar o ciclo de vida	Redução da abundância	Sem redução
<b>Espécies introduzidas</b>	Presentes e abundantes	Presentes, mas raras	Ausentes
<b>Espécies sensíveis a perturbações</b>	Redução do número de espécies	Redução da abundância	Sem redução

O valor obtido do EFAI resulta do somatório das pontuações das várias métricas. No entanto, é necessário considerar que quando existem duas sub-métricas, o seu valor deriva da combinação de ambas, como expresso no **Quadro 3.5**.

**Quadro 3.5 - Pontuação atribuída a uma Métrica quando o seu resultado deriva da combinação de duas Sub-métricas.**

		Sub-métrica 2		
		1	3	5
Sub-métrica 1	1	1		
	3	3	3	
	5	3	5	5



O valor do Rácio de Qualidade Ecológica (RQE) é calculado a partir do valor obtido no EFAI, através da seguinte expressão:

$$RQE = EFAI/EFAI \text{ max.}$$

Onde, EFAI max corresponde ao valor máximo do índice (EFAI=35).

A partir do valor do RQE obtido e de acordo com os critérios definidos em Cabral *et al.* (2012), é determinado o estado de qualidade da massa de água (**Quadro 3.6**).

**Quadro 3.6 – Fronteiras de qualidade para o índice EFAI e respetivos RQEs.**

EFAI	RQE	Qualidade Ecológica
30-35	0,85	Excelente
21-29	0,60	Bom
15-20	0,42	Razoável
11-14	0,31	Medíocre
7-10	0,20	Mau

### 3.5 MONITORIZAÇÃO DAS COMUNIDADES DE FANEROGÂMICAS MARINHAS

#### 3.5.1 Parâmetros avaliados

A caracterização da comunidade de fanerogâmicas marinhas foi avaliada com base nos seguintes parâmetros:

- Área total da pradaria;
- Nº de espécies e composição específica;
- Densidade e percentagem de cobertura.

#### 3.5.2 Locais e frequência de amostragem

Foi realizada uma campanha de amostragem de fanerogâmicas marinhas, nos dias 4 e 5 de novembro de 2023, nos três locais previstos no plano de monitorização (**Figura 3.5**):

- PFA01;
- PFA02;
- PFA03.

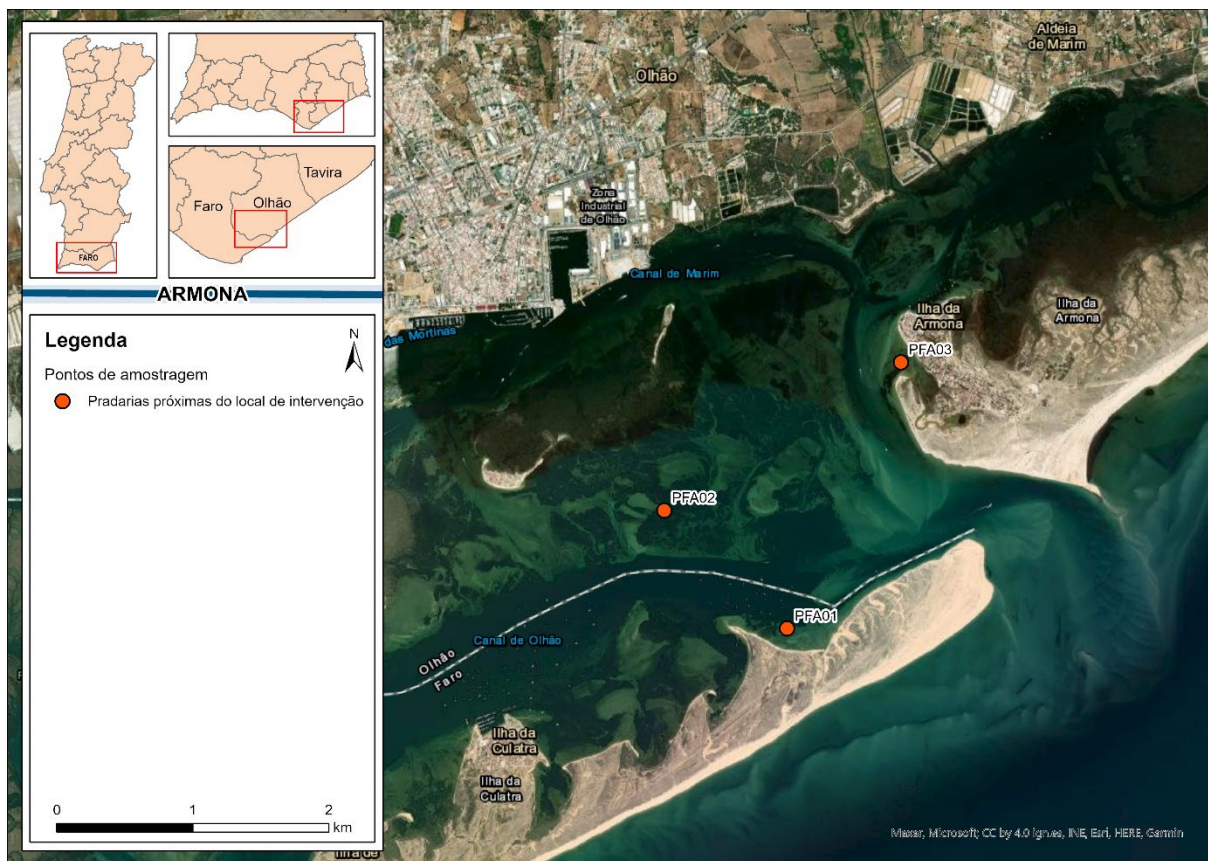


Figura 3.5 - Locais de amostragem de Fanerógamas Marinhas.

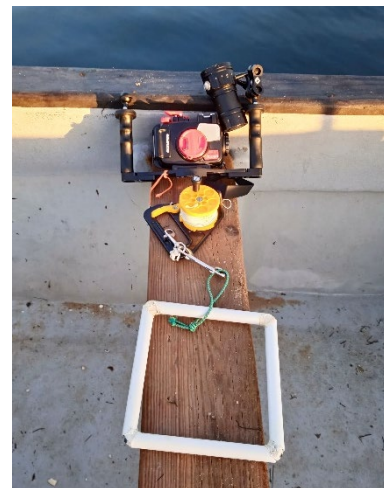
### 3.5.3 Técnicas e métodos de amostragem

A amostragem das comunidades de fanerógamas foi aplicada com base no Protocolo de Amostragem e Processamento Laboratorial – Águas de Transição – para o elemento biológico – Ervas Marinhas (APA, 2021). Previamente à realização do trabalho de campo foi efetuada uma análise de gabinete em ambiente SIG<sup>1</sup> de forma a identificar as pradarias e as áreas com cobertos significativos de prados marinhos. Esta análise serviu como referência para proceder à determinação das áreas *in situ*. Assim, nos três locais de amostragem, as áreas foram estimadas com recurso a um GPS náutico e uma embarcação que foi utilizada para percorrer o perímetro das pradarias de forma a determinar as suas áreas. Esta informação foi posteriormente processada em gabinete, de forma a estimar as áreas totais obtidas no campo com imagens de satélite atualizadas.

Para determinar os restantes parâmetros em análise foi utilizado mergulho com recurso a escafandro autónomo. Para tal, uma equipa de dois mergulhadores realizou três transectos de amostragem em cada local (**Foto 3.2**). A metodologia utilizada nos mergulhos envolveu a utilização de fotoquadrados de 0,2x0,2m, que consistiu no registo fotográfico na vertical dos

<sup>1</sup> Sistemas de Informação Geográfica

quadrados colocados sobre as ervas marinhas de modo a estimar valores de percentagem de cobertura. Este protocolo foi adaptado de forma a evitar amostragens destrutivas, sendo que para estimar a densidade, foram contados os meristemas foliares das plantas (e.g. número de shoots) dentro de cada quadrado.



**Foto 3.2 - Amostragem com recurso a mergulho com escafandro autónomo e pormenor do equipamento utilizado para realização dos fotoquadrados e dos transectos.**

A orientação de cada transecto foi determinada, através de uma lista de valores gerada em Excel (0 a 360°) aleatoriamente. Em cada transecto foi selecionado um valor da lista e, com auxílio de uma bussola subaquática, foi desenrolado um transecto subaquático de 30 metros com essa orientação. A cada dez metros, foi colocado um quadrado, onde foi efetuado um registo fotográfico, identificadas as espécies presentes, e determinadas as densidades de cada espécie, além de determinar o comprimento de cinco folhas com o objetivo estimar o tamanho médio da canópia.

### **3.5.4 Métodos de tratamento de dados**

De modo a determinar os parâmetros em análise para o elemento – fanerogâmicas marinhas foi efetuado o seguinte tratamento de dados:

**Área da Pradaria** – Para determinação da área total da pradaria, foram utilizadas as medições efetuadas *in situ* com recurso a um GPS náutico e apoio de uma embarcação que percorreu o perímetro da pradaria. Em gabinete, foi efetuada, em ambiente SIG, uma análise espacial, sobrepondo as imagens de satélite das pradarias com as áreas medidas nos locais, de modo a comparar a sua extensão e assim realizar a sua validação.

**Nº de espécies e composição específica** – esta foi determinada *in situ* durante a realização dos transectos em ambiente subtidal nos três locais de amostragem, sendo posteriormente validada com os fotoquadrados, caso fosse considerado necessário.

**Densidade das espécies** – foi determinada através do número médio de shoots por espécie por fotoquadrado (0,04 m<sup>2</sup>) e por local de amostragem. Para tal, utilizou-se a seguinte expressão:

$$D = (\text{ind./m}^2) = R/A$$

Onde, **D** é a densidade de shoots; **R** é o número de shoots presente em cada quadrado e **A** corresponde à área do quadrado utilizado.

**Altura média da Canópia** – para determinação deste parâmetro foram medidas cinco folhas de cada espécie de erva marinha em cada transecto e posteriormente foi calculado o seu valor médio e respetivo desvio padrão.

**Percentagem de cobertura** – corresponde à percentagem da área de cada quadrado coberto por ervas marinhas. Esta métrica foi determinada em gabinete através da utilização do *software*: CPCe (*Coral Point Count*; Kohler e Gill, 2006). Para o cálculo da percentagem de cobertura, cada fotoquadrado foi dividido numa grelha de 10 por 10, contabilizando 100 pontos no total. Cada ponto foi classificado consoante a sua correspondência a determinada espécie ou substrato (por exemplo areia ou rocha) sendo atribuída no final a percentagem de cobertura.

### 3.6 MONITORIZAÇÃO DA POPULAÇÃO DE CAVALOS-MARINHOS

#### 3.6.1 Parâmetros avaliados

Na caracterização das populações de cavalos-marinhos foram analisados os seguintes parâmetros:

- Área da pradaria
- Presença de espécies, abundância e a densidade.



### 3.6.2 Locais e frequência de amostragem

Foi realizada uma campanha de amostragem de cavalos-marinhos, nos dias 4 e 5 de novembro de 2023, nos quatro locais previstos no plano de monitorização (**Figura 3.6**):

- PCMA01;
- PCMA02;
- PCMA03;
- PCMA04 (ponto de controlo, junto à população de cavalos-marinhos referenciada na proximidade da barra da Armona).

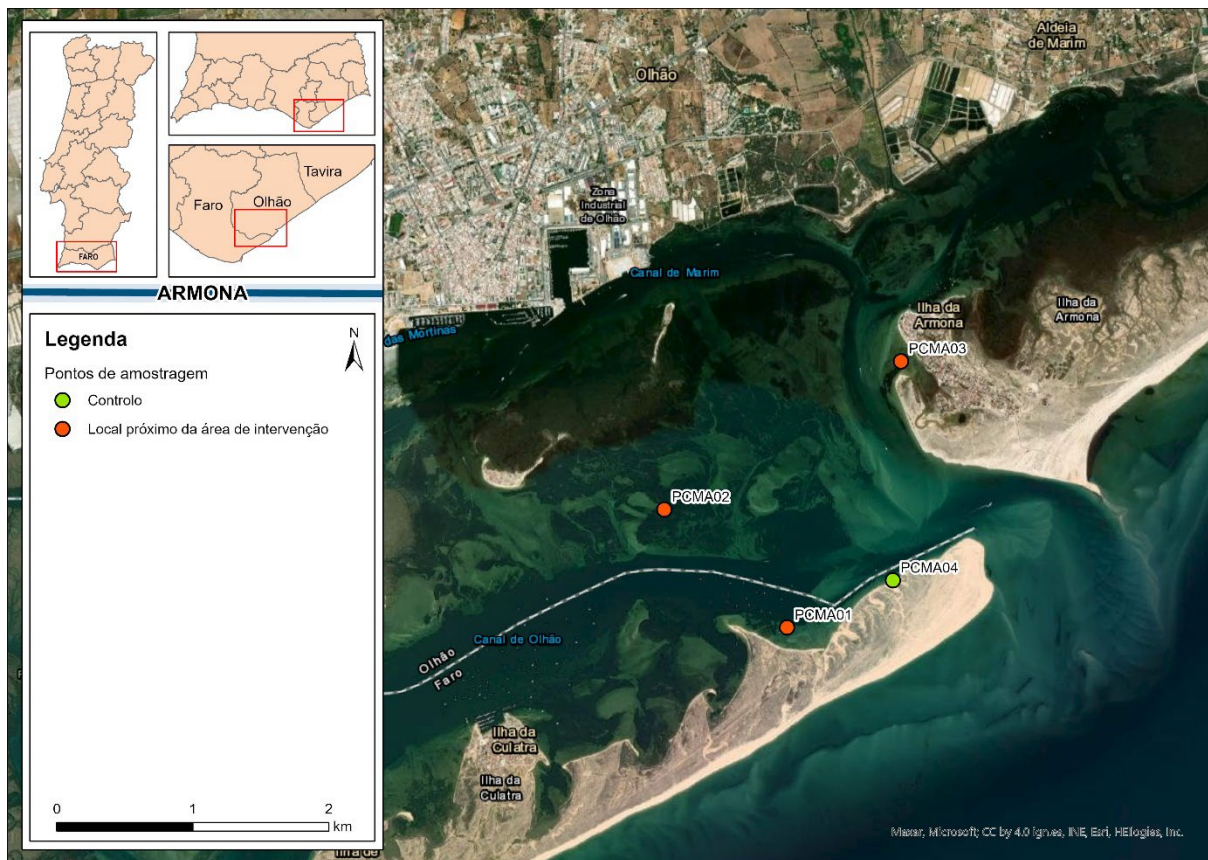


Figura 3.6 - Locais de amostragem de cavalo-marinho.

### 3.6.3 Técnicas e métodos de amostragem

As amostragens de cavalos-marinhos foram realizadas de acordo com a metodologia descrita no estudo de Curtis *et al.* (2004) e foram estritamente articuladas com a monitorização do elemento – fanerogâmicas marinhas. Para tal, foi utilizado mergulho com escafandro autónomo para realização de censos visuais com transectos de 30 m. A orientação de cada transecto foi determinada através de uma lista de valores gerada em Excel (0 a 360°) aleatoriamente.

Em cada transecto foi selecionado um valor da lista e, com auxílio de uma bússola subaquática, foi desenrolado um transecto subaquático de 30 metros com essa orientação. Posteriormente, uma equipa de dois mergulhadores percorreu os três transectos por local de amostragem, efetuando os registos das ocorrências numa área de observação de dois metros para cada lado do transecto. Todas as espécies de cavalos-marinhos e os seus comprimentos totais foram registados. A cada 10 metros foi registada a profundidade, as ervas marinhas e as algas presentes, para caracterizar o habitat. No caso da presença de ervas marinhas, foram identificadas as espécies, a altura da canópia (medição de 5 folhas aleatoriamente). Foi ainda registada a presença de macroalgas e efetuada a respetiva identificação.

#### 3.6.4 Métodos de tratamento de dados

De forma a determinar os parâmetros em análise para o elemento cavalo-marinho foi realizado o seguinte tratamento de dados:

**Área da pradaria** – como descrito anteriormente para o elemento fanerogâmicas marinhas, a área foi determinada com medições efetuadas *in situ* do perímetro da pradaria (através de GPS e embarcação) e foram posteriormente validadas em ambiente SIG.

**Presença e abundância de espécies** – identificação das espécies e respetivo número de indivíduos observados;

**Densidade de cavalo-marinho** – número médio de indivíduos dividido pela área dos transectos (ind./m<sup>2</sup>) em cada local.

#### 3.7 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE DADOS

Na avaliação dos dados foi considerado como critério a comparação dos limites temporais e espaciais das comunidades biológicas. Estes foram analisados de modo a comparar possíveis impactos nas comunidades face às diferentes fases do projeto (Pré-Obra, Obra e Pós-Obra), utilizando para o efeito os descritores ambientais, a distribuição, a abundância dos elementos biológicos bem como as métricas calculadas, referidas no item anterior. Em termos estatísticos, foram utilizados métodos descritivos e, quando necessários, testes estatísticos que permitam detetar diferenças nas variáveis em análise das comunidades biológicas, optando-se pelo nível de significância ( $p < 0,05$ ). No caso de os dados obtidos não apresentarem robustez suficiente para a realização de testes estatísticos, foi efetuada uma análise qualitativa dos mesmos.

A conjugação dos resultados das várias análises deverá permitir perceber qual a influência das ações causadoras de impacto nas comunidades biológicas, objeto principal da presente monitorização.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 COMUNIDADE BENTÓNICA

No presente estudo foram amostrados um total de 756 macroinvertebrados bentónicos distribuídos por 28 taxa, nos dois pontos de amostragem (total de seis amostras; corresponde a três replicados por local). Globalmente, foram registadas dezasseis espécies de anelídeos poliquetas, cinco espécies de artrópodes crustáceos e quatro espécies de moluscos (**Quadro 4.1**). Em termos de abundância total, os poliquetas (362 indivíduos), os nemertes (241 indivíduos) e os nemátodos (112 indivíduos) foram os grupos mais abundantes, seguidos dos outros grupos (crustáceos, moluscos e chordatas) (**Quadro 4.1**). Os poliquetas (362 indivíduos) foram os organismos mais abundantes nesta campanha.

**Quadro 4.1 - Indicadores globais de abundância (N) e riqueza específica (S) por grupos taxonómicos.**

Filo	N	S	Ordem/classe	N	S
Annelida	362	16	Phyllodocida	267	9
			Tubificida	7	1
			Terebellida	5	3
			Orbiniida	33	1
			Capitellida	6	1
			n.a.	44	1
Arthropoda	19	5	Amphipoda	5	2
			Isopoda	3	2
			Mysida	1	1
			Decapoda	10	1
Mollusca	20	4	Trochida	1	1
			Littorinimorpha	3	1
			Cardiida	16	2
Chordata	1	1	Amphioxiformes	2	1
Nematoda	112	1	n.a.	112	1
Nemertea	1	1	n.a.	241	1

Os parâmetros físico-químicos registados durante a amostragem são apresentados no **Quadro 4.2**.

**Quadro 4.2 - Parâmetros físico-químicos e profundidade.**

Local	Profundidade (m)	Temperatura (°C)	Salinidade (‰)	O <sub>2</sub> (mg/L)	O <sub>2</sub> (%)
<b>PBA01</b>	1,8	19,18	35,4	9,22	107,4
<b>PBA02</b>	1,6	19,70	35,0	10,84	108,1

No **Quadro 4.3** são apresentados os diferentes descritores biológicos e índices determinados para ambos os locais de amostragem.

**Quadro 4.3 - Descritores biológicos e índices aplicados por local de amostragem.**

Descritor/Índice	PBA01	PBA02
N	365	391
A. Poliquetas (%)	54,8	41,4
A. Moluscos (%)	1,1	4,1
A. Crustáceos (%)	1,6	3,3
A. Outros (%)	42,5	51,2
S	16	23
D	2,54	3,69
J'	0,70	0,67
ES <sub>50</sub>	8,30	12,31
H'	1,95	2,10
1-λ'	0,84	0,78
AMBI	1,69	2,23
Índice Biótico	2	2
Grau de Perturbação	Ligeiramente perturbado	Ligeiramente perturbado
M-AMBI	0,87	0,96
Qualidade Ecológica	Elevada	Elevada

N – abundância total (nº indivíduos); A. grupo taxonómico – abundância relativa do grupo (%); S – riqueza específica; D – índice de riqueza específica de Margalef; J' – índice de equitabilidade de Pielou; ES<sub>50</sub> – índice de rarefação (estimativa do nº. de espécies numa amostra de 50 indivíduos); H' – índice de diversidade de Shannon-Wiener; 1-λ' – Índice de dominância de Simpson; AMBI – Índice Biótico Marinho, com respetivo valor do índice biótico e classificação do nível de perturbação; M-AMBI - Índice Biótico Marinho Multiparamétrico com respetivo nível de qualidade ecológica.

Em termos de abundância, as comunidades de macroinvertebrados, apresentaram maior número de indivíduos na área de controlo (**PBA02**), comparativamente ao local de intervenção (**PBA01**).



Relativamente ao índice de diversidade de Shannon-Wiener, no local de controlo foi registada maior diversidade, sendo o observado coerente com o determinado no estudo efetuado em fase de Pós-Obra (Bioinsight, 2016) mas que contraria a tendência observada na monitorização posterior referente à mesma fase do projeto (RR Planning, 2019). Ainda assim, na presente monitorização, os valores do índice no local de controlo são semelhantes ao observado anteriormente (RR Planning, 2019).

No que respeita à equitabilidade de Pielou, o local onde se verificou uma maior uniformidade na distribuição dos indivíduos no universo das espécies identificadas foi no local de intervenção, no entanto os valores entre ambos os locais foram muito semelhantes.

Na **Figura 4.1** são representados os resultados do índice AMBI, enquanto na **Figura 4.2** é apresentado o índice e respetivo grau de perturbação das comunidades de macroinvertebrados bentónicos. Os resultados do M-AMBI e respetiva classe de qualidade são ilustradas na **Figura 4.3**.

Com base no valor de AMBI, ambos os locais de amostragem apresentam sinais de perturbação ligeira, o que é coerente com o observado anteriormente (Bioinsight, 2016; RR Planning, 2019), onde o grau de perturbação variou, globalmente, entre a perturbação ligeira e o não perturbado. Relativamente aos valores do índice M-AMBI, os locais de amostragem apresentaram ambos a classe de qualidade elevada. Quando comparado com a campanha de monitorização antecedente (Aqualogus, 2022) verifica-se que a classificação atribuída foi idêntica para ambos os índices aplicados em **PBA01 e PBA02**.

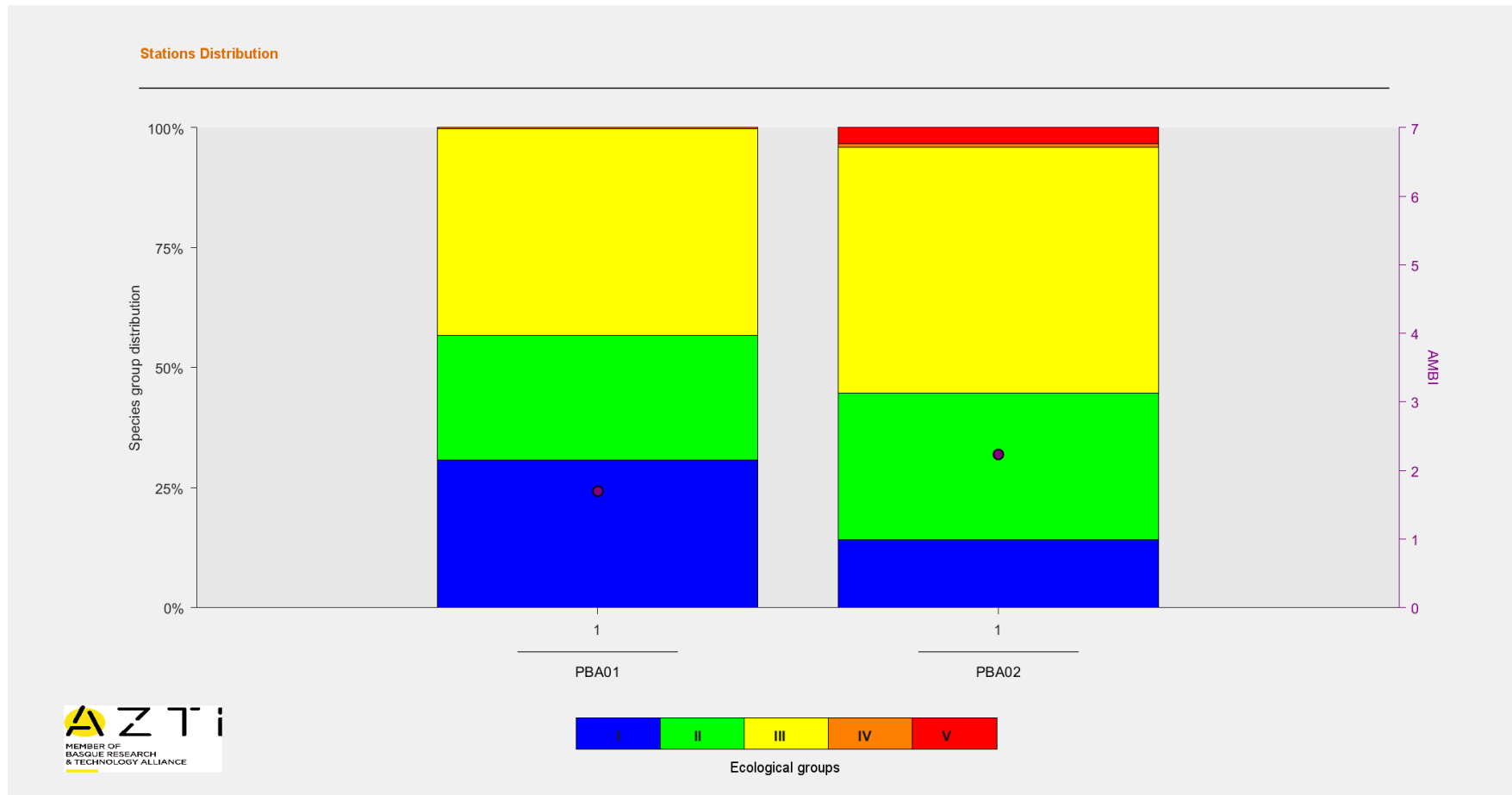


Figura 4.1 - Valor do índice AMBI por local de amostragem (PBA01 – Área de intervenção; PBA02 – Área de controlo) com apresentação da proporção dos grupos ecológicos em função do seu nível de tolerância à perturbação/contaminação (sendo que I são espécies sensíveis e V corresponde a espécie oportunistas de 1ª ordem).

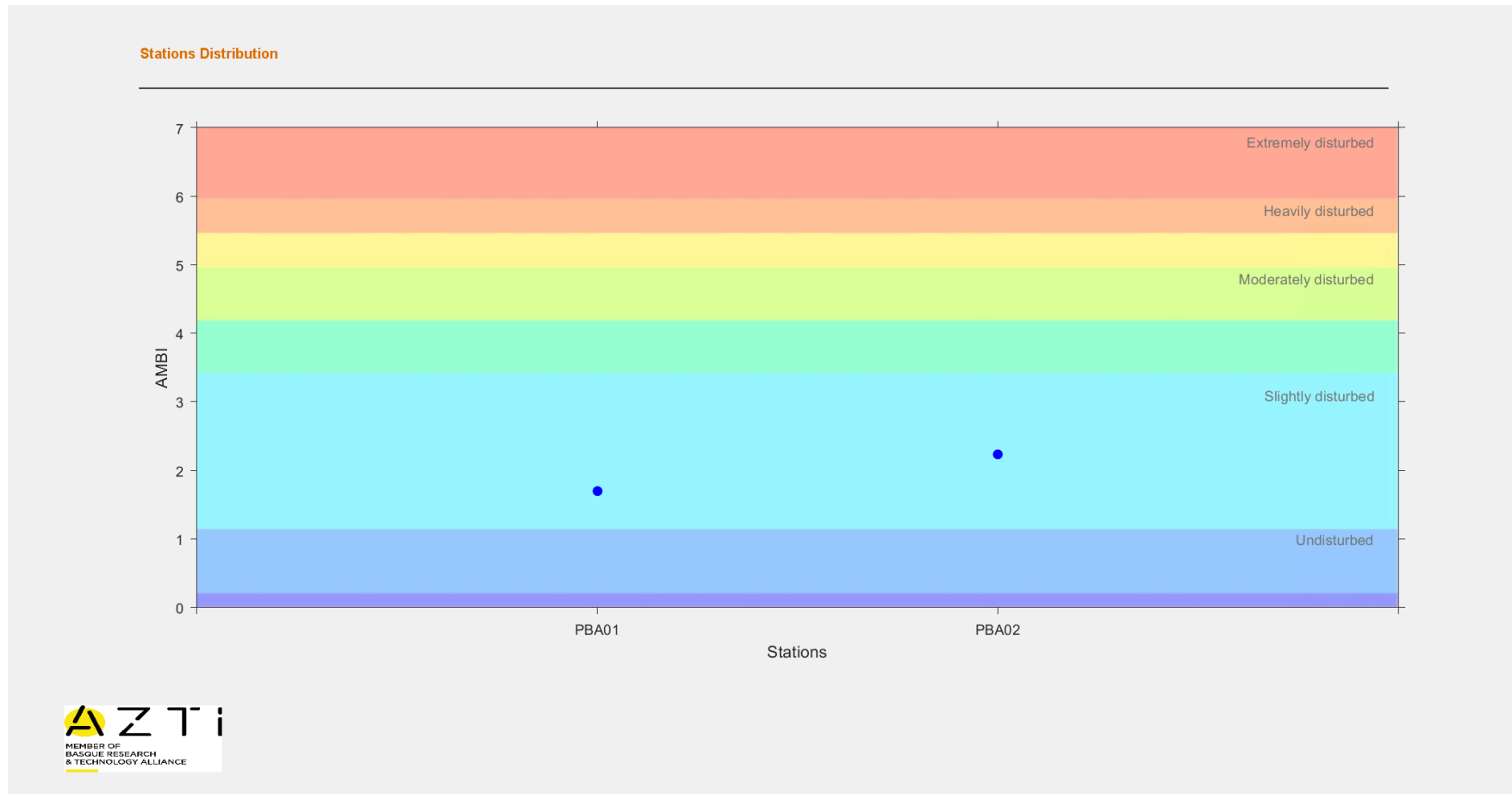


Figura 4.2 - Valor do índice AMBI por local de amostragem (PBA01 – Área de intervenção; PBA02 – Área de controlo) com indicação do grau de perturbação (ligeiramente perturbado).

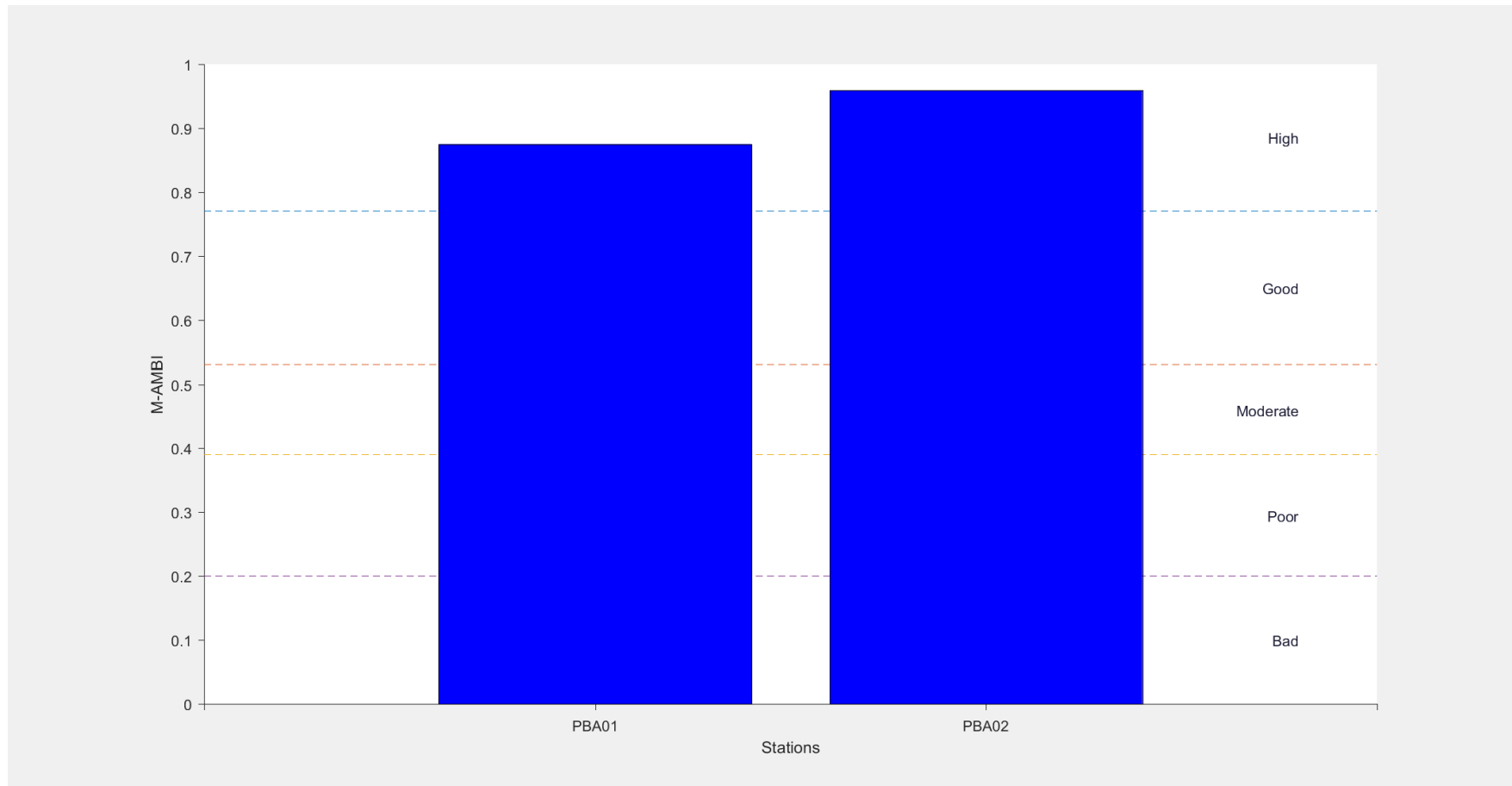


Figura 4.3 - Valor de M-AMBI por local de amostragem (PBA01 – Área de intervenção; PBA02 – Área de controlo) com indicação das classes de qualidade.

## Granulometria e matéria orgânica

Em termos de composição granulométrica, as amostras de sedimentos dos dois locais foram classificadas em areia grosseira no local **PBA01** (área de afetação) e areia média no local **PBA02** (área de controlo). Os resultados são apresentados no **Quadro 4.4**.

**Quadro 4.4 - Valores percentuais das frações granulométricas (%), mediana e classificação textural das amostras de sedimentos.**

Local	>2000 µm	1000- 2000 µm	500- 1000 µm	250- 500 µm	125- 250 µm	63- 125 µm	<63 µm	Mediana	Classificação
<b>PBA01</b>	8,27	15,03	54,08	22,16	0,45	0,00	0,00	0,49	areia grosseira
<b>PBA02</b>	0,00	3,26	14,41	74,34	7,99	0,00	0,00	1,43	areia média

Relativamente ao teor de matéria orgânica, os resultados são apresentados no **Quadro 4.5**.

**Quadro 4.5 - Valores percentuais do teor em matéria orgânica total (MO %) determinado nas amostras de sedimentos.**

Local	MO (%)
<b>PBA01</b>	0,342
<b>PBA02</b>	1,993

A classificação das amostras de sedimentos, encontram-se dentro do esperado face ao observado nas campanhas de monitorização prévias (fase de Pós-Obra), onde o local **PBA01** revelou a presença de areia grosseira (Bioinsight, 2016) e no caso do local **PBA02** maioritariamente areia média (RR Planning, 2019). Comparando com a campanha de monitorização antecedente (Aqualogus, 2022) a granulometria determinada foi idêntica em ambos os locais.

## 4.2 COMUNIDADE PISCÍCOLA

### 4.2.1 Amostragem e parâmetros ambientais

A amostragem da comunidade piscícola foi realizada nas duas áreas de estudo – Área de Intervenção (**PPA01**) e Área de Controlo (**PPA02**) –, ambas localizadas na mesma massa de água costeira (CWB-I-6). Foram realizados três arrastos de vara em cada área, o que correspondeu a três replicados por área. Na Área de Intervenção a distância média percorrida pelo arrasto ( $\pm$  desvio padrão) foi 426,6m ( $\pm$  64,3) enquanto a área média arrastada foi

853,3m<sup>2</sup> (± 128,6). Comparativamente, na Área de Controlo, a distância foi 466,6m (± 76,4) e área de arrasto média foi 933,3m<sup>2</sup> (± 152,7).

No total dos seis arrastos foram capturados 155 indivíduos, dos quais, 50 na área de impacte e 105 na área de controlo. Em termos de espécies foram observadas dez no total, distribuídas por oito famílias. O peso total dos 155 exemplares observados foi 851,28 g, sendo que, 68,03 g correspondem à área de impacte e 783,25 g ao controlo.

No **Quadro 4.6** são apresentados os valores dos parâmetros físico-químicos medidos *in situ* e a profundidade de cada replicado efetuado. De um modo geral, os parâmetros ambientais registados apresentam valores característicos de uma zona marinha costeira.

**Quadro 4.6 - Parâmetros físico-químicos e profundidade registada em cada replicado.**

Arrasto ID	Profundidade (m)	Temperatura (°C)	Salinidade (‰)	O <sub>2</sub> (mg/l)	O <sub>2</sub> (%)
PPA01_R1	3,5	17,50	35,2	8,87	110,3
PPA01_R2	3,8	17,62	35,5	8,31	97,7
PPA01_R3	3,5	17,71	35,3	9,20	105,6
Média (± dp)	3,6 (± 0,1)	17,61 (± 0,10)	35,3 (± 0,1)	8,79 (± 0,44)	104,5 (± 6,4)
PPA02_R1	3,0	17,56	35,6	10,5	108,2
PPA02_R2	4,5	17,40	35,5	9,31	99,7
PPA02_R3	4,0	17,50	35,1	8,8	102,5
Média (± dp)	3,8 (± 0,8)	17,48 (± 0,08)	35,4 (± 0,2)	9,53 (± 0,87)	103,4 (± 4,3)

#### 4.2.2 Composição da comunidade






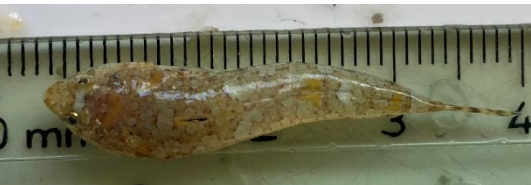
No **Quadro 4.7** são apresentados os resultados do elenco específico capturado, através do método de pesca de arrasto de vara, nas duas áreas de amostragem.

Relativamente à composição das comunidades, destaca-se a presença de três famílias identificadas na área de impacte (Gobiidae, Soleidae e Trachinidae), enquanto na área de controlo oito famílias (Gobiidae, Soleidae, Trachinidae, Bothidae, Scopthalmidae, Callionymidae e Syngnathidae). Quanto à ocorrência de espécies (**Foto 4.1**), verificou-se a presença de *Pegusa lascaris* (Risso, 1810) (linguado-da-areia), *Echiichthys vipera* (Cuvier, 1829) (peixe-aranha-menor) e *Pomatoschistus microps* (Kroyer, 1838) (caboz-comum) em ambas as áreas amostradas (**Quadro 4.7**). Enquanto, *Arnoglossus thori* (Kyle, 1913) (carta-pontuada), *Callionymus* *risso* (Lesueur, 1814) (peixe-pau-pintado), *Trachinus draco* (Linnaeus, 1758) (peixe-aranha-maior), *Zeugopterus punctatus* (Bloch, 1787) (rodovalho-bruxa), *Diplodus bellottii* (Steindachner, 1882) (sargo-do-senegal), *Hippocampus hippocampus* (Linnaeus, 1758) (cavalo-marinho-de-focinho-curto) e *Hippocampus guttulatus*

(Cuvier, 1829) (cavalo-marinho-de-focinho-comprido) apenas ocorreram área de controlo (**Quadro 4.7**). Em termos de densidade, na área de impacte, o caboz-comum foi a espécie mais abundante (3,63 ind./100m<sup>2</sup>; n=31), seguido do peixe-aranha-menor (2,11 ind./100m<sup>2</sup>; n=18) e, finalmente o linguado-da-areia (0,11 ind./100m<sup>2</sup>; n=1) (**Quadro 4.7**). Relativamente à área de controlo, o peixe-aranha-menor foi o mais abundante (6,32 ind./100m<sup>2</sup>; n=59), seguindo-se o caboz-comum (2,78 ind./100m<sup>2</sup>; n=26), o linguado-da-areia (1,07 ind./100m<sup>2</sup>; n=10), o peixe-aranha-maior (0,43 ind./100m<sup>2</sup>; n=4) e a carta-pontuada (0,21 ind./100m<sup>2</sup>; n=2). Quanto às restantes, apenas foi capturado um indivíduo de cada espécie (**Quadro 4.7**).

Em termos de comprimento, o maior exemplar capturado foi o linguado-da-areia na área de controlo com 211 mm de comprimento, enquanto na área de impacte foi o peixe-aranha-menor com 97 mm (**Quadro 4.7**).

Quanto ao estatuto global de conservação, as espécies capturadas apresentam os seguintes: *P. lascaris*, *P. microps*, *C. risso*, *Z. punctatus*, *D. bellotii* e *T. draco* enquadram-se na classificação LC (Least Concern), *E. vipera*, Not Evaluated (NE), *A. thori*, *H. hippocampus* e *H. guttulatus* Data Deficient (DD), de acordo com Lista Vermelha da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN).

	
<b><i>Pegusa lascaris</i></b>	<b><i>Arnoglossus thori</i></b>
	
<b><i>Echiichthys vipera</i></b>	<b><i>Pomatoschistus microps</i></b>
	
<b><i>Trachinus draco</i></b>	<b><i>Callionymus risso</i></b>

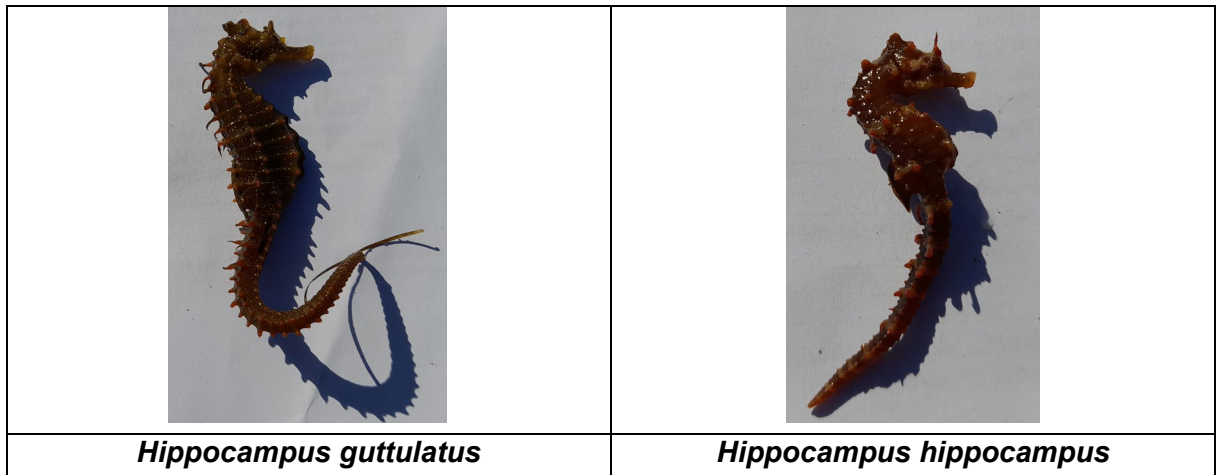


Foto 4.1 - Espécies piscícolas capturadas.



**Quadro 4.7 - Lista de espécies capturadas nas duas áreas de amostragem (impacte e controlo), Nº de indivíduos, comprimento total médio ( $\pm$ dp), peso médio ( $\pm$ dp), densidade e frequência de captura.**

Arrasto ID	Família	Espécie	Nome comum	Nº de indivíduos	Comprimento total (mm)	Peso (g)	Densidade (ind./100m <sup>2</sup> )	% do total
PPA01	Soleidae	<i>Pegusa lascaris</i>	Linguado-da-areia	1	88,0	5,13	0,12	2,0
	Trachinidae	<i>Echiichthys vipera</i>	Peixe-aranha-menor	18	62,1 ( $\pm$ 16,4)	2,82 ( $\pm$ 2,30)	2,11	36,0
	Gobiidae	<i>Pomatoschistus microps</i>	Caboz-comum	31	39,0 ( $\pm$ 4,1)	0,39 ( $\pm$ 0,12)	3,63	62,0
PPA02 (Controlo)	Bothidae	<i>Arnoglossus thori</i>	Carta-pontuada	2	71,0 ( $\pm$ 5,6)	3,21( $\pm$ 0,65)	0,21	1,9
	Scophthalmidae	<i>Zeugopterus punctatus</i>	Rodovalho-bruxa	1	93,0	8,76	0,11	0,9
	Soleidae	<i>Pegusa lascaris</i>	Linguado-da-areia	10	154,7 ( $\pm$ 55,5)	55,49 ( $\pm$ 42,01)	1,07	20,0
	Trachinidae	<i>Echiichthys vipera</i>	Peixe-aranha-menor	59	63,2 ( $\pm$ 17,9)	3,09 ( $\pm$ 2,67)	6,32	56,2
			<i>Trachinus draco</i>	Peixe-aranha-maior	4	69,2 ( $\pm$ 12,3)	2,56 ( $\pm$ 1,68)	0,43
	Callionymidae	<i>Callionymus risso</i>	Peixe-pau-pintado	1	37,0	0,39	0,11	0,9

Arrasto ID	Família	Espécie	Nome comum	Nº de indivíduos	Comprimento total (mm)	Peso (g)	Densidade (ind./100m <sup>2</sup> )	% do total
	Gobiidae	<i>Pomatoschistus microps</i>	Caboz-comum	26	38,15 (± 7,9)	0,45 (± 0,22)	2,78	15,2
	Sparidae	<i>Diplodus bellottii</i>	Sargo-do-Senegal	1	81,0	7,60	0,11	0,9
	Sparidae	Não identificado	-	1	31,0	0,31	0,11	0,9
	Syngnathidae	<i>Hippocampus hippocampus</i>	Cavalo-marinho-de-focinho-curto	1	60,0	-	0,11	0,9
	Syngnathidae	<i>Hippocampus guttulatus</i>	Cavalo-marinho-de-focinho-comprido	1	140,0	-	0,11	0,9

### 4.2.3 Índice EFAI e qualidade ecológica

Os valores obtidos para o índice EFAI e RQE na área de impacte e de controlo apresentaram um valor semelhante. Deste modo, com base no elemento biológico – fauna piscícola, e de acordo com os critérios de classificação definidos em Cabral *et al.* (2012), o valor de RQE (**Quadro 4.8**) obtido enquadra a massa de água (CWB-I-6), na classe de qualidade – Boa.

**Quadro 4.8 - Classe de qualidade obtida em ambas as áreas de amostragem.**

Área	EFAI	RQE	Qualidade Ecológica
PPA01	21	0,60	Boa
PPA02	23	0,66	

Os valores observados na presente monitorização são coerentes com o registado nas campanhas anteriores (Aqualogus, 2022; Aqualogus 2023) bem como outros estudos antecedentes (RR Planning, 2019), onde a qualidade determinada, com base no elemento fauna piscícola, foi globalmente boa nas diferentes fases do projeto. Comparando a área de impacte e controlo, verifica-se que as comunidades ictiofaunísticas não divergem de forma expressiva entre estas, apesar da área de controlo ter revelado maior diversidade de *taxa* e particularmente na presente campanha também maior abundância.

### 4.3 COMUNIDADES DE FANEROGÂMICAS MARINHAS

A monitorização das Fanerogâmicas marinhas revelou a presença de pradarias nos locais **PFA02** e **PFA03**, sendo estas constituídas pelas espécie - *Zoostera noltii* e *Zoostera marina*. No local **PFA01** não se verificou a presença de pradarias marinhas, na coordenada deste ponto de amostragem. No entanto, foi efetuada a amostragem nas imediações do local **PFA01**, onde na campanha antecedente já teria sido observada uma pradaria e também estimada a sua área (Aqualogus, 2022). No local referido (Coordenadas: lat: 37.002456°; lon: -7.818340°; designada como **PFA01**), foi observada a presença de três espécies, *Z. noltii*, *Z. marina* e *Cymodocea nodosa*.

No **Quadro 4.9** apresentam-se as espécies identificadas, riqueza específica, as médias ( $\pm$  desvio padrão) da densidade, da altura da canópia e da percentagem de cobertura.

Relativamente à área total das pradarias, na **Figura 4.4** representam-se as medições efetuadas *in situ* com à metodologia aplicada no presente estudo. Foi identificada uma área de pradaria no local **PFA01**, com uma área de aproximadamente 2,5 ha, constituída maioritariamente por *Z. noltii* mas onde também ocorrem as espécies *Z. marina* e *C. nodosa* apesar de em abundância menor (**Figura 4.4**). Comparativamente, no estudo de Pré-Obra

(RR Planning, 2018a) no local **PFA01** não foi observada uma pradaria, mas na fase de Obra e Pós-Obra foi registada a sua presença (RR Planning, 2018b;2019).

**Quadro 4.9 - Espécies identificadas de fanerogâmicas marinhas, riqueza específica, densidade e altura média da canópia.**

Local de amostragem	Espécie	Riqueza específica	Densidade média (nº shoots/m²) (±dp)	Altura média da canópia (cm) (±dp)	Percentagem de cobertura média (±dp)
<b>PFA01</b>	<i>Zoostera noltii</i>	3	944,4 ± 524,5	12,1 ± 3,0	66,1 ± 26,1
	<i>Zoostera marina</i>		5,5 ± 15,0	20,8 ± 2,8	1,01 ± 2,8
	<i>Cymodocea nodosa</i>		27,7 ± 75,0	23,2 ± 2,7	5,33 ± 15,1
<b>PFA02</b>	<i>Zoostera marina</i>	1	266,6 ± 153,4	21,1 ± 8,9	58,5 ± 22,6
<b>PFA03</b>	<i>Zoostera noltii</i>	2	497,2 ± 695,4	11,5 ± 1,7	27,0 ± 43,3
	<i>Zoostera marina</i>		130,5 ± 179,2	22,3 ± 7,9	25,1 ± 29,1

Quanto aos restantes locais monitorizados, a pradaria localizada no ponto **PFA02** apresenta uma grande extensão, correspondendo a cerca de 20,5 ha, enquanto a presente no ponto **PFA03** tem cerca de 3,6 ha (**Figura 4.4**) o que representa um decréscimo significativo relativamente ao estimado na campanha antecedente (8,5 ha) (Aqualogus, 2022). Ainda assim, comparando os resultados obtidos com os estudos precedentes, verifica-se que, em termos globais, as áreas das pradarias aumentaram de forma muito expressiva nos locais **PFA02** e **PFA03**.

Em termos de riqueza específica das pradarias, **PFA01** apresentou as três espécies (**Foto 4.2**) (*Z. noltii*, *Z. marina* e *C. nodosa*) enquanto na monitorização anterior (RR Planning, 2019) apenas foi registada a ocorrência de duas (*Z. noltii* e *Z. marina*); em **PFA02** registou-se a presença de *Z. marina* enquanto na monitorização anterior (RR Planning, 2019) *Z. marina* e *C. nodosa*; e por fim em **PFA03** na presente campanha foi registada a ocorrência de *Z. noltii* e *Z. marina* enquanto no estudo da RR Panning (2019) foram observadas as três espécies (*Z. noltii*, *Z. marina* e *C. nodosa*).

Relativamente, às densidades médias determinadas, em **PFA01** *Z. noltii* apresentou uma densidade elevada comparando com o registado na monitorização anterior RR Planning (2019), enquanto *Z. marina* apresentou uma densidade bastante inferior. Quanto a **PFA02**, a densidade de *Z. marina* foi muito superior ao estimado na monitorização anterior (RR Planning, 2019). Relativamente a **PFA03**, tanto *Z. noltii* como *Z. marina* apresentaram densidades bem mais elevadas do que o registado anteriormente em RR Planning (2019).

No que respeita à altura média da canópia os valores obtidos são comparáveis ao registado na fase de Pré-Obra no estudo da Bioinsight (2016), sendo relativamente menores ao determinado no estudo da RR Planning (2019).

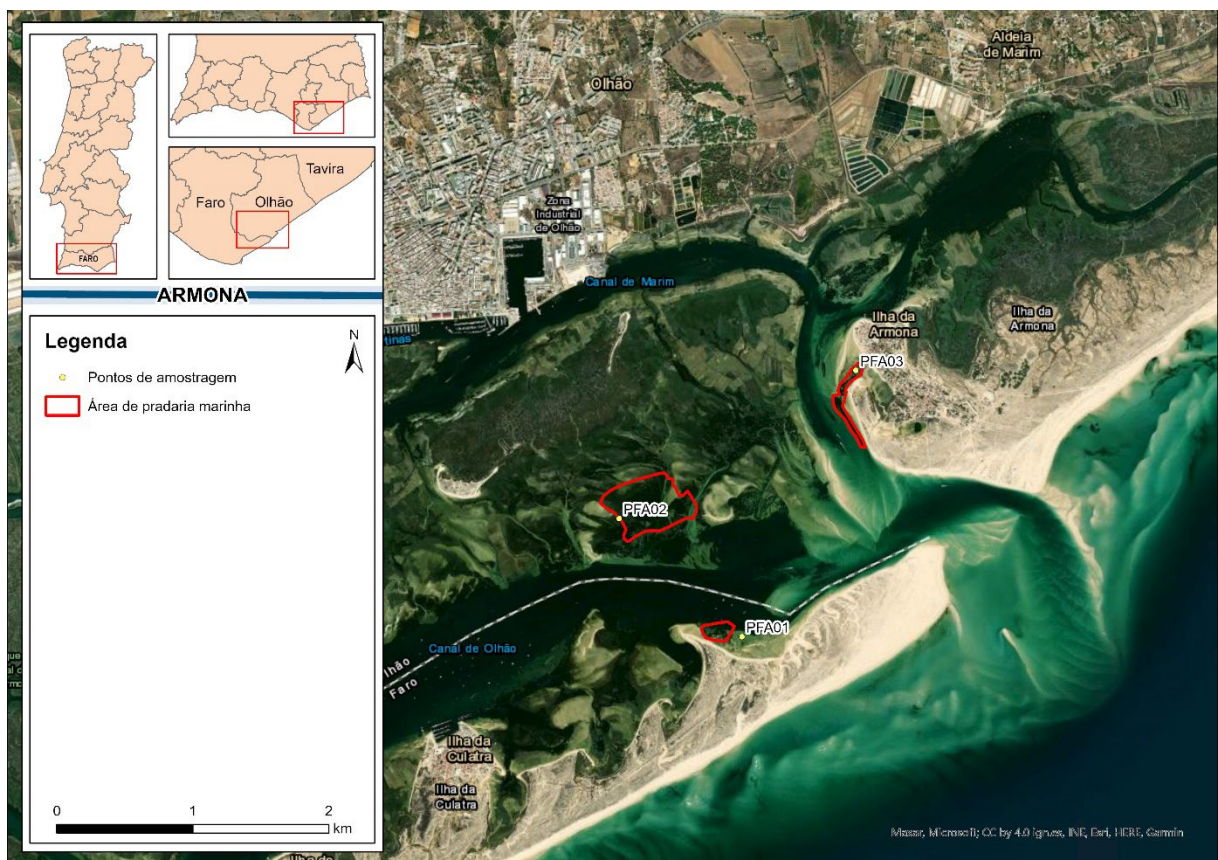
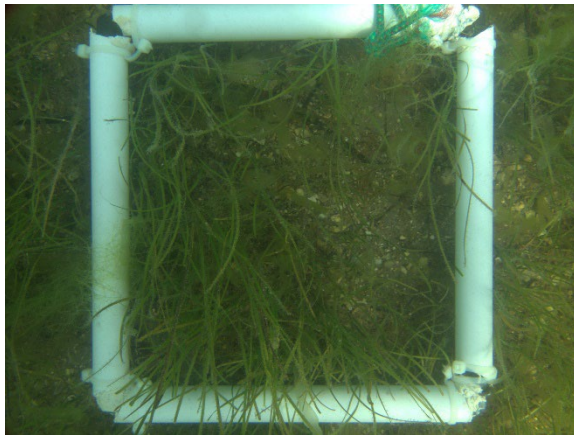


Figura 4.4 - Áreas das pradarias medidas *in situ* com GPS e embarcação.





*Z. noltii*



*Z. marina*



*C. nodosa*

Foto 4.2 – Fotoquadrados com a presença de *Z. noltii*, *Z. marina* e *C. nodosa*.

#### 4.4 POPULAÇÕES DE CAVALOS-MARINHOS

No **Quadro 4.10** apresentam-se os registos de cavalos-marinhos nos quatro locais monitorizados, a sua densidade, tamanho médio e a composição das áreas das pradarias.



**Quadro 4.10 – Registo de ocorrência de cavalos-marinhos, densidade e comprimento. Área e composição das pradarias.**

Local de amostragem	Espécie de cavalo-marinho	Nº de indivíduos	Densidade (nºind/m <sup>2</sup> )	Comprimento total médio (±dp) (cm)	Espécies de fanerogâmicas	Área da pradaria (ha)
PCMA01	<i>H. guttulatus</i>	5	0,013	11,6 ± 1,1	<i>Zoostera noltii</i>	2,5
PCMA02	-	-	-	-	<i>Z. marina</i>	20,5
PCMA03	-	-	-	-	<i>Zoostera noltii</i>	3,6
					<i>Z. marina</i>	
PCMA04 (controlo)	<i>H. guttulatus</i>	4	0,011	15,2 ± 1,7	-	Sem pradaria

Entre os quatros locais monitorizados, verificou-se a ocorrência de nove indivíduos da espécie *H. guttulatus* na presente campanha, cinco em **PCMA01** e quatro no local de controlo (**PCMA04**). Comparativamente na campanha antecedente (Aqualogus, 2022), foi apenas encontrado um indivíduo na ponto de controlo (**PCM04**) numa área sem pradaria, mas com a presença de um *taxon* exótico, a *Caulerpa prolifera* (Forsskål) J.V.Lamouroux, uma macroalga verde.

Comparativamente a monitorizações prévias, a ocorrência de cavalos-marinhos foi muito reduzida nas duas campanhas realizadas até ao momento, tendo sido registado apenas um indivíduo no ponto de controlo na campanha anterior (Aqualogus, 2022) e dez indivíduos na presente campanha. Entre as diferentes fases do projeto (Bioinsight, 2016; RR Planning, 2019) os cavalos-marinhos foram observados com alguma variabilidade entre locais. A sua ocorrência foi aumentando de forma progressiva no local **PCMA02** entre a fase de Pré-Obra (n=18) e Pós-Obra (n=39), de acordo com o estudo da Bioinsight (2016). No entanto, no estudo da RR Planning (2019), ocorreu um decréscimo do número de indivíduos, passando de 21 (Pré-Obra) para zero (Pós-Obra). Na generalidade das campanhas não foram encontrados cavalos-marinhos no local de controlo, exceto na fase de Obra, um indivíduo (Bioinsight, 2016) e dois indivíduos na Pré-Obra (RR Planning, 2018a).

#### **4.5 AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DAS MEDIDAS DE ADOTADAS PARA PREVENIR OU REDUZIR IMPACTES**

O presente relatório enquadra-se temporalmente na fase de Pós-Obra e no seguimento de outros momentos deste programa de monitorização, estabelecido na DCAPE. Importa referir, que as medidas de minimização expostas na DCAPE, não foram definidas especificamente para as comunidades biológicas em avaliação no presente estudo. No entanto, referem várias diretrizes e boas práticas cujo o objetivo foi contribuir para salvaguardar a integridade das comunidades, nas diferentes fases do projeto.

No seguimento das campanhas que antecedem a presente monitorização, os resultados aqui obtidos apontam para comunidades piscícolas e de macroinvertebrados bentónicos estáveis indicando que a tendência observada nos estudos anteriores se mantém para estes elementos biológicos. As comunidades de macroinvertebrados bentónicos apresentaram boa qualidade e baixo nível de perturbação, enquanto as comunidades piscícolas também se enquadram na classe de boa qualidade e a sua composição não diferiu significativamente dos resultados antecedentes. Deste modo, as medidas adotadas para prevenção/redução de impactes aparentam ter sido eficazes para estes elementos. Tal como foi descrito no relatório de monitorização anterior (Bioinsight, 2016 – Fase Pós-Obra), para as comunidades piscícolas e de macroinvertebrados, não foi observada a ocorrência de impactes decorrentes das ações de dragagem, dando assim indicação que as medidas adotadas para prevenção/redução de impactes aparentam ter sido eficazes. Também no estudo o estudo RR Planning – Fase Pós-Obra (2019), os resultados obtidos indicam que não se verificaram impactes expressivos na comunidade de macroinvertebrados bentónicos. Sobre a comunidade piscícola os resultados indicam, que após as intervenções, ocorreu uma tendência de estabilização e recuperação das comunidades, a nível da classificação do índice bem como na abundância global de indivíduos.

No que respeita às comunidades de fanerogâmicas marinhas, face aos resultados obtidos na presente campanha, não se observaram impactes evidentes, resultantes das ações do projeto. Destaca-se principalmente o aumento elevado das áreas das pradarias. De acordo com o estudo da RR Planning – Fase Pós-Obra (2019), os potenciais impactes das dragagens não se verificaram nas comunidades de fanerogâmicas marinhas, visto que, as áreas das pradarias aumentaram de forma significativa. Salienta-se como aspeto positivo, a utilização, no decorrer das intervenções, de uma draga de sucção, que provoca uma libertação de sedimentos muito reduzida, limitando bastante os impactes nestas comunidades. Também no estudo anterior (Bioinsight. 2016 – Fase Pós-Obra) é referido que não foi observada a ocorrência de impactes decorrentes das ações de dragagem nas comunidades de fanerogâmicas marinhas.

Sobre as populações de cavalos-marinhos, no curso das duas campanhas realizadas até ao momento (outono de 2022 e primavera de 2023) foi observado um número muito reduzido de

indivíduos. A sua ocorrência, foi registada apenas no ponto de controlo (1 indivíduo) (Aqualogus, 2022), onde anteriormente, neste local, tinha sido observado apenas 1 indivíduo na fase de Obra (Bioinsight, 2016) e Pré-Obra, 2 indivíduos (RR Planning, 2018a). De um modo global, verificou-se alguma variabilidade na ocorrência de cavalos-marinhos nos locais monitorizados, nas várias fases do projeto, no entanto, tal como na presente campanha, a sua ocorrência não foi registada na fase de Pós-Obra na campanha antecedente (RR Planning, 2019), o que indica um potencial impacte nas suas populações, não sendo inteiramente conclusivo, nesta fase, a sua ligação com as dragagens.

De modo a investigar a evolução dos resultados obtidos na presente campanha, e como se trata da segunda campanha (primavera de 2023) de amostragem deste ciclo monitorização, estando previstas futuramente mais três campanhas (uma campanha com monitorização de todos elementos aqui apresentados e duas campanhas adicionais apenas de fanerogâmicas marinhas) importa continuar a monitorizar estes elementos biológicos, em particular as populações de cavalos-marinhos, que neste momento apresentaram um desvio expressivo perante o observado anteriormente e também às condições de referência.

#### **4.6 COMPARAÇÃO COM OS IMPACTES PREVISTOS NO EIA**

No âmbito do EIA identificou-se como potencial impacte a perturbação das comunidades biológicas, alvo do presente estudo, face às ações de dragagem. Tal como referido no item anterior, ambos os relatórios prévios que caracterizam a fase de Pós-Obra, indicam que as comunidades não sofreram os impactes previstos, podendo ter, no entanto, ocorrido variações ao longo das diferentes fases das intervenções que poderão estar relacionadas com fatores exógenos ao projeto. De um modo geral, a comparação da situação de referência (fase Pré-Obra), nos estudos que antecedem a presente monitorização, indicam que a resposta das comunidades na fase Pós-Obra foi positiva, encontrando-se aparentemente estáveis, exceto no que respeita às populações de cavalo-marinho.

De acordo com o estudo, RR Planning – Fase Pós-Obra (2019), as comunidades de macroinvertebrados bentónicos variaram em termos de abundância, tendo aumentado da fase de Obra e diminuído na fase de Pós-Obra, relativamente à situação de referência. Foi também, observado um incremento na riqueza específica ao longo do projeto. Para além disso, a área de controlo acompanhou as flutuações verificadas, o que indica que as variações poderão ter origem em fatores exógenos e não estar diretamente relacionadas com as intervenções. Sobre a comunidade piscícola, a comparação da situação de Pré e Pós-Obra, reflete uma aparente estabilidade das comunidades, tanto ao nível da sua abundância como no índice EFAI que reflete a boa qualidade, na fase Pós-Obra.

No que respeita às comunidades de fanerogâmicas marinhas, o EIA indicava que as dragagens poderiam reduzir as áreas de sedimento e de vasa exposta, podendo causar

perturbação direta das pradarias marinhas (com *Zostera noltii*, *Z. marina* e *Cymodocea nodosa*). De acordo com o estudo, Bioinsight – Fase Pós-Obra (2016) a pradaria no local **PFA01** já se encontrava bastante fragmentada antes das dragagens, tendo-se equacionado que o seu desaparecimento poderia estar relacionado com outros fatores exógenos ao projeto, e não com as atividades de dragagem que decorreram a mais de 2 km de distância do ponto. No entanto, relativamente aos restantes locais, foi observado um aumento considerável da área ocupada e também da densidade, sugerindo que as comunidades de fanerogâmicas não sofreram os impactes previstos na fase de EIA. Também o estudo da RR Planning – Fase Pós-Obra (2019), corrobora estes resultados, destacando o aumento considerável das pradarias ao comparar os levantamentos efetuados com a situação de referência.

Quanto às populações de cavalos-marinhos, o EIA descreve que a dieta destes organismos depende de invertebrados que ocorrem em habitats de elevada produtividade, como as pradarias de fanerogâmicas, e que a sua destruição iria contribuir para o decréscimo dos efetivos populacionais destes peixes. De acordo com os estudos que antecedem a presente monitorização, as populações de cavalo-marinho não sofreram os impactes previstos, tendo sido encontrados indivíduos em locais sem pradaria. No entanto, no último estudo efetuado (RR Planning, 2019 – Fase Pós-Obra), não foram observados indivíduos em qualquer dos locais monitorizados. Nesse estudo é referido que os resultados não foram conclusivos para este elemento biológico, mas foi dada indicação que seria pouco provável que este facto estivesse relacionado com as intervenções do projeto.

Durante a presente monitorização, constatou-se que algumas tendências observadas anteriormente se mantêm, como a estabilidade da comunidade piscícola e de macroinvertebrados bentónicos. Observou-se também, o aumento das áreas das pradarias e a redução do número de cavalos-marinhos, sendo importante investigar se estas permanecem nas próximas campanhas de amostragem, nomeadamente este último elemento, por ser o que apresenta implicações mais negativas, do ponto de vista ecológico.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos na presente campanha, referentes à fase de Pós-Obra, indicam de um modo global, que as comunidades piscícolas e de macroinvertebrados bentónicos se encontram aparentemente estáveis. Estes elementos apresentaram valores de boa qualidade, de acordo com os índices e critérios aplicados. Comparando os locais amostrados próximos da área de intervenção e os definidos como locais de controlo, o desvio foi muito reduzido entre eles, o que é um bom indicador do reduzido impacte resultantes das dragagens. Acresce referir que, em campanhas anteriores, não tinham sido efetuadas amostragens em área de controlo com foco na comunidade piscícola. Este novo local integra agora o presente plano de monitorização e foi amostrado, revelando uma comunidade com composição semelhante à da zona de impacte e boa qualidade.

Relativamente às fanerogâmicas marinhas, verifica-se que as áreas das pradarias aumentaram de forma muito expressiva face a monitorizações anteriores. Comparando com a última amostragem realizada (6 e 7 de dezembro, 2018 – Fase Pós-Obra), os 3 locais de amostragem apresentavam pradarias mistas (**PFA01** - *Z. marina* e *Z. noltii*; **PFA02** - *Z. marina* e *C. nodosa* e **PFA03** - *Z. marina* e *Z. noltii*) enquanto na presente campanha (**PFA01** - *Z. marina*, *Z. noltii* e *C. nodosa*; **PFA02** - *Z. marina* e **PFA03** - *Z. marina* e *Z. noltii*) apenas **PFA02** apresentou uma pradaria com apenas uma espécie – *Z. marina*. Importa referir que ao longo das várias campanhas prévias, foi observada uma variabilidade acentuada na composição, densidade e mesmo na presença/ausência de pradarias, o que indica que estes organismos são sujeitos a uma variabilidade que decorre de vários fatores ambientais, desde a presença de luz, nutrientes substrato e condições hidrodinâmicas adequados, não sendo de descartar, naturalmente ações antropogénicas que poderão contribuir para esta dinâmica (Cabaço, 2007).

Quanto às populações de cavalos-marinhos, foi observada a presença de 9 indivíduos de *H. guttulatus* na presente campanha. Este resultado representa um acréscimo face ao registado no estudo a RR Planning (2018) – Fase Pós-Obra onde não foi observado qualquer exemplar de cavalo-marinho. Também relativamente à campanha realizada em novembro de 2022 (Aqualogus, 2022) onde foi observado apenas um indivíduo (*H. guttulatus*) no ponto de controlo numa área colonizada por uma macroalga verde invasora (*C. prolifera*). Deste modo, os dados até agora obtidos indicam um decréscimo acentuado face a monitorizações anteriores onde a sua ocorrência foi observada (fase Pós-Obra), com o registo de 40 indivíduos de *H. guttulatus* (39 em **PCMA02** e 1 em **PCMA03**).

Com base no presente estudo, não se propõe, nesta fase, alterar ou suspender as medidas adotadas, visto que se trata da segunda de cinco campanhas de monitorização incluídas no ciclo agora iniciado e, como tal, essa avaliação será efetuada no relatório final, bem como a proposta de revisão do programa de monitorização, caso seja considerado adequado.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aqualogus, (2022). Plano de Monitorização da Evolução da Ecologia e Geomorfologia do Sistema Lagunar da Ria Formosa. Monitorização das comunidades biológicas. Fase de Pós-obra. Relatório elaborada pela Aqualogus Lda para a APA I.P., novembro 2022.

Bio3, (2015). Implementação do Plano de Monitorização das Comunidades Biológicas do Plano de Valorização da Hidrodinâmica da Ria Formosa – Relatório Inicial da área de intervenção (Bloco C – Armona) (Fase de Pré Empreitada). Relatório elaborado para a Polis Litoral Ria Formosa. Bio3, Lda. Almada, maio 2015.

Bioinsight, (2015). Implementação do Plano de Monitorização das Comunidades Biológicas do Plano de Valorização de Hidrodinâmica da Ria Formosa – Relatório Intermédio da área de intervenção 3 (Bloco C - Armona) (Fase de Empreitada). Relatório elaborado para Polis Litoral Ria Formosa. Bioinsight, Lda. Odivelas, novembro de 2015.

Bioinsight, (2016). Implementação do Plano de Monitorização das Comunidades Biológicas do Plano de Valorização de Hidrodinâmica da Ria Formosa – Relatório Final da área de intervenção 3 (Bloco C - Armona) (Fase Pós-dragagem). Relatório elaborado para Polis Litoral Ria Formosa. Bioinsight, Lda. Odivelas, julho de 2016.

Borja, A., Franco, J., Pérez, V. (2000). A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, 40, 1100–1114.

Borja, A., Josefson, A. B., Miles, A., Muxika, I., Olsgard, F., Phillips, G., Rodriguez J.G., Rygg, B. (2007). An approach to the intercalibration of benthic ecological status assessment in the North Atlantic ecoregion, according to the European Water Framework Directive. *Marine pollution bulletin*, 55(1-6), 42-52.

Boyd, S.E., Limpenny, D.S., Rees, H.L. e Cooper, K.M. (2005). The effects of marine sand and gravel extraction on the macrobenthos at a commercial dredging site (results 6 years post-dredging). *ICES Journal of Marine Science*, 62, 145-162.

Cabaço, S. (2007). Impact of anthropogenic activities on the seagrass *Zostera noltii*. Tese de doutoramento, Universidade do Algarve, Portugal.

Clarke, K.R., Gorley R.N. (2006). *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E: Plymouth, 190 pp.

Curtis, J., Moreau, M.-A., Marsden, D., Bell, E., Martin-Smith, K., Samoily, M. & Vincent, A. (2004). Underwater visual census for seahorse population assessments. Project Seahorse Technical Report No.8, Version 1.0. Project Seahorse, Fisheries Centre, University of British Columbia. 28 pp.



Erzini, K., Bentes, L., Coelho, R., Correia, C., Lino, P.G., Monteiro, P., Ribeiro, J., Gonçalves, J.M.S., (2002). Recruitment of Sea Breems (Sparidae) and Other Commercially Important Species in the Algarve (Southern Portugal). DG XIV/99/061 - Final Report, p. 194.

Fauvel, P. (1923). Polychètes errantes. Faune de France, 5, 448pp.

Fauvel, P. (1927). Polychètes sédentaires. Faune de France, 16, 494pp.

Franco, A., Franzoi, P., Torricelli, P. (2008). Structure and functioning of Mediterranean lagoon fish assemblages: A key for the identification of water body types. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 79(3), 549-558.

Haynes, J.M., Makarewicz, J.C. (1982). Comparison of benthic communities in dredged and undredged areas of the St-Lawrence River, Cape-Vincent, New-York. Ohio Journal of Science, 82, 165-170.

Johnston, S.A. (1981). Estuarine dredge and fill activities: A review of impacts. Environmental Management. 5(5): 427-440.

Macedo, M.C.C., Macedo, M.I.C. & Borges, J.P. (1999). Conchas Marinhas de Portugal. Verbo. pp 516.

Martins, R., Azevedo, M.R., Mamede, R., Sousa, B., Freitas, R., Rocha, F., Quintino, V., Rodrigues, A.M. (2012). Sedimentary and geochemical characterization and provenance of the Portuguese continental shelf soft-bottom sediments. Journal of Marine Systems, 91, 41–52.

Martins, R., e M. Carneiro (2018). "Manual de identificação de peixes ósseos da costa continental portuguesa." Principais características diagnosticantes. IPMA Instituto Português do Mar e da Atmosfera Lisboa: 1-204.

Marine Species Identification Portal (n.d.). Acedido em abril 2023; <http://species-identification.org>

Muxika, I., Borja, A., Bald, J., (2007). Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. Marine Pollution Bulletin, 55, 16–29.

Teeble, N (1976). British bivalve seashells. A handbook for identification. Her Majesty's Stationery Office, Edinburgh

Parreira, F., Martinez-Crego, B., Afonso, C. M. L., Machado, M., Oliveira, F., dos Santos Gonçalves, J. M., & Santos, R. (2021). Biodiversity consequences of *Caulerpa prolifera* takeover of a coastal lagoon. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 255, 107344.

RR Planning, (2018a). Monitorização da Qualidade da Água e Comunidades Biológicas na Área do Projeto “Valorização Hidrodinâmica e Mitigação de Risco da Barra da Armona para Reforço do Cordão Dunar na Praia do Barril e Praia dos Cavacos” – Componente de Comunidades Biológicas. Relatório B0 – Fase de Pré-Dragagem. Relatório elaborado para Polis Litoral Ria Formosa. RR Planning, janeiro de 2018.

RR Planning, (2018b). Monitorização da Qualidade da Água e Comunidades Biológicas na Área do Projeto “Valorização Hidrodinâmica e Mitigação de Risco da Barra da Armona para Reforço do Cordão Dunar na Praia do Barril e Praia dos Cavacos” – Componente de Comunidades Biológicas. Relatório B1 – Fase de Dragagem. Relatório elaborado para Polis Litoral Ria Formosa. RR Planning, junho de 2018.

RR Planning, (2019). Monitorização da Qualidade da Água e Comunidades Biológicas na Área do Projeto “Valorização Hidrodinâmica e Mitigação de Risco da Barra da Armona para Reforço do Cordão Dunar na Praia do Barril e Praia dos Cavacos” – Componente de Comunidades Biológicas. Relatório B2 – Fase de Pós-Dragagem. Relatório elaborado para Polis Litoral Ria Formosa. RR Planning, março de 2019.

Ruffo, S. (1998). The amphipoda of the Mediterranean. Memoires de l'institut oceanographique de Monaco. 13. 959 p.



Alameda dos Oceanos, Edifício Mar do Oriente, Lote 1.07.1 AN 2.4  
Parque das Nações • 1990-208 Lisboa • Portugal  
Tel. + 351 217 520 190 • geral@aqualogus.pt

[www.aqualogus.pt](http://www.aqualogus.pt)