PLANO DE MONITORIZAÇÃO DA EVOLUÇÃO DE FUNDOS ESTUARINOS, ECOLOGIA E PATRIMÓNIO CULTURAL DA FOZ DO RIO MIRA E PRAIAS ADJACENTES

MONITORIZAÇÃO DA ECOLOGIA

RELATÓRIO FINAL
DA FASE DE PÓS-OBRA

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

junho 2023

FINANCIAMENTO

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE, I.P.

ADMINISTRAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALENTEJO

PLANO DE MONITORIZAÇÃO DA EVOLUÇÃO DE FUNDOS ESTUARINOS, ECOLOGIA E PATRIMÓNIO CULTURAL DA FOZ DO RIO MIRA E PRAIAS ADAJCENTES

MONITORIZAÇÃO DA ECOLOGIA

RELATÓRIO FINAL DA FASE DE PÓS-OBRA

JUNHO 2023

ÍNDICES

1 INTRODUÇÃO 1
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
2 ANTECEDENTES 4
2.1 PROCESSOS DE AIA E PÓS-AIA 4
2.2 MONITORIZAÇÃO DA ECOLOGIA 4
3 DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO 6
3.1 LIMITES ESPACIAIS 6
3.2 LIMITES TEMPORAIS 7
3.3 MONITORIZAÇÃO DA MACROFAUNA BENTÓNICA 7
3.3.1 Parâmetros avaliados 7
3.3.2 Locais e frequência de amostragem 8
3.3.3 Técnicas e métodos de amostragem 9
3.3.4 Métodos de tratamento de dados 11
3.4 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE DADOS 12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 14
4.1 MACROFAUNA BENTÓNICA 14
4.2 AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DAS MEDIDAS DE ADOTADAS PARA PREVENIR OU REDUZIR IMPACTES 21
4.3 COMPARAÇÃO COM OS IMPACTES PREVISTOS NO EIA 21
5 CONCLUSÕES 22
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 24

Quadros

Quadro 1.1 - Equipa Técnica 2
Quadro 3.1 – Locais de amostragem de macroinvertebrados bentónicos. 8
Quadro 3.2 - Sumário da correspondência entre os valores do Índice Biótico Marinho (AMBI), o estado da comunidade bentónica, nível de poluição e o respetivo grau de perturbação (Muxika *et al*., 2007). 11
Quadro 3.3 - Qualidade Ecológica inferida do índice multivariado M-AMBI (Muxika *et al*., 2007; Borja *et al*., 2007). 12
Quadro 4.1- Indicadores globais de abundância (N) e riqueza específica (S) por grupos taxonómicos. 14
Quadro 4.2 - Parâmetros físico-químicos e profundidade registada nos locais de amostragem..... 14
Quadro 4.3 - Descritores biológicos e índices aplicados por local de amostragem. 15

Figuras

Figura 3.1 - Área de estudo 7
Figura 3.2 - Locais de amostragem..... 9
Figura 4.1 - Valor do índice AMBI por local de amostragem 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). P1 corresponde a B1, P2 a B2 (…) e P8 a B8. 18
Figura 4.2 - Valor do índice AMBI por local de amostragem com indicação do grau de perturbação (azul – não perturbado; verde – ligeiramente perturbado; amarela – moderadamente perturbado; laranja – muito perturbado; vermelho – extremamente perturbado). P1 corresponde a B1, P2 a B2 (…) e P8 a B8. 19
Figura 4.3 - Valor do M-AMBI por local de amostragem com indicação das classes de qualidade. P1 corresponde a B1, P2 a B2 (…) e P8 a B 20

Fotos

Foto 3.1 - Amostragem de macroinvertebrados com recurso a uma draga do tipo Van Veen. 10

1 INTRODUÇÃO

1.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

O presente relatório de monitorização respeita ao Projeto de Transposição de Sedimentos da Foz do Rio Mira para Reforço do Cordão Dunar na Praia da Franquia, projeto atualmente em fase de exploração.

1.2 IDENTIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS DA MONITORIZAÇÃO

O plano de monitorização da componente de ecologia tem como objetivo avaliar e garantir a que as áreas dragadas e respetiva envolvente se encontrem num estado favorável de conservação. Assim, os objetivos contemplam a monitorização dos seguintes elementos:

- Macrofauna bentónica;
- Habitats 1110 + 1130 + 1140.

Pretende-se com o presente plano de monitorização, avaliar a evolução dos diferentes elementos, na fase de Pós-Obra, face a potenciais impactes gerados pelas ações do projeto, nomeadamente das 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 de macroinvertebrados bentónicos ou áreas dos Habitats em análise, deverão ser sugeridas medidas que permitam garantir a integridade destes elementos.

1.3 ÂMBITO DO RELATÓRIO

No presente relatório são apresentados os resultados da campanha de monitorização das Comunidades de Macrofauna Bentónica, realizada em abril 2023, correspondente à Fase de Pós-Obra, tratando-se assim do relatório final da presente monitorização no que respeita aos elementos biológicos previstos de serem analisados. Como tal, será efetuada uma análise global dos resultados obtidos nas diferentes fases do projeto e respetivas campanhas de monitorização.

1.4 ENQUADRAMENTO LEGAL

De acordo com o n.º 5 do artigo 12º do Decreto-Lei n.º 69/2000 de 3 de maio, o Estudo de Impacte Ambiental (EIA) relativo ao projeto em causa apresenta um programa de monitorização para os descritores considerados mais sensíveis. Essa imposição legal foi formalizada na DECAPE emitida a 16 de agosto de 2016.

De acordo com o previsto no n.º 2 do artigo 29º do Decreto-Lei, o presente relatório deverá ser submetido à autoridade de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) nos prazos estabelecidos na DECAPE.

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, dos objetivos da monitorização, o âmbito do relatório, o enquadramento legal e a descrição equipa responsável pela elaboração do RM. Os restantes cinco capítulos numerados integram os conteúdos abaixo descritos:

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

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

O **Capítulo 5** – **Conclusões** efetua 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 pressente relatório, com indicação das componentes de trabalho desenvolvidas por cada um.

Quadro 1.1 - Equipa Técnica

Técnico	Função / Atividade
Filipa Reis	Gestão do Projeto. Elaboração de relatório.
Filipe Romão	Coordenação do projeto. Elaboração do relatório.

Técnico	Função / Atividade
Nuno Castro	Amostragem de macroinvertebrados bentónicos.
Pedro Félix	Amostragem de macroinvertebrados bentónicos.
Tânia Oliveira	Identificação laboratorial de macroinvertebrados bentónicos. Elaboração de relatório.
João Santos	Cartografia e SIG.

2 ANTECEDENTES

2.1 PROCESSOS DE AIA E PÓS-AIA

O Projeto de Transposição de Sedimentos da Foz do Rio Mira para Reforço do Cordão Dunar na Praia da Franquia teve como objetivos a mitigação da erosão na praia da Franquia e a melhoria das condições de navegabilidade no canal principal do estuário.

O Estudo Prévio do referido projeto foi objeto de um procedimento de AIA, através do Estudo de Impacte Ambiental (EIA) do Projeto de Transposição de Sedimentos da Foz do Rio Mira para Reforço do Cordão Dunar na Praia da Franquia, do qual resultou, em novembro de 2015, uma Declaração de Impacte Ambiental (DIA) favorável condicionada. A Decisão sobre a Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (DCAPE) resultante do processo de Avaliação de Impacte Ambiental (n.º 2825), emitida em agosto de 2016, apresenta um conjunto de Planos de Monitorização a aplicar na área de intervenção, referentes às Componentes de Ecologia, Evolução dos Fundos Estuarinos e Património Cultural.

Tendo por base a informação existente desde 2015, e de forma a acompanhar a evolução do sistema ambiental da foz do rio Mira, a Agência Portuguesa do Ambiente considerou importante proceder à realização de novas campanhas de monitorização, nas componentes e locais previstos na DCAPE de "Transposição de sedimentos da foz do rio Mira para reforço do cordão dunar na praia da Franquia" (DCAPE) e no Plano de Monitorização do Património Cultural, datado de Outubro de 2016, a realizar nos anos 2022, 2023 e 2024.

Por outro lado, no âmbito da monitorização que vem sendo realizada, tem-se verificado uma evolução da recuperação das condições de referência muito mais rápida do que a que foi apontada pelos estudos iniciais realizados. Não sendo ainda possível definir se se trata de um padrão de fatores hidrológicos mais intensos do que os previstos ou de condições extraordinárias relacionadas com eventos climáticos extremos, importa manter a monitorização dos fatores ambientais e físicos deste sistema estuarino, para além dos relacionados com o património cultural e ecologia.

Tendo em conta que já se passaram 4 anos da realização da empreitada a APA/ARH Alentejo, na qualidade de entidade com jurisdição na área intervencionada pela Polis Litoral Sudoeste, pretende, com esta monitorização, verificar as condições ambientais do local, através da realização de campanhas de monitorização nos anos 2022, 2023 e 2024, nas componentes de Fundos Estuarinos/Morfodinâmica de praia, Ecologia e Património Cultural.

2.2 MONITORIZAÇÃO DA ECOLOGIA

O Programa de Monitorização da Ecologia, estabelecido no âmbito da DECAPE, foi executado, tendo sido alvo de análise em vários estudos, dos quais se referem:

- Relatório de Monitorização da Fase de Pré-obra, datado de março de 2017 (Bioinsight, 2017a);
- Relatório de Monitorização da Fase de Obra, datado de outubro de 2017 (Bioinsight, 2017b);
- Relatório de Monitorização da Fase de Pós-obra, datado de fevereiro de 2019 (Bioinsight, 2019a);
- Relatório de Monitorização da Fase de Pós-obra, datado de dezembro de 2019 (Bioinsight, 2019b);
- Relatório de Monitorização da Fase de Pós-obra , datado de novembro de 2022 (Aqualogus, 2022).

Assim como previsto na DECAPE, o presente documento constitui o relatório final de monitorização da referida componente de ecologia.

3 DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO

3.1 LIMITES ESPACIAIS

O presente estudo foi realizado no Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina (PNSACV), criado no âmbito do Decreto Regulamentar n.º 26/95, de 21 de setembro, que delineou como principais objetivos a proteção e a conservação da elevada biodiversidade presente na sua área, nomeadamente da sua flora, fauna e respetivos habitats.

O PNSACV apresenta uma extensão de cerca de 89000 ha estendendo-se por uma faixa estreita do litoral - Costa Sudoeste - entre S. Torpes e Burgau. A Costa Sudoeste como é denominada, por vezes, esta zona, corresponde a uma zona de interface mar-terra com características muito específicas que lhe conferem uma elevada diversidade paisagística, incluindo alguns habitats que suportam uma elevada biodiversidade, tanto florística como faunística.

Tratando-se de uma área com elevado valor ecológico, a sua importância para a conservação da natureza levou à sua classificação como Zona de Proteção Especial (PTZPE0015), pelo Decreto-Lei n.º 384-B/99, de 23 de setembro. O estuário do rio Mira insere-se também na Zona Especial de Conservação (ZEC) da Costa Sudoeste, criada no âmbito da Diretiva Habitats (Diretiva 79/409/CEE), inserindo-se na Rede Natura 2000.

Especificamente, as amostragens das comunidades biológicas decorrem no troço terminal do estuário do rio Mira (**Figura 3.1**). A nível hidrográfico, a área de estudo está inserida na Massa de Água Mira-WB1, com o código PT06MIR1368.

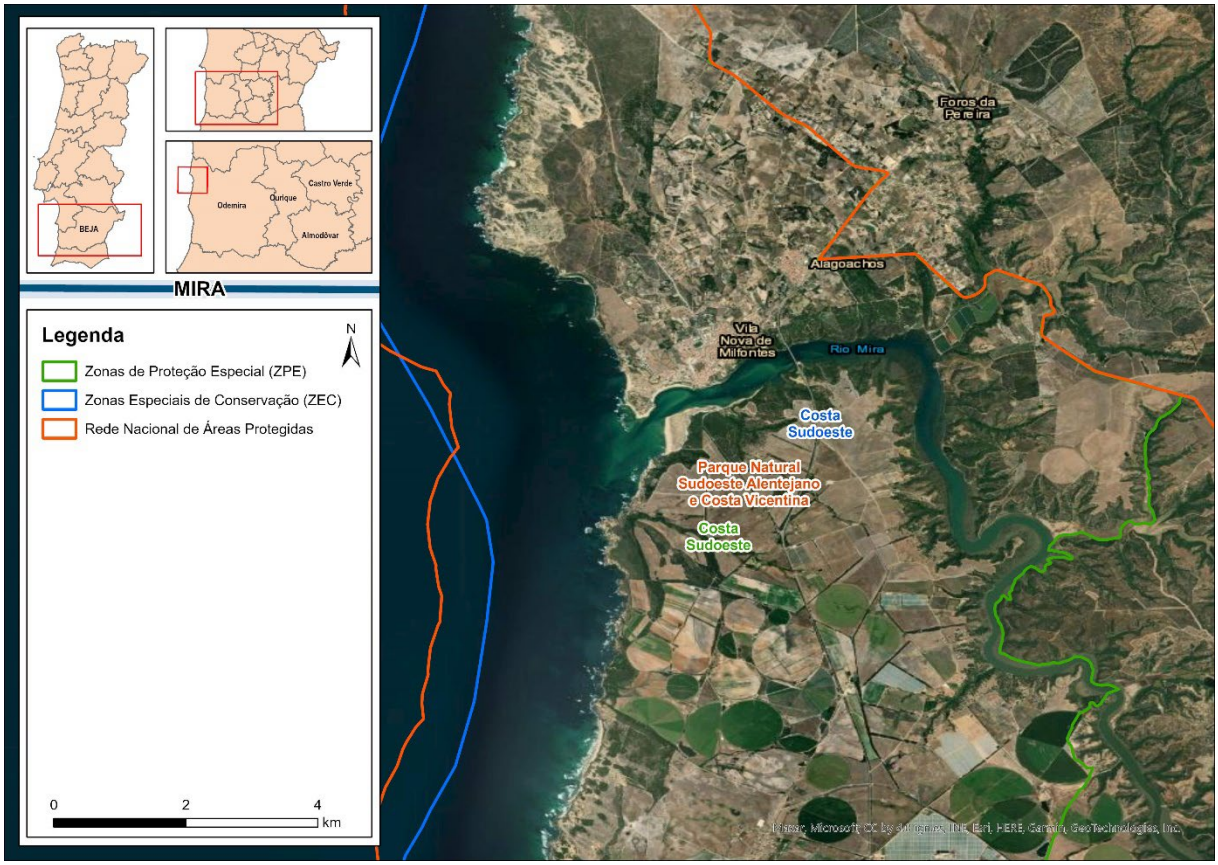

Figura 3.1 - Área de estudo

3.2 LIMITES TEMPORAIS

Em termos temporais, os trabalhos de monitorização (amostragem de macrofauna bentónica) decorreram durante a primavera de 2023, no dia 28 de abril.

3.3 MONITORIZAÇÃO DA MACROFAUNA BENTÓNICA

3.3.1 Parâmetros avaliados

Para a caracterização da macrofauna bentónica foram avaliados os seguintes parâmetros:

- Distribuição e diversidade das espécies;
- Abundância das espécies;
- Parâmetros físico-químicos;
- Avaliação da tolerância e sensibilidade das comunidades bentónicas.

3.3.2 Locais e frequência de amostragem

Foi realizada uma campanha de amostragem de invertebrados bentónicos, no dia 28 de abril 2023, nos oito locais previstos no plano de monitorização (**Quadro 3.1**).

Quadro 3.1 – Locais de amostragem de macroinvertebrados bentónicos.

Local	Latitude	Longitude
B1	37°43'18.53"N	8°46'51.25"W
B2	37°43'14.34"N	8°47'6.40"W
B3	37°43'7.78"N	8°47'16.49"W
B4	37°43'16.64"N	8°47'9.66"W
B5	37°43'17.88"N	8°47'1.72"W
B6	37°43'16.90"N	8°47'14.49"W
B7	37°43'1.64"N	8°47'21.28"W
B8	37°42'56.12"N	8°47'26.16"W

Na **Figura 3.2** são representados espacialmente os locais de amostragem de invertebrados bentónicos.

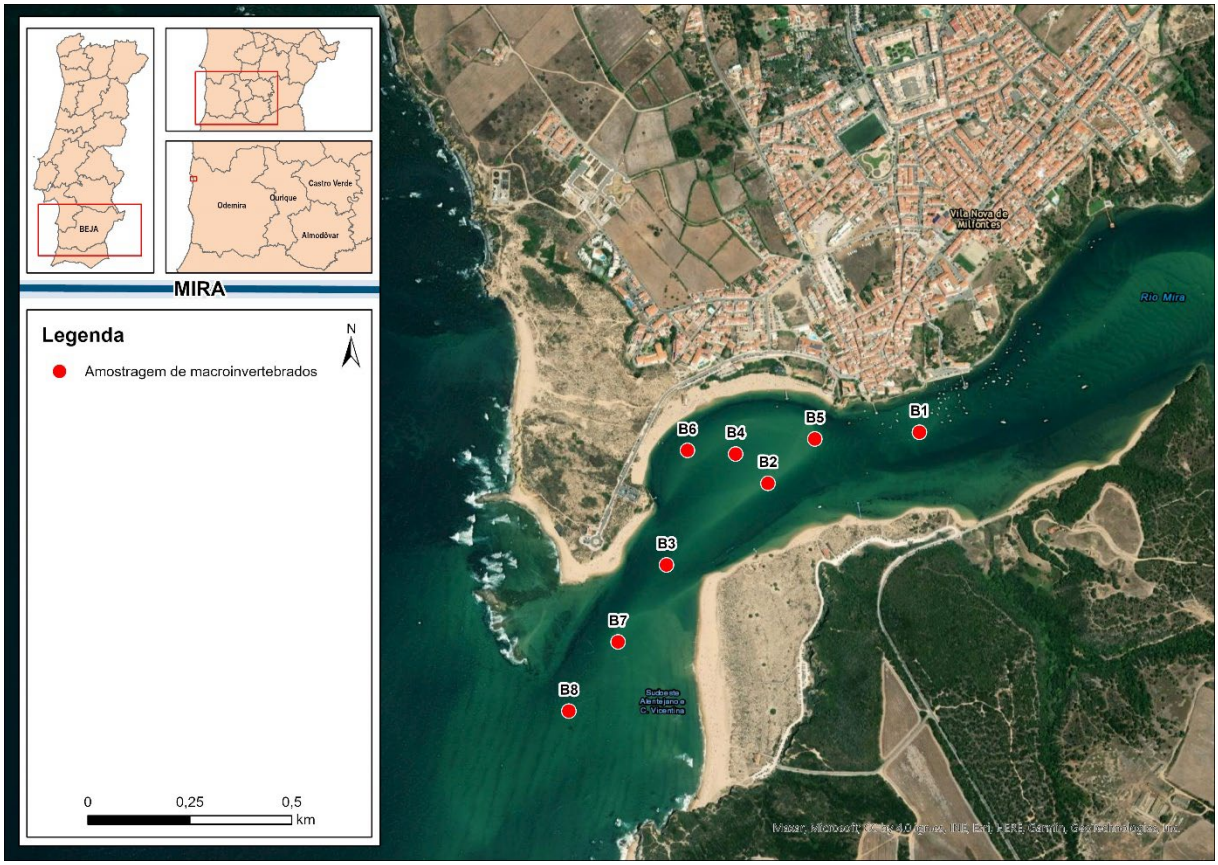

Figura 3.2 - Locais de amostragem.

3.3.3 Técnicas e métodos de amostragem

Para a realização das amostragens da macrofauna bentónica 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 (0,5 m^2 de área de ataque) (**Foto 3.1**). Em cada local de amostragem foram recolhidas duas amostras de sedimento para macrofauna e, imediatamente após a sua recolha, foram sujeitas a uma triagem através da utilização de um crivo 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 daquela onde foram recolhidos os organismos.

Todas as amostras foram devidamente identificadas (dupla etiqueta: 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).

Foto 3.1 - Amostragem de macroinvertebrados com recurso a uma draga do tipo Van Veen.

Em cada local amostrado foi registada a profundidade e medidos parâmetros físico-químicos da água, nomeadamente: temperatura (ºC), salinidade (‰), oxigénio dissolvido (mg/l), e 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 abundante e cuidadosamente lavadas em crivo de 500 µm e triadas em tabuleiros. 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, 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 específico, sempre que possível, 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).

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, caraterização 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 macrofauna bentónica, foram determinadas os seguintes índices:

- Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H');
- Índice de dominância de Simpson (1-λ');
- Índice de equitabilidade de Pielou (J');
- Índice Biótico Marinho (AMBI); para avaliar o nível de perturbação das comunidades)
- 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 o estado ecológico. 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 3.2**) e M-AMBI (**Quadro 3.3**) serão comparados com os valores padronizados, definidos de acordo com as condições de referência, permitindo atribuir uma classe de qualidade que define o estado ecológico 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 3.2 - Sumário da correspondência entre os valores do Índice Biótico Marinho (AMBI), o estado da comunidade bentónica, nível de poluição e o respetivo grau de perturbação (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

AMBI	Grupo ecológico dominante	Estado da comunidade bentónica	Classificação do grau de perturbação
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	Azoico	Extremamente perturbado

Quadro 3.3 - 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

3.4 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE DADOS

Na avaliação dos dados foram considerados como critérios a comparação dos limites temporais e espaciais das comunidades biológicas de macrofauna bentónica em estudo. Os macroinvertebrados bentónicos foram analisados de modo a comparar possíveis impactes 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.

Os dados obtidos possibilitam a avaliação da existência de eventuais diferenças na composição e estrutura das comunidades da macrofauna bentónica nos locais amostrados. Esta avaliação tem como base os descritores bióticos e índices, tais como riqueza específica, abundância, composição específica das comunidades, índice de diversidade de Simpson, índice de diversidade de Shannon-Wiener, índice biótico marinho (AMBI) e o índice M-AMBI utilizado na atribuição da classe de qualidade da massa de água.

Em termos estatísticos, foram utilizados métodos descritivos e, quando necessário, testes estatísticos que permitam detetar diferenças nas variáveis em análise, optando-se pelo nível de significância (p<0,05). No caso em que os dados obtidos não apresentam robustez

suficiente para a realização de testes estatísticos, foi efetuada uma análise qualitativa dos mesmos.

A conjugação dos resultados das várias análises deverá permitir detetar a influência das ações causadores de impacte nas comunidades biológicas, objeto principal da presente monitorização.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 MACROFAUNA BENTÓNICA

No presente estudo foram amostrados um total de 1002 macroinvertebrados bentónicos distribuídos por 18 *taxa*, nos 8 locais de amostragem. Globalmente, foram registadas nove espécies de anelídeos poliquetas, quatro espécies de artrópodes crustáceos e duas espécies de moluscos (**Quadro 4.1**). Em termos de abundância total, os poliquetas (736 indivíduos) e os nematodes (231 indivíduos) foram os grupos mais abundantes, seguido dos restantes grupos (nemertes, crustáceos, moluscos e oligochaetas) (**Quadro 4.1**). O poliqueta *Hesionura elongata* (358 indivíduos) foi a espécie mais abundante 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	736	9	*Capitellida*	1	1
			Phyllodocida	672	6
			Spionida	63	3
Arthropoda	8	4	*Amphipoda*	7	3
			Decapoda	1	1
Mollusca	5	2	*Cardiida*	3	1
			Neogastropoda	2	1
Nematoda	231	1	n.a.	231	1
Nemertea	17	1	n.a.	17	1
Oligochaeta	5	1	n.a.	5	1

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

Quadro 4.2 - Parâmetros físico-químicos e profundidade registada nos locais de amostragem.

Local	Profundidade (m)	Temperatura (°C)	Salinidade (‰)	O_2 (mg/l)	O_2 (%)
B1	6,2	16,84	36,1	8,55	109,7
B2	1,5	16,50	36,1	8,55	108,6
B3	3,0	16,72	36,1	8,56	109,1
B4	2,0	16,59	36,1	8,47	108,3

Local	Profundidade (m)	Temperatura (°C)	Salinidade (‰)	O_2 (mg/l)	O_2 (%)
B5	2,0	16,60	36,1	8,46	108,0
B6	1,5	16,44	36,1	8,54	109,1
B7	2,0	16,57	36,1	7,43	107,7
B8	4,5	16,46	36,1	8,38	106,6

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	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
N	168	150	128	256	154	57	36	73
A. Poliquetas (%)	72,0	82,0	81,3	72,3	65,6	75,4	52,8	82,2
A. Moluscos (%)	0,6	0,0	0,8	0,4	0,0	1,8	0,0	1,4
A. Crustáceos (%)	1,8	0,7	0,0	0,8	0,0	0,0	2,8	1,9
A. Outros (%)	25,6	17,3	18,0	26,6	34,4	22,8	44,4	20,8
S	8	7	6	8	5	7	7	6
D	1,36	1,19	1,03	1,26	0,79	1,48	1,67	1,25
J’	0,59	0,75	0,77	0,71	0,72	0,77	0,90	0,57
ES_{50}	4,91	5,69	4,78	5,60	3,64	6,63	7,00	5,88
H’	1,24	1,47	1,38	1,48	1,16	1,50	1,76	1,03
1-λ’	0,66	0,74	0,72	0,73	0,67	0,75	0,82	0,51
AMBI	1,49	1,53	1,99	1,67	1,52	1,50	2,67	0,74
Índice Biótico	2	2	2	2	2	2	2	1
Grau de Perturbação	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	NP
M-AMBI	0,85	0,85	0,77	0,89	0,71	0,86	0,84	0,78
Qualidade Ecológica	Elevada	Elevada	Boa	Elevada	Boa	Elevada	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; ES50 – 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 (MP – moderadamente perturbado; LP – ligeiramente perturbado e NP – não perturbado); M-AMBI - Índice Biótico Marinho multiparamétrico com respetivo nível de qualidade ecológica.

Em termos de abundância, destaca-se o local B4 com o maior número de indivíduos (N= 256), sendo a espécie *Hesionura elongata* a que contribui de forma mais expressiva para os valores

registados, tal como foi observado nas campanhas de monitorização anteriores, referentes à fase de Pré e Pós-Obra (Bioinsight, 2017a; 2019b) e também na campanha antecedente da fase Pós-obra (Aqualogus, 2022). Quanto à riqueza especifica, os locais que apresentaram maior número de *taxa* foram, B1 e B4, seguidos de B2, B6 e B7. Comparando com a campanha antecedente (Aqualogus, 2022) verifica-se que a riqueza foi superior na presente campanha. Sobre este descritor, destaca-se o local B6 como aquele que apresentou maior coerência em termos de riqueza ao longo das várias campanhas de monitorização. No entanto em termos globais, verificou-se uma ampla variabilidade neste descritor entre locais, sendo que os locais B4, B5 e B6 apresentaram maior riqueza sobretudo nos estudos em fase de Pós-Obra (Bioinsight, 2019a; 2019b).

No que respeita ao índice de diversidade Shannon-Wiener B7, B6, B4 e B2 apresentaram os valores mais elevados. Comparativamente, na campanha antecedente (Aqualogus, 2022) B1 e B8 foram os locais com o valor do índice mais elevado, sendo semelhantes aos valores obtidos na fase de Pós-Obra (ano 1) (Bioinsight, 2019a). Relativamente à equitabilidade de Pielou, os locais onde se verificou uma maior uniformidade na distribuição dos indivíduos no universo das espécies identificadas foram os locais, B7, B6, B3 e B2. Comparando com a campanha antecedente (Aqualogus, 2022), o local B7 também revelou uma elevada uniformidade. Globalmente, este descritor apresentou uma variação considerável nos estudos que antecedem a presente monitorização. Ainda assim, a ordem de valores é comparável, sendo que na presente campanha os valores deste índice foram mais elevados do que na fase de Pós-Obra (ano 2) (Bioinsight, 2019b) mas de magnitude semelhante quando comparado com a fase Pós-Obra (ano 1) (Bioinsight, 2019a).

Quanto ao Índice de dominância de Simpson, o local B7 revelou o valor mais elevado, sendo coerente com os resultados da campanha antecedente (Aqualogus, 2022). Comparando com os dados históricos, verifica-se que os resultados obtidos para este descritor se assemelham ao obtido na fase na fase de Pós-Obra (ano 1) (Bioinsight, 2019a). Na **Figura 4.1** são representados os resultados do índice AMBI e a proporção dos grupos ecológicos em função do seu nível de tolerância à perturbação, 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 do AMBI, quase todos os locais apresentaram a categoria de ligeiramente perturbado, exceto o local B8 que apresentou a classe não perturbado (**Figura 4.2**). Tal como na campanha antecedente (Aqualogus, 2022) a o grau de perturbação revelado foi reduzido, sendo que apenas o local B7 tinha apresentado, anteriormente, sinais de perturbação moderada, o que não se verificou na presente campanha. Comparando os valores determinados para este índice e os valores obtidos em estudos anteriores (Bioinsight, 2019a;2019b) verifica-se que, um modo global, o nível de perturbação das comunidades de

macroinvertebrados se mantém na mesma classe – ligeiramente perturbado (LP), como observado na fase de Pré-Obra e posteriormente na fase Pós-Obra.

Relativamente aos valores do M-AMBI, os locais de amostragem B3 e B5 apresentaram uma classe de qualidade boa, enquanto os restantes apresentaram qualidade elevada (**Figura 4.3**). Nos estudos anteriores (Bioinsight, 2019a; 2019b) os valores deste índice para os vários locais enquadraram-se nas classes elevada ou boa com algumas variações entre locais nas diferentes fases do projeto (Pré e Pós-Obra). Na presente monitorização, tal como na campanha antecedente (Aqualogus, 2022) verificou-se que, de um modo global, os locais amostrados se enquadraram na classe elevada ou boa. Relativamente aos locais que revelaram pior qualidade na campanha anterior (B2 e B5), verificou-se na presente monitorização que estes se encontram com qualidade boa (B5) e elevada (B2).

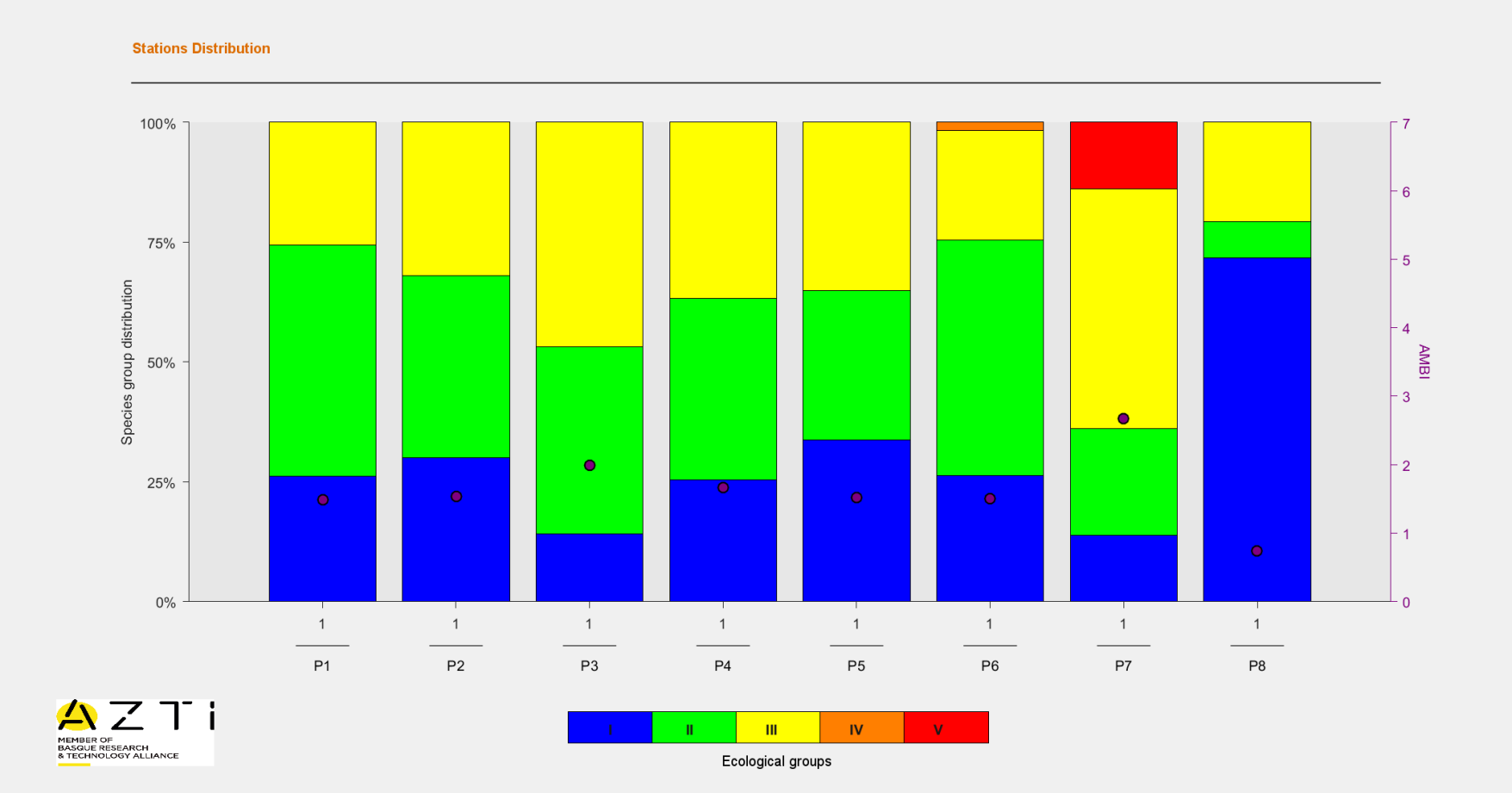

Figura 4.1 - Valor do índice AMBI por local de amostragem com apresentação da proporção dos grupos ecológicos em função do seu nível de tolerância à perturbação/contaminação
(sendo que, I são espécies sensíveis e V corresponde a espécie oportunistas de 1ª ordem). P1 corresponde a B1, P2 a B2 (…) e P8 a B8.

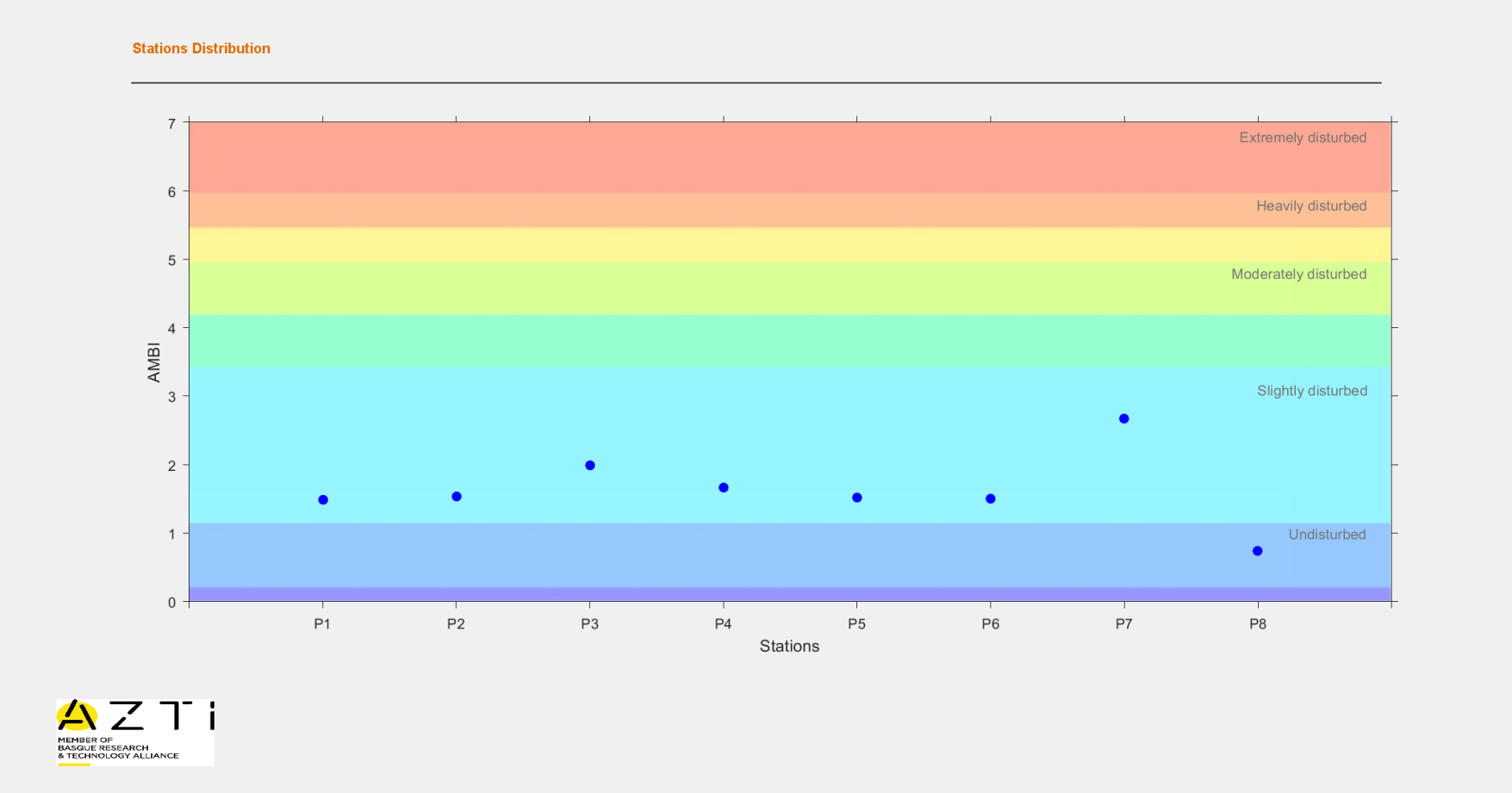

Figura 4.2 - Valor do índice AMBI por local de amostragem com indicação do grau de perturbação (azul – não perturbado; verde – ligeiramente perturbado; amarela – moderadamente perturbado; laranja – muito perturbado; vermelho – extremamente perturbado). P1 corresponde a B1, P2 a B2 (…) e P8 a B8.

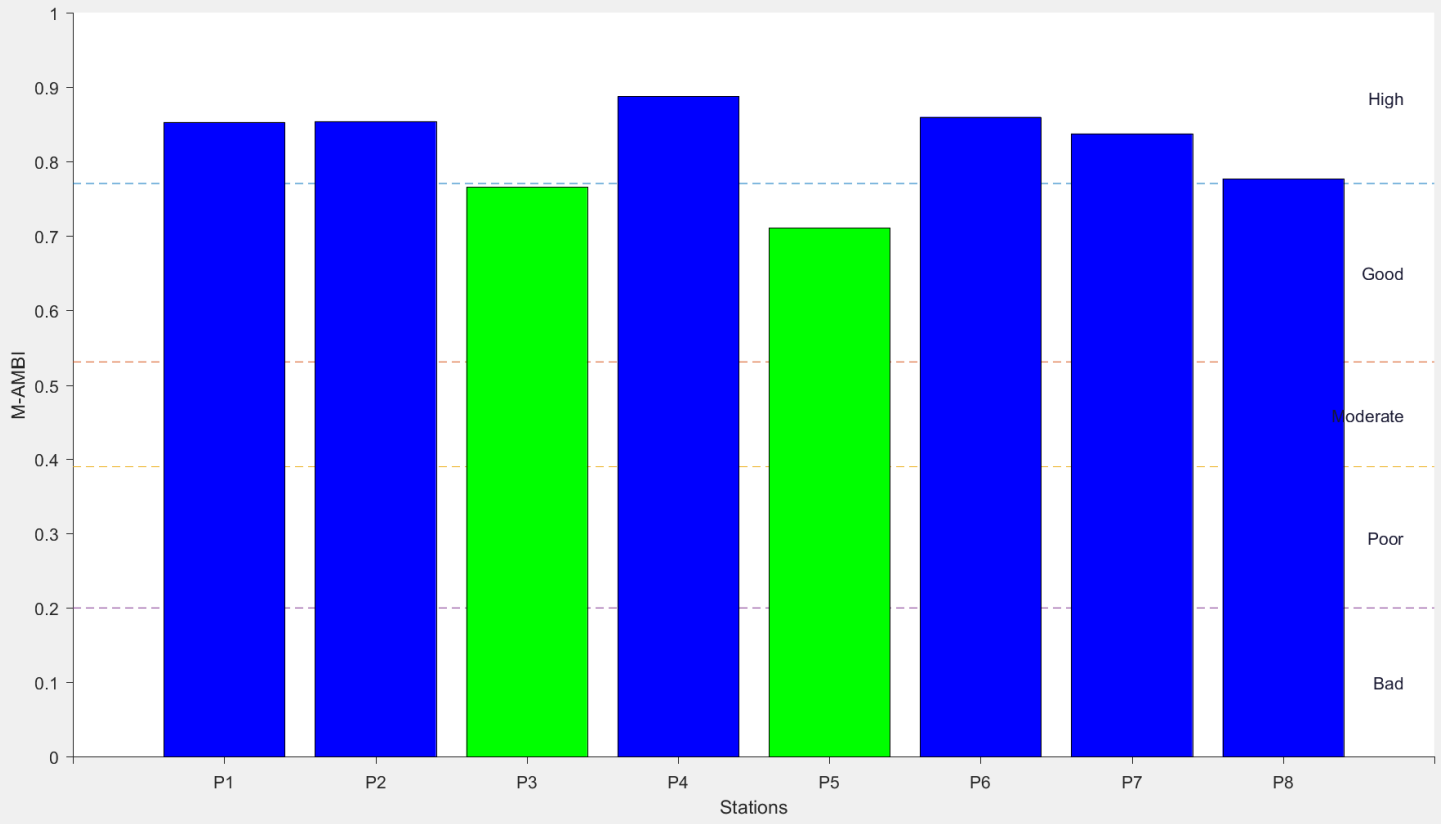

Figura 4.3 - Valor do M-AMBI por local de amostragem com indicação das classes de qualidade. P1 corresponde a B1, P2 a B2 (…) e P8 a B8.

4.2 AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DAS MEDIDAS DE ADOTADAS PARA PREVENIR OU REDUZIR IMPACTES

A presente monitorização refere-se à fase de Pós-Obra, enquadrando-se assim no seguimento de outros estudos do programa de monitorização da componente de ecologia, referentes à mesma fase (Bioinsight, 2019a; 2019b).

Relativamente à comunidade de macroinvertebrados bentónicos, tal como nos estudos que antecedem a presente monitorização, não foram detetados impactes relevantes sobre estes organismos que apresentaram, de um modo global, sinais de perturbação ligeira e qualidade boa ou elevada. Assim, os resultados indicam que as ações de dragagem seguiram as boas práticas, sendo conduzidas de forma a prevenir e reduzir possíveis impactes, evitando descargas acidentais do material dragado e minimizando a dispersão dos materiais para fora das áreas designadas para o efeito.

4.3 COMPARAÇÃO COM OS IMPACTES PREVISTOS NO EIA

De acordo com o EIA do Projeto de Transposição de Sedimentos da Foz do Rio Mira para Reforço do Cordão Dunar na Praia da Franquia, as ações de dragagem e transposição de sedimentos afetariam diretamente os habitats e a fauna bentónica, através da destruição da zona bentónica e consequente perturbação do meio pelágico. Previam-se assim impactes negativos diretos, mas também que as áreas afetadas iriam, ao longo do tempo, ser recolonizadas pela macrofauna bentónica que desempenha funções vitais na estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos, constituindo a base de diversas cadeias tróficas (Pinto, 2009). Acresce referir que, para a fase de exploração, o EIA indicava que o aumento da navegação de embarcações implicaria um acréscimo de perturbação, o que poderia afetar a macrofauna bentónica.

Os resultados da presente monitorização, tal como os estudos antecedentes (Bioinsight, 2019a; 2019b), não indicam a ocorrência de alterações significativas na comunidade, pelo que não é evidente que este impacte tenha ocorrido e, sobretudo, que se mantenha na fase atual de Pós-Obra. Eventualmente, os reduzidos impactes gerados pelas ações do projeto poderão ter sido superados pelas comunidades de macroinvertebrados bentónicos que revelam de um modo global sinais de perturbação ligeira e qualidade boa ou elevada.

5 CONCLUSÕES

Os resultados da avaliação da comunidade de macroinvertebrados bentónicos no presente relatório, que constitui o relatório final do plano de monitorização assim como previsto na DECAPE, revela que os impactes gerados pelas ações do projeto não prejudicaram de forma relevante os seus organismos, em termos de estrutura, composição, bem como a sua qualidade. Tal como descrito nos estudos anteriores do programa de monitorização (Bioinsight, 2019b), as comunidades avaliadas nas diferentes fases do projeto – Fase Pré Obra e Pós Obra – não apresentaram um desvio significativo em termos de perturbação e qualidade. Verificaram-se diferenças pontuais nas diversas fases do projeto e entre os vários locais de amostragem, mas de um modo global, o nível de perturbação é reduzido e a qualidade é boa ou elevada. Na fase de Pré-Obra (Bioinsight, 2019b), verificou-se que o grau de perturbação foi – Ligeiramente perturbado para todos os locais e a qualidade elevada (B1, B2, B3, B4 e B6) ou boa (B5, B7 e B8). Também na fase de Pós-Obra (Bioinsight, 2019b), grau de perturbação foi – Ligeiramente perturbado para o ano 1 e 2 (com exceção do local B7 que se apresentou com menor perturbação – classificado como não perturbado – no ano 2). Em termos de qualidade ecológica na fase de Pós-Obra (Bioinsight, 2019b), no ano 1, a generalidade dos locais apresentou qualidade boa (B1, B2, B3, B6, B7 e B8) tendo os restantes apresentado qualidade elevada (B4 e B5). No ano 2 os resultados foram semelhantes, onde B4, B5 e B6 apresentaram qualidade elevada e os restantes qualidade boa.

Na presente campanha foi também determinada uma qualidade boa e grau de perturbação ligeiro na generalidade dos locais. Seis dos locais apresentaram qualidade elevada (B1, B2, B4, B6, B7 e B8) e dois apresentaram qualidade boa (B3 e B5) de acordo com o índice M-AMBI. Em relação ao índice AMBI, todos os locais apresentaram um grau de perturbação ligeiro, com exceção do local B8, que se apresentou como não perturbado. Importa referir que os locais identificados com sinais de qualidade inferior, na campanha antecedente (Aqualogus, 2022), apresentaram na presente monitorização qualidade superior, como no caso do local B2, B5 e B7 todos classificados com ligeiramente perturbado (AMBI) ou qualidade elevada (B2 e B7) e boa (B5) de acordo com o M-AMBI. Deste modo, ao comparar os resultados obtidos nas diferentes fases do projeto, verifica-se que, globalmente as comunidades não revelaram sinais de perturbação evidentes ou redução da qualidade.

Como referido, as comunidades de macroinvertebrados bentónicos apresentaram globalmente sinais de perturbação ligeira. Em termos de abundância, diversidade e equitabilidade, os resultados obtidos são comparáveis com os estudos anteriores (Bioinsight, 2019b), sendo a espécie mais abundante o poliqueta *Hesionura elongata*. Sobre as comunidades de macroinvertebrados bentónicos, importa referir que estas são sujeitas a variações sazonais bastante marcadas, que se refletem na riqueza taxonómica, densidade de organismos e, também, nos índices bióticos utilizados para a avaliação de qualidade

ecológica, particularmente em sistemas muito dinâmicos como estuários (Pinto, 2009). Refere-se ainda, que as comunidades bentónicas poderão ser afetadas por fatores exógenos ao projeto, não relacionados com a deposição de sedimentos, tais como outras pressões de origem antropogénica existentes na bacia hidrográfica do Rio Mira.

Conclui-se assim, com base na análise dos resultados obtidos no curso do presente plano de monitorização e comparando a Fase de Pré Obra e Pós Obra, que as comunidades de macroinvertebrados refletem de um modo global boa qualidade ecológica, não sendo evidentes sinais de perturbação relativos às ações geradas pelo Projeto de Transposição de Sedimentos da Foz do Rio Mira para Reforço do Cordão Dunar na Praia da Franquia. Deste modo, face aos resultados alcançados que indicam a não ocorrência de impactes substanciais sobre o elemento macrofauna bentónica, não se propõe a continuidade do presente plano de monitorização.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aqualogus, (2022). Plano de Monitorização da Evolução de fundos estuarinos, Ecologia e Património cultural da Foz do rio Mira e praias adjacentes - Fase de Pós-obra. Relatório elaborada pela Aqualogus Lda para a APA I.P., novembro 2022.

Bioinsight (2017a). Elaboração de "Programa de Monitorização para as Componentes de Evolução dos Fundos Estuarinos e Ecologia, para o Projeto de Transposição de Sedimentos da Foz do Rio Mira para Reforço Dunar" – Relatório da Fase de Pré-obra (Componente de Ecologia). Relatório elaborado para a Polis Litoral Sudoeste. Bioinsight, Lda. Odivelas, março de 2017.

Bioinsight (2017b). Elaboração de "Programa de Monitorização para as Componentes de Evolução dos Fundos Estuarinos e Ecologia, para o Projeto de Transposição de Sedimentos da Foz do Rio Mira para Reforço Dunar" – Relatório da Fase de Pré-obra (Componente de Ecologia). Relatório elaborado para a Polis Litoral Sudoeste. Bioinsight, Lda. Odivelas, março de 2017.

Bioinsight (2019a). Elaboração de "Programa de Monitorização para as Componentes de Evolução dos Fundos Estuarinos e Ecologia, para o Projeto de Transposição de Sedimentos da Foz do Rio Mira para Reforço Dunar" – Relatório da Fase de Pós-Obra (Componente de Ecologia – Ano 1). Relatório elaborado para a Polis Litoral Sudoeste. Bioinsight, Lda. Odivelas, fevereiro de 2019.

Bioinsight (2019b). Elaboração de "Programa de Monitorização para as Componentes de Evolução dos Fundos Estuarinos e Ecologia, para o Projeto de Transposição de Sedimentos da Foz do Rio Mira para Reforço Dunar" – Relatório da Fase de Pós-obra (Ano 2) (Componente de Ecologia – Ano 2). Relatório elaborado para a Polis Litoral Sudoeste. Bioinsight, Lda. Odivelas, dezembro de 2019.

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.

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

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

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

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.

Marine Species Identification Portal (n.d.). Acedido em novembro 2022; http://species-identification.org

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

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.

Pinto, V. C. (2009). Ecologia e qualidade ecológica de comunidades de macroinvertebrados bentónicos em zonas costeiras e estuarinas: abordagem comparativa. Tese de mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

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

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

AQUALOGUS
Engenharia e Ambiente

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