



Plano de Monitorização da Evolução de Fundos Estuarinos, Ecologia e Património Cultural na Foz do Rio Mira e Praias Adjacentes

Monitorização da Evolução dos Fundos Estuarinos

Relatório da Fase de Pós-Obra 2023 – 1º Semestre

PT-B-22017-MON-1-03-0

27/06/2023



FINANCIAMENTO



Histórico do Documento

| Revisão | Descrição | Editado | Verificado | Aprovado | Data |
|---------|----------------------|---------|------------|----------|------------|
| 0 | Emissão de Documento | BAP/DSF | DSF | DSF | 27/06/2023 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

ÍNDICE

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. | Identificação do projeto e da fase do projeto | 1 |
| 1.2. | Identificação e objetivos da monitorização | 1 |
| 1.3. | Âmbito do relatório de monitorização | 1 |
| 1.4. | Enquadramento legal..... | 2 |
| 1.5. | Apresentação da estrutura do relatório | 2 |
| 1.6. | Autoria técnica do relatório | 3 |
| 2. | ANTECEDENTES..... | 4 |
| 2.1. | Antecedentes relacionados com os processos de AIA e Pós-AIA..... | 4 |
| 2.2. | Antecedentes relacionados com a monitorização da evolução dos fundos estuarinos | 4 |
| 3. | DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO | 7 |
| 3.1. | Parâmetros avaliados..... | 7 |
| 3.2. | Locais de amostragem | 7 |
| 3.3. | Frequência de amostragem..... | 8 |
| 3.4. | Técnicas e métodos de recolha de dados | 8 |
| 3.5. | Método de tratamento de dados e critérios de avaliação..... | 9 |
| 4. | RESULTADOS DO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO | 10 |
| 4.1. | Evolução dos fundos estuarinos..... | 10 |
| 4.2. | Evolução dos perfis de praia | 15 |
| 4.3. | Evolução da caracterização granulométrica | 20 |
| 5. | CONCLUSÕES..... | 4 |
| 5.1. | Síntese da avaliação dos impactes monitorizados..... | 4 |
| 5.2. | Avaliação da eficácia dos métodos de amostragem | 5 |
| 5.3. | Proposta de revisão ao programa de monitorização | 6 |
| 6. | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 7 |

Figuras

- Figura 1 – Planta geral da foz do rio Mira. Os perfis transversais encontram-se numerados de 1 a 11 (laranja). A área de intervenção está definida pelo polígono verde. As localizações espaciais das amostras sedimentares estão representadas com círculos brancos. O canal de navegação está representado a azul e a zona de dragagem entre o canal de navegação e a praia da Franquia está representada a amarelo. O sistema de retenção dunar localiza-se a nascente do perfil transversal 10. O sistema de coordenadas geográficas está referido ao PT-TM06 ETRS89. 8
- Figura 2 – Modelo digital do terreno do levantamento topo-hidrográfico de agosto de 2022. As coordenadas horizontais estão referidas ao sistema PT-TM06 ETRS89. As cotas estão referidas ao Zero Hidrográfico. 10
- Figura 3 – Diferenças entre o modelo digital do terreno do levantamento topo-hidrográfico de agosto de 2022 e o de outubro de 2019. As coordenadas horizontais estão referidas ao sistema PT-TM06 ETRS89. A transparência indica diferenças entre +0,5 m e -0,5 m. 11
- Figura 4 - Modelo digital do terreno do levantamento topo-hidrográfico de outubro de 2022. As coordenadas horizontais estão referidas ao sistema PT-TM06 ETRS89. As cotas estão referidas ao Zero Hidrográfico. 11
- Figura 5 - Diferenças entre o modelo digital do terreno do levantamento topo-hidrográfico de outubro de 2022 e o de agosto de 2022. As coordenadas horizontais estão referidas ao sistema PT-TM06 ETRS89. A transparência indica diferenças entre +0,5 m e -0,5 m. 12
- Figura 6 - Modelo digital do terreno do levantamento topo-hidrográfico de abril de 2023. As coordenadas horizontais estão referidas ao sistema PT-TM06 ETRS89. As cotas estão referidas ao Zero Hidrográfico. 13
- Figura 7 - Diferenças entre o modelo digital do terreno do levantamento topo-hidrográfico de abril de 2023 e o de outubro de 2022. As coordenadas horizontais estão referidas ao sistema PT-TM06 ETRS89. A transparência indica diferenças entre +0,5 m e -0,5 m. 14
- Figura 8 – Perfis transversais ao longo da praia das Furnas (face oceânica), P01 a P04, da praia das Furnas (face estuarina), P05 A P07, e da praia da Franquia, P08 a P11. 19
- Figura 9 – Características sedimentares das amostras superficiais recolhidas nos vários perfis transversais (P01 a P11) ao longo do tempo. 1

Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Equipa técnica envolvida no trabalho de Monitorização da Evolução dos Fundos Estuarinos (Ano 2023)..... | 3 |
| Tabela 2 – Relatórios de monitorização realizados anteriormente..... | 5 |
| Tabela 3 – Métodos de tratamento de dados e critérios de avaliação adotados..... | 9 |
| Tabela 4 – Volume sedimentar acima da cota -1,5 mZH no canal de navegação, definido em Projeto de Execução..... | 14 |
| Tabela 5 - Volume sedimentar acima da cota -1,0 mZH na zona entre o canal de navegação e a praia da Franquia, definido em Projeto de Execução..... | 15 |
| Tabela 6 – Percentagem de sedimentos que se enquadram nas classes de sedimentos definidas, nos locais de recolha de amostras de sedimento, em cada um dos perfis (campanha do 2º semestre de 2022)..... | 2 |
| Tabela 7 - Percentagem de sedimentos que se enquadram nas classes de sedimentos definidas, nos locais de recolha de amostras de sedimento, em cada um dos perfis (campanha do 1º semestre de 2023)..... | 3 |

1. INTRODUÇÃO

1.1. Identificação do projeto e da fase 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 e objetivos da monitorização

O **Plano de Monitorização da Evolução de Fundos Estuarinos, Ecologia e Património Cultural na Foz do Rio Mira e Praias Adjacentes** engloba, na componente de **Monitorização da Evolução de Fundos Estuarinos**, a realização de levantamentos topo-hidrográficos, perfis de praia das praias intervencionadas e adjacentes, a recolha e análise granulométrica de sedimentos de praia, e ainda observações periódicas da eficácia do sistema de retenção sedimentar.

O **Plano de Monitorização da Evolução de Fundos Estuarinos** tem como objetivos:

- Acompanhar a evolução do troço terminal do estuário do Mira, nomeadamente através da monitorização da evolução da morfologia das zonas emersas, da topo-hidrografia e posição dos canais, do banco arenoso e das praias intervencionadas;
- Avaliar os padrões de sedimentação ao longo do tempo de exploração do projeto, de forma a avaliar a potencial necessidade de dragagens de manutenção no futuro;
- Identificar a existência e/ou a tendência para a alteração do equilíbrio dos sistemas naturais, detetando atempadamente situações críticas de assoreamento ou de erosão;
- Definir ações ou medidas a tomar, no imediato ou no futuro, para que os fatores geradores de potenciais impactes negativos sejam minimizados ou atempadamente corrigidos;
- Monitorizar o comportamento e desempenho das ações de reforço das praias, identificando eventuais perdas de sedimentos do sistema, bem como a evolução do sistema dunar em função das intervenções de proteção que estão previstas.

1.3. Âmbito do relatório de monitorização

O presente relatório de apresenta resultados das campanhas de monitorização da componente de **Evolução dos Fundos Estuarinos**, nomeadamente do levantamento topo-hidrográfico, recolha de amostras de sedimentos para análise granulométrica e avaliação dos perfis de praia, correspondentes à **Fase de Pós-Obra** e realizados no **ano 2023 (1º Semestre)**.

A observação da eficácia dos sistemas de retenção sedimentar estava incluída no âmbito do anterior Relatório de Monitorização (HAEDDES, 2022a). Conforme referido nesse Relatório de Monitorização, referente ao ano 2022 (1º Semestre), o sistema de retenção sedimentar não se encontra no local,

sendo que, por essa razão, a observação da eficácia deste sistema não foi efetuada desde então, incluindo no âmbito do presente Relatório de Monitorização.

A área intervencionada encontra-se inserida no Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina (PNSACV), corresponde a uma extensão de costa que se caracteriza, entre outros, pelo seu valor geológico e pela elevada biodiversidade presente. 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.

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 EIA relativo ao projeto em causa apresenta um programa de monitorização para os descritores considerados mais sensíveis. Essa imposição legal foi formalizada na DCAPE emitida a 16 de agosto de 2016.

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

1.5. Apresentação da estrutura do relatório

O presente relatório de monitorização seguiu a estrutura definida na Portaria n.º 395/2015 de 4 de novembro. O seu conteúdo foi adaptado ao âmbito dos trabalhos efetuados, tal como previsto nesta mesma Portaria, sendo organizado em seis capítulos:

O **Capítulo 1** apresenta a **Introdução**, que inclui a descrição e fase do projeto, objetivos da monitorização, enquadramento legal do projeto e do relatório de monitorização e autoria técnica do relatório;

O **Capítulo 2** apresenta os **Antecedentes** do projeto, que inclui referências a documentos antecedentes (AIA e pós-AIA);

O **Capítulo 3** apresenta a **Descrição do Programa de Monitorização** que inclui a definição dos parâmetros avaliados, locais de amostragem, técnicas e métodos de recolha de dados, métodos de tratamento e critérios de avaliação;

O **Capítulo 4** apresenta os **Resultados do Programa de Monitorização**, que inclui a apresentação e discussão dos resultados obtidos;

O **Capítulo 5** apresenta as **Conclusões**, que inclui a síntese da avaliação de impactes monitorizados e análise do plano e/ou das medidas de mitigação em curso;

O **Capítulo 6** apresenta as **Referências Bibliográficas**;

1.6. Autoria técnica do relatório

A equipa técnica responsável pelo presente relatório de monitorização e pelo trabalho de campo é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Equipa técnica envolvida no trabalho de Monitorização da Evolução dos Fundos Estuarinos (Ano 2023).

| Nome | Formação | Funções |
|------------------------|---|---|
| Diogo Fonseca | Engº Civil, MSc, especialista em Engenharia Costeira e Portuária | Coordenação do Relatório de Monitorização |
| Bárbara Proença | Licenciada em Ciências do Mar MSc em Meteorologia e Oceanografia Física PhD em Biogeoquímica e Ecossistemas | Interpretação dos levantamentos topohidrográficos e dos perfis de praia. Interpretação da análise granulométrica de sedimentos |
| Victor Silva | Engenheiro Topográfico | Realização de levantamentos topohidrográficos, perfis de praia e campanha de recolha de sedimentos |

Citação recomendada:

HAEDDES (2023). Elaboração de “Plano de Monitorização da Evolução de Fundos Estuarinos, Ecologia e Património Cultural na Foz do Rio Mira e Praias Adjacentes” – Relatório da Fase de Pós-Obra (Ano 2023 – 1º Semestre) (Componente de Evolução dos Fundos Estuarinos). Relatório elaborado para a Agência Portuguesa do Ambiente. HAEDDES Portugal Lda., Santarém, junho de 2023.

2. ANTECEDENTES

2.1. Antecedentes relacionados com os 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 Decisão sobre a Conformidade Ambiental do Projeto de Execução 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 de hidrodinâmica e transito sedimentar 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. Antecedentes relacionados com a monitorização da evolução dos fundos estuarinos

Até à presente data, foram realizados os seguintes sete relatórios de monitorização (ver Tabela 2):

- 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 junho de 2019 (Bioinsight, 2019b);
- Relatório de Monitorização da Fase de Pós-obra, datado de dezembro de 2019 (Bioinsight, 2019c).
- Relatório de Monitorização da Fase de Pós-obra, datado de setembro de 2022 (HAEDDES, 2022a).
- Relatório de Monitorização da Fase de Pós-obra, datado de dezembro de 2022 (HAEDDES, 2022b).

Tabela 2 – Relatórios de monitorização realizados anteriormente.

| Referência do Relatório de Monitorização | Data da Campanha de Monitorização | Fase do Projeto |
|--|-----------------------------------|-----------------|
| Bioinsight (2017a) | 2 e 6 de fevereiro de 2017 | Pré-Obra |
| Bioinsight (2017b) | 19 e 20 de setembro de 2017 | Obra |
| Bioinsight (2019a) | 3 e 4 de fevereiro de 2019 | Pós-Obra |
| Bioinsight (2019b) | 20 de maio de 2019 | Pós-Obra |
| Bioinsight (2019c) | 21, 22 e 23 de outubro de 2019 | Pós-Obra |
| HAEDDES (2022a) | 8 e 9 de agosto de 2022 | Pós-Obra |
| HAEDDES (2022b) | 27 de outubro de 2022 | Pós-Obra |

De acordo com Bioinsight (2019c): *“No Relatório de Síntese da Fase de EIA (NEMUS, 2015a) foi referido que os impactes resultantes das ações de dragagens seriam positivos, uma vez que as mesmas iriam contrariar o progressivo assoreamento a que se assiste há vários anos no troço terminal do estuário do rio Mira. Adicionalmente, foi referido que o destino final dos dragados, que seriam depositados na praia da Franquia, corresponderia à ocorrência de um impacte positivo sobre as condições fisiográficas deste local.*

Após a análise dos resultados obtidos foi possível verificar que a área dragada já voltou à situação inicial, e que houve uma diminuição considerável da batimetria na área de deposição de areias na praia da Franquia, sobretudo na sua extremidade sudeste, adjacente à área dragada, entre a fase de Obra e Pós-Obra. Na extremidade oeste da face oceânica da praia das Furnas (onde se depositou o excedente da areia dragada) verificou-se também uma significativa diminuição da batimetria na zona mais declivosa, levando a um recuar da zona de espraio.

No EIA (Nemus, 2015a, 2015b e 2015c) tinha sido feita a previsão da necessidade de dragagens de manutenção periódicas, uma vez que se está perante um sistema dinâmico, em permanente evolução, com a previsível deposição gradual de sedimentos nas zonas intervencionadas. Contudo, o Estudo Prévio estimou que ocorresse à escala da década, verificando-se agora essa necessidade a uma escala temporal muito inferior.”

Conforme acima referido, e 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 de hidrodinâmica e trânsito sedimentar realizados, permanecendo, então, dúvidas sobre a evolução dos fundos estuarinos no estuário do rio Mira resultante do Projeto.

3. DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO

3.1. Parâmetros avaliados

A campanha de monitorização da componente de Evolução dos Fundos Estuarinos – Fase de Pós-Obra – 2023 – 1º Semestre avaliou os seguintes parâmetros:

- Topo-hidrografia da totalidade da área intervencionada:
 - volume sedimentar acima da cota de rasto (-1,50 mZH) no canal de navegação;
 - volume sedimentar acima da cota -1,00 mZH na zona entre o canal de navegação e a praia da Franquia;
- Perfis de praia das praias intervencionadas:
 - deslocamento relativo da cota de PMAV (+3,39 mZH) nos vários perfis transversais;
- Análise granulométrica de sedimentos de praia:
 - análise de acordo com a norma ASTM E11;

3.2. Locais de amostragem

A campanha de monitorização da componente de Evolução dos Fundos Estuarinos – Fase de Pós-Obra – 2023 – 1º Semestre considerou os seguintes locais de amostragem:

- Topo-hidrografia da totalidade da área intervencionada

O levantamento topo-hidrográfico (LTH) foi realizado entre a ponte de Vila Nova de Milfontes e a embocadura de maré do rio Mira, contemplando a Praia das Furnas (nas suas faces oceânica e estuarina) e a praia da Franquia (Figura 1).
- Perfis de praia das praias intervencionadas:

Foram realizados 11 perfis de praia assinalados na Figura 1, sendo 4 localizados na praia da Franquia, 4 na face oceânica da praia das Furnas e 4 na face estuarina da praia das Furnas.
- Análise granulométrica de sedimentos de praia

Foram recolhidas 33 amostras sedimentares (Figura 1), correspondentes a 3 amostras por perfil de praia, caracterizadoras da alta praia, média praia e baixa praia.

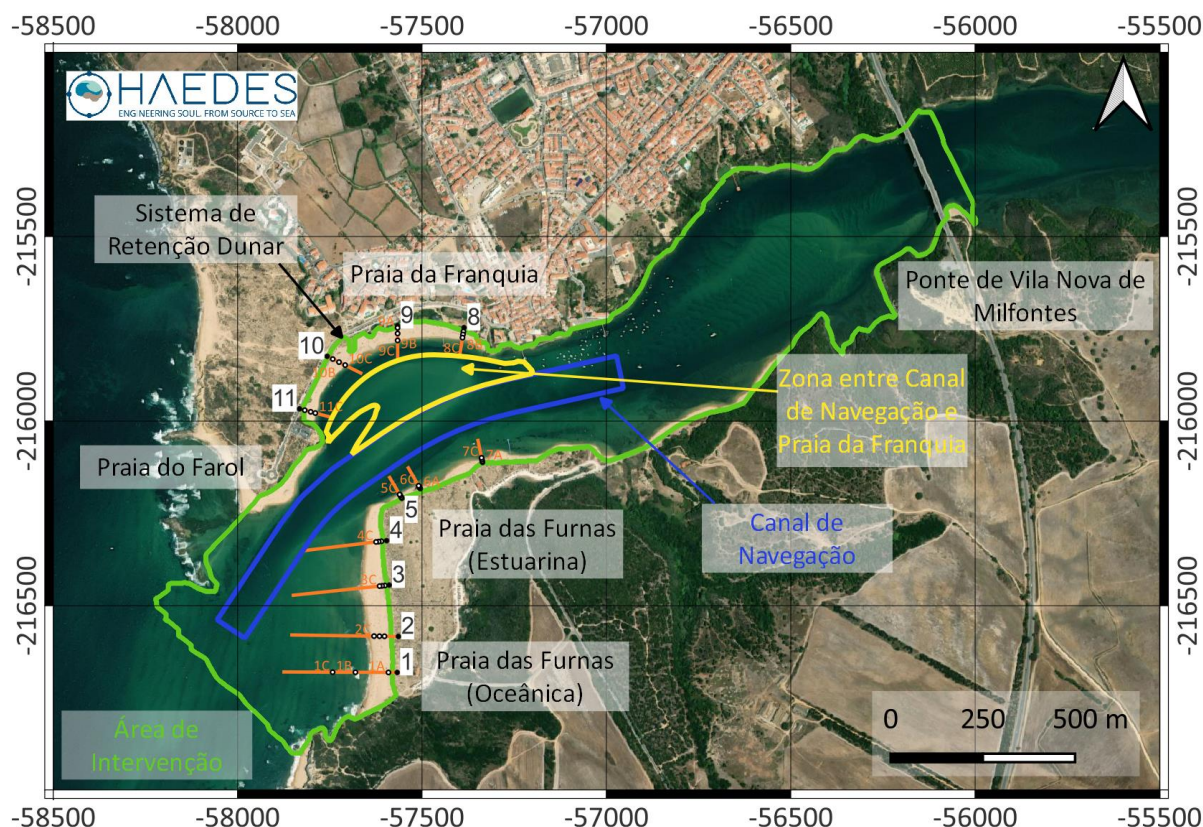


Figura 1 – Planta geral da foz do rio Mira. Os perfis transversais encontram-se numerados de 1 a 11 (laranja). A área de intervenção está definida pelo polígono verde. As localizações espaciais das amostras sedimentares estão representadas com círculos brancos. O canal de navegação está representado a azul e a zona de dragagem entre o canal de navegação e a praia da Franquia está representada a amarelo. O sistema de retenção dunar localiza-se a nascente do perfil transversal 10. O sistema de coordenadas geográficas está referido ao PT-TM06 ETRS89.

3.3. Frequência de amostragem

A presente campanha de monitorização, referente ao 1º Semestre de 2023, foi realizada com carácter único, e decorreu no dia 18 de abril de 2023.

3.4. Técnicas e métodos de recolha de dados

O LTH foi efetuado no sistema de coordenadas PT-TM06 ETRS89. Os meios utilizados foram uma mota de água (batimetria) e um drone (topografia). As cotas estão referidas ao Zero Hidrográfico (ZH). A batimetria foi efetuada através de fiadas espaçadas de 20 m com recurso a feixe simples. A topografia foi efetuada com recurso a drone, em que a nuvem de pontos apresenta um espaçamento inferior a 1 m. A precisão vertical e horizontal da medição é inferior a 0,05 m, através da utilização combinada do sistemas Feixe-Simples CEESCOPE, GNSS Trimble R6, GNSS Topcon Hiper+ e drone Matrice 600 Pro.

Os perfis de praia foram realizados no sistema de coordenadas PT-TM06 ETRS89 e as cotas estão referidas ao ZH. Estes perfis foram realizados com recurso a um GPS-RTK. A precisão vertical e

horizontal da medição é inferior a 0,02 m, através da utilização combinada dos sistemas GNSS Trimble R6 e GNSS Topcon Hiper+.

Para cada perfil de praia, recolheram-se três amostras sedimentares. Estas amostras foram recolhidas em locais caracterizadores da base da duna (praia alta), berma do perfil de praia (média praia) e face de praia (baixa praia). Cada amostra sedimentar foi recolhida através de uma pá, na camada mais superficial. A análise da distribuição de frequência de tamanho de partícula foi realizada usando o método de crivagem por via húmida e seca através de uma bateria de crivos que seguiram a norma E11 ASTM, entre -2Φ até 8Φ , seguido do seguinte procedimento: a) eliminação da matéria orgânica com peróxido de hidrogénio (H_2O_2); b) dispersão química com pirofosfato de sódio; c) separação dos sedimentos nas frações (dimensão superior ou igual a 256 mm, superior a 2-256 mm, 1-2 mm, 0,5-1 mm, 0,25-0,5 mm, 0,125-0,5 mm, 0,063-0,125 mm e inferior a 0,063 mm), os siltes ficaram juntos com a fração das argilas, ou seja, na fração com dimensão inferior a 0,063 mm.

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) e crivos com malha de inox (marca Retsch).

3.5. Método de tratamento de dados e critérios de avaliação

Na tabela seguinte apresenta-se o método de tratamento dos dados e os critérios de avaliação adotados (Tabela 3).

Tabela 3 – Métodos de tratamento de dados e critérios de avaliação adotados.

| Parâmetro | Método de tratamento | Critério de avaliação |
|--|--|---|
| Topo-hidrografia da totalidade da área intervencionada | Geração de modelo digital de terreno (MDT) através do método de interpolação <i>Triangular Irregular Network</i> (TIN) | Volume sedimentar acima da cota de rasto (-1,5 mZH) no canal de navegação |
| | | Volume sedimentar acima da cota -1 mZH na zona entre o canal de navegação e a praia da Franquia |
| Perfis de Praia | Processamento dos perfis de praia | Deslocamento relativo da cota de PMAV (+3,39 mZH) nos vários perfis transversais |
| Análise granulométrica de sedimentos de praia | Caracterização de acordo com a norma E11 ASTM | Comparação com campanhas de monitorização anteriores |

4. RESULTADOS DO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO

4.1. Evolução dos fundos estuarinos

A Figura 2 apresenta o MDT obtido para o LTH de agosto de 2022 (HAEDDES, 2022a). A cota mais funda do canal de transição é de -3,5 mZH. Na praia das Furnas (face estuarina), as cotas do canal de navegação variam entre -1 mZH e -3 mZH de poente para nascente.

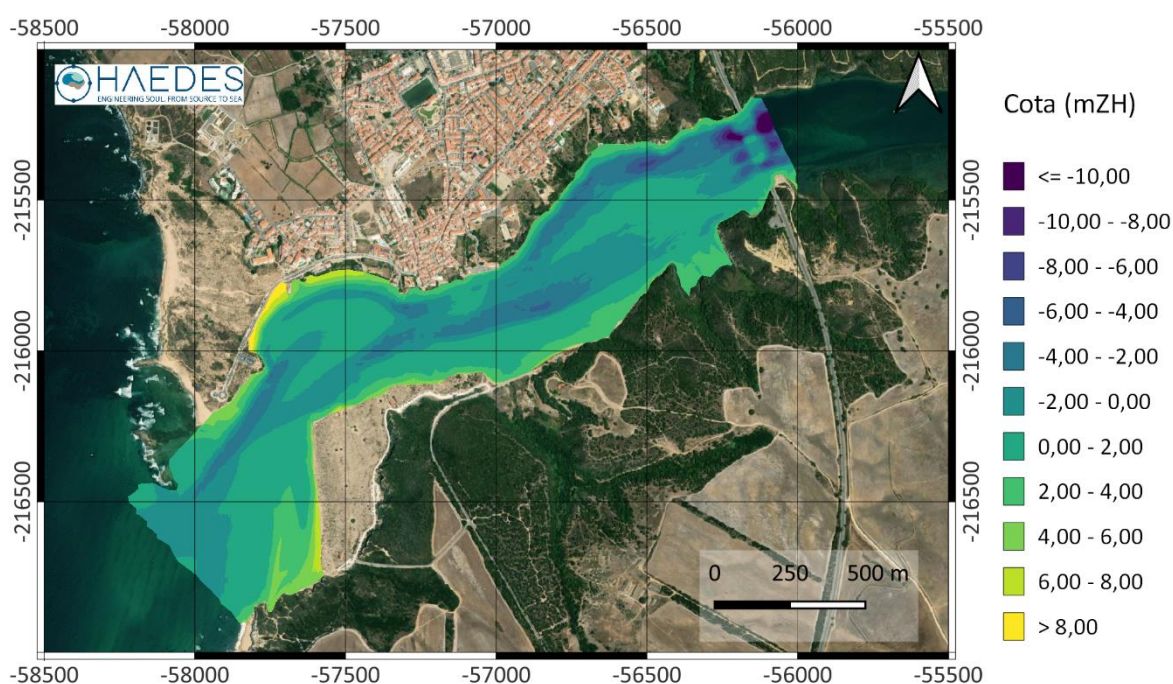


Figura 2 – Modelo digital do terreno do levantamento topohidrográfico de agosto de 2022. As coordenadas horizontais estão referidas ao sistema PT-TM06 ETRS89. As cotas estão referidas ao Zero Hidrográfico.

A Figura 3 apresenta o mapa de diferenças entre o MDT do LTH de agosto de 2022 e o MDT do LTH de outubro de 2019. De notar que diferenças negativas (cores quentes) indicam erosão e diferenças positivas (cores frias) indicam acumulação. Este mapa de diferenças resultou de um processamento prévio do LTH de outubro de 2019.

Entre outubro de 2019 e agosto de 2022 verifica-se: i) erosão ao longo da praia das Furnas (face oceânica) e ii) acumulação junto à praia da Franquia.

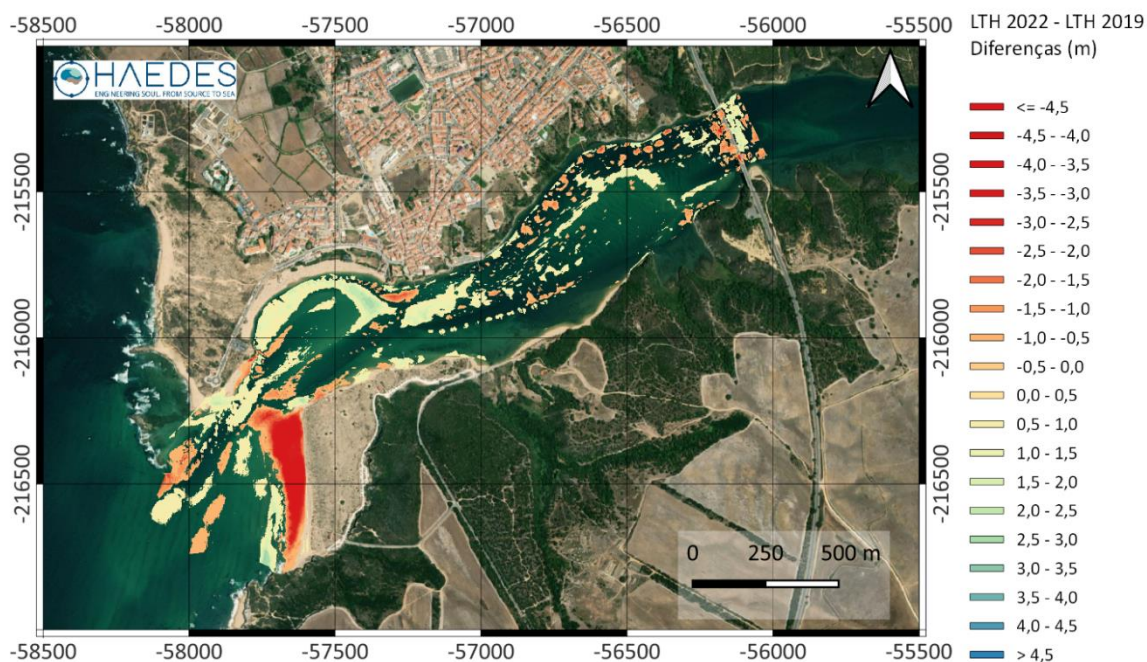


Figura 3 – Diferenças entre o modelo digital do terreno do levantamento topo-hidrográfico de agosto de 2022 e o de outubro de 2019. As coordenadas horizontais estão referidas ao sistema PT-TM06 ETRS89. A transparência indica diferenças entre +0,5 m e -0,5 m.

A Figura 4 apresenta o MDT obtido para o LTH de outubro de 2022 (HAEDDES, 2022b). A cota mais funda do canal de transição também é de -3,5 mZH. Na praia das Furnas (face estuarina), as cotas do canal de navegação variam entre -1 mZH e -4 mZH de poente para nascente.

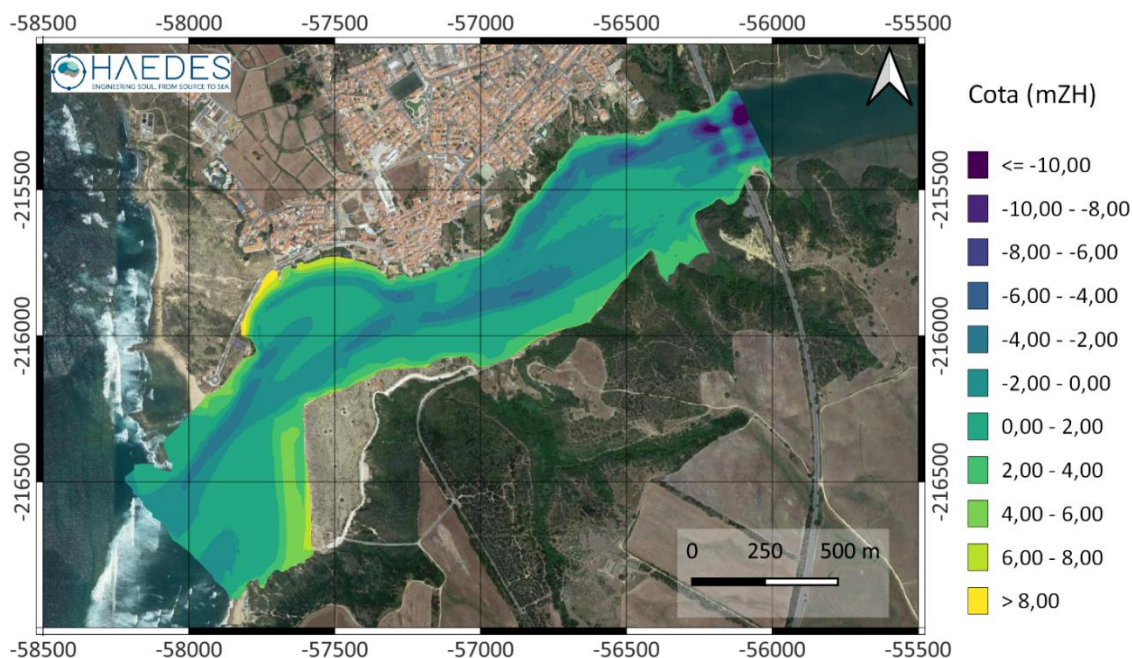


Figura 4 - Modelo digital do terreno do levantamento topo-hidrográfico de outubro de 2022. As coordenadas horizontais estão referidas ao sistema PT-TM06 ETRS89. As cotas estão referidas ao Zero Hidrográfico.

A Figura 5 apresenta o mapa de diferenças entre o MDT do LTH de outubro de 2022 e o MDT do LTH de agosto de 2022. De notar que diferenças negativas (cores quentes) indicam erosão e diferenças positivas (cores frias) indicam acumulação.

Entre agosto e outubro de 2022 verifica-se: i) erosão ao longo da praia das Furnas (face oceânica); ii) acumulação ao longo da margem esquerda do canal de navegação; e iii) erosão e acumulação na praia das Furnas (face oceânica).

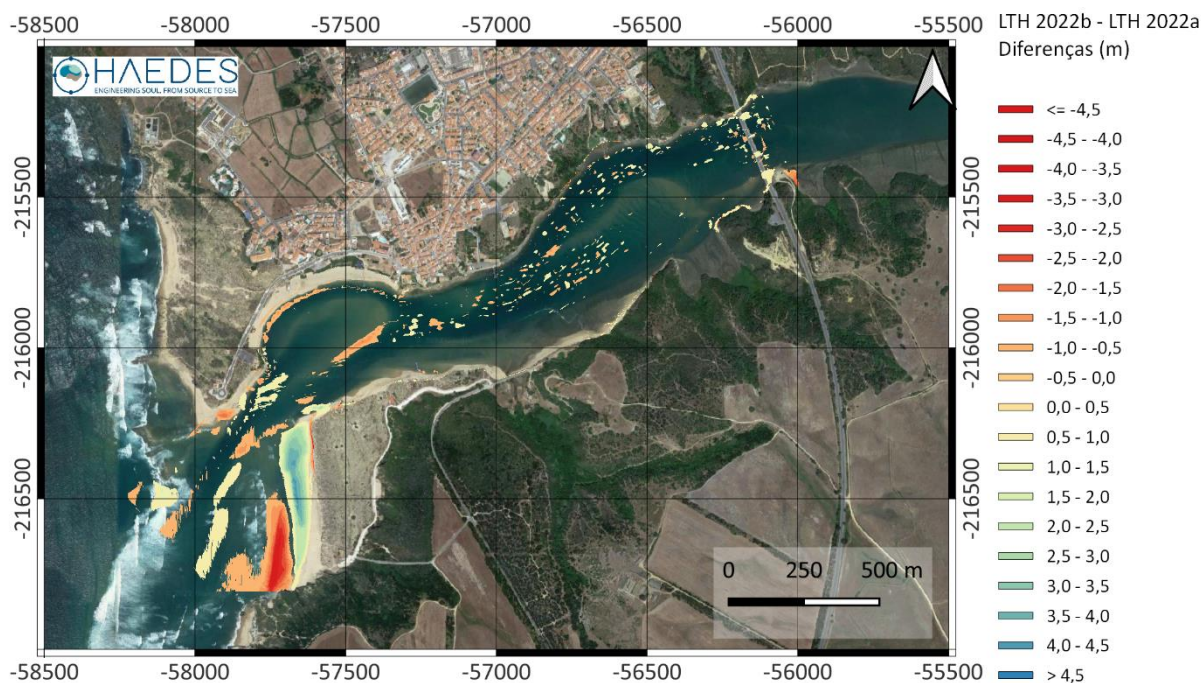


Figura 5 - Diferenças entre o modelo digital do terreno do levantamento topo-hidrográfico de outubro de 2022 e o de agosto de 2022. As coordenadas horizontais estão referidas ao sistema PT-TM06 ETRS89. A transparência indica diferenças entre +0,5 m e -0,5 m.

A Figura 6 apresenta o MDT obtido para o LTH de abril de 2023. A cota mais funda do canal de transição é de -3,5 mZH. Na praia das Furnas (face estuarina), as cotas do canal de navegação variam entre -1 mZH e -4 mZH de ponte para nascente. Estes valores são semelhantes aos verificados no levantamento anterior (2022b).

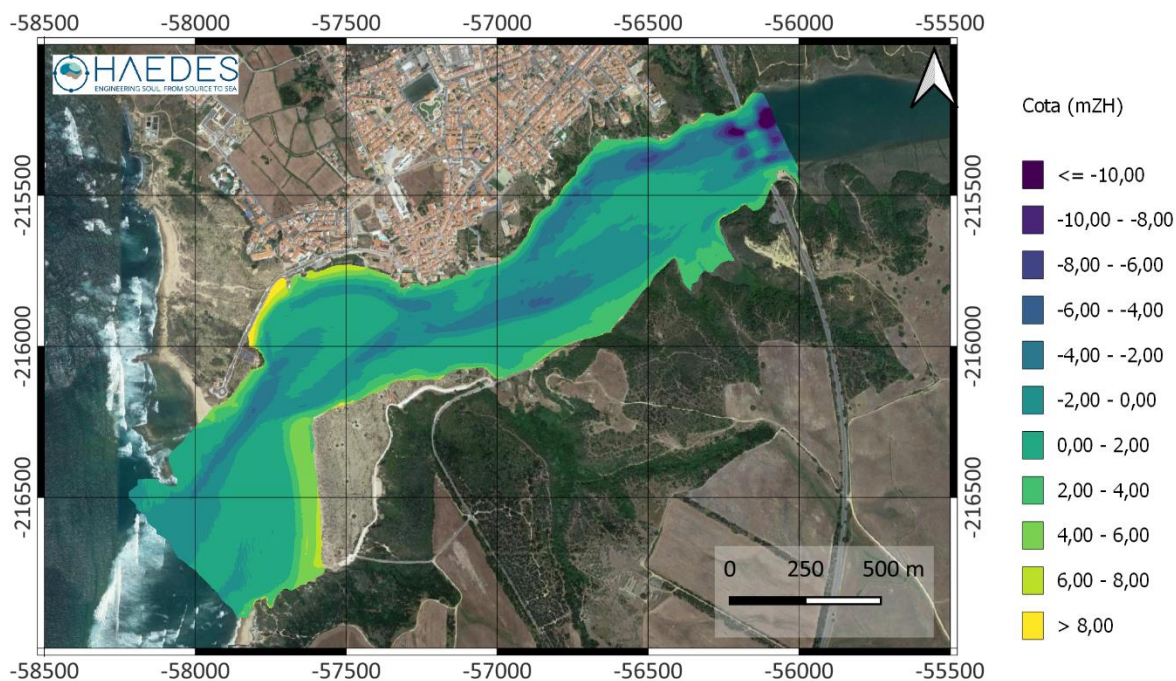


Figura 6 - Modelo digital do terreno do levantamento topo-hidrográfico de abril de 2023. As coordenadas horizontais estão referidas ao sistema PT-TM06 ETRS89. As cotas estão referidas ao Zero Hidrográfico.

A Figura 7 apresenta o mapa de diferenças entre o MDT do LTH de abril de 2023 e o MDT do LTH de outubro de 2022. De notar que diferenças negativas (cores quentes) indicam erosão e diferenças positivas (cores frias) indicam acumulação.

Entre outubro de 2022 e abril de 2023 verifica-se: i) erosão ao longo de uma pequena extensão da praia das Furnas (face oceânica), a sul da zona erodida no período anterior (entre 2022a e 2022b); ii) erosão ao longo da margem esquerda do canal de navegação; iii) erosão e acumulação na praia das Furnas (face oceânica); e iv) acumulação ao longo da zona central do canal de navegação.

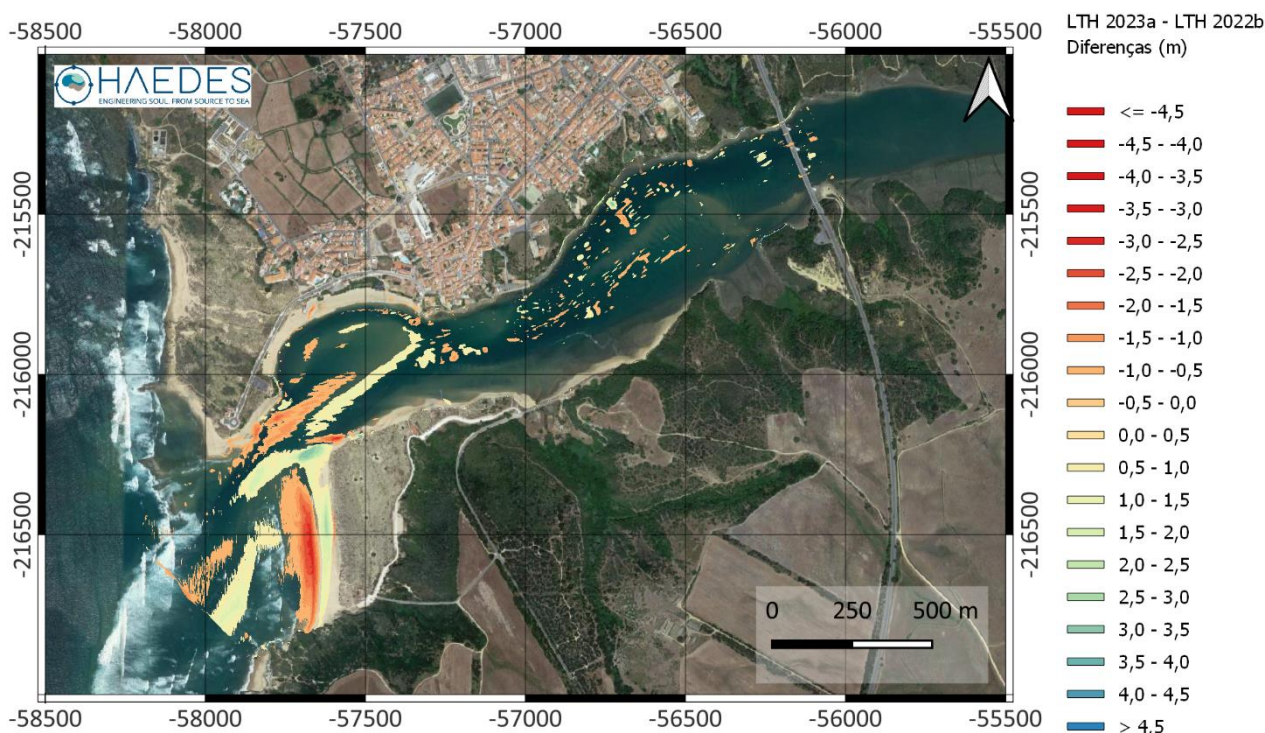


Figura 7 - Diferenças entre o modelo digital do terreno do levantamento topo-hidrográfico de abril de 2023 e o de outubro de 2022. As coordenadas horizontais estão referidas ao sistema PT-TM06 ETRS89. A transparência indica diferenças entre +0,5 m e -0,5 m.

Em relação aos parâmetros **volume sedimentar acima da cota de rasto no canal de navegação e volume sedimentar acima da cota -1 mZH na zona entre o canal de navegação e a praia da Franquia**, estes volumes foram quantificados com base nos LTH. Os limites das áreas consideradas para o cálculo de volumes foram obtidos a partir do Projeto de Execução (WW, 2016).

A Tabela 4 apresenta a variação do volume sedimentar acima da cota de rasto do Projeto de Execução (-1,5 mZH) no canal de navegação. Entre 2019 e agosto de 2022, observa-se um aumento de volume sedimentar em cerca de 10% (+7486 m³). Enquanto, em agosto de 2022, o canal de navegação está mais assoreado do que na fase prévia ao Projeto de Execução, em 43% (+25 210 m³), em outubro de 2022 este assoreamento é de 34% (+19 896 m³). Em abril de 2023 voltou a registar-se um assoreamento do canal, sendo este de aproximadamente 50% (+33 147 m³) relativamente à fase do Projeto de Execução e de cerca de 16% (+13 251 m³) relativamente ao 2º semestre de 2022.

Tabela 4 – Volume sedimentar acima da cota -1,5 mZH no canal de navegação, definido em Projeto de Execução.

| | Projeto Execução | LTH 2019 | LTH 2022a | LTH 2022b | LTH 2023 |
|--------------------------|------------------|----------|-----------|-----------|----------|
| Volume (m ³) | 59 300 | 77 024 | 84 510 | 79 196 | 92 447 |

A Tabela 5 apresenta a variação do volume sedimentar acima da cota -1 mZH na zona entre o canal de navegação e a praia da Franquia, de acordo com o Projeto de Execução. Entre 2019 e 2022, houve um aumento de volume sedimentar em cerca de 50% (+25 420 m³). Enquanto, em agosto de 2022, o canal de navegação está mais assoreado do que na fase prévia ao Projeto de Execução, em 14% (+9 537 m³), em outubro de 2022, este assoreamento é de 17% (+11 412 m³). Em abril de 2023 verificou-se uma ligeira erosão relativamente ao semestre anterior, com uma diminuição de 2 608 m³, correspondendo esta ainda assim a um assoreamento de cerca de 12 % (+8 804 m³) relativamente à fase de Projeto de execução.

Tabela 5 - Volume sedimentar acima da cota -1,0 mZH na zona entre o canal de navegação e a praia da Franquia, definido em Projeto de Execução.

| | Projeto Execução | LTH 2019 | LTH 2022a | LTH 2022b | LTH 2023 |
|--------------------------|------------------|----------|-----------|-----------|----------|
| Volume (m ³) | 67 450 | 51 567 | 76 987 | 78 862 | 76 254 |

4.2. Evolução dos perfis de praia

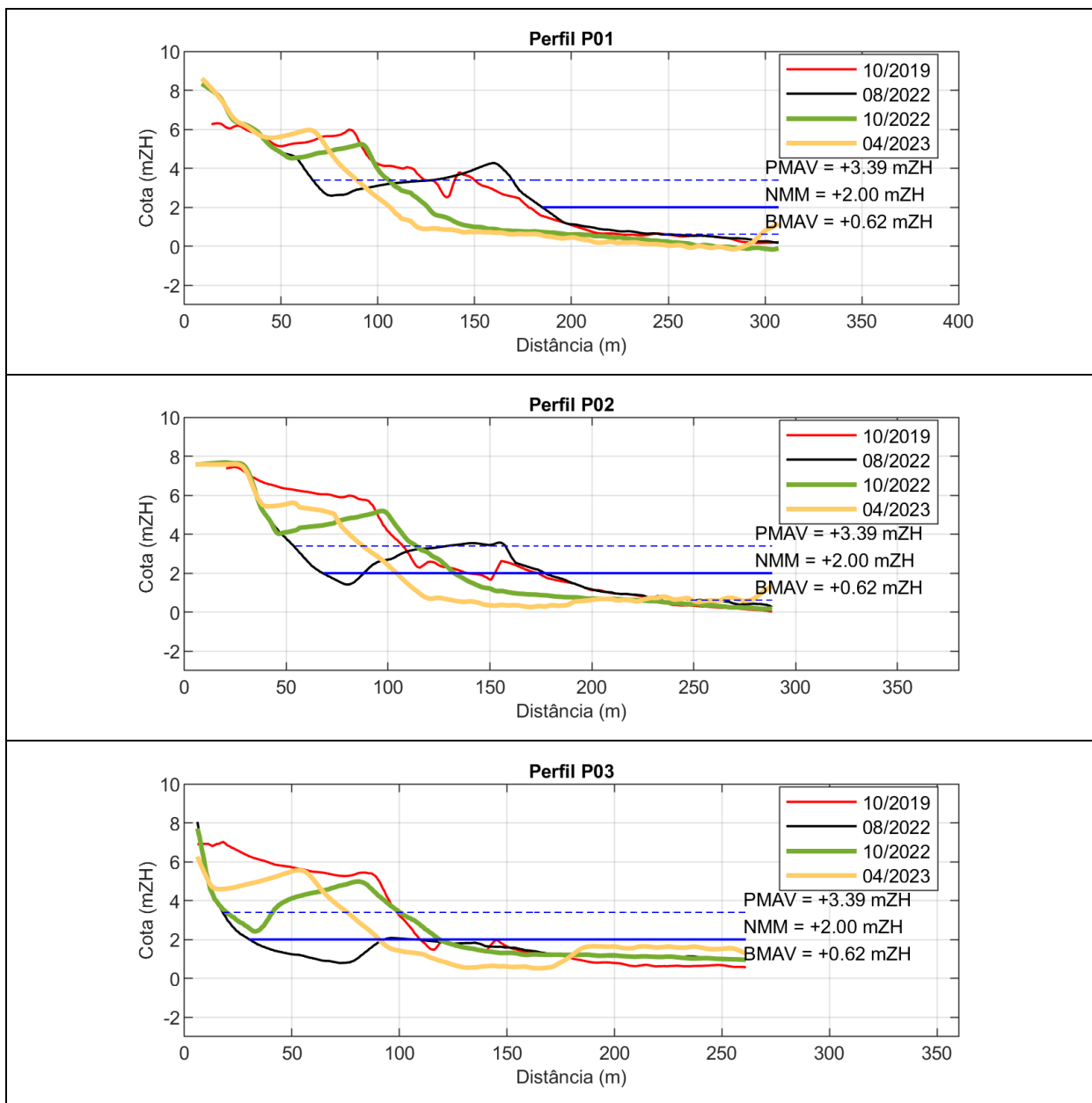
Em relação ao parâmetro **deslocamento relativo da cota de PMAV (+3,39 mZH) nos vários perfis transversais**, a Figura 8 apresenta a comparação dos perfis transversais ao longo da zona de estudo entre outubro de 2019, agosto de 2022, outubro de 2022 e abril de 2023.

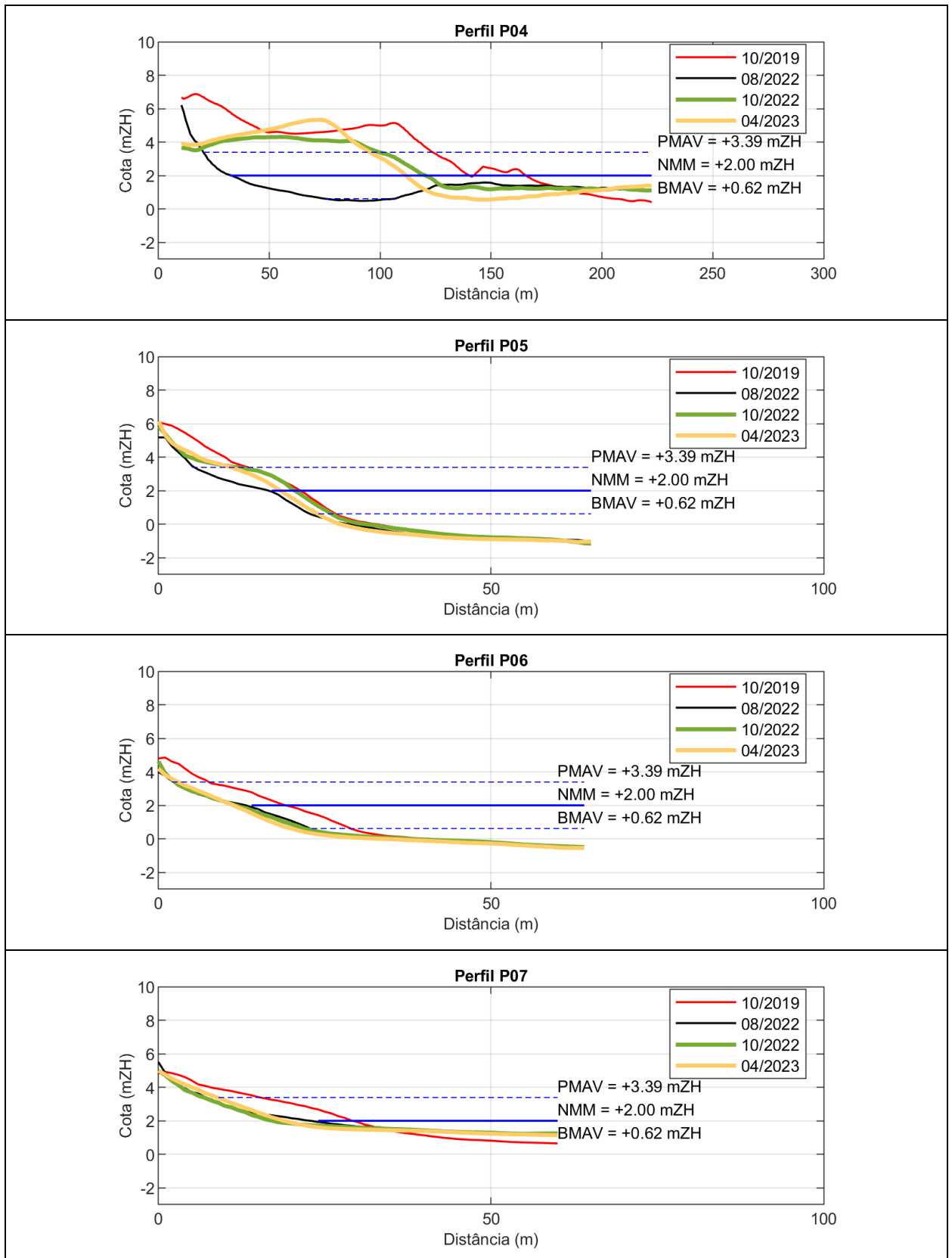
Conforme a Figura 8, verifica-se uma grande erosão nos perfis P01 a P04 entre 2019 e 2022, na praia das Furnas (face oceânica). Em alguns casos, o recuo do perfil de praia à cota +3,39 mZH foi entre 75 m a 100 m (P03 e P04). O recuo mantém-se em outubro de 2022, atingindo um máximo de cerca de 50 m (P01 e P02). Verifica-se também um possível rebaixamento da duna nas zonas localizadas mais a Norte (P04 - Figura 8, ver também Figura 5). Este recuo na zona da face de praia intensificou-se entre 2022 e abril de 2023, em particular entre os perfis P01 e P03, variando entre 16 m e 30 m entre estas datas. Verifica-se, no entanto, um aumento na cota da crista da berma até cerca de 1 m para os perfis da praia das Furnas (face oceânica).

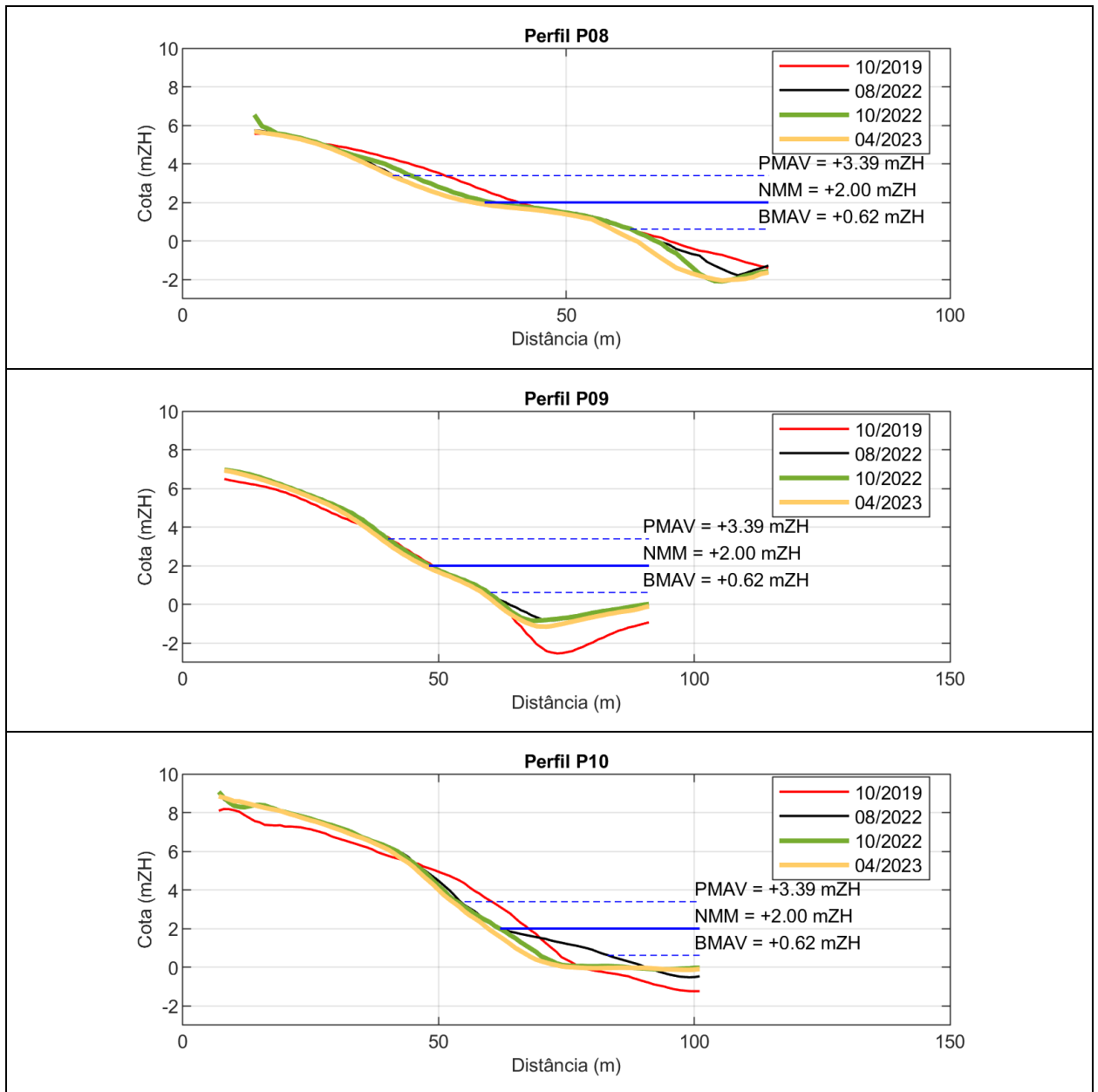
Nos perfis da praia das Furnas (face estuarina), entre P05 e P07, verifica-se uma erosão na zona de praia entre marés e acima da cota +3,39 mZH entre 2019 e agosto de 2022 (Figura 8, ver também Figura 5). Apesar desta erosão poder indicar um recuo generalizado da praia das Furnas (face estuarina), verifica-se que os perfis estão localizados em zonas de erosão (Figura 3), quando também existem zonas de acumulação. Por isso, não é possível concluir sobre o padrão da evolução morfológica da praia das Furnas (face estuarina). Entre agosto e outubro de 2022, verifica-se uma acumulação sedimentar na zona entre marés (P05 e Figura 5). Entre 2022 e 2023 voltou a verificar-se um ligeiro avanço da praia ao nível da cota +3,39 mZH, variando este de 1m a 2 m entre P05 e P07.

Nos perfis da praia da Franquia, entre P08 e P11, verifica-se uma acumulação sedimentar abaixo da zona entre marés (Figura 8). Esta acumulação é generalizada ao longo da praia da Franquia (ver Figura 3), o que sugere um avanço do delta de enchente em direção a esta praia. Entre agosto e outubro de 2022, os padrões de erosão são por vezes visíveis em alguns perfis (P08, P10 e P11). Estes padrões ocorreram maioritariamente junto a um canal localizado a Norte do delta de enchente (Figura 5).

Entre outubro de 2022 e abril de 2023 não se verificaram grandes variações nos perfis correspondentes à praia da Franquia, sendo que estas são mais visíveis abaixo da cota +2 mZH e predominantes na zona este desta praia.







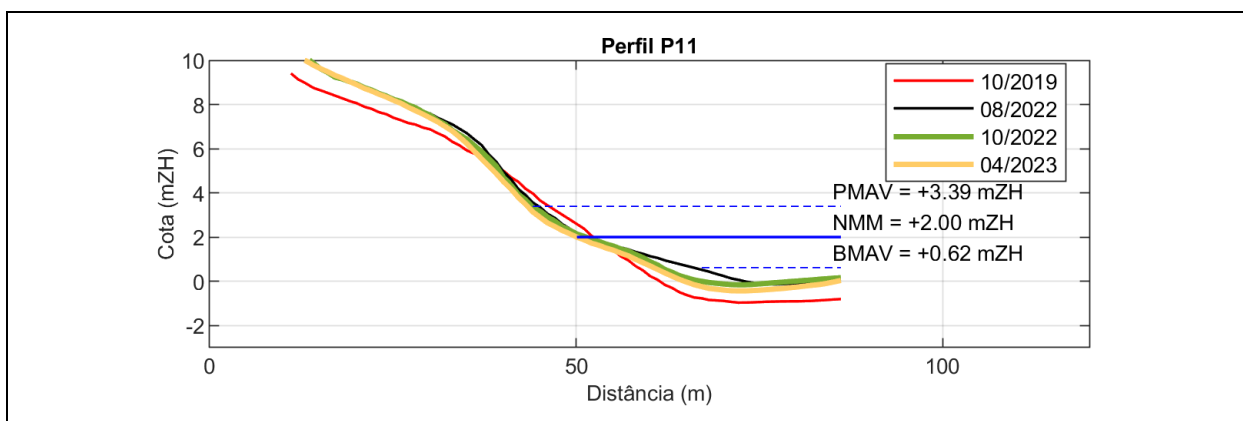


Figura 8 – Perfis transversais ao longo da praia das Furnas (face oceânica), P01 a P04, da praia das Furnas (face estuarina), P05 A P07, e da praia da Franquia, P08 a P11.

4.3. Evolução da caracterização granulométrica

No que respeita à análise granulométrica de sedimentos, foram recolhidas um total de 33 amostras, 3 por cada um dos 11 perfis assinalados (Figura 1), tendo estas sido classificadas nas seguintes classes de sedimentos, de acordo com a norma E11 da ASTM:

- Gravilhas e seixos (> 2 mm) Cascalho
- Areias grosseiras (entre 0,5 mm e 2 mm) Areia grossa
- Areias médias (entre 0,25 mm e 0,5 mm) Areia média
- Areias finas (entre 0,063 mm e 0,25 mm) Areia fina
- Siltes e argilas (< 0,063 mm) Vasas

Em relação ao parâmetro **características granulométricas das amostras sedimentares**, a Figura 9 apresenta a evolução temporal das seguintes fases, referidas abaixo, no que refere à percentagem das seguintes classes de sedimentos (cascalho, areia grossa, areia média, areia fina e vasas) ao longo dos vários perfis transversais (P01 a P11):

- Fase de Obra O – 2017
- Pós-Obra Ano 1 PO – 2018
- Pós-Obra Ano 2 – Semestre 1 PO – 2019 S1
- Pós-Obra Ano 2 – Semestre 2 PO – 2019 S2
- Pós-Obra Ano 5 – Semestre 1 PO – 2022 S1
- Pós-Obra Ano 5 – Semestre 2 PO – 2022 S2
- Pós-Obra Ano 6 – Semestre 1 PO – 2023 S1

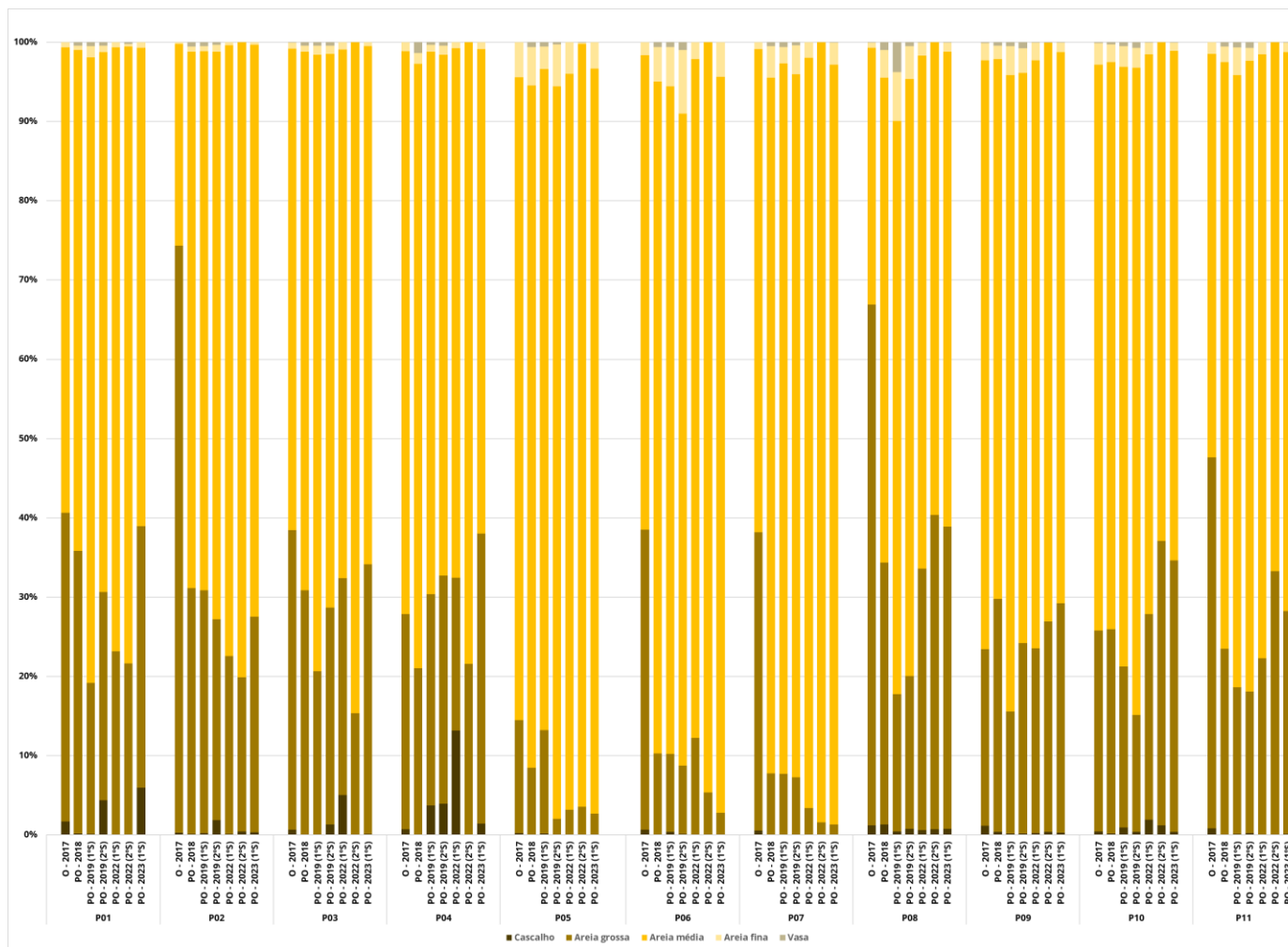


Figura 9 – Características sedimentares das amostras superficiais recolhidas nos vários perfis transversais (P01 a P11) ao longo do tempo.

Verifica-se que os perfis na praia das Furnas (face estuarina) – P05 a P07 – apresentam uma menor percentagem de areia grossa (cerca de 10%) do que os localizados nas restantes praias. As tendências de evolução das características sedimentares ao longo do tempo não são claras. Enquanto, para o período de monitorização até ao 2º semestre de 2022 aparenta existir um aumento gradual da areia média até ao P03, verifica-se uma diminuição desta fração sedimentar no P04. Devido à proximidade espacial dos dois perfis, e às características de agitação marítima e de correntes de maré serem muito semelhantes, as tendências evolutivas são opostas. Com a amostragem de abril de 2023 verificou-se uma inversão na tendência de diminuição de areia grosseira nos perfis P03 e P04.

Precisamente, as maiores diferenças entre agosto e outubro de 2022 encontram-se no P03 e P04, que apresentam uma redução da areia grosseira e um aumento da areia média. Esta variação pode estar relacionada com os padrões de erosão e acumulação sedimentar localizados na Praia das Furnas (face oceânica), presente na Figura 5. No entanto, com a amostragem de abril de 2023 verificou-se um aumento substancial na fração de areia grossa para estes perfis, atingindo níveis comparáveis aos do primeiro semestre de 2022 e precedentes.

Os resultados da análise granulométrica evidenciaram que todas as amostras de sedimentos apresentaram uma predominância de areia média (entre 0,25 mm e 0,5 mm), de acordo com a Tabela 6 (2º semestre de 2022) e Tabela 7 (1º semestre de 2023).

Estes resultados sugerem que a operação de dragagem do canal de navegação e deposição na praia das Furnas (face oceânica) e na praia da Franquia, que ocorreu em 2017, não influenciou as características granulométricas ao longo dos vários perfis transversais analisados.

Tabela 6 – Percentagem de sedimentos que se enquadram nas classes de sedimentos definidas, nos locais de recolha de amostras de sedimento, em cada um dos perfis (campanha do 2º semestre de 2022).

| Estação | Gravilhas e seixos (> 2 mm) | Areias grosseiras (> 0,5 mm - < 2 mm) | Areias médias (>0,25 mm - <0,5 mm) | Areias finas (> 0,063 mm - <0,25 mm) | Siltes e argilas (< 0,063 mm) |
|---------|--------------------------------|--|---------------------------------------|---|----------------------------------|
| P1.A | 0,00 | 12,47 | 87,53 | 0,00 | 0,00 |
| P1.B | 0,00 | 19,91 | 80,09 | 0,00 | 0,00 |
| P1.C | 0,00 | 32,59 | 65,77 | 1,00 | 0,64 |
| P2.A | 0,97 | 6,27 | 92,76 | 0,00 | 0,00 |
| P2.B | 0,25 | 35,07 | 64,68 | 0,00 | 0,00 |
| P2.C | 0,09 | 17,01 | 82,90 | 0,00 | 0,00 |
| P3.A | 0,00 | 6,07 | 93,92 | 0,00 | 0,00 |
| P3.B | 0,00 | 19,90 | 80,10 | 0,00 | 0,00 |
| P3.C | 0,00 | 20,06 | 79,94 | 0,00 | 0,00 |
| P4.A | 0,00 | 19,94 | 80,06 | 0,00 | 0,00 |
| P4.B | 0,00 | 37,06 | 62,95 | 0,00 | 0,00 |
| P4.C | 0,00 | 7,72 | 92,28 | 0,00 | 0,00 |
| P5.A | 0,00 | 1,96 | 98,04 | 0,00 | 0,00 |
| P5.B | 0,00 | 4,71 | 95,29 | 0,00 | 0,00 |
| P5.C | 0,00 | 4,02 | 95,34 | 0,42 | 0,22 |
| P6.A | 0,00 | 9,32 | 90,68 | 0,00 | 0,00 |
| P6.B | 0,00 | 2,70 | 97,29 | 0,00 | 0,00 |
| P6.C | 0,00 | 4,00 | 95,99 | 0,00 | 0,00 |
| P7.A | 0,00 | 2,19 | 97,81 | 0,00 | 0,00 |
| P7.B | 0,00 | 1,07 | 98,92 | 0,00 | 0,00 |
| P7.C | 0,11 | 1,44 | 98,44 | 0,00 | 0,00 |
| P8.A | 0,58 | 44,58 | 54,84 | 0,00 | 0,00 |
| P8.B | 0,95 | 52,25 | 46,80 | 0,00 | 0,00 |
| P8.C | 0,60 | 22,16 | 77,24 | 0,00 | 0,00 |
| P9.A | 0,18 | 21,69 | 78,13 | 0,00 | 0,00 |
| P9.B | 0,84 | 32,18 | 66,86 | 0,00 | 0,15 |
| P9.C | 0,12 | 25,87 | 74,01 | 0,00 | 0,00 |
| P10.A | 0,05 | 43,68 | 56,26 | 0,00 | 0,00 |
| P10.B | 0,31 | 31,92 | 67,77 | 0,00 | 0,00 |
| P10.C | 3,30 | 31,98 | 64,71 | 0,00 | 0,00 |
| P11.A | 0,05 | 28,60 | 71,35 | 0,00 | 0,00 |
| P11.B | 0,07 | 35,09 | 64,84 | 0,00 | 0,00 |
| P11.C | 0,00 | 36,02 | 63,98 | 0,00 | 0,00 |

Tabela 7 - Percentagem de sedimentos que se enquadram nas classes de sedimentos definidas, nos locais de recolha de amostras de sedimento, em cada um dos perfis (campanha do 1º semestre de 2023).

| Estação | Gravilhas e seixos (> 2 mm) | Areias grosseiras (> 0,5 mm - < 2 mm) | Areias médias (>0,25 mm - <0,5 mm) | Areias finas (> 0,063 mm - <0,25 mm) | Siltes e argilas (< 0,063 mm) |
|---------|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| P1.A | 0,00 | 29,44 | 70,26 | 0,30 | 0,00 |
| P1.B | 8,00 | 44,74 | 46,67 | 0,58 | 0,00 |
| P1.C | 9,88 | 24,71 | 64,19 | 1,22 | 0,00 |
| P2.A | 0,94 | 27,81 | 70,90 | 0,35 | 0,00 |
| P2.B | 0,10 | 26,11 | 73,41 | 0,37 | 0,00 |
| P2.C | 0,00 | 27,61 | 72,08 | 0,31 | 0,00 |
| P3.A | 0,00 | 17,32 | 81,68 | 1,00 | 0,00 |
| P3.B | 0,38 | 45,55 | 53,79 | 0,27 | 0,00 |
| P3.C | 0,00 | 39,25 | 60,58 | 0,17 | 0,00 |
| P4.A | 1,35 | 24,74 | 72,27 | 1,64 | 0,00 |
| P4.B | 0,48 | 41,55 | 57,48 | 0,47 | 0,00 |
| P4.C | 2,51 | 43,39 | 53,63 | 0,48 | 0,00 |
| P5.A | 0,00 | 2,95 | 94,50 | 2,55 | 0,00 |
| P5.B | 0,00 | 3,10 | 91,74 | 5,15 | 0,00 |
| P5.C | 0,00 | 1,93 | 95,83 | 2,23 | 0,00 |
| P6.A | 0,00 | 2,38 | 89,52 | 8,09 | 0,00 |
| P6.B | 0,00 | 2,09 | 94,68 | 3,23 | 0,00 |
| P6.C | 0,00 | 3,99 | 94,31 | 1,70 | 0,00 |
| P7.A | 0,00 | 1,59 | 94,27 | 4,11 | 0,03 |
| P7.B | 0,00 | 0,82 | 96,19 | 2,99 | 0,00 |
| P7.C | 0,00 | 1,49 | 97,07 | 1,36 | 0,08 |
| P8.A | 0,64 | 33,27 | 64,76 | 1,29 | 0,04 |
| P8.B | 1,20 | 42,65 | 54,76 | 1,34 | 0,04 |
| P8.C | 0,53 | 38,31 | 60,23 | 0,88 | 0,04 |
| P9.A | 0,31 | 29,30 | 68,84 | 1,43 | 0,12 |
| P9.B | 0,33 | 32,19 | 66,30 | 1,12 | 0,07 |
| P9.C | 0,13 | 25,35 | 73,51 | 0,99 | 0,00 |
| P10.A | 0,00 | 28,24 | 70,39 | 1,31 | 0,06 |
| P10.B | 0,40 | 33,74 | 64,83 | 0,98 | 0,06 |
| P10.C | 0,77 | 40,80 | 57,61 | 0,82 | 0,00 |
| P11.A | 0,00 | 29,71 | 69,43 | 0,86 | 0,00 |
| P11.B | 0,13 | 29,28 | 69,49 | 1,07 | 0,03 |
| P11.C | 0,17 | 25,39 | 72,58 | 1,79 | 0,07 |

5. CONCLUSÕES

5.1. Síntese da avaliação dos impactes monitorizados

A análise dos parâmetros avaliados, obtidos através dos dados de base relativos à Monitorização da Evolução de Fundos Estuarinos do Projeto “Transposição de Sedimentos da Foz do Rio Mira para Reforço Dunar da Praia da Franquia” na Fase de Pós-Obra (Ano 2023 – 1º Semestre), permitem concluir que:

- na praia das Furnas (face oceânica), houve um padrão de erosão e acumulação, em que um banco sedimentar existente em agosto de 2022 migrou no sentido costa em cerca de 50 m até outubro de 2022. Este padrão manteve-se até ao levantamento do 1º semestre de 2023, sendo que a zona de erosão se estendeu para norte. Nos perfis de praia localizados mais a Sul, esta migração implicou um recuo da linha de costa (+3,39 mZH) em cerca de 50 m. Este recuo na zona da face de praia intensificou-se entre 2022 e abril de 2023, em particular entre os perfis P01 e P03, variando entre 16 m e 30 m entre estas datas. Verifica-se, no entanto, um aumento na cota da crista da berma até cerca de 1 m para os perfis da praia das Furnas (face oceânica). As características granulométricas mantiveram-se semelhantes aos anos anteriores, e à Fase de Obra até ao 2º semestre de 2022, tendo a percentagem de areia grosseira aumentado substancialmente na amostragem do 1º semestre de 2023;
- na praia das Furnas (face estuarina), a linha de costa (+3,39 mZH) manteve-se aproximadamente constante entre agosto e outubro de 2022, porém, o mapa de diferenças topo-batimétricas entre agosto e outubro de 2022 apresenta zonas de acumulação sedimentar junto ao limite entre a face estuarina e a face oceânica. Entre 2022 e 2023 voltou a verificar-se um ligeiro avanço da praia ao nível da cota +3,39 mZH, variando este de 1m a 2 m entre P05 e P07. Se no ano de 2022 se verificou uma zona de acreção junto ao limite entre a face estuarina e a face oceânica, o mapa de diferenças relativo ao 1º semestre de 2023 apresentou a aparição de uma zona de erosão neste local. As características granulométricas mantiveram-se semelhantes aos anos anteriores, e à Fase de Obra;
- na praia da Franquia, a linha de costa a linha de costa (+3,39 mZH) entre 2022 e abril de 2023 manteve-se constante e as características granulométricas mantiveram-se semelhantes aos anos anteriores, e à Fase de Obra;
- no canal de navegação, o volume sedimentar acima da costa de rasto, em 2022, aumentou cerca de 10% em relação ao observado em 2019 e aumentou cerca de 40% em relação à Fase Pré-obra (Projeto de Execução, 2016). No entanto, ocorreu uma ligeira diminuição do volume sedimentar (-6%) entre agosto e outubro de 2022. De 2022 até abril de 2023 registou-se um assoreamento do canal, sendo este de aproximadamente 50% (+33 147 m³) relativamente à fase do Projeto de Execução e de cerca de 16% (+13 251 m³) relativamente ao 2º semestre de 2022;

- na zona entre o canal de navegação e a praia da Franquia, o volume sedimentar acima da cota -1 mZH, em 2022, aumentou cerca de 50% em relação a 2019 e aumentou cerca de 15% em relação à Fase Pré-obra (Projeto de Execução, 2016). Entre agosto e outubro de 2022, o volume sedimentar aumentou em cerca de 2%. Entre 2022 e o 1º semestre de 2023 verificou-se uma ligeira erosão nesta zona, com uma diminuição de 2 608 m³, correspondendo esta ainda assim a um assoreamento de cerca de 12 % (+8 804 m³) relativamente à fase de Projeto de execução.
- na praia da Franquia, não se observou o sistema de retenção sedimentar.

Na fase de EIA, foi identificado que os impactes resultantes das ações de dragagens seriam positivos, uma vez que as mesmas iriam contrariar o progressivo assoreamento no troço terminal do estuário do rio Mira e iriam beneficiar as condições geológicas e fisiográficas do estuário, assim como diminuir os impactes resultantes da erosão de praia que se verifica neste tipo de sistema.

De acordo com os resultados obtidos no presente relatório, **o impacte das ações de dragagem no desassoreamento do troço terminal foi nulo a negativo**, uma vez que as cotas de rasto do canal de navegação se encontravam no 2º semestre de 2022 semelhantes às cotas da Fase Pré-obra, e encontram-se no 1º semestre de 2023 superiores às cotas registadas em fase de Execução de Projeto, mostrando uma tendência de progressão do assoreamento.

Em relação ao **impacte das ações de deposição para reduzir a erosão de praia**, o presente relatório aponta que este foi **menos positivo do que o esperado**. Apesar do parâmetro avaliado (posição relativa da cota +3,39 mZH) para a praia da Franquia ser ainda superior à Fase de Pré-obra, este encontra-se a tender progressivamente para a situação verificada a esta data. Na praia das Furnas (face oceânica), este parâmetro avaliado indicou um recuo de praia que atingiu 100 m, encontrando-se atualmente na Fase de Pré-Obra. Apesar deste recuo ter sido ligeiramente contrariado entre o 2º semestre de 2022 e o 1º semestre de 2023, é expectável que a monitorização futura deste sistema costeiro permita obter conclusões em relação ao impacte das ações de deposição para reduzir a erosão de praia.

As **características granulométricas dos sedimentos das praias** apresentam uma tendência estável ao longo das últimas campanhas de monitorização, pelo que se considera que esta ação apresentou um **impacte positivo face à situação Pré-Obra**.

Como referido nos Relatórios de Monitorização anteriores (HAEDDES, 2022a e 2022b), **não foi possível avaliar o impacte do sistema de retenção sedimentar**.

5.2. Avaliação da eficácia dos métodos de amostragem

Verifica-se que relativamente à topo-hidrografia, perfis de praia e análise granulométrica os programas de monitorização (PM) e métodos de amostragem se apresentam adequados aos objetivos definidos, sendo atribuída a seguinte avaliação:

- PM da topo-hidrografia da totalidade da área intervencionada.....adequado

- PM dos Perfis de Praia das praias intervencionadas..... *adequado*
- PM da Análise granulométrica de sedimentos de praia *adequado*

Quanto à eficácia do sistema de retenção sedimentar, apesar do programa de monitorização se encontrar adequado aos objetivos definidos, não foi possível avaliar a eficácia do mesmo.

- Eficácia do sistema de retenção sedimentar *não avaliado*

5.3. Proposta de revisão ao programa de monitorização

De forma geral, o programa de monitorização em vigor permite a correta avaliação dos impactos do Projeto de Transposição de Sedimentos da Foz do Rio Mira para Reforço do Cordão Dunar na Praia da Franquia.

No entanto, a fim de avaliar/caracterizar o balanço sedimentar na foz do rio Mira e zonas envolventes, numa ótica de aumento de conhecimento em relação à morfodinâmica local, bem como, a fim de permitir uma melhor avaliação dos impactos ambientais observados e a avaliação da eficácia das medidas adotadas, tanto em relação ao projeto executado, como em relação a eventuais projetos futuros de transposição sedimentar na foz do rio Mira, propõem-se que, na campanha de monitorização em curso para os anos de 2023 e 2024, ou em campanhas de monitorização futuras, a área do levantamento topo-hidrográfico seja estendida para o largo, por forma a incluir a totalidade da zona do delta de vazante. Esta sugestão torna-se particularmente visível na dado que as diferenças de cota entre os levantamentos hidrográficos de outubro e agosto de 2022 e entre outubro de 2022 e abril de 2023 (ver Figura 5 e Figura 7) são diferentes de 0 m.

Ainda, uma vez verificada a inexistência do sistema de retenção sedimentar, propõe-se que este parâmetro seja desconsiderado das futuras campanhas de monitorização, salvaguardando que, o local onde o sistema havia sido instalado continuará a ser alvo de monitorização, nomeadamente através da realização de levantamentos topográficos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 Evolução dos Fundos Estuarinos). 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 Obra) (Componente de Evolução dos Fundos Estuarinos). Relatório elaborado para a Polis Litoral Sudoeste. Bioinsight, Lda. Odivelas, outubro 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 (Ano 1) (Componente de Evolução dos Fundos Estuarinos). 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 – 1º semestre) (Componente de Evolução dos Fundos Estuarinos). Relatório elaborado para a Polis Litoral Sudoeste. Bioinsight, Lda. Odivelas, junho de 2019.
- Bioinsight (2019c). 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 – 2º semestre) (Componente de Evolução dos Fundos Estuarinos). Relatório elaborado para a Polis Litoral Sudoeste. Bioinsight, Lda. Odivelas, dezembro de 2019.
- HAEDS (2022a). Elaboração de “Plano de Monitorização da Evolução de Fundos Estuarinos, Ecologia e Património Cultural na Foz do Rio Mira e Praias Adjacentes” – Relatório da Fase de Pós-Obra (Ano 2022 – 1º Semestre) (Componente de Evolução dos Fundos Estuarinos). Relatório elaborado para a Agência Portuguesa do Ambiente. HAEDS Portugal Lda., Santarém, setembro de 2022.
- HAEDS (2022b). Elaboração de “Plano de Monitorização da Evolução de Fundos Estuarinos, Ecologia e Património Cultural na Foz do Rio Mira e Praias Adjacentes” – Relatório da Fase de Pós-Obra (Ano 2022 – 2º Semestre) (Componente de Evolução dos Fundos Estuarinos). Relatório elaborado para a Agência Portuguesa do Ambiente. HAEDS Portugal Lda., Santarém, dezembro de 2022.

WW (2016). Projeto de Execução do “Projeto de Transposição de Sedimentos da Foz do Rio Mira para Reforço Dunar”. Projeto de Execução elaborado para a Polis Litoral Sudoeste. WW Consultores de Hidráulica e Obras Marítimas, S.A., agosto de 2016.



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 <i>et al.</i> , 2007). | 11 |
| Quadro 3.3 - Qualidade Ecológica inferida do índice multivariado M-AMBI (Muxika <i>et al.</i> , 2007; Borja <i>et al.</i> , 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 presente 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.

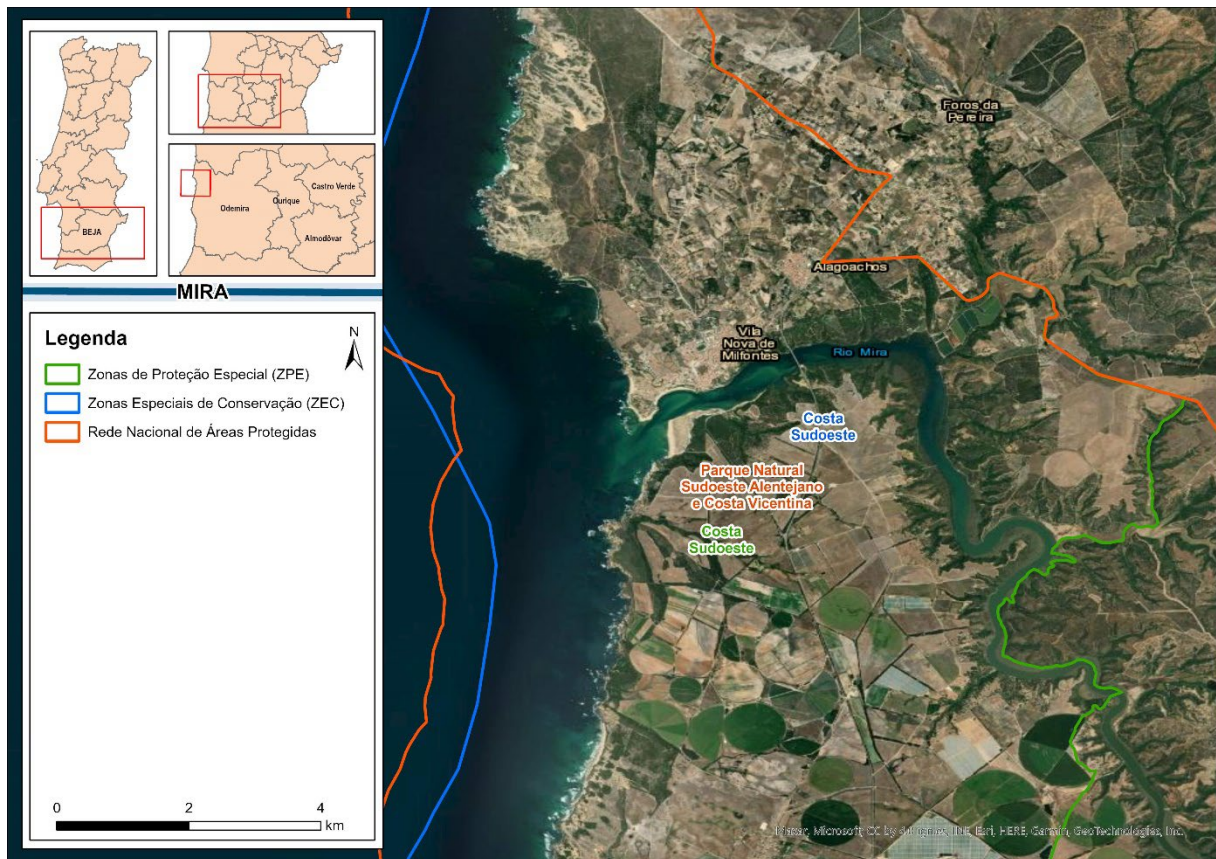


Figura 3.1 - Área de estudo

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.

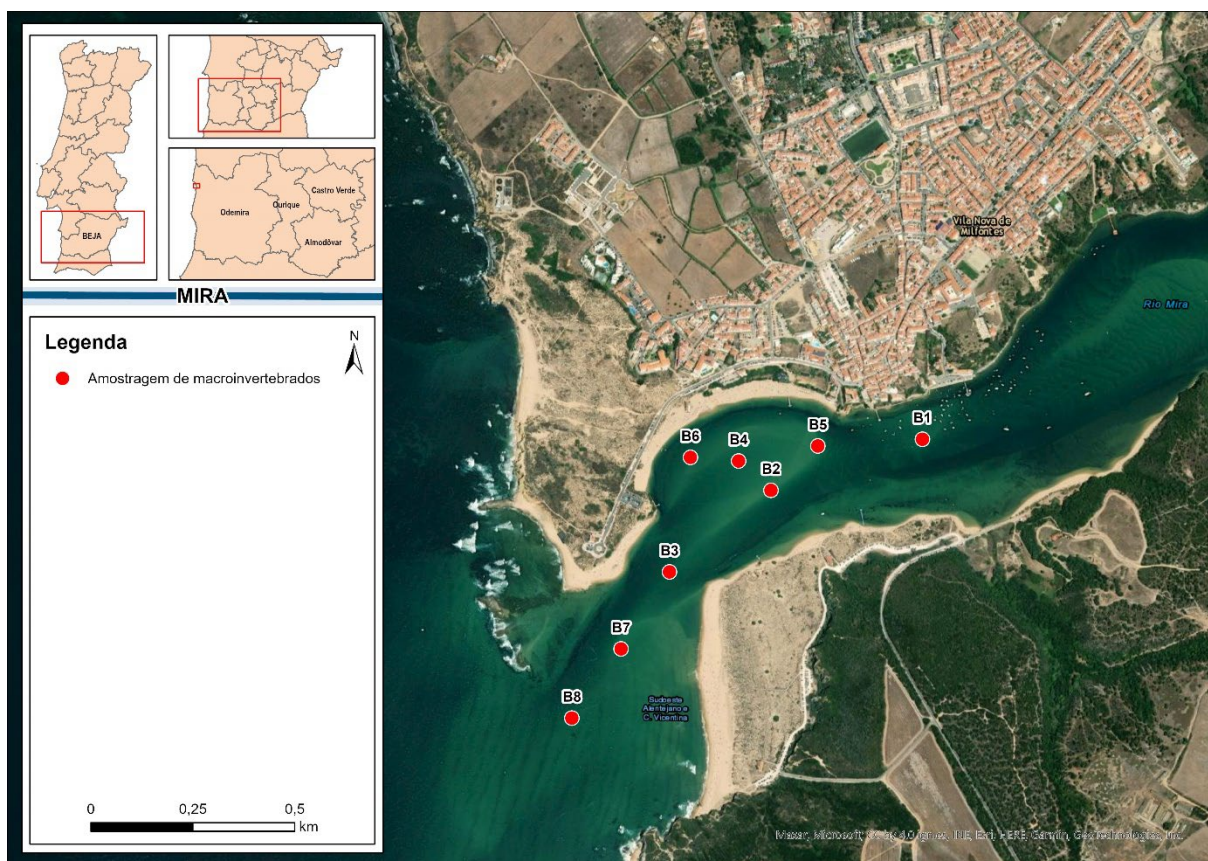


Figura 3.2 - Locais de amostragem.

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 m² 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 (°C), 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, 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 macrofauna bentónica, foram determinadas 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); 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 |
|--------------------|-----|---|----------------------|-----|---|
| <i>Annelida</i> | 736 | 9 | <i>Capitellida</i> | 1 | 1 |
| | | | <i>Phyllodocida</i> | 672 | 6 |
| | | | <i>Spionida</i> | 63 | 3 |
| <i>Arthropoda</i> | 8 | 4 | <i>Amphipoda</i> | 7 | 3 |
| | | | <i>Decapoda</i> | 1 | 1 |
| <i>Mollusca</i> | 5 | 2 | <i>Cardiida</i> | 3 | 1 |
| | | | <i>Neogastropoda</i> | 2 | 1 |
| <i>Nematoda</i> | 231 | 1 | n.a. | 231 | 1 |
| <i>Nemertea</i> | 17 | 1 | n.a. | 17 | 1 |
| <i>Oligochaeta</i> | 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 específica, 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 mantêm 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).

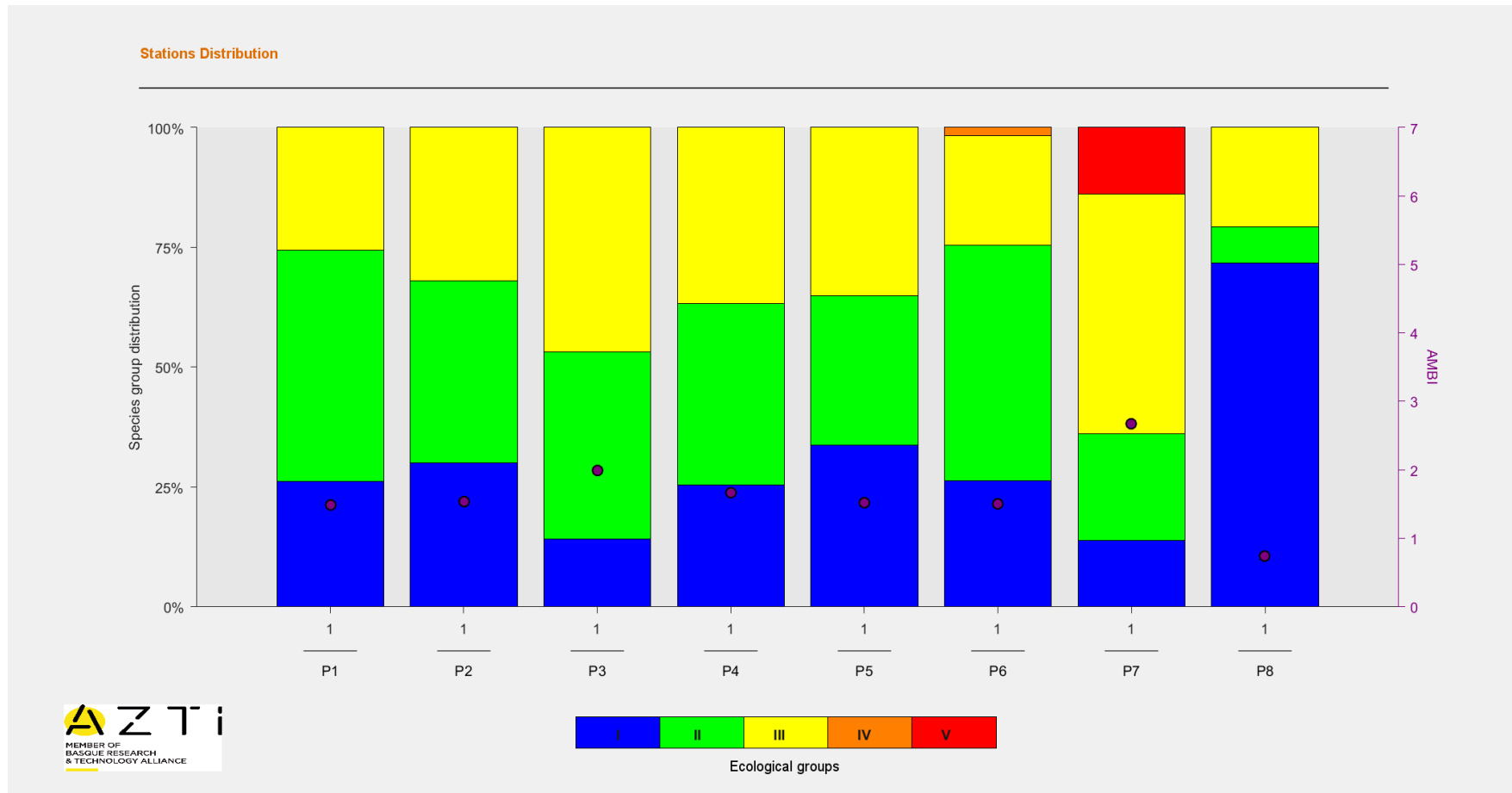


Figura 4.1 - Valor do índice AMBI por local de amostragem com apresentação da proporção dos grupos ecológicos em função do seu nível de tolerância à perturbação/contaminação (sendo que, I são espécies sensíveis e V corresponde a espécie oportunistas de 1ª ordem). P1 corresponde a B1, P2 a B2 (...) e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

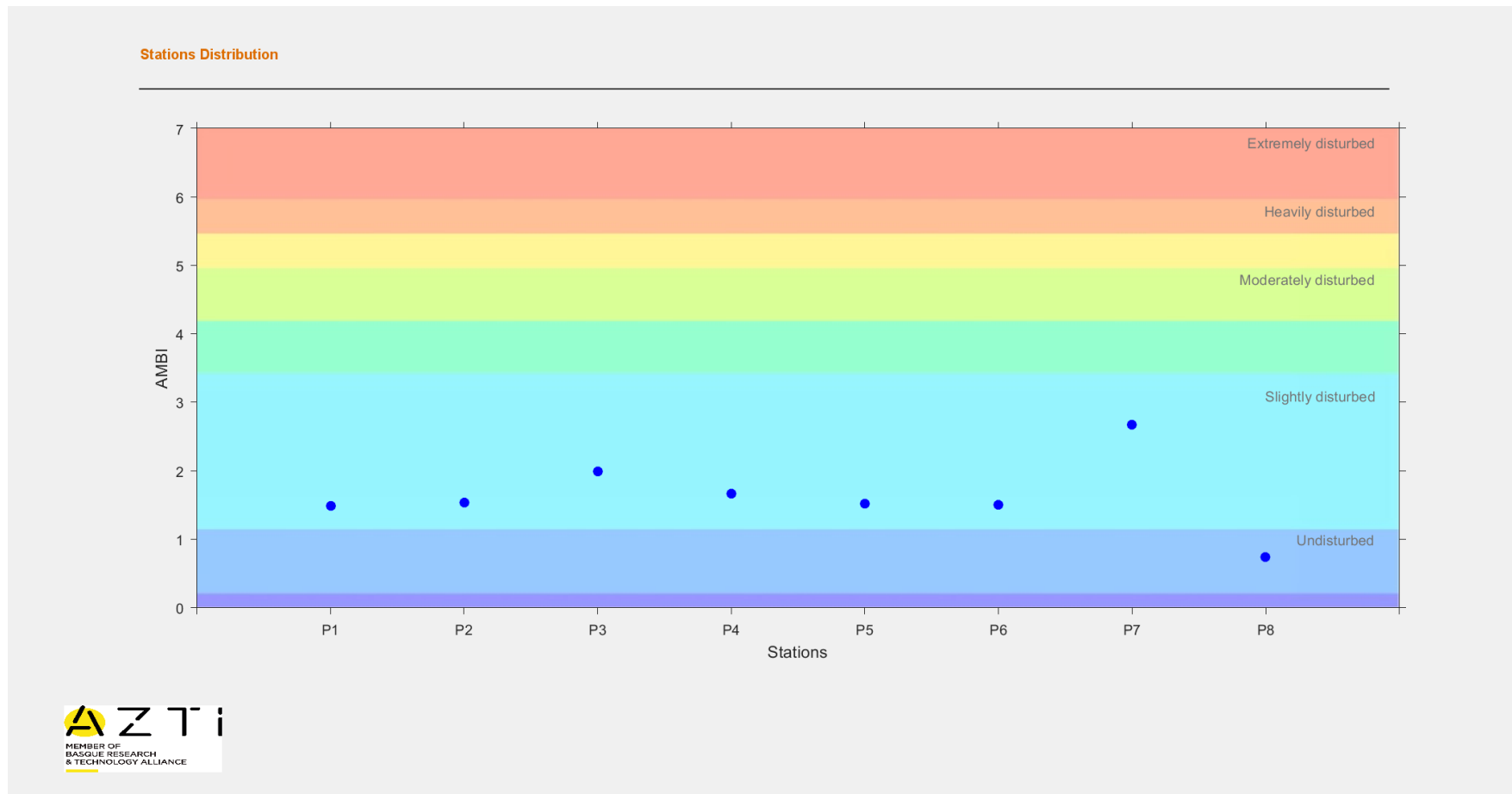


Figura 4.2 - Valor do índice AMBI por local de amostragem com indicação do grau de perturbação (azul – não perturbado; verde – ligeiramente perturbado; amarela – moderadamente perturbado; laranja – muito perturbado; vermelho – extremamente perturbado). P1 corresponde a B1, P2 a B2 (...) e P8 a B8.

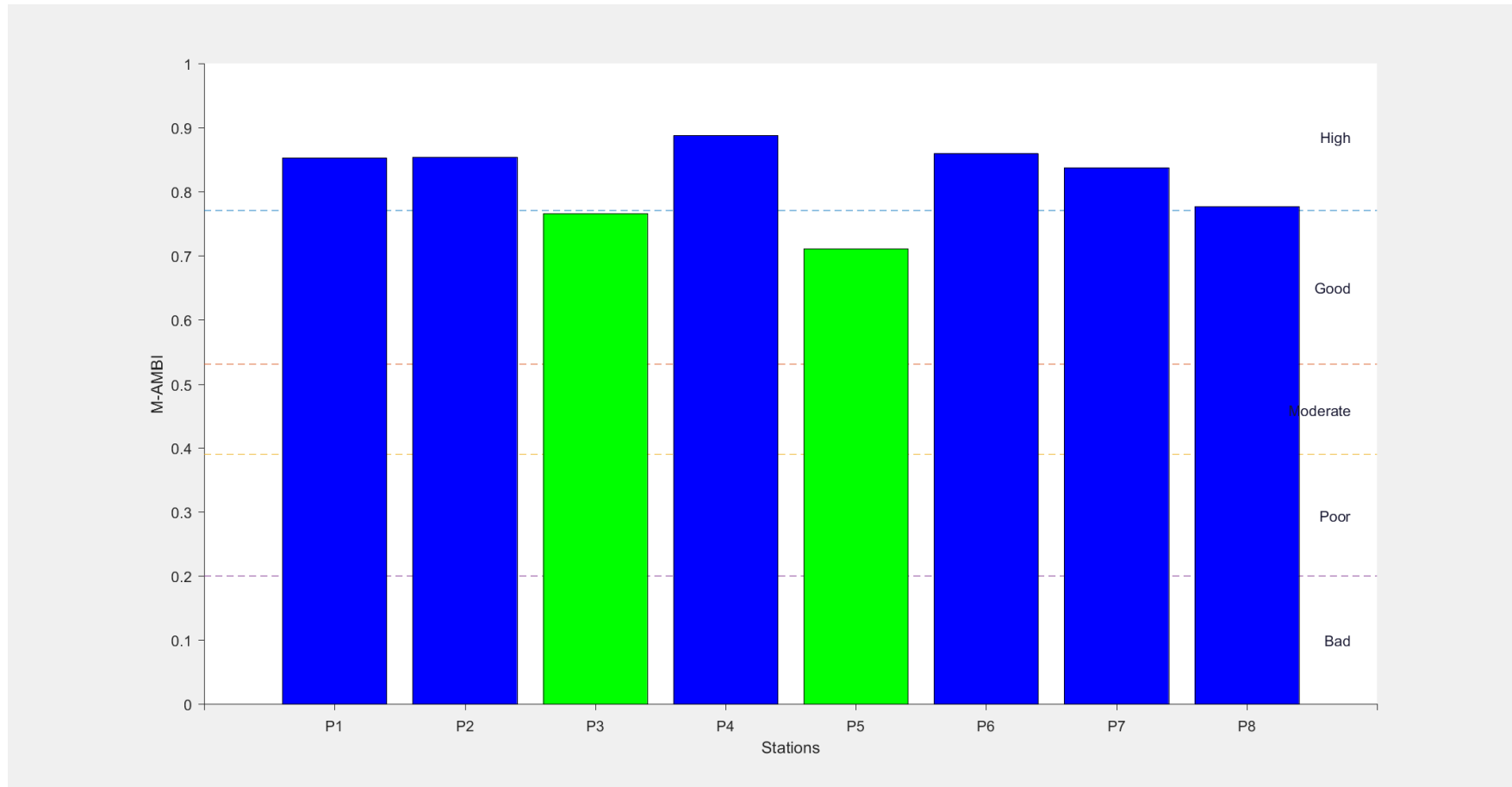


Figura 4.3 - Valor do M-AMBI por local de amostragem com indicação das classes de qualidade. P1 corresponde a B1, P2 a B2 (...) e P8 a B8.

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 sédentaires. 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



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