

RELATÓRIO DE MONITORIZAÇÃO

RM_BENTONICAS_201609_PA_PORTO DE AVEIRO

RMON 01/20– 07/15 – 06– ED1/REV0

MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL DAS DRAGAGENS DE MANUTENÇÃO DO
PORTO DE AVEIRO

MONITORIZAÇÃO DAS COMUNIDADES BENTÓNICAS

RELATÓRIO 6 – CAMPANHA DE ABRIL DE 2016



MONITAR
engenharia do ambiente

RELATÓRIO DE MONITORIZAÇÃO

RM_BENTONICAS_201609_PA _PORTO DE AVEIRO

RMON 01/20– 07/15 – 06– ED1/REV0

MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL DAS DRAGAGENS DE MANUTENÇÃO DO PORTO
DE AVEIRO

MONITORIZAÇÃO DAS COMUNIDADES BENTÓNICAS

RELATÓRIO 6 – CAMPANHA DE ABRIL DE 2016

DESIGNAÇÃO DO PROJETO	N.º PROCESSO AIA	N.º PÓS-AVALIAÇÃO
RECONFIGURAÇÃO DA BARRA DO PORTO DE AVEIRO	2082	454

APROVADO POR:

ADMINISTRAÇÃO DA APA, S.A.



FICHA TÉCNICA

AUTOR DO RELATÓRIO	MONITAR, LDA. EMPREENHIMENTO DA BELA VISTA, LOTE 1, LOJA 2 REPESES, 3500-227 VISEU
IDENTIFICAÇÃO DO CLIENTE	APA – ADMINISTRAÇÃO DO PORTO DE AVEIRO, S.A. EDIFÍCIO 9 - FORTE DA BARRA 3830-565 GAFANHA DA NAZARÉ
TÍTULO DO RELATÓRIO	RM_BENTONICAS_201609_PA_PORTO DE AVEIRO RMON 01/20 – 07/15 – 06 – ED1/REVO MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL DAS DRAGAGENS DE MANUTENÇÃO DO PORTO DE AVEIRO MONITORIZAÇÃO DAS COMUNIDADES BENTÓNICAS RELATÓRIO 6 – CAMPANHA DE ABRIL DE 2016
N.º DO RELATÓRIO	01/20 – 07/15 – 06
EDIÇÃO / REVISÃO	EDIÇÃO 1 / REVISÃO 0
NATUREZA DAS REVISÕES	
RELATÓRIOS ANTERIORES	
LOCAL DA MONITORIZAÇÃO	ZONA COSTEIRA DE AVEIRO (BARRA E COSTA NOVA)
DATA DA MONITORIZAÇÃO	18 E 22 DE ABRIL DE 2016
ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO	MONITAR
ASSINATURA	
DATA DE PUBLICAÇÃO DO RELATÓRIO	SETEMBRO DE 2016

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	6
1.1	Âmbito e Objetivos da monitorização	6
1.2	Descrição da área em estudo	7
1.3	Enquadramento Legal	8
1.4	Estrutura do relatório	8
1.5	Autoria técnica	9
2	ANTECEDENTES	10
2.1	Medidas de minimização	11
2.2	Reclamações	12
3	DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO	13
3.1	Parâmetros e locais de amostragem	13
3.2	Frequência de amostragem	15
3.3	Métodos e equipamentos de recolha	16
3.4	Critérios de avaliação dos dados	19
3.5	Relação dos dados com as características do projeto ou do seu ambiente exógeno	19
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	21
4.1	Classificação granulométrica dos Sedimentos e teor em matéria orgânica total	21
4.2	Abundância e diversidade de macrofauna bentónica	23
4.3	Discussão, interpretação e avaliação dos resultados obtidos face aos indicadores de atividade do projeto, ou de fatores exógenos, e face aos critérios de avaliação	31
4.4	Comparação dos resultados obtidos nas diferentes campanhas de monitorização	34
4.5	Comparação com as previsões do EIA	35
4.6	Avaliação da eficácia das medidas de minimização de impactes	35
5	CONCLUSÃO	36
5.1	Considerações gerais	36
5.2	implementação de medidas de minimização	36
5.3	Proposta de revisão do programa de monitorização	36

6	REFERÊNCIAS.....	38
7	ANEXOS.....	39
7.1	Anexo 1: Listagem de espécies bentónicas obtidas por ponto de amostragem.....	i
7.2	Anexo 2: Boletins Granulométricos.....	ii

1 INTRODUÇÃO

1.1 ÂMBITO E OBJETIVOS DA MONITORIZAÇÃO

O presente documento constitui o Relatório de Monitorização (RM) Ambiental das Dragagens de Manutenção do Porto de Aveiro, no que se refere à Monitorização das Comunidades Bentónicas, referente à campanha do Ano 4, realizada nos dias 18 e 22 de Abril de 2016, dando cumprimento ao Plano de Monitorização (PM) constante na Declaração de Impacte Ambiental (DIA) emitida em Setembro de 2009 e prorrogada em Setembro de 2011, relativa ao projeto e empreitada de Reconfiguração da Barra de Aveiro.

Com a presente monitorização pretende-se ainda dar cumprimento aos Títulos de Utilização Privativa do Espaço Marítimo Nacional, a emitir em conformidade com o Decreto-Lei n.º 38/2015, de 12 de março e relativos à imersão de dragados no mar.

Este relatório decorre dos trabalhos efetuados no âmbito do concurso para prestação de serviços de “Monitorização Ambiental das Dragagens de Manutenção dos portos de Aveiro e da Figueira da Foz”, promovido pela APA/APFF, para a análise da evolução das Comunidades Bentónicas.

A monitorização realizada tem como objetivo providenciar uma base de referência para avaliação dos potenciais impactos da deposição de dragados sobre as comunidades de macrofauna bentónica na zona de intervenção do Porto de Aveiro

O programa de monitorização previsto inclui uma campanha de amostragem anual de fauna bentónica, após a realização da dragagem anual, que permita acompanhar a evolução desta componente biológica a médio/longo prazo, face às sucessivas dragagens e imersões, e fazer a comparação com a comunidade bentónica de uma área de controlo, suficientemente afastada dos locais intervencionados para já não estar sujeita à influência dos trabalhos mencionados.

A data de realização das colheitas foi distinta da indicada pela entidade contratante, pois, a equipa de monitorização responsável pelos trabalhos encontrou condições de mar que levaram a que a tentativa efetivamente realizada em outubro tivesse de ser abortada dadas as condições do mar e a elevada incidência de redes de pesca na zona de amostragem. Estas dificuldades tinham já sido experimentadas pela anterior equipa (PROMAN 2015).

Para atingir o objetivo proposto, foram analisados parâmetros bióticos e parâmetros abióticos, respetivamente no material biológico e sedimentar recolhido nas amostragens realizadas em abril de 2016, na zona de deposição e numa zona de controlo, fora do raio de influência das operações de dragagem e de deposição dos sedimentos depositados.

O tratamento dos dados garantirá uma correta comparação e integração de todos os resultados obtidos ao longo do projeto, de modo a que, perante os mesmos, possam ser adotadas medidas e/ou ações, designadamente:

- Providenciar informação para avaliação de eventuais alterações ao nível da composição e estrutura das comunidades de macrofauna bentónica, provocadas pelas operações de dragagem e de deposição dos dragados e das consequências ao nível da qualidade ecológica do ecossistema;
- Acompanhar a evolução desta componente biológica a médio/longo prazo, face às sucessivas dragagens e imersões;
- Comparar a evolução da comunidade bentónica na zona de intervenção/deposição e uma área de controlo.

1.2 DESCRIÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

A Empreitada de Reconfiguração da Barra do Porto de Aveiro envolve a realização dos seguintes trabalhos:

- a) Prolongamento do Molhe Norte numa extensão de 200m, segundo o alinhamento do troço final da obra existente, com uma estrutura semelhante à deste troço final;
- b) Estabelecimento de um novo canal de navegação, com ligeira rotação para sul relativamente ao alinhamento existente à data, e largura de rasto de 200m e uma cota de serviço de - 12,50m (ZH);
- c) Dragagem de um canal com as mesmas características do anterior na zona de aproximação, exteriormente aos molhes; este canal, com um alinhamento de 060º/240º, foi acrescido de faixas de segurança de 50m para cada um dos lados, tendo sido dragado à cota -13,20m (ZH) para garantir uma cota de serviço de -12,50m (ZH);
- d) Deposição dos dragados numa zona de praia submersa compreendida entre o 3º e 5º esporão do campo de esporões da Costa Nova (Zona 2), entre o Molhe Sul e o esporão nº1 do campo de esporões da Costa Nova, e entre as profundidades de -4,00m(ZH) e - 7,00m(ZH) (Zona 1).

No seguimento destas dragagens de 1º estabelecimento, tornou-se necessário executar trabalhos de dragagem para manutenção das cotas de serviço imprescindíveis à plena operacionalidade do Porto de Aveiro, garantindo as necessárias condições de navegabilidade e de segurança.

Desta forma, a partir de 2014, ano de início das dragagens de manutenção (fase de exploração), foram efetuadas as intervenções descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Volumes e períodos das dragagens de manutenção realizadas na fase de exploração.

PERÍODO DE DRAGAGEM	VOLUMES DRAGADOS (m ³)	ÁREA DE DRAGAGEM		ÁREA DE DEPÓSITO	
		DATA DE LEVANTAMENTO INICIAL	DATA DE LEVANTAMENTO FINAL	DATA DE LEVANTAMENTO INICIAL	DATA DE LEVANTAMENTO FINAL
2014 Setembro a dezembro de 2014	358934	28-set-14	03-jan-15	27-set-14	02-jan-15
2015	Maio	30-Abr-15	14-Mai-15	05-Mai-15	14-Mai-15
	Novembro	05-Nov-15	20-Nov-15	Novembro	20-03-16

Devido à sua reduzida ou nenhuma mobilidade, os organismos bentónicos são os primeiros a refletir e integrar os efeitos da remoção e da deposição dos sedimentos, tornando-se assim numa ferramenta importante para o diagnóstico do estado de qualidade ecológica de um ecossistema marinho, o que justifica o estudo da sua estrutura em zonas sujeitas a operações de dragagem e de deposição dos dragados.

1.3 ENQUADRAMENTO LEGAL

Como anteriormente referido, a realização da presente campanha de monitorização dá cumprimento ao Plano de Monitorização (PM) Ambiental, aprovado pela Autoridade de AIA e constante na Declaração de Impacte Ambiental (DIA), de 4 de Maio de 2005, do projeto das Obras de Melhoria das Condições de Abrigo nos Canais do Sector Comercial e de Manutenção do Canal de Acesso ao Porto de Aveiro.

1.4 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

O presente RM encontra-se estruturado de acordo com as notas técnicas constantes no Anexo V da Portaria n.º 395/2015, de 4 de novembro, sendo constituído pelos seguintes capítulos:

- Capítulo 1: Introdução;
- Capítulo 2: Antecedentes;
- Capítulo 3: Descrição do programa de monitorização;
- Capítulo 4: Apresentação e análise dos resultados;
- Capítulo 5: Conclusão;
- Capítulo 6: Referências;
- Capítulo 7: Anexos.

No capítulo Introdução, expõe-se o âmbito e objetivos da monitorização, a descrição da área de estudo, o enquadramento legal e equipa técnica responsável pela realização do trabalho. No

Capítulo 2, descrevem-se os antecedentes referentes à monitorização a que se refere o presente RM. O programa de monitorização, onde são descritos os parâmetros registados, a metodologia de recolha e tratamento de dados e equipamentos adotados são introduzidos no Capítulo 3. No Capítulo 4, são apresentados os resultados, a sua análise e comparação os resultados obtidos em campanhas anteriores. No Capítulo 5 são apresentadas as conclusões e no Capítulo 6 as referências bibliográficas utilizadas para a elaboração do presente RM. No último capítulo são apresentados os documentos anexos ao RM, nomeadamente as listagens de espécies identificadas e as fichas referentes às análises de granulometria.

1.5 AUTORIA TÉCNICA

A descrição da equipa técnica responsável pela monitorização é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Equipa técnica responsável pela monitorização.

NOME	QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL	FUNÇÃO
Sérgio Lopes	Licenciado em Engenharia do Ambiente Mestre em Engenharia Mecânica Doutor em Riscos Naturais e Tecnológicos	Coordenação geral da monitorização
João Martinho	Licenciado em Engenharia do Ambiente Mestre em Tecnologias Ambientais	Verificação do relatório
José Vingada		Coordenação de trabalhos de campo
Bruno Panta Ferreira		Amostragem de campo Determinações laboratoriais
Flávia Alves		Amostragem de campo Determinações laboratoriais
Andreia Pereira		Amostragem de campo Determinações laboratoriais
André Roxo		Amostragem de campo Determinações laboratoriais

2 ANTECEDENTES

O Projeto das obras de reconfiguração da barra de Aveiro teve início em 2012 e envolveu diversas fases de desenvolvimento. Este projeto envolveu diversas dragagens para estabelecimento de um novo canal de navegação e consequentemente deposição dos dragados. Após estas dragagens tornou-se necessário a manutenção da operacionalidade do Porto de Aveiro e para tal ocorreram dragagens incluídas no Plano de Monitorização da Empreitada de Reconfiguração da Barra do Porto de Aveiro.

Pelas características do Projeto de Reconfiguração da Barra do Porto de Aveiro e pela zona onde o mesmo se localiza, foi legalmente exigida a realização de um procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA). Este procedimento de AIA contemplou a realização de um Estudo de Impacte Ambiental (EIA) e culminou com a emissão da respetiva Declaração de Impacte Ambiental (DIA).

Os trabalhos de elaboração do EIA tiveram lugar entre Julho de 2008 e Março de 2009. A DIA, emitida em Setembro de 2009 e prorrogada em Setembro de 2011, define um Programa de Monitorização Ambiental contemplando, entre outros parâmetros, a monitorização das comunidades Bentónicas.

As dragagens de manutenção da Barra de Aveiro encontram-se incluídas no âmbito do Plano de Monitorização da Empreitada de Reconfiguração da Barra do Porto de Aveiro, a vigorar até 2016, pelo que há que executar os trabalhos previstos na respetiva Declaração de Impacte Ambiental (DIA), em conformidade com o Plano de Monitorização (PM) aprovado pela Autoridade de AIA.

No âmbito da empreitada de dragagem na Barra para o reforço do cordão dunar, a avaliação do estado de qualidade das comunidades bentónicas nos locais de dragagem e deposição realizou-se pela primeira vez em janeiro de 2009 e repetiu-se em dezembro de 2010/janeiro de 2011 (Irmãos Cavaco SA, Dravosa, 2011).

No seguimento dos trabalhos decorrentes da reconfiguração da barra do Porto de Aveiro, em 2013 (Ano 2) foi efetuado o estudo de monitorização das comunidades de macrofauna bentónica pelo Departamento de Biologia & CESAM da Universidade de Aveiro, sendo emitido o respetivo relatório a 15 de outubro de 2014 (Martins et al., 2013). Da análise do resultados obtidos na respetiva campanha, concluíram que: *“Os resultados de 2013 mostram um aumento considerável da abundância e número de espécies, relativamente ao trabalho anterior, evidenciando que a zona de deposição de dragados apresenta atualmente condições mais favoráveis à colonização de espécies que preferem sedimentos mais finos”*.

O objetivo dessas campanhas foi a apresentação de resultados sobre a composição e distribuição da macrofauna bentónica, a caracterização sedimentar e a qualidade ecológica nas zonas dragadas e de imersão dos dragados, assim como numa zona de controlo situada fora da influência das operações de dragagem e de imersão dos dragados, o que permitiu a comparação de resultados entre as zonas intervencionadas e a de controlo, assim como entre as épocas de amostragem.

No Relatório de Monitorização (PROMAN 2015), referente à campanha realizada em fevereiro de 2015 (Ano 3), verificou-se que não foram observadas diferenças acentuadas na estrutura das comunidades de macrofauna bentónica presentes nas zona de deposição, dragagem e na zona de controlo. A forte ação hidrodinâmica a que estão sujeitos os habitats poderá contribuir para uma curta permanência dos dragados na zona de deposição, limitando os presumíveis impactos da deposição a um curto período de tempo. As características de adaptabilidade das espécies presentes a meios muito hidrodinâmicos dificultam o reconhecimento dos presumíveis impactos da intervenção mas facilitam a rápida recolonização da zona após a dispersão dos dragados.

O presente RM refere-se à campanha de monitorização das comunidades bentónicas no Ano 4, realizada nos dias 18 e 22 de Abril de 2016, dando cumprimento ao Plano de Monitorização (PM) constante na Declaração de Impacte Ambiental (DIA) emitida em Setembro de 2009 e prorrogada em Setembro de 2011, relativa ao projeto e empreitada de Reconfiguração da Barra de Aveiro.

2.1 MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO

As medidas de minimização de impactes definidas no EIA e na DIA são apresentadas na Tabela 3. Nos anos anteriores de monitorização, de acordo com o descritos nos respetivos RMs, todas as medidas aplicáveis no contexto da intervenção foram implementadas no decurso da realização da dragagem de manutenção da Barra.

Tabela 3 - Medidas de minimização de impactes sobre a qualidade da água definidas no EIA e DIA

MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO	APLICAÇÃO
Redução, tanto quanto possível, da extensão das dragagens, limitando-as estritamente às áreas previstas no Projeto.	Durante a execução das dragagens.
Realização das operações de dragagem a baixa velocidade de sucção e utilizar, se possível, um dispositivo específico (environmental-friendly cutter), acoplado à cabeça da draga, no sentido de minimizar a ressuspensão de sedimentos.	Durante a execução das dragagens.
Evitar o “overflow” durante as operações de dragagem no canal interior.	Durante a execução das dragagens.
Assegurar que o manuseamento de óleos e de outros produtos potencialmente perigosos na draga seja feito de forma a evitar derrames na água.	Durante a execução das dragagens.
Na draga devem estar disponíveis meios de contenção de substâncias poluentes	Durante a execução das dragagens.
A realização das dragagens é possível apenas a partir de maio e até outubro, de forma a evitar a época de reprodução de bivalves, bem como a época em que as espécies de migradores (sável, savelha, lampreia e enguia) sobem a Ria de Aveiro.	Durante a execução das dragagens.

2.2 RECLAMAÇÕES

Até à data a que se refere o presente RM, não foram registadas reclamações referentes à evolução das comunidades bentónicas, que estejam associadas aos trabalhos decorrentes da reconfiguração da barra de Aveiro

3 DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO

Os locais, parâmetros, frequência, metodologias e critérios de avaliação de dados são descritos a seguir e encontram-se em conformidade com o PM constante na DIA e com o definido nas Especificações Técnicas do Caderno de Encargos do Concurso de Monitorização Ambiental das Dragagens de Manutenção do Porto de Aveiro.

3.1 PARÂMETROS E LOCAIS DE AMOSTRAGEM

Os parâmetros a medir, em conformidade com o caderno de encargos, são os seguintes:

- Parâmetros abióticos: granulometria e matéria orgânica total dos sedimentos superficiais;
- Parâmetros bióticos: riqueza específica e abundância, Índice de diversidade de Simpson, Índice de diversidade de Shannon-Wiener, Índice Biótico Marinho (AMBI), espécies típicas e discriminantes de grupos de amostras.

A localização das estações de amostragem é apresentada na Figura 1. Na Tabela 4 apresenta-se as coordenadas geográficas e profundidade de cada estação.

Tabela 4 - Locais de amostragem.

IDENTIFICAÇÃO DAS ESTAÇÕES		COORDENADAS GEOGRÁFICAS (WGS 84)	PROFUNDIDADE (m)
T11	<i>Zona de dragagem</i>	40° 38' 8,98" N 8° 46' 51,48" W	13,8
T12		40° 38' 9,21" N 8° 46' 43,73" W	16,1
T13		40° 38' 9,89" N 8° 46' 35,92" W	16,4
T14		40° 38' 10,70" N 8° 46' 28,10" W	16,4
T15		40° 38' 11,38" N 8° 46' 20,44" W	13,6
T21	<i>Zona de imersão de dragados</i>	40° 37' 52,49" N 8° 45' 37,32" W	8,6
T22		40° 37' 53,26" N 8° 45' 31,53" W	14,4
T23		40° 37' 53,78" N 8° 45' 24,19" W	9,8
T24		40° 37' 54,31" N 8° 45' 15,33" W	3,6
T25		40° 37' 55,28" N 8° 45' 7,34" W	2,1
T31	<i>Zona de controlo</i>	40° 37' 30,99" N 8° 47' 1,14" W	7,3
T32		40° 37' 28,16" N 8° 46' 39,96" W	7,3
T33		40° 37' 25,46" N 8° 46' 12,82" W	11,9
T34		40° 37' 22,52" N 8° 45' 47,45" W	11,3
T35		40° 37' 20,15" N 8° 45' 24,93" W	3
T41	<i>Zona de imersão de dragados</i>	40° 36' 45,92" N 8° 46' 7,76" W	11,4
T42		40° 36' 44,84" N 8° 45' 55,21" W	12,6
T43		40° 36' 43,51" N 8° 45' 40,82" W	12,7
T44		40° 36' 42,68" N 8° 45' 32,59" W	3,9
T45		40° 36' 43,00" N 8° 45' 29,00" W	2,8

IDENTIFICAÇÃO DAS ESTAÇÕES	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (WGS 84)	PROFUNDIDADE (m)
T51	40° 36' 22,38" N 8° 46' 14,24" W	10,5
T52	40° 36' 21,34" N 8° 46' 1,85" W	11,1
T53	40° 36' 20,08" N 8° 45' 46,89" W	10,3
T54	40° 36' 19,48" N 8° 45' 38,62" W	3,6
T55	40° 36' 18,38" N 8° 45' 25,94" W	4



Figura 1 - Localização das estações de colheita na zona de dragagens (transecto T1), nas zonas de deposição (transecto T2, T4 e T5) e na zona de controlo (transecto T3).

3.2 FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM

A amostragem foi realizada nos dias 18 e 22 de Abril de 2016 (Tabela 5). A data de realização das colheitas foi distinta da indicada pela entidade contratante, pois, tal como comunicado a equipa de monitorização responsável pelos trabalhos encontrou condições de mar que levaram a que a tentativa efetivamente realizada tivesse de ser abortada dadas as condições do mar e a elevada incidência de redes de pesca na zona de amostragem. Estas dificuldades tinham já sido experimentadas pela anterior equipa (PROMAN 2015), que tinha também recomendado a alteração da mesma.

Tabela 5 - Data da campanha de monitorização da comunidade bentónica.

CAMPANHA	DATA	AMOSTRAS RECOLHIDAS	HORA DA RECOLHA	CONDIÇÃO DE MARÉ (mZH)
Campanha de Abril de 2016	18/04/2016	T51	11h:20m	Preia Mar: 01h:48m – 2,93 14h:14m – 2,92 Baixa-Mar: 07h:51m – 1,04 20h:02m – 1,09
		T52	11h:38m	
		T53	11h:51m	
		T43	12h:19m	
		T42	12h:31m	
		T41	12h:40m	
		T34	12h:56m	
		T33	13h:22m	
		T32	13h:32m	
		T31	13h:48m	
		T23	14h:18m	
	22/04/2016	T11	09h:57m	Preia Mar: 04h:15m – 3,18 16h:30m – 3,21 Baixa-Mar: 10h:01m – 0,78 22h:16m – 0,78
		T12	11h:08m	
		T13	11h:23m	
		T14	11h:36m	
		T15	11h:49m	
		T21	12h:07m	
		T22	12h:23m	
		T24	12h:31m	
		T44	12h:45m	
		T54	12h:54m	
		T55	13h:07m	
		T45	13h:20m	
		T35	13h:29m	
		T25	13h:44m	

3.3 MÉTODOS E EQUIPAMENTOS DE RECOLHA

A amostragem de sedimentos foi realizada com recurso a uma draga do tipo Smith-McIntyre de 0,1m² de área de ataque em vinte e cinco estações ao longo de 5 transectos perpendiculares à costa (transecto de dragagem – T1, transecto de deposição – T2, T4 e T5, transecto de controlo – T3). Em cada estação foram recolhidas 5 réplicas. De uma réplica de cada uma das estações retirou-se uma pequena quantidade de sedimento para caracterização granulométrica e determinação do teor de matéria orgânica dos sedimentos, que foram imediatamente conservadas a 4°C e posteriormente congeladas para evitar a decomposição do material biológico presente. Em relação ao material biológico para identificação de macrofauna bentónica, as amostras foram imediatamente lavadas num crivo de malha 1mm e fixadas com formaldeído a 4%, tamponizado com borato de sódio e corado com Rosa de Bengala, para facilitar a triagem e quantificação dos organismos recolhidos.

Caracterização granulométrica e matéria orgânica total dos sedimentos

As amostras de sedimento foram descongeladas e secas em estufa a 100°C até peso seco constante. Seguidamente, pesaram-se porções de cerca de 100g de sedimento de cada amostra. As amostras foram então lavadas através de um peneiro de 63 µm de malha quadrada para separação da fração mais fina. As amostras restantes foram novamente secas em estufa a 100°C até peso seco constante. Utilizou-se então um agitador do tipo Ro-Tap, com uma coluna de crivos ASTM de diferentes malhas dimensionais que permitiram a separação do sedimento nas seguintes classes: cascalho (>2000 µm), areia muito grossa (1000-2000 µm), areia grossa (500-1000 µm), areia média (250-500 µm), areia fina (125-250 µm) e areia muito fina (63-125 µm). A fração silte+argila (<63 µm) resultou da diferença de massa da amostra antes e depois da lavagem dos finos. As frações sedimentares resultantes da crivagem foram depois pesadas. A classificação das amostras e o cálculo de medianas, curvas cumulativas, quartis e coeficiente de triagem de Trask (So) foi realizada utilizando o pacote G2Sd (Fournier et al., 2014) em ambiente R (R Core Team, 2016). Os tipos sedimentares foram classificados de acordo com a escala de Wentworth (Wentworth, 1922 in Bale & Kenny, 2005).

Para determinar o teor em matéria orgânica utilizou-se 1 g de sedimento de cada amostra, que após descongelação à temperatura ambiente e posterior secagem em estufa a 60°C, foi moído num almofariz e incinerado em mufla durante 5 horas a 550°C. O teor em matéria orgânica foi determinado por diferença de peso entre o sedimento seco e incinerado (Bale & Kenny, 2005).

Caracterização da macrofauna bentónica

As amostras para caracterização da macrofauna bentónica foram lavadas em água corrente através de um crivo de 1mm de malha quadrada para remover o formaldeído e posteriormente conservadas em álcool a 70% em frascos etiquetados com o código da amostra e número de réplica. A identificação dos espécimes foi efetuada utilizando lupas binoculares (e microscópio quando necessário) e suporte bibliográfico adequado, tais como manuais e chaves dicotómicas apropriadas (exemplos: Anfípodas: Lincoln (1979); Decápodes: Ingle (1983); Equinodermes: Southward e Campbell (2006); Poliquetas: Fauvel (1923)).

A caracterização das comunidades bentónicas e avaliação do seu estado ambiental foi efetuada utilizando os seguintes descritores: Riqueza específica (S), que se refere ao número total de espécies; Abundância por área de colheita, que se refere ao número de indivíduos por unidade de amostragem; Índice de diversidade de Shannon-Wiener (Shannon & Weaver, 1963); Índice de diversidade de Simpson (Simpson, 1949); Índice biótico AMBI (Borja et al., 2000) e Índice multivariado M-AMBI (Muxika et al., 2007).

O Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') quantifica o grau de incerteza da previsão a que espécie pertencerá um indivíduo amostrado ao acaso, de uma amostra com determinada riqueza (S) e número de indivíduos (N). Este índice reflete não só a riqueza, aumentado caso o S aumente, mas também o modo como os indivíduos se repartem entre as espécies (equitabilidade). Resumidamente, quanto menor o valor do índice, menor será a diversidade da amostra.

O Índice de diversidade de Simpson quantifica a riqueza de organismos e reflete a probabilidade de, amostrando ao acaso dois indivíduos de uma mesma comunidade, estes pertencerem a espécies diferentes. O Índice de Simpson varia entre 0 e 1, e quanto mais alta for a diversidade da amostra maior será o seu valor. O Índice de Shannon-Wiener e o Índice de Simpson foram calculados em ambiente R, utilizando o pacote vegan (Oksanen et al., 2016).

O Índice Biótico Marinho descreve as respostas das comunidades bentónicas marinhas ou estuarinas ao enriquecimento orgânico, como a poluição, e baseia-se em comportamentos conhecidos das espécies face a situações de stress ambiental. Os autores criaram cinco grupos de espécies com diferentes graus de tolerância/sensibilidade a perturbações de origem antropogénica: grupo I – espécies sensíveis, grupo II – espécies indiferentes, grupo III – espécies tolerantes, grupo IV – espécies oportunistas de 2ª ordem e grupo V – espécies oportunistas de 1ª ordem. Este índice permite avaliar o estado global da comunidade bentónica, medindo o grau de perturbação e o estado da comunidade, e é uma ferramenta indispensável para interpretar alterações nas comunidades bentónicas que possam ter decorrido de intervenções antropogénicas ou fenómenos

naturais. Varia entre 0 (não perturbado) e 7 (extremamente perturbado). Este índice apoia-se numa lista de classificação das espécies de acordo com a sua capacidade de tolerar o stress, que é atualizada quando necessário e se encontra disponível em conjunto com o programa informático utilizado para o calcular (AMBI - AZTI' Marine Biotic Index) em <http://www.azti.es>.

O Índice AMBI multivariado (M-AMBI), tal como o nome indica conjuga três métricas: riqueza específica (S), Índice de diversidade de Shannon- Wiener e Índice AMBI. Através da análise multivariada, este método determina um valor que varia entre 0 e 1. O nível de qualidade ecológica é elevado quando o valor se aproxima de 1, e é baixo quando o valor do rácio se aproxima de 0. Este Índice é calculado também com o AMBI - AZTI' Marine Biotic Index.

A análise multivariada foi complementada com uma análise de classificação (*clustering*) e ordenação (NMDS), seguida de uma análise da contribuição das espécies para as diferenças entre possíveis grupos (SIMPER) e análise de relação entre os organismos bentónicos e as variáveis ambientais (BIOENV), tudo em ambiente R. Os pontos T45 e T55 não foram considerados nesta análise dado não apresentarem espécimes. A matriz de abundância da comunidade bentónica foi transformada por $\log(x+1)$ de modo a minimizar a influência do elevado número de zeros, e seguidamente construiu-se uma matriz de distâncias utilizando a distância de Bray-Curtis, utilizando a função *vegdist* do pacote *vegan*. A matriz resultante foi utilizada para realizar a análise hierárquica de classificação, utilizando a função *hclust*, do pacote *stats* (R Core Team, 2016), através do método de Ward. A análise de ordenação por NMDS foi realizada utilizando a função *metaMDS* do pacote *vegan*, utilizando a distância de Bray-Curtis e a transformação standard recomendada pela função (*wisconsin*; raiz quadrada). A análise SIMPER (função *simper*) que pertence ao pacote *vegan* foi então realizada sobre os resultados apontados pelas duas análises anteriores, para determinar as espécies que mais contribuíam para a diferença entre os grupos obtidos, sendo que a função define como ideal o número de espécies imediatamente acima de 70% de contribuição. A análise BIOENV foi realizada usando a função *bioenv* também do pacote *vegan*, e foi utilizada para determinar a combinação mais influente de variáveis ambientais na composição das comunidades, através do cálculo do coeficiente de correlação não paramétrica de Spearman.

3.4 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DOS DADOS

Os dados recolhidos possibilitarão a avaliação da existência de eventuais diferenças na composição e estrutura das comunidades de macrofauna bentónica nas três áreas em estudo: a área do transecto de dragagem (T1), a área do transecto de controlo (T3) e a área dos transectos de deposição (T2, t4 e T5). Esta avaliação tem como base os parâmetros e índices definidos no caderno de encargos, tais como riqueza específica, abundância, composição específica das comunidades, Índice de diversidade de Shannon-Wiener e de Simpson, e Índice de qualidade ecológica AMBI. Decidiu-se também utilizar o Índice M-AMBI por ser considerado de elevado valor informativo, e depender diretamente de um Índice constante no caderno de encargos (AMBI). A possível existência de diferenças significativas nos valores obtidos para os parâmetros em questão para cada área será indicadora de que as comunidades bentónicas da área controlo, dragagem e de deposição são diferentes.

3.5 RELAÇÃO DOS DADOS COM AS CARACTERÍSTICAS DO PROJETO OU DO SEU AMBIENTE EXÓGENO

As comunidades bentónicas são consideradas das mais importantes no que à avaliação do estado ecológico das massas de água diz respeito (são por exemplo a base do Índice AMBI), dado que se considera que são bastante estáveis em termos temporais, permitido assim, através da identificação de alterações na sua composição, sinalizar com precisão os impactos induzidos que por perturbações, quer estas sejam de origem natural, como tempestades, ou antropogénicas, como as dragagens. É esta capacidade que faz delas referência como indicadores de perturbação na Diretiva Quadro da Água.

As ações de remoção de sedimentos do leito (dragagens), e consequente deposição do sedimento removido (dragados), são atividades comuns na gestão de sistemas aquáticos, e consideradas essenciais à ao funcionamento de vários ramos de negócio. As dragagens trazem, no entanto, efeitos importantes a curto e a longo prazo aos locais e comunidades onde ocorrem.

A curto prazo, são de salientar as alterações topográficas e geomorfológicas do fundo, aumento da turbidez, redução do oxigénio dissolvido na coluna de água, alteração química da água e, em casos mais extremos, a libertação de contaminantes através da ressuspensão de camadas mais profundas do sedimento (Johnston, 1981), onde esses contaminantes se encontravam depositados. Estas alterações radicais trazem normalmente efeitos nefastos como a perturbação das comunidades, e em último caso, a mortalidade dos organismos menos tolerantes (Haynes e Makarevich, 1982). Já a longo prazo, as consequências que mais se fazem sentir são a diminuição da diversidade e abundância das espécies nas comunidades bentónicas ((Boyd et al., 2005). Tratando-se de comunidades bentónicas, é importante referir que as respostas das mesmas, em conjunto com o

ecossistema, à perturbação podem variar bastante, tanto em termos espaciais como temporais. Os resultados devem então ser observados de um ponto de vista conservador, tendo sempre presente a necessidade da existência de um equilíbrio ecológico. Na verdade, a existência de uma monitorização a longo prazo é fundamental para efetivamente avaliar o efeito da perturbação. É também importante salientar que as comunidades bentónicas poderão ser afetadas por fatores exógenos ao projeto, fatores não relacionados com a deposição de sedimentos, tais como as atividades e fontes de contaminação de origem antropogénica, dadas as várias indústrias associadas à Ria de Aveiro, que poderão estender a sua ação até às águas costeiras adjacentes. Estes fatores exógenos, e implicações que possam trazer sobre as comunidades, serão, no entanto, comuns às áreas em estudo (dragagem, deposição e controlo), pelo que estes fatores influenciarão de igual modo as mesmas, não trazendo assim problemas à sua comparação.

Face ao exposto, podemos afirmar que os dados obtidos acerca das comunidades constituem base de grande valor para o entendimento da estrutura das mesmas, quer na área de intervenção quer na de controlo, o que possibilitará a análise da existência de eventuais diferenças entre as duas áreas, e assim, avaliar devidamente os impactos associados à intervenção.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 CLASSIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA DOS SEDIMENTOS E TEOR EM MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL

Nas amostras de sedimento recolhidas nos cinco transectos foram observados quatro tipos sedimentares: areia grossa, areia média, areia fina e areia muito fina. Com exceção do transecto T1, que não possui nenhuma estação muito perto da costa, todos os outros transectos apresentaram areia grossa na estação mais perto da costa, sendo que caso do T4 e T5 ambas as estações mais próximas também apresentaram areia grossa. A areia média domina os restantes pontos dos vários transectos, com especial incidência nos transectos T2, T3 e T4. É também de salientar a presença de areia muito fina no ponto T15, resultado que se deverá à proximidade da boca da barra e consequente transporte de finos provenientes da ria. Os resultados por estação podem ser observados na Tabela 6. No Anexo 2: Boletins Granulométricos, são apresentados os boletins granulométricos obtidos para cada estação.

O teor em matéria orgânica total seguiu os padrões habituais para sedimentos arenosos, tendo estes variado entre os 0,31 e os 1,21% (Tabela 7).

Tabela 6 - Valores percentuais das frações granulométricas (μm), mediana (μm), coeficiente de triagem (S_o) e classificação do tipo sedimentar das amostras de sedimentos das várias estações de amostragem.

CAMPANHA - ABR.16										
ESTACÃO	Cascalho	Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Silte + Argila	Mediana	So	Tipo sedimentar
	2000-4000	1000-2000	500-1000	250-500	125-250	63-125	<63			
T11	0,19	0,61	2,06	9,04	60,14	27,56	0,40	137	1,39	Areia fina
T12	0,01	3,04	4,02	9,93	56,52	23,68	2,80	139	1,40	Areia fina
T13	2,38	14,03	44,31	36,92	2,36	0,01	0,00	529	1,45	Areia grossa
T14	2,01	8,74	43,95	42,74	2,45	0,11	0,00	513	1,44	Areia grossa
T15	0,07	0,96	1,99	8,53	78,74	9,53	0,19	142	1,08	Areia muito fina
T21	0,15	1,97	34,14	58,83	4,75	0,16	0,00	298	1,41	Areia média
T22	0,00	1,93	32,75	58,09	7,15	0,09	0,00	296	1,41	Areia média
T23	0,12	0,70	34,20	58,07	6,81	0,10	0,00	297	1,41	Areia média
T24	3,98	5,67	31,14	56,41	2,81	0,00	0,00	303	1,43	Areia média
T25	8,31	9,37	38,74	42,26	1,32	0,00	0,00	520	1,46	Areia grossa
T31	0,43	1,69	4,40	58,51	29,12	5,64	0,22	265	1,41	Areia média
T32	0,11	1,10	21,60	65,24	11,59	0,35	0,01	286	1,09	Areia média
T33	0,42	2,20	32,62	56,47	7,97	0,32	0,00	297	1,42	Areia média
T34	0,27	1,67	14,10	68,46	14,93	0,58	0,00	281	1,09	Areia média
T35	0,97	4,78	47,83	45,74	0,68	0,00	0,00	509	1,43	Areia grossa

CAMPANHA - ABR.16										
ESTAÇÃO	Cascalho	Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Silte + Argila	Mediana	So	Tipo sedimentar
	2000-4000	1000-2000	500-1000	250-500	125-250	63-125	<63			
T41	2,42	11,84	54,22	27,67	3,39	0,46	0,00	541	1,42	Areia grossa
T42	0,00	0,22	11,37	53,66	33,27	1,47	0,01	267	1,41	Areia média
T43	0,34	1,41	12,33	37,05	43,43	5,36	0,09	252	1,45	Areia média
T44	2,75	24,65	59,73	12,50	0,37	0,00	0,00	577	1,40	Areia grossa
T45	2,48	12,94	59,15	24,94	0,50	0,00	0,00	550	1,39	Areia grossa
T51	0,00	1,13	2,73	6,30	65,32	21,16	3,36	138	1,10	Areia fina
T52	0,00	0,71	2,19	5,52	63,05	23,63	4,91	136	1,39	Areia fina
T53	0,00	3,45	5,13	7,21	54,60	14,27	15,34	137	1,44	Areia fina
T54	3,02	9,70	56,98	29,76	0,53	0,01	0,00	542	1,41	Areia grossa
T55	9,53	6,17	46,02	37,46	0,83	0,00	0,00	530	1,44	Areia grossa

Tabela 7 - Valores percentuais da matéria orgânica total (MO) das amostras de sedimentos das várias estações de amostragem.

ESTAÇÃO	CAMPANHA APÓS DRAGAGEM - ABR.16	
	MO (%)	
T11	0,85	
T12	1,05	
T13	0,47	
T14	0,52	
T15	0,82	
T21	0,75	
T22	0,62	
T23	0,55	
T24	0,36	
T25	0,31	
T31	0,82	
T32	0,65	
T33	0,46	
T34	0,57	
T35	0,49	
T41	0,57	
T42	0,87	
T43	0,76	
T44	0,39	
T45	0,41	
T51	1,13	
T52	1,05	
T53	1,21	
T54	0,45	
T55	0,37	

4.2 ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE DE MACROFAUNA BENTÓNICA

Foram identificados um total de 578 espécimes no conjunto dos cinco transectos, o que se traduziu num valor de riqueza específica (S) de 28 espécies, para o qual contaram todos os espécimes identificados até à espécie (ver Anexo 1: Listagem de espécies bentónicas obtidas por ponto de amostragem).

Em termos de grupo taxonómico, os Polychaeta foram o grupo dominante, apoiados na grande abundância de *Nephtys cirrosa* Ehlers, 1868, compondo cerca de 26% da abundância total, seguido dos Cumacea (cerca de 23%) e dos Decapoda e Amphipoda (cerca de 17% cada). A contribuição dos restantes grupos é bastante reduzida no panorama geral (figura 2).

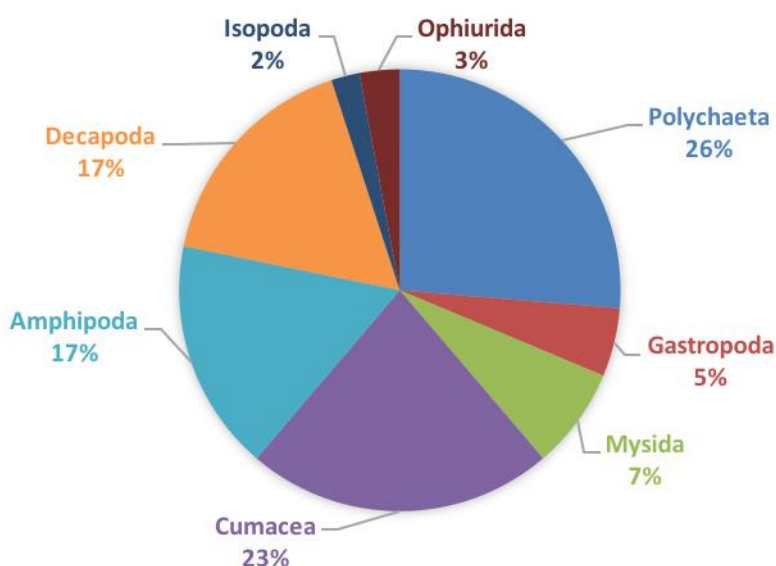


Figura 2 - Distribuição da abundância total de indivíduos por grupo taxonómico.

Analisando estes valores por transecto (Tabela 8), é possível observar a elevada disparidade no caso do número total de indivíduos, algo que se verifica também no caso da riqueza específica. Curiosamente, o transecto mais rico e abundante é o transecto T1, o transecto de dragagem.

Tabela 8 - Riqueza específica e número total de indivíduos por transecto.

TRANSECTO	CAMPANHA - ABR.16	
	Riqueza específica	Nº total de indivíduos
T1	19	251
T2	8	25
T3	8	68
T4	10	71
T5	15	163

Analisando individualmente cada estação de amostragem (Figura 3), apesar da heterogeneidade, é possível observar que na generalidade, especialmente nas estações mais distantes de costa, existe alguma dominância dos poliquetas, que se esbate à medida que à proximidade à costa aumenta, onde a preponderância dos Cumacea, Decapoda, Mysida e Gastropoda aumenta. É de salientar a total ausência de espécies nos pontos T45 e T55, e as contribuições exclusivas dos Gastropoda nas estações T21, T44 e T45, dos Polychaeta em T23 e T32, dos Mysida em T14, T33 e T34, dos Isopoda em T24 e dos Amphipoda em T35.

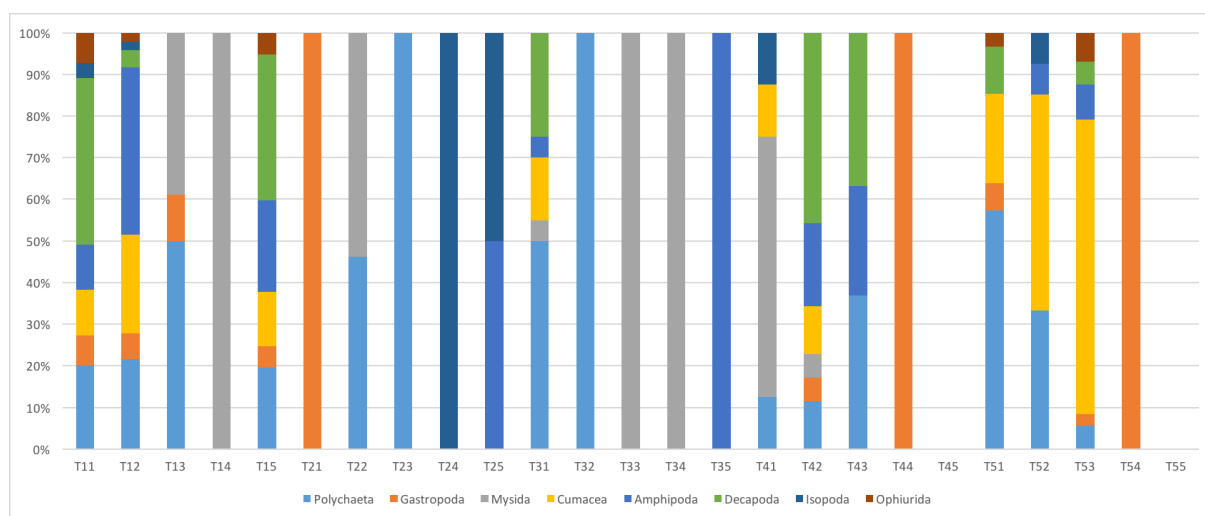


Figura 3 - Contribuição dos grupos taxonómicos para a abundância em cada estação de amostragem

A avaliação da biodiversidade foi realizada com recurso aos vários indicadores utilizados, tais como a riqueza específica (S) e a abundância (ind/m²), e os Índices de diversidade de Simpson (1-D) e de Shannon-Wiener (H') (Tabela 9).

Analisando a tabela percebe-se que não existe um padrão claro de variação. A estação com maior abundância é a estação T12, devido à elevada abundância de *Nephtys cirrosa* Ehlers 1868, *Bodotria scorioides* (Montagu, 1804) e *Bathyporeia pilosa* Lindström, 1855. Os maiores valores de riqueza específica e diversidade situam-se no transecto de dragagem e nas estações mais afastados da costa, com exceção da estação T1D. As estações T45 e T55 não apresentam valores para os índices dado que não possuem qualquer espécime.

Tabela 9 - Valores de abundância (ind/m²), riqueza específica (S), Índice de Shannon-Wiener (H') e Índice de Simpson (1-D) por estação de amostragem.

ESTAÇÃO	CAMPANHA - ABR.16			
	Abundância (ind/m ²)	Riqueza específica (S)	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Shannon-Wiener (H')
T1A	178	8	0,72	1,60
T1B	138	10	0,75	1,77
T11	110	10	0,79	1,94
T12	194	16	0,91	2,56
T13	36	4	0,67	1,22
T14	8	1	0,00	0,00
T15	154	11	0,82	2,08
T21	4	1	0,00	0,00
T22	26	4	0,64	1,20
T23	8	1	0,00	0,00
T24	4	1	0,00	0,00
T25	8	2	0,50	0,69
T31	80	7	0,76	1,65
T32	10	1	0,00	0,00
T33	8	1	0,00	0,00
T34	14	1	0,00	0,00
T35	24	1	0,00	0,00
T41	32	4	0,56	1,07
T42	70	8	0,78	1,79
T43	38	3	0,66	1,09
T44	2	1	0,00	0,00
T45	0	0	-	-
T51	124	11	0,89	2,26
T52	54	7	0,78	1,73
T53	144	9	0,52	1,27
T54	4	1	0,00	0,00

Análises de classificação e ordenação

A análise de classificação efetuada deu origem a um dendrograma (figura 5), onde é possível observar a divisão das estações de amostragem em ramos, cuja distância entre eles indica a maior ou menor similaridade entre elas. É possível observar que existe uma distinção clara entre quatro grupos (ver Figura 4).

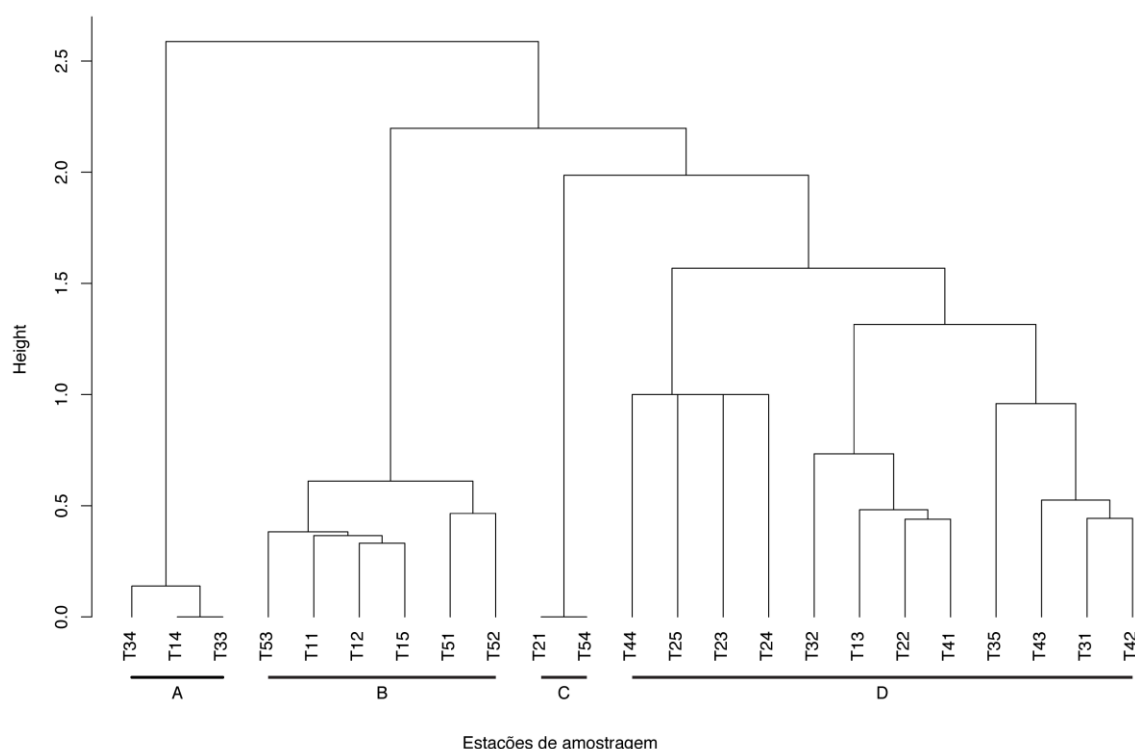


Figura 4 - Dendrograma de classificação das estações de amostragem (com divisão por grupos A, B, C e D).

Este resultado foi aprofundado com a realização da análise de ordenação, NMDS, cujo resultado clarifica (Figura 5) e corrobora o obtido na análise de classificação, apontando para a existência de 3 grupos muito bem definidos (A, B e C) e um outro que agrupa as estações restantes (D). Assim, os três primeiros conjuntos distinguem-se entre eles e do restante por características bastante óbvias. No caso do grupo A, este é exclusivamente constituído por *Gastrosaccus spinifer* (Goës, 1864), e apresenta baixa abundância. O grupo C apresenta também apenas uma espécie, neste caso o gastrópode *Donax vittatus* (da Costa, 1778) e baixa abundância. O grupo B é o grupo mais complexo, agrupando as estações com maior abundância e riqueza específica. Aliás, o grupo B

contém cerca de 68% da abundância total da campanha, suportado pelos elevados valores de *Nephtys cirrosa* Ehlers, 1868 e *Bodotria scorpioides* (Montagu, 1804) .

A análise SIMPER permitiu explorar ainda mais este resultado. A Tabela 10 apresenta a contribuição média de responsabilidade de cada espécie pela dissimilaridade entre os dois grupos em teste. O teste SIMPER considera como espécies mais importantes para a dissimilaridade aquelas cuja contribuição cumulativa ordenada atinge pelo menos 70%.

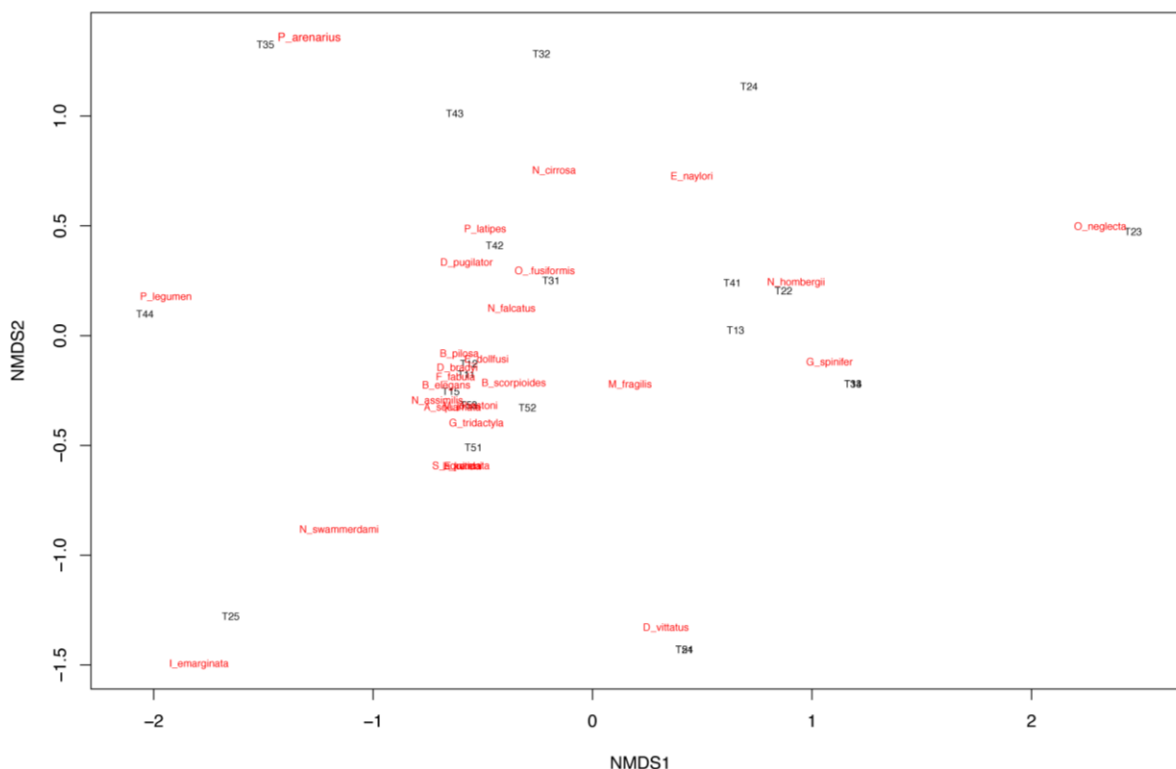


Figura 5 - Dendrograma de ordenação das estações de amostragem.

Para os vários emparelhamentos possíveis entre os grupos – B x D, B x A, B x C, D x A, D x C, A x C – é possível observar que as espécies anteriormente referidas como as mais importantes para a estruturação dos grupos são confirmadas através desta análise, nomeadamente a *B. scorpioides*, *N. cirrosa*, e também as espécies que nas estações T21 e T54 são exclusivas (*D. vittatus* e *G. spinifer*).

Tabela 10 - Contribuições das espécies para a dissimilaridade entre os grupos A e B. Apresentam-se as espécies responsáveis por mais de 70% da dissimilaridade.

ESPÉCIES	CAMPANHA - ABR.16		
	Contribuição média para a diferença total	Desvio padrão da contribuição	Contribuição média para a diferença total
B x D			
<i>Bodotria scorpioides</i> (Montagu, 1804)	0,189	0,195	0,215
<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	0,133	0,128	0,366
<i>Nephtys cirrosa</i> Ehlers, 1868	0,064	0,048	0,439
<i>Eocuma dollfusi</i> Calman, 1907	0,060	0,034	0,507
<i>Bathyporeia pilosa</i> Lindström, 1855	0,058	0,051	0,573
<i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861	0,056	0,054	0,638
<i>Magelona johnstoni</i> Fiege, Licher & Mackie, 2000	0,037	0,021	0,679
<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiaje, 1828)	0,035	0,023	0,719
B x A			
<i>Bodotria scorpioides</i> (Montagu, 1804)	0,216	0,214	0,216
<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	0,149	0,149	0,365
<i>Gastrosaccus spinifer</i> (Goës, 1864)	0,081	0,042	0,446
<i>Nephtys cirrosa</i> Ehlers, 1868	0,080	0,048	0,526
<i>Eocuma dollfusi</i> Calman, 1907	0,074	0,031	0,600
<i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861	0,064	0,061	0,664
<i>Bathyporeia pilosa</i> Lindström, 1855	0,064	0,056	0,728
B x C			
<i>Bodotria scorpioides</i> (Montagu, 1804)	0,228	0,228	0,234
<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	0,155	0,158	0,393
<i>Nephtys cirrosa</i> Ehlers, 1868	0,084	0,050	0,479
<i>Eocuma dollfusi</i> Calman, 1907	0,078	0,035	0,559
<i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861	0,068	0,068	0,629
<i>Bathyporeia pilosa</i> Lindström, 1855	0,066	0,059	0,697
<i>Magelona johnstoni</i> Fiege, Licher & Mackie, 2000	0,044	0,025	0,741
D x A			
<i>Gastrosaccus spinifer</i> (Goës, 1864)	0,350	0,262	0,405
<i>Nephtys cirrosa</i> Ehlers, 1868	0,146	0,169	0,574
<i>Pontocrates arenarius</i> (Bate, 1858)	0,081	0,202	0,667
<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	0,072	0,130	0,751
D x C			
<i>Donax vittatus</i> (da Costa, 1778)	0,225	0,199	0,229
<i>Nephtys cirrosa</i> Ehlers, 1868	0,176	0,217	0,408
<i>Gastrosaccus spinifer</i> (Goës, 1864)	0,123	0,203	0,533
<i>Pontocrates arenarius</i> (Bate, 1858)	0,096	0,244	0,630
<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	0,079	0,143	0,710
A x C			
<i>Gastrosaccus spinifer</i> (Goës, 1864)	0,704	0,057	0,704
<i>Donax vittatus</i> (da Costa, 1778)	0,296	0,057	1

Análises da relação entre a comunidade e as variáveis ambientais – teste BIOENV

As variáveis selecionadas como as que melhor explicam a estruturação da comunidade faunística são as frações sedimentares cascalho e areia grossa em conjunto com a profundidade e o teor em matéria orgânica. Em conjunto, estas quatro variáveis ambientais têm um valor de correlação de 0,3668 (Tabela 11). A restante variação será causada por variáveis que não foram medidas, ou outros fatores não monitorizados ou desconhecidos.

Tabela 11 - Combinações de variáveis ambientais que melhor explicam a estrutura da macrofauna bentónica nos locais estudados. Melhor correlação destacada a negrito.

VARIÁVEIS	Correlação
cascalho	0,709
cascalho, areia grossa	0,3421
profundidade, matéria orgânica, cascalho	0,3601
profundidade, matéria orgânica, cascalho, areia grossa	0,3668
profundidade, matéria orgânica cascalho, areia muito grossa, areia fina	0,3625
profundidade, matéria orgânica, cascalho, areia muito grossa, areia grossa, areia fina	0,3572
profundidade, matéria orgânica, cascalho, areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina	0,3315
profundidade, matéria orgânica, cascalho, areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina	0,2799
profundidade, matéria orgânica, TraskSo, cascalho, areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina	0,2358
profundidade, matéria orgânica, TraskSo, cascalho, areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina, silte + argila	0,1659

Qualidade ecológica da macrofauna bentónica

Os valores obtidos para os Índices AMBI e M-AMBI nas estações de amostragem são bastante heterogéneos. Ambos os índices sugerem a existência tanto de comunidades bem estruturadas e conservadas, como de comunidades sujeitas a muita perturbação.

No caso do índice AMBI (Figura 6), os piores resultados em termos de perturbação foram “extremamente perturbado” (*extremely disturbed*), resultado que surge nas estações onde não foram detetados espécimes (T45 e T55), e “bastante perturbado” (*heavily disturbed*), na estação T44, que apesar de apresentar apenas espécies sensíveis, tem uma abundância extremamente baixa. Os resultados de forma geral vão melhorando à medida que a distância à costa aumenta, existindo mesmo estações que não apresentam perturbação (*undisturbed*) (T11, T12, T15, T41, T42, T52 e T53) ou apresentam pouca (*slightly disturbed*) (T13, T22, T23, T25, T31, T33, T34, T35, T43 e T51). O transecto de controlo (T3) apresenta maioritariamente perturbação baixa ou moderada (*moderately disturbed*). Novamente, é de salientar o baixíssimo grau de perturbação das estações mais distantes da costa.

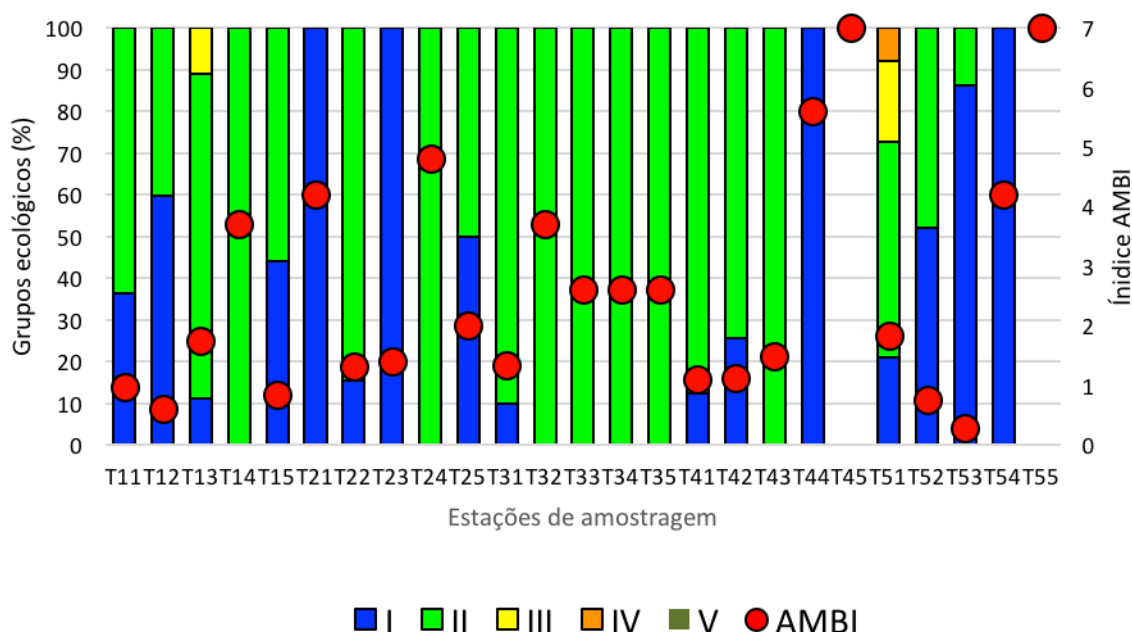


Figura 6 - Proporções dos grupos ecológicos e valores do Índice biótico AMBI. I– espécies sensíveis, II–espécies indiferentes, III–espécies tolerantes, IV– espécies oportunistas de 2ª ordem e V– espécies oportunistas de 1ª ordem.

No caso do índice M-AMBI (Figura 7), os piores resultados em termos de qualidade ecológica foram “Mau”, resultado que surge nas estações onde não foram detetados espécimes (T45 e T55) e nas estações T14, T21, T24, T32, T44 e T54, e “Pobre”, nas estações T23, T25, T33, T34 e T35, sendo de salientar este resultado para as estações do transecto controlo (T3). Os melhores resultados (“Excelente” e “Bom”) surgem nos pontos T11, T12, T15 (do transecto de dragagem T1), T31 (transecto controlo T3), T42, T51, T52 e T53 (dos transectos de deposição T4 e T5). Os restantes pontos apresentam qualidade moderada. De modo geral, os resultados são melhores quanto maior a distância de costa das estações. É de salientar a boa qualidade no transecto de dragagem e a baixa qualidade no transecto de controlo.

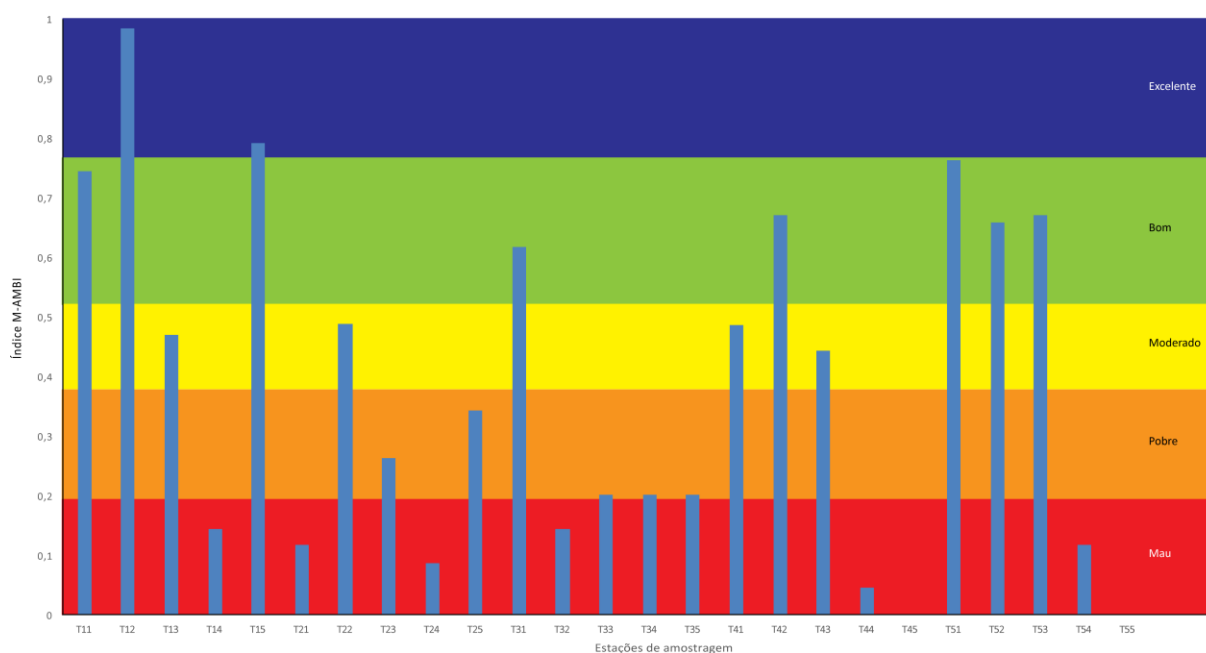


Figura 7 - Qualidade ecológica e valores do Índice M-AMBI

4.3 DISCUSSÃO, INTERPRETAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS FACE AOS INDICADORES DE ATIVIDADE DO PROJETO, OU DE FATORES EXÓGENOS, E FACE AOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

A análise sedimentar revelou que em todas as estações se está perante tipos sedimentares que vão da areia muito fina à areia grossa, geralmente com boa calibração, sendo que apenas as estações T51, T52 e T53 se apresentam algo envasadas, resultado que, dado ser uma estação de um dos transectos de deposição, estará relacionado com a deposição dos sedimentos dragados. Na generalidade, este tipo de areias é coincidente com o observado na literatura para a costa noroeste portuguesa, caracterizada por areais de grão fino a médio em profundidades baixas, perto de costa (Martins et al., 2012). Estes resultados vão também ao encontro daqueles obtidos na anterior monitorização (PROMAN, 2015).

Em termos de conteúdo em matéria orgânica os valores estão na generalidade dentro dos intervalos de referência para os tipos sedimentares (Bordovsky, 1965), sendo que as estações T51 e T53 são as que apresentam valores mais altos, sendo este resultado explicado pelo facto de estas se localizarem num transecto de deposição, ou seja, a sua origem será o sedimento dragado. Em relação à monitorização anterior (PROMAN 2015), podemos afirmar que são semelhantes ao agora apresentados.

Em relação à composição das comunidades de macrofauna bentónica, a dominância dos poliquetas e de pequenos crustáceos está de acordo com o que seria de esperar das comunidades típicas de ambientes sedimentares de partículas finas (nas areias finas a médias), dada a baixa

distância à costa, e a baixa preponderância de matéria orgânica (Ravara e Moreira, 2013 e Bettencourt et al., 2004). Estes animais constituem na sua maioria espécies resilientes e indiferentes, com grande mobilidade, que se adaptam rapidamente a alterações no substrato (Vanosmael et al., 1982). A baixa abundância ou ausência de animais em ambientes sedimentares de partículas mais grossas e com maior atrito é também normal, pois são sujeitos a elevado hidrodinamismo, o que cria um ambiente pouco propício à proliferação de macroinvertebrados.

Relativamente à abundância, esta foi claramente mais elevada nas estações mais distantes da costa, independentemente do transecto a que pertenciam. Neste capítulo, é de salientar a enorme abundância no transecto T1 (dragagem) e T5 (deposição), especialmente quando comparada com a baixa abundância no transecto de controlo. Este resultado, apesar de inesperado, é facilmente explicado atentando nos dados ambientais, pois este transecto apresenta na generalidade areia média a grossa, o que, como já foi explicado, forma um ambiente menos propício do que areia fina a média, tipos de areia dominantes nos transectos T1 e T5. Os transectos de deposição T2 e T4 apresentam valores relativamente baixos de abundância, resultado expectável dado que se tratam de transectos de deposição, que foram sujeitos à perturbação que daí advém.

Em termos de riqueza e Índices de Diversidade (Simpson e Shannon-Wiener), os valores são bastante heterogéneos intra e extra transecto. Analisando os valores por transecto, observa-se que a maior riqueza específica foi encontrada no transecto de dragagem (T1) (n=19). Este resultado derivará do facto de este transecto receber o *input* de nutrientes e sedimentos finos vindos da Ria de Aveiro, e não estando tão perto de costa, os efeitos prejudiciais do hidrodinamismo não se manifestam. Quanto ao transecto de controlo, a baixa riqueza estará relacionada com os fatores anteriormente mencionados para a abundância.

Em relação aos Índices de Diversidade (Simpson e Shannon-Wiener), os resultados foram extremamente heterogéneos, mas com uma direção geral de aumento da diversidade com o aumento da distância à costa, dado que os valores mais elevados de diversidade se situam no transecto de dragagem e nas estações mais afastadas da costa. Este resultado corrobora que este fator de distância à costa que vem sendo enunciado é determinante na estruturação das comunidades, reportando-se assim à influência marcante do regime hidrodinâmico, que vai diminuindo inversamente à distância à costa, levando assim a uma diminuição da instabilidade do habitat. Estes resultados sugerem também uma tendência elevada de recuperação das comunidades afetadas pela deposição de sedimentos.

Em relação à análise multivariada, é de salientar o resultado do teste BIOENV, que indica que as variáveis ambientais com maior efeito na estruturação das comunidades são as frações

sedimentares cascalho e areia grossa, a profundidade e o teor em matéria orgânica, que estão todos eles relacionados com a distância à costa e o elevado hidrodinamismo. Este resultado valida o apurado nas comparações dos índices de diversidade e riqueza, nomeadamente no que à profundidade, como *proxy* da distância à costa e hidrodinamismo, diz respeito, visto que nas zonas costeiras a dimensão média dos sedimentos tem tendência a diminuir à medida que a distância à costa aumenta. A matéria orgânica aparecerá como *proxy* da disponibilidade de alimento, pois muitos dos macroinvertebrados bentónicos são detritívoros/necrófagos ou filtradores.

Este resultado vai de encontro aos obtidos analisando a classificação (*clustering*) e ordenação (NMDS) das estações. No grupo B, que possui a maioria da abundância e riqueza de espécies, é impossível dissociar este resultado do facto de nestas estações os sedimentos serem do tipo areia fina e areia muito fina, tipos sedimentares muito mais propícios à proliferação de macrofauna. A análise SIMPER revelou que as espécies mais importantes na estruturação das comunidades foram a *B. scorpioides*, a *N. cirrosa*, e também as espécies que nas estações T21 e T54 são exclusivas (*D. vittatus* e *G. spinifer*).

Relativamente à qualidade ecológica das comunidades de macrofauna bentónica, os resultados dos Índice AMBI e o Índice M-AMBI são bastante heterogéneos intra e extra transectos, não sendo de fácil interpretação. Em relação ao índice AMBI, e dado que a amostra total consiste de vinte e cinco estações, é um bom resultado que dezassete apresentem pouca ou nenhuma perturbação, com cinco estações a apresentar perturbação razoável e apenas três a apresentar perturbação alta ou extrema. De salientar para os objetivos deste estudo, a leitura dos resultados permite afirmar que não existe uma relação entre as dragagens e a deposição de dragados e um aumento de perturbação, pois os melhores resultados para este Índice encontram-se no transecto de dragagem (T1) e num dos transectos de deposição (T5), inversamente ao transecto de controlo (T3), que apresenta perturbação moderada a ligeira.

Em relação ao Índice de referência, M-AMBI, oito estações apresentam qualidade ecológica de “bom” a “excelente”, sendo estas invariavelmente estações afastadas de costa. Quatro estações apresentam qualidade “moderada”, sendo também estas estações afastadas de costa. Na generalidade, as estações perto de costa apresentam qualidade ecológica de “pobre” a “má”. Esta tendência geral de degradação da qualidade de todos os índices de diversidade à medida que a distância à costa diminui permite concluir que este resultado deve ser encarado com cautela, pois poderá ser quase na sua totalidade causado pelo elevado grau de hidrodinamismo, pela elevada proximidade entre transectos, e também pelo tipo de sedimento, mais grosseiro, na generalidade destas estações. Ao mesmo tempo poderão estar a atuar fatores externos não controlados, como a diminuição nos substratos de areia fina que têm afetado a Costa da região de Aveiro. O facto de o

transecto de dragagem (T1) apresentar dos melhores resultados a nível de qualidade ecológica corrobora esta teoria, enquanto que o transecto de controlo (T3), com sedimento média a grosseiro, apresenta dos piores resultados. No entanto, o hidrodinamismo, que será também o responsável pela disseminação e mobilização dos dragados, limitando os impactos presumíveis da deposição num curto período de tempo, poderá também estar a contribuir para a mobilização de sedimentos depositados em T2 para a zona controlo (T3), podendo deste modo estar a mascarar os resultados, sendo nossa opinião a localização do transecto de controlo deveria ser revista.

4.4 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS DIFERENTES CAMPANHAS DE MONITORIZAÇÃO

A comparação com a campanha anterior (PROMAN, 2015), revela a existência de algumas diferenças entre campanhas para os Índices de Diversidade de Simpson e Shannon-Wiener, no entanto, a tendência geral de melhoria dos valores dos Índices à medida que as estações são mais afastadas da costa mantém-se.

As maiores diferenças prendem-se com os Índices AMBI e M-AMBI. Em relação ao índice AMBI, observou-se algum aumento deste índice, o que indica um ligeiro aumento geral de perturbação. No entanto, como já foi referido, dado o transecto de dragagem ser dos que apresentam menor perturbação, este resultado poderá estar relacionado com o elevado hidrodinamismo da zona, uma vez que os meses anteriores à amostragem caracterizaram-se por condições de mar bastante complicadas e agitadas. Em relação ao Índice M-AMBI, houve também alguma degradação da qualidade ecológica, no entanto, pelas razões já referidas em relação ao Índice AMBI e Índices de Diversidade, é nossa observação de que as péssimas condições de mar nos meses anteriores à amostragem, em especial perto de costa, serão um fator fundamental para este resultado.

Nesta comparação é necessário salientar que se estão a comparar campanhas realizadas em diferentes meses do ano. A campanha de 2014 foi realizada em fevereiro, já a campanha atual foi realizada em Abril de 2016. Esta variabilidade ente épocas, com as diferentes condições de mar, poderão ser fatores que contribuíram para as diferenças registadas, sendo também importante assumir que, no caso dos índices AMBI e M-AMBI, eles possuam robustez que lhes permite suportar a comparação.

4.5 COMPARAÇÃO COM AS PREVISÕES DO EIA

O estudo de Impacto Ambiental produzido para as Dragagens de Manutenção do Porto de Aveiro identificava como fatores passíveis de impactar negativamente as comunidades biológicas, particularmente os macroinvertebrados bentónicos, as alterações provocadas no fundo sedimentar da zona subtidal e a ressuspensão do sedimento.

Em relação ao primeiro fator, o impacto resultante é considerado negativo, reversível, direto, temporário e de magnitude reduzida. No caso do segundo fator, classifica-se como negativo, reversível, direto, temporário e de magnitude reduzida.

Os resultados obtidos na presente campanha (Ano 4) confirmam que em relação às alterações provocadas no fundo sedimentar da zona subtidal, os impactes estão de acordo com o que foi previsto em fase de EIA. Em relação à ressuspensão do sedimento, o elevado hidrodinamismo da zona demonstra que o impacte observado poderá ter um valor inferior ao estimado em EIA e desta forma ser também de magnitude reduzida.

4.6 AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DAS MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO DE IMPACTES

Dado que o transecto de dragagem (T1) e o transecto de deposição T5 apresentam excelentes valores em relação ao transecto de controlo (T3) no que aos Índices de Diversidade diz respeito, pode-se afirmar, em conjugação com os resultados positivos obtidos na aplicação dos Índices AMBI e M-AMBI, que as medidas adotadas para evitar, reduzir ou compensar os impactes derivados da deposição dos dragados são adequadas.

Neste contexto, os resultados obtidos comprovam a eficácia das medidas adotadas.

5 CONCLUSÃO

5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

As diferenças observadas entre a zona de dragagem (T1) e a zona de controlo (T3) permitem afirmar que as dragagens não estão a ter um efeito adverso sobre as comunidades, visto que na zona T1 os valores de abundância e dos Índices de Diversidade eram mais positivos do que os obtidos na zona de controlo. Em relação às zonas de deposição, também para a zona T5 os valores de abundância e dos Índices de Diversidade eram mais positivos do que os obtidos na zona de controlo, e semelhantes a estes nas zonas de deposição T2 e T5. Estes resultados dever-se-ão à elevada influência do hidrodinamismo e tipo sedimentar na estruturação das comunidades.

No entanto, o hidrodinamismo, que será também o responsável pela disseminação e mobilização dos dragados, limitando os impactos presumíveis da deposição num curto período de tempo, poderá também estar a contribuir para a mobilização de sedimentos depositados em T2 para a zona controlo (T3), podendo deste modo estar a mascarar os resultados, sendo nossa opinião que a localização do transecto de controlo deveria ser revista.

5.2 IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO

Face às conclusões aferidas no presente RM, não se verifica a necessidade de implementação de novas medidas de minimização, considerando-se adequada a continuidade da aplicação das medidas definidas na DIA em futuras intervenções.

5.3 PROPOSTA DE REVISÃO DO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO

O método de amostragem por draga possibilitou a amostragem, no entanto, a sua utilização e a logística que implica, aliada aos riscos associados, leva a que a equipa de amostragem recomende a alteração do método.

Dada a localização da área de amostragem, extremamente perto da costa, e numa zona de elevado hidrodinamismo, mesmo com condições meteorológicas ideais, a amostragem com a draga do tipo Smith-McIntyre é desaconselhada pela equipa de amostragem, dada a dimensão da embarcação que este tipo de draga exige e também devido ao arrasto que as correntes de fundo podem fazer e afetar o posicionamento da draga no leito. Sendo uma draga extremamente pesada e que necessita de guincho hidráulico para manobrar, o tipo de embarcação necessário é de grandes dimensões e calado, o que nas estações mais perto da costa aumenta para níveis desaconselhados a perigosidade da execução da campanha de amostragem. Recomendamos assim a utilização de uma equipa de mergulhadores, que realizariam colheitas numa área de amostragem de 0,2 m², definida

por um quadrado de 45 cm de lado. O tratamento dado posteriormente à amostra seria o mesmo que consta no caderno de encargos e utilizada na campanha a que se refere o presente RM. Em relação à localização das estações de amostragem, recomendamos que seja salvaguardada à equipa de amostragem a capacidade de ajustar os pontos de colheita às condições de segurança, dada a extrema proximidade de costa. Uma possibilidade seria, em caso de necessidade, anular o ponto mais próximo de costa de cada transecto, criando um novo ponto por transecto mais a oeste, seguindo a mesma direção e distância entre pontos do transecto original. É de salientar também que dada a sua localização, poderá a ocorrer deriva de sedimentos dragados do transecto de deposição T2 para a zona do transecto de controlo (T3). Seria importante avaliar a possibilidade de colocar o transecto de controlo a norte do transecto de dragagem ou mais a sul relativamente afastado do T5.

6 REFERÊNCIAS

- Bale, A.J., Kenny, A.J., 2005. Sediment analysis and seabed classification. In: Methods for the Study of Marine Benthos. A. McIntyre & A. Eleftheriou (Eds). Blackwell Science Ltd. (3rd Edition), pp. 43-86.
- Bettencourt, A.M., Bricker, S.B., Ferreira, J.G., Franco, A., Marques, J.C., Melo, J.J., Nobre, A., Ramos, L., Reis, C.S., Salas, F., Silva, M.C, Simas, T., Wolff, W., 2004. Typology and Reference Conditions for Portuguese Transitional and Coastal Waters, Development of guidelines for the application of the European Union Water Framework Directive. INAG/IMAR, Lisboa, Portugal, 100 pp.
- Bordovsky, O.K., 1965. Accumulation of organic matter in bottom sediments. Marine Geology, 3, 33-82.
- 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 (12), 1100-1114.
- 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, v. 62, p. 145-162.
- Fauvel, P., 1923. Faune de France: Polychètes errantes. Office Central de Faunistique, Paris, France, 488 p.
- Fournier, J., Gallon, R. K., and Paris, R., 2014. G2Sd: a new R package for the statistical analysis of unconsolidated sediments. Geomorphologie: relief, processus, environnement, (1/2014), 73-78.
- Haynes, J.M. e 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, v. 82, p. 165-170.
- Ingle, R.W., 1996. Shallow-water Crabs: keys and notes for the identification of the species. The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association by Field Studies Council, London, 243 p.
- Irmãos Cavaco SA, Dravosa, 2011. Campanha de Monitorização de Macrofauna Bentónica no Âmbito da Empreitada de Intervenção na Zona da Barra de Aveiro e Reforço do Cordão Dunar. Relatório Final. Ecoceanus Unipessoal Lda., Ciência & Ecoturismo, 42 p.
- Johnston, S.A. 1981. Environmental Management. 5: 427. doi:10.1007/BF01866820
- Lincoln, R.J., 1979. British Marine Amphipoda: Gammaridea. Richard Clay (The Chaucer Press) Ltd., Bungay-Suffolk, UK, 658 p.
- Martins, R., Azevedo, M.R., Mamede, R., Sousa, B., Freitas, R., Rocha, F., Quintino, V., Rodrigues, A.M., 2012. Sedimentary and geochemical characterization and provenance of the Portuguese continental shelf soft- bottom sediments. Journal of Marine Systems 91, 41–52.

- Martins, R., Pires, A., Loureiro, S., Soares, A. M.V.M., Freitas, R., 2013. Monitorização da macrofauna bentónica no âmbito da empreitada de intervenção na zona da barra de Aveiro. Relatório final. Departamento de Biologia & CESAM, Universidade de Aveiro, 27 p (incompleto).
- Muxika, I., Borja, Á., 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.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Szoecs, E. e Wagner, H., 2016. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-0. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- PROMAN, 2015. 9º Relatório – “Porto de Aveiro. Relatório de Monitorização na Zona Costeira de Aveiro. Monitorização das Comunidades Bentónicas”
- R Core Team, 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Ravara, A. e Moreira, M. H., 2013. Polychaeta (Annelida) from the continental shelf off Aveiro (NW Portugal): Species composition and community structure. Checklist 9, 533-539.
- Shannon, C.E., Weaver, W., 1963. The mathematical theory of communication. Urbana and Chicago University of Illinois Press, 125 p.
- Simpson, E.H., 1949. Measurement of diversity. Nature, v. 163, p. 688-688.
- Southward, E.C. e Campbell, A.C., 2006. Echinoderms. The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association by Field Studies Council, London, 272 p.
- Vanosmael, C., Willems, K.A., Claeys, D., Vincx, M. & Heip, C., 1982. Macrobenthos of a sublittoral sandbank in the Southern Bight of the North Sea. J. Mar. Biol. Ass. U.K.. 62: 521-534.

7 ANEXOS

- Anexo 1: Listagem de espécies bentónicas obtidas por ponto de amostragem
- Anexo 2: Boletins Granulométricos

7.1 ANEXO 1: LISTAGEM DE ESPÉCIES BENTÓNICAS OBTIDAS POR PONTO DE AMOSTRAGEM

7.2 ANEXO 2: BOLETINS GRANULOMÉTRICOS



MONITAR

engenharia do ambiente

Empreendimento Bela Vista

Lote 1, R/C DP, Loja 2, Repeses

3500-227 Viseu

T. 232 092 031

F. 232 092 031

GERAL@MONITAR.PT

WWW.MONITAR.PT