

Caracterização da Macrofauna bentónica do Porto de Leixões

**Trabalho realizado no âmbito dos Estudos para
Prolongamento do Quebra-Mar Exterior e
Acessibilidades Marítimas do Porto de Leixões**

Trabalho realizado para:



Relatório Técnico Final – RTF 005MFB/2017

Agosto 2017

Caracterização da Macrofauna bentónica do Porto de Leixões

Trabalho realizado no âmbito dos Estudos para Prolongamento do Quebra-Mar Exterior e Acessibilidades Marítimas do Porto de Leixões

Relatório Técnico Final – RTF 005MFB/2017
Agosto 2017

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
1.1. Enquadramento e objetivos	3
1.2. Área de estudo	4
2. METODOLOGIA	4
2.1. Amostragem	4
2.2. Trabalho de laboratório	6
2.2.1. Sedimentos	6
2.2.2. Material biológico	6
2.3. Tratamento dos dados	7
2.3.1. Caracterização abiótica da área de estudo	7
2.3.2. Caracterização das comunidades bentónicas	7
2.3.3. Estado de conservação das comunidades bentónicas	9
3. RESULTADOS	10
3.1. Granulometria e matéria orgânica dos sedimentos	10
3.2. Comunidades bentónicas	11
3.2.1. Elenco faunístico e estrutura das comunidades	11
3.2.2. Estado de conservação das comunidades bentónicas	22
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento e objetivos

No âmbito do projecto de Prolongamento do Quebra-mar Exterior do Porto de Leixões e das Acessibilidades Marítimas, prevê-se a realização de obras marítimas, em especial dragagens. Na sequência destas surge a necessidade do presente estudo que tem por objetivo a caracterização das comunidades de macroinvertebrados bentónicos na área de intervenção. Este trabalho insere-se num pacote de estudos adjudicados à GEOSUB-Prospecção, Geomática e Ambiente, Lda pela APDL – Administração dos Portos do Douro, Leixões e Viana do Castelo, S.A, após Consulta para Ajuste Directo AD_0112/2017 para Aquisição de Serviços de Prospecção Geofísica e de Arqueologia Subaquática, Caracterização FísicoQuímica de Sedimentos, Caracterização da Qualidade das Águas Superficiais, Caracterização da Macrofauna Bentónica e Levantamento Tridimensional no Porto de Leixões e Área Envolvente.

A realização de dragagens e a deposição de dragados pode gerar impactes diversos e com diferentes gradações de acordo com a sua intensidade e duração.

As primeiras consequências das dragagens refletem-se na fisiografia da área intervencionada, exercendo uma forte influência na estrutura ecológica e biológica da fauna e flora locais, com especial ênfase nas comunidades bentónicas. Com a dragagem, as comunidades bentónicas são, geralmente, eliminadas total ou quase totalmente do local de impacto. O impacto das dragagens nas comunidades bentónicas pode resultar numa redução de 40 a 95% da abundância e de 30 a 70% da biomassa das espécies.

Devido à sua íntima associação com o substrato, ao razoável sedentarismo que exibem e ao facto de apresentarem genericamente ciclos de vida relativamente curtos, as espécies que constituem as comunidades bentónicas, e os macroinvertebrados em particular, respondem de forma direta e bastante rápida mesmo a pequenas alterações no meio aquático ([Pereira et al., 1998](#)).

De facto, os macroinvertebrados bentónicos são bastante sensíveis a perturbações no seu habitat, nomeadamente, variações na granulometria e nos teores de matéria orgânica dos sedimentos, e contaminação destes por substâncias tóxicas ([Silva et al., 1999](#)). Por este motivo também, estes parâmetros foram igualmente analisados no presente estudo.

Além disso, por englobarem maioritariamente organismos que se encontram nos níveis inferiores das cadeias alimentares, as modificações que experimentam acabam por ter claras repercussões nos estados tróficos superiores, nomeadamente no que diz respeito

à generalidade dos cefalópodes, crustáceos decápodes e peixes (Costa *et al.*, 2005). Os macroinvertebrados bentónicos são, pelas razões descritas anteriormente, o grupo mais utilizado para uma análise expedita e eficiente do estado de conservação das comunidades aquáticas e avaliação da magnitude e da distribuição espaço-temporal de impactos antropogénicos neste tipo de ambientes (Costa *et al.*, 1999; Jones & Kaly, 1996).

1.2. Área de estudo

A área de estudo (Fig. 1) situa-se na zona costeira do norte do continente português, a cerca de 2,5 milhas a norte da foz do Rio Douro e nas proximidades da cidade do Porto, sendo enquadrado pelas localidades de Leça da Palmeira a Norte e pela cidade de Matosinhos a Sul. O porto de Leixões caracteriza-se por atingir batimetrias superiores a 12 m, com fundos lodoso-arenosos, onde o tráfego marítimo é muito intenso, constituindo o segundo maior porto artificial do país.

2. METODOLOGIA

2.1. Amostragem

Tendo em conta os objetivos do presente estudo, foi realizada uma campanha de amostragem das comunidades de macroinvertebrados bentónicos, na segunda quinzena do mês de julho de 2017, considerando a localização previamente proposta das estações de amostragem, tal como indicado nas Especificações Técnicas no respetivo Caderno de Encargos (Tabela 1, Fig. 1).

Tabela 1. Localização das estações de amostragem das comunidades de macroinvertebrados bentónicos (coordenadas geográficas em WGS84).

Estação de amostragem	Coordenadas Geográficas Elipsóide WGS84		Coordenadas Rectangulares Datum 73	
	Latitude	Longitude	M	P
IB1	41°10'58.88" N	8°42'15.54" W	-47923,85	168363,37
IB2	41°10'58.60" N	8°42'26.62" W	-48182,15	168356,44
IB3	41°10'51.84" N	8°42'20.01" W	-48029,47	168146,88
IB4	41°10'37.66" N	8°42'25.98" W	-48171,50	167710,35
IB5	41°10'24.84" N	8°42'20.68" W	-48050,57	167314,04
IB6	41°10'12.05" N	8°42'16.70" W	-47960,40	166918,86
IB7	41°10'19.09" N	8°42'28.11" W	-48224,94	167137,79
IB8	41°10'13.87" N	8°42'28.89" W	-48244,19	166976,88
IB9	41°10'14.21" N	8°42'25.50" W	-48165,09	166986,85

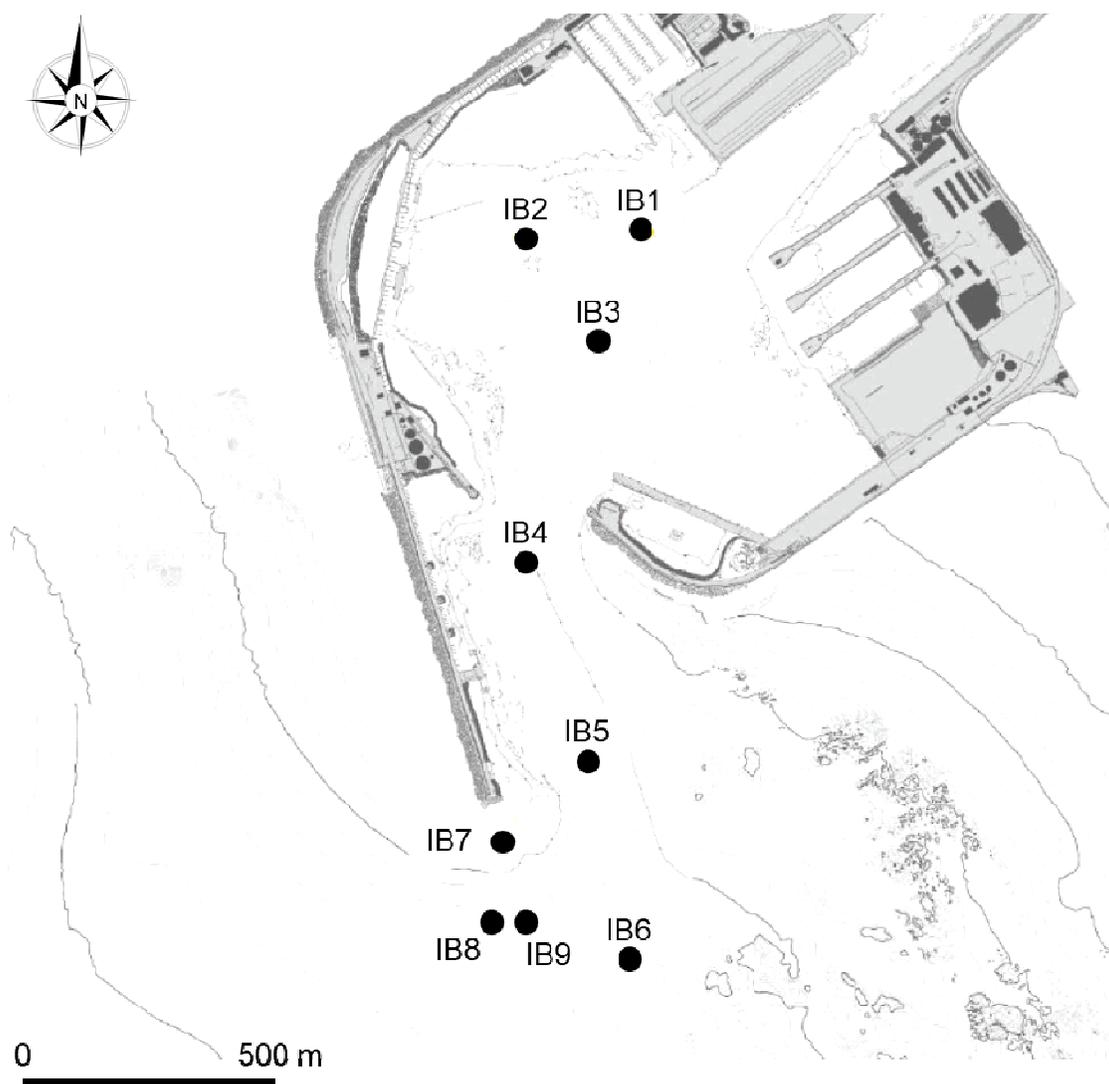


Fig. 1. Localização das estações de amostragem para as comunidades de macrofauna bentónica.

As colheitas de sedimentos e material biológico foram realizadas a bordo da embarcação “TAN-TAN”, semi-rígida de 6 metros de comprimento, utilizando para o efeito uma draga Van Veen modelo LMG (superfície de abertura de 0,05 m²), durante o regime de marés-mortas, de modo a potenciar a sua eficácia devido às menores condições hidrodinâmicas geradas em tal situação.

Foi efetuado um total de 3 dragas (replicados) por estação de amostragem, de modo a recolher uma quantidade suficiente de material que permitisse obter uma amostra representativa das comunidades biológicas de cada local.

As amostras recolhidas foram acondicionadas em sacos de plástico devidamente identificados.

De cada draga (replicado) foram ainda retirados cerca de 100 g de sedimento para análise da fracção granulométrica e, aproximadamente, 5 g de sedimento para análise do teor em matéria orgânica. Estas últimas foram, imediatamente, processadas aquando a chegada ao laboratório, enquanto que às obtidas para análise do material biológico, foi adicionado formol a 4% para fixação e conservação dos organismos até ao seu processamento laboratorial, e ainda o corante Rosa de Bengala, para sua maior facilidade de deteção entre as partículas de sedimento.

2.2. Trabalho de laboratório

2.2.1. Sedimentos

Para a análise granulométrica do substrato das diferentes estações de amostragem secaram-se amostras de 100 g de sedimento, numa estufa a 60°C, que posteriormente, foram lavadas num crivo de 0,063 mm para determinação da fracção fina (vasa ou lodo). As restantes partículas (areia e cascalho) foram novamente secas numa estufa a 60°C e passadas através de uma coluna de quatro crivos (2,000 mm, 0,500 mm, 0,250 mm e 0,063 mm) do tipo "AFNOR". As fracções de sedimento retidas em cada crivo foram pesadas individualmente, tendo a componente lodosa sido determinada por diferença relativamente ao peso inicial.

A matéria orgânica total dos sedimentos (MOT) foi determinada pela diferença entre o peso de uma amostra de sedimento com cerca de 5 g, seca numa estufa a 60°C, e o valor ponderal da mesma após combustão numa mufla a 550°C, durante quatro horas.

2.2.2. Material biológico

Para a análise do material biológico, as amostras de sedimento foram processadas em laboratório, através de um crivo com malha de 0,500 mm, sob fluxo de água. A fracção retida foi transferida para recipientes de plástico e conservada em álcool a 70º com corante Rosa de Bengala, procedendo-se, posteriormente, à sua triagem para separação do material biológico. Os organismos foram, sempre que possível, identificados ao nível específico e contados. Para a determinação taxonómica dos diferentes organismos recorreu-se a chaves dicotómicas para os vários grupos encontrados e, sempre que possível e necessário, também a artigos científicos com revisões taxonómicas para determinadas famílias, géneros e/ou espécies.

2.3. Tratamento dos dados

2.3.1. Caracterização abiótica da área de estudo

Uma vez determinadas as percentagens de cada uma das principais frações do sedimento (cascalho ≥ 2 mm; 2 mm > areia $\geq 0,063$ mm; lodo < 0,063 mm), calculou-se a respetiva composição granulométrica.

Os teores de matéria orgânica total (MOT) nos sedimentos foram expressos em valores percentuais, relativamente ao peso total da amostra, e foram calculados, para cada estação de amostragem, a partir da expressão:

$$MOT = \frac{Ps - Pc}{Ps} \times 100$$

onde, Ps representa o peso após secagem na estufa e Pc o peso após combustão.

2.3.2. Caracterização das comunidades bentónicas

A variação espacial das comunidades de macroinvertebrados bentónicos foi analisada com base nos padrões observados nos gráficos de Ordenação de Componentes Principais (OCP), gerados a partir da matriz de similaridade de Bray-Curtis, considerando as abundâncias médias transformadas em $\log(x+1)$ (Anderson *et al.*, 2008; Clarke *et al.*, 2014). Às OCP foram sobrepostas as análises Cluster com um nível de corte de semelhança de 50% (Clarke *et al.*, 2014), bem como as variáveis ambientais granulometria do sedimento e teor em matéria orgânica, e o índice biótico AMBI (ver 2.3.3. para este último).

A caracterização das comunidades de macroinvertebrados bentónicos foi realizada com base na:

- (1) **riqueza taxonómica (S)**, que corresponde ao número de *taxa* recolhidos em cada local e
- (2) **densidade (D)** dos organismos, expressa em número de indivíduos por m^2 (ind. m^{-2}). Foram ainda determinados os índices de:
- (3) **Diversidade de Shannon-Wiener (H')**, que fornece uma medida da composição dos povoamentos baseada na riqueza taxonómica e na distribuição da abundância relativa dos indivíduos pelos diferentes *taxa* (Legendre & Legendre, 1979):

$$H' = \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

em que S é o número total de *taxa* e p_i a proporção dos indivíduos do taxon i relativamente ao número total de indivíduos;

(4) **Equitabilidade de Pielou (J')**, o qual se refere ao padrão de distribuição dos indivíduos entre os *taxa*, com valores variando entre 0 e 1, para um mínimo e máximo de uniformidade (Clarke *et al.*, 2014):

$$J' = \frac{H'}{\log S}$$

onde H' corresponde ao índice de diversidade de Shannon-Wiener e S à riqueza taxonómica;

(5) **Simpson (λ)**, o qual expressa a dominância de espécies e a probabilidade de dois indivíduos selecionados ao acaso serem da mesma espécie, com valores variando entre 0 e 1 (quanto mais alto for o valor do índice, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade) (Clarke *et al.*, 2014). A dominância de Simpson é estimada de acordo com a seguinte expressão:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

onde p_i corresponde à proporção de cada espécie, para i variando entre 1 e S ;

(6) **Constância de ocorrências (IC)**. De acordo com Dajoz (1971), os *taxa* foram agrupados nas seguintes categorias: constantes (Ct), se presentes em mais de 76% das amostras; muito comuns (MC), se presentes em 51-75% das amostras; comuns (Co), se presentes em 26-50% das amostras; incomuns (InC), se presentes em 13-25% das amostras; e raras (R), se presentes em menos de 12% do universo amostral. Todas as métricas foram calculadas para cada estação de amostragem, tendo em conta o valor médio do total de dragas realizadas em cada local, permitindo a sua confrontação cruzada, avaliar a variação espacial das comunidades de macroinvertebrados bentónicos.

As análises multivariadas foram realizadas no software PRIMER v7.0 (Clarke & Gorley, 2015).

2.3.3. Estado de conservação das comunidades bentónicas

A determinação do estado de perturbação das comunidades de macroinvertebrados bentónicos locais, como resultado da introdução das cargas orgânicas com origem antrópica foi efetuada com base no Índice Biótico Marinho (AMBI), desenvolvido por [Borja et al. \(2000\)](#) e modificado por [Muxika et al. \(2005\)](#). O AMBI reconhece cinco grupos ecológicos, de acordo com os níveis de sensibilidade/tolerância às perturbações previamente referidas: Grupo I (GI) – espécies muito sensíveis ao enriquecimento orgânico e presentes em condições não perturbadas; Grupo II (GII) – espécies indiferentes ao enriquecimento orgânico e que apresentam baixas densidades, com variações pouco significativas ao longo do tempo; Grupo III (GIII) – espécies tolerantes a um excessivo enriquecimento orgânico e que ocorrem em condições normais, mas cujas populações são estimuladas pelo aumento dos teores de matéria orgânica; Grupo IV (GIV) – espécies oportunistas de 2ª ordem que proliferam em situações de desequilíbrio ligeiro a pronunciado; Grupo V (GV) – espécies oportunistas de 1ª ordem que proliferam em situações de desequilíbrio pronunciado.

O AMBI foi calculado com base na abundância relativa dos *taxa* presentes em cada colheita, de acordo com a seguinte expressão:

$$AMBI = \frac{[(0,0 \times \%GI) + (1,5 \times \%GII) + (3,0 \times \%GIII) + (4,5 \times \%GIV) + (6,0 \times \%GV)]}{100}$$

Os valores do AMBI, que variam de forma contínua entre 0,0 e 7,0, permitem estabelecer uma classificação do estado da comunidade bentónica e os respetivos níveis de perturbação dos locais (Tabela 2).

O AMBI foi calculado recorrendo ao software AMBI 4.5 (AZTI's MARINE BIOTIC Index), desenvolvido pelos autores e disponibilizado em www.azti.es, com a lista de *taxa* segundo a última actualização, em novembro de 2014.

Tabela 2. Correspondência entre os valores do Índice Biótico Marinho (AMBI), o estado da comunidade bentónica e os níveis de perturbação ambiental das áreas marinhas e estuarinas (adaptado de [Borja et al., 2000](#) e [Muxika et al., 2005](#)).

AMBI	Grupo Ecológico dominante	Estado da comunidade bentónica	Níveis de perturbação
$0,0 \leq \text{AMBI} < 0,2$	I	Normal	Perturbação ausente
$0,2 \leq \text{AMBI} < 1,2$		Empobrecido	
$1,2 \leq \text{AMBI} < 3,3$	III	Desequilibrado	Perturbação reduzida
$3,3 \leq \text{AMBI} < 4,5$		Transição para poluído	
$4,5 \leq \text{AMBI} < 5,0$	IV – V	Poluído	Perturbação moderada
$5,0 \leq \text{AMBI} < 5,5$		Transição para fortemente poluído	
$5,5 \leq \text{AMBI} < 7,0$	V	Fortemente poluído	Perturbação elevada
7,0	Azóico	Azóico	Perturbação extrema

3. RESULTADOS

3.1. Granulometria e matéria orgânica dos sedimentos

Os sedimentos da área correspondente às acessibilidades marítimas foram dominados pela fracção lodosa (ou vasosa), sendo as percentagens de cascalho e areia bastante reduzidas, principalmente, na zona mais interior da área amostrada, contrariamente à zona alternativa prevista para o prolongamento do molhe, onde, consideravelmente, dominou a fracção arenosa (Fig. 2). Na área livre de intervenção (i.e. estação-controlo), a fracção arenosa foi igualmente dominante (Fig. 2). Foi possível verificar um gradiente crescente da fracção arenosa, relativamente à fracção lodosa, à medida que há um afastamento para o exterior.

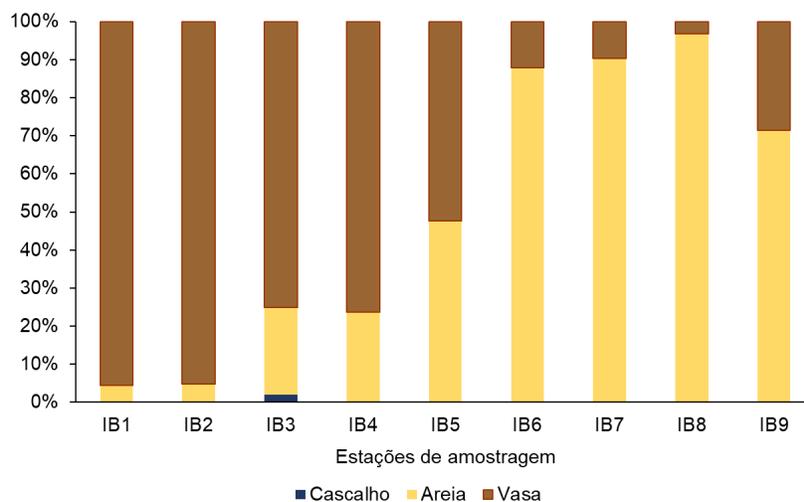


Fig. 2. Granulometria dos sedimentos na área em estudo

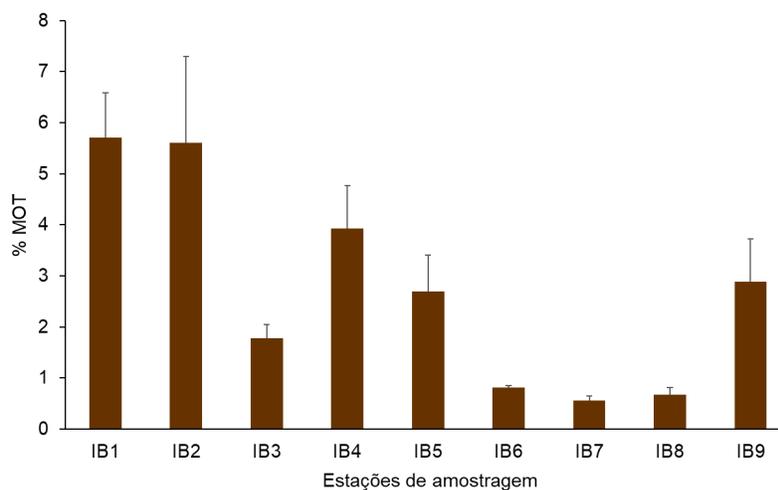


Fig. 3. Teor de matéria orgânica total (MOT) dos sedimentos na área em estudo.

3.2. Comunidades bentônicas

3.2.1. Elenco faunístico e estrutura das comunidades

Da campanha de amostragem das comunidades de macroinvertebrados bentônicos na área estudada, foram inventariados 113 *taxa*, com um total de 17041 organismos recolhidos (Tabela 3). Os poliquetas, os bivalves e os oligoquetos dominaram as comunidades de macrofauna bentônica da área estudada, constituindo para mais de 91,0% da abundância total, sendo ainda os primeiros os que apresentaram uma maior representação com cerca de 38 entidades distintas (Fig. 4).

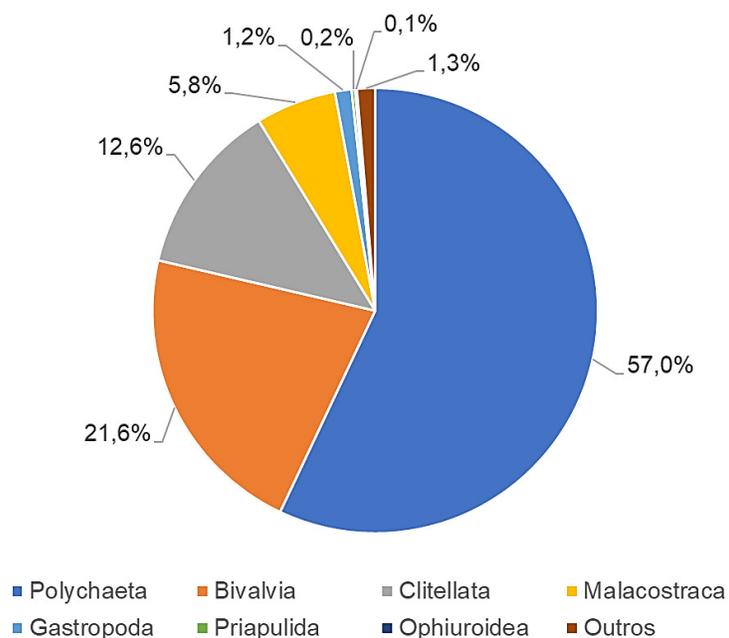


Fig. 4. Abundância relativa dos principais grupos taxonômicos das comunidades de macroinvertebrados bentônicos na área estudada.

De todos os grupos ecológicos, o grupo *GE I*, ao qual pertencem os *taxa* mais sensíveis ao enriquecimento orgânico, foi o mais representativo (35,4%), que, conjuntamente, com os *taxa* do *GE II* constituíram, aproximadamente, 65,0% dos *taxa* (Fig. 5).

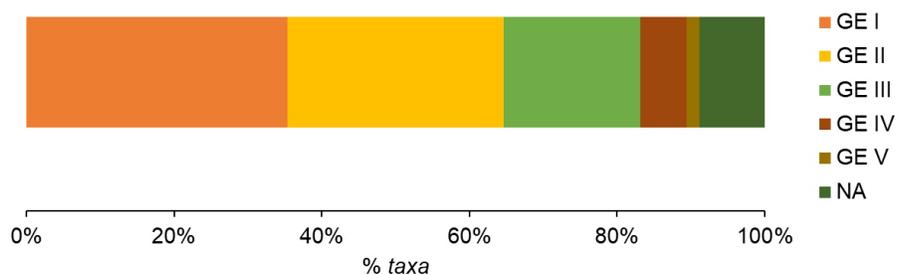


Fig. 5. Distribuição dos *taxa* pelos grupos ecológicos de acordo com a classificação do AMBI (ver 2.3.3.). NA. Sem classificação atribuída.

Tabela 3. Lista de taxa de Macroinvertebrados bentônicos no Porto de Leixões com indicação da sua sensibilidade / tolerância a factores de natureza antropogénica e presença nas estações de amostragem. GE. Grupos ecológicos (ver ponto 2.3.3.); IC. Índice de Constância de ocorrências.

TAXA	IC	GE	IB1	IB2	IB3	IB4	IB5	IB6	IB7	IB8	IB9
FILO ANNELIDA											
Classe CLITELLATA											
Oligochaeta	Co	V	X	X	X	X	X				
Classe POLYCHAETA											
Ordem EUNICIDA											
Família Dorvilleidae											
Dorvillea sp.	R		X	X				X			
Família Lumbrineridae											
<i>Lumbrineris latreilli</i> Audouin & Milne Edwards, 1834	InC	II	X	X	X						
Família Onuphidae											
<i>Diopatra marocensis</i> Paxton, Fadlaoui & Lechapt, 1995	InC					X	X				X
Ordem PHYLLODOCIDA											
Família Glyceridae											
<i>Glycera alba</i> (O.F. Müller, 1776)	MC	IV	X		X	X		X	X	X	X
Família Hesionidae											
<i>Psamathe fusca</i> Johnston, 1836	Co	III	X	X	X	X	X				X
<i>Syllidia armata</i> Quatrefages, 1866	R	II		X							
Família Nephtyidae											
<i>Nephtys cirrosa</i> Ehlers, 1868	MC	II	X			X	X	X	X	X	X
<i>Nephtys longosetosa</i> Örsted, 1842	R	II								X	
Família Nereididae											
<i>Eunereis longissima</i> (Johnston, 184)	R	III	X								
Família Phyllococidae											
<i>Eumida sanguinea</i> (Örsted, 1843)	MC	II	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Phyllococe longipes</i> Kinberg, 1866	Co	II	X	X	X	X		X	X	X	X
<i>Malmgreniella</i> sp.	R	II				X	X				X
Família Sigalionidae											
<i>Fimbriosthenelais minor</i> (Pruvot & Racovitza, 1895)	InC	II	X		X	X			X		X
<i>Sthenelais boa</i> (Johnston, 1833)	R	II					X				X
Família Syllidae											
<i>Syllis</i> sp.	R	II	X		X						
Ordem SABELLIDA											
Família Oweniidae											
<i>Myriochele heeri</i> Malmgren, 1867	InC	III	X		X						
<i>Owenia fusiformis</i> Delle Chiaje, 1844	MC	II	X	X	X	X	X		X	X	X
Família Sabellidae											
<i>Dialychone collaris</i> (Langerhans, 1881)	Co	II	X	X	X	X				X	
Ordem SPIONIDA											
Família Magelonidae											
<i>Magelona minuta</i> Eliason, 1962	MC	I	X	X	X	X		X	X	X	X
Família Poecilochaetidae											
<i>Poecilochaetus serpens</i> Allen, 194	R	I		X							X
Família Spionidae											
<i>Aonides oxycephala</i> (Sars, 1862)	InC	III	X		X	X					
<i>Polydora hoplura</i> Claparede, 1869	R	IV		X				X			
<i>Prionospio pulchra</i> Imajima, 199	InC	IV		X				X			
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> (Okuda, 1937)	Co	IV	X	X	X	X					

(continua)

Tabela 3 (continuação)

TAXA		EG	IB1	IB2	IB3	IB4	IB5	IB6	IB7	IB8	IB9
	<i>Spio filicornis</i> (Müller, 1776)	MC	III		X	X		X	X	X	X
	<i>Spiophanes bombyx</i> (Claparède, 187)	R	III							X	X
	Ordem TERESELLIDA										
	Família Ampharetidae										
	<i>Ampharete finmarchica</i> (M. Sars, 1865)	MC	I	X	X	X	X	X			
	<i>Melinna palmata</i> Grube, 187	MC	III	X	X	X	X	X			
	Família Cirratulidae										
1894)	<i>Aphelochoeta af marioni</i> (Saint-Joseph,	Co	III	X	X	X	X				X
Chambers, 1994	<i>Chaetozone gibber</i> Woodham &	R	IV	X							
	Família Pectinariidae										
	<i>Lagis koreni</i> Malmgren, 1866	InC	IV				X	X		X	X
	Família Sternaspidae										
	<i>Sternaspis scutata</i> (Ranzani, 1817)	R	III					X			
	Família Terebellidae										
	<i>Lanice conchilega</i> (Pallas, 1766)	Ct	II	X	X	X	X	X	X	X	X
	Família Capitellidae										
	<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 178)	Co	V	X		X	X	X			X
	<i>Mediomastus fragilis</i> Rasmussen, 1973	Ct	III	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Notomastus latericeus</i> Sars, 1851	Co	III	X	X	X	X	X			
	<i>Pseudonotomastus southerni</i> Warren &	R		X							
Parker, 1994	Família Maldanidae										
	<i>Euclymene</i> sp. A	Co		X	X	X	X				
	FILO ARTHROPODA										
	Classe MALACOSTRACA										
	Ordem AMPHIPODA										
	Família Ampeliscidae										
	<i>Ampelisca</i> sp.	Co	I		X	X	X	X			X
	Família Amphilochidae										
1893)	<i>Apolochus neapolitanus</i> (Della Valle,	R	II	X			X				
	Família Aoridae										
	<i>Microdeutopus</i> sp.	R	I					X			
	Família Atylidae										
	<i>Nototropis guttatus</i> Costa, 1853	Co	I				X	X	X		X
	Família Caprellidae										
	<i>Pariambus typicus</i> (Krøyer, 1844)	R	III								X
	<i>Phtisica marina</i> Slabber, 1769	R	I	X							
	Família Gammaridae										
	<i>Gammarus</i> sp.	R	I					X			
	Família Lysianassidae										
	<i>Lysianella dellavallei</i> Stebbing, 196	R								X	X
	Família Melitidae										
1813)	<i>Abludomelita obtusata</i> (Montagu,	R	III		X		X				
	Família Photidae										
Westwood, 1862)	<i>Photis longicaudata</i> (Spence Bate &	InC	I	X		X					X
	Família Phoxocephalidae										
	<i>Harpinia</i> sp.	MC	I	X	X	X	X	X	X	X	
	Ordem CUMACEA										
	Família Bodotriidae										
	<i>Iphinoe trispinosa</i> (Goodsir, 1843)	InC	I					X	X	X	X

(continua)

Tabela 3 (continuação)

TAXA	EG	IB1	IB2	IB3	IB4	IB5	IB6	IB7	IB8	IB9
Família Diastylidae										
<i>Diastylis bradyi</i> Norman, 1879	Co	II				X	X	X	X	X
Família Pseudocumatidae										
<i>Pseudocuma (Pseudocuma) longicorne</i> (Bate, 1858)	R	II								X
Ordem DECAPODA										
Família Atelecyclidae										
<i>Atelecyclus undecimdentatus</i> (Herbst, 1783)	R	I					X			
Família Diogenidae										
<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	InC	II					X	X		X
Família Paguridae										
<i>Anapagurus hyndmanni</i> (Bell, 1846)	R	I		X	X					
<i>Pagurus pubescens</i> Krøyer, 1838	R	II	X							
Família Polybiidae										
<i>Liocarcinus depurator</i> (Linnaeus, 1758)	R	I	X							
<i>Liocarcinus holsatus</i> (Fabricius, 1798)	R	I			X					
<i>Liocarcinus pusillus</i> (Leach, 1816)	R	I								X
<i>Liocarcinus</i> sp.	R	I				X				
Ordem ISOPODA										
Família Idoteidae										
<i>Idotea linearis</i> (Linnaeus, 1766)	R	II					X			
<i>Idotea pelagica</i> Leach, 1816	R	II						X		
Família Sphaeromatidae										
<i>Sphaeroma serratum</i> (Fabricius, 1787)	R	III					X			
Ordem MYSIDA										
Família Mysidae										
<i>Gastrosaccus spinifer</i> (Goês, 1864)	R	II							X	
FILO CEPHALORHYNCHA										
Classe PRIAPULIDA										
Família Priapulidae										
<i>Priapulus caudatus</i> Lamarck, 1816	Co	III		X	X	X				
FILO CNIDARIA										
Classe ANTHOZOA										
Ordem ACTINIARIA										
Família Actiniidae										
<i>Actinia equina</i> (Linnaeus, 1758)	R	I								X
Família Edwardsiidae										
<i>Edwardsia claparedii</i> (Panceri, 1869)	R	0					X	X		
Família Haliplanellidae										
<i>Diadumene lineata</i> (Verrill, 1869)	R	0			X					
Família Hormathiidae										
<i>Calliactis parasitica</i> (Couch, 1842)	R	0		X						
Ordem SPIRULARIA										
Família Cerianthidae										
<i>Cerianthus membranaceus</i> (Gmelin, 1796)	InC	I	X	X						
Classe HYDROZOA										
Hydrozoa	R	I							X	
FILO ECHINODERMATA										
Classe ASTEROIDEA										
Ordem FORCIPULATIDA										
Família Asteriidae										
<i>Marthasterias glacialis</i> (Linnaeus, 1758)	R	I					X			

(continua)

Tabela 3 (continuação)

TAXA	EG	IB1	IB2	IB3	IB4	IB5	IB6	IB7	IB8	IB9
Classe ECHINOIDEA										
Ordem CAMARODONTA										
Familia Parechinidae										
1771)	R	I	X						X	
<i>Psammechinus miliaris</i> (P.L.S. Müller,										
Classe HOLOTHUROIDEA										
Ordem APODIDA										
Familia Synaptidae										
1776)	R	I	X							
<i>Leptosynapta inhaerens</i> (O.F. Müller,										
Ordem DENDROCHIROTIDA										
Familia Cucumariidae										
Koren, 1846)	R	I		X						
<i>Leptopentacta elongata</i> (Düben &										
Classe OPHIUROIDEA										
Ordem OPHIURIDA										
Familia Amphiuroidae										
	InC	I		X			X	X		X
	InC	II		X			X	X	X	
<i>Acrocrida brachiata</i> (Montagu, 184)										
<i>Amphiura chiajei</i> Forbes, 1843										
Familia Ophiotrichidae										
Müller, 1789)	R	I				X				
<i>Ophiotrix fragilis</i> (Abildgaard in O.F.										
Familia Ophiuridae										
	R	II		X						
<i>Ophiocten affinis</i> (Lütken, 1858)										
FILO MOLLUSCA										
Classe BIVALVIA										
Ordem CARDIIDA										
Familia Donacidae										
	InC	I					X	X		
<i>Donax vittatus</i> (da Costa, 1778)										
Familia Semelidae										
	Co	III	X	X	X	X				
	MC	III	X	X	X	X		X		X
	R	III					X	X		
<i>Abra alba</i> (W. Wood, 182)										
<i>Abra nitida</i> (O. F. Müller, 1776)										
<i>Abra</i> sp.										
Familia Tellinidae										
	InC	I						X	X	
	MC	I	X	X		X	X	X	X	X
<i>Asbjornsenia pygmaea</i> (Lovén, 1846)										
<i>Moerella donacina</i> (Linnaeus, 1758)										
Ordem EUHETERODONTA										
Familia Solenidae										
	Co	I		X		X	X		X	X
<i>Solen marginatus</i> Pulteney, 1799										
Ordem LUCINOIDA										
Familia Lucinidae										
	R	I				X				
<i>Loripes orbiculatus</i> Poli, 1791										
Ordem MYOIDA										
Familia Corbulidae										
	R	IV	X	X	X					
<i>Corbula gibba</i> (Olivi, 1792)										
Ordem MYTILOIDA										
Familia Mytilidae										
	Co	I	X			X	X		X	X
	R	I				X				
<i>Modiolula phaseolina</i> (Philippi, 1844)										
<i>Musculus discors</i> (Linnaeus, 1767)										
Ordem NUCULIDA										
Familia Nuculidae										
	InC	I	X	X	X	X				
<i>Nucula</i> sp.										
Ordem PECTINIDA										
Familia Anomiidae										
	R	I	X							
<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758										

(continua)

Tabela 3 (continuação)

TAXA	EG	IB1	IB2	IB3	IB4	IB5	IB6	IB7	IB8	IB9	
Ordem VENERIDA											
Família Veneridae											
<i>Venerupis corrugata</i> (Gmelin, 1791)	R	I	X								
Família Mactridae											
<i>Spisula solida</i> (Linnaeus, 1758)	R	I						X			
<i>Spisula</i> sp.	R	I							X		
Família Montacutidae											
<i>Tellimya ferruginosa</i> (Montagu, 188)	InC	II	X	X		X				X	
Família Mactridae											
<i>Lutraria lutraria</i> (Linnaeus, 1758)	R	I	X								
Classe GASTROPODA											
Ordem CEPHALASPIDEA											
Família Cylichnidae											
<i>Cylichna cylindracea</i> (Pennant, 1777)	InC	II	X	X	X	X	X				
Ordem LITTORINIMORPHA											
Família Hydrobiidae											
<i>Hydrobia</i> sp.	R	III				X					
Família Littorinidae											
<i>Littorina</i> sp.	R	II				X					
Família Rissoidae											
<i>Rissoa parva</i> (da Costa, 1778)	R	I				X				X	
Ordem NEOGASTROPODA											
Família Nassariidae											
<i>Tritia incrassata</i> (Strøm, 1768)	R	II	X								
<i>Tritia pygmaea</i> (Lamarck, 1822)	MC	II	X	X	X	X		X	X	X	
<i>Tritia reticulata</i> (Linnaeus, 1758)	Ct	II	X	X	X	X	X	X	X	X	
Ordem SYSTELLOMMATOPHORA											
Família Onchidiidae											
<i>Onchidella celtica</i> (Cuvier, 1817)	R					X					
Família Acteonidae											
<i>Acteon tornatilis</i> (Linnaeus, 1758)	InC	I	X	X	X	X					
Família Pyramidellidae											
<i>Odostomia plicata</i> (Montagu, 183)	R	II	X								
<i>Odostomia unidentata</i> (Montagu, 183)	R	II								X	
Família Rissoellidae											
<i>Rissoella diaphana</i> (Alder, 1848)	R			X							
Gastropoda ni	R									X	
FILO NEMERTEA											
Nemertea	Ct	III	X	X	X	X	X	X	X	X	
FILO PHORONIDA											
Phoronida	R	II		X							
FILO PLATYHELMINTHES											
Classe RHABDITOPHORA											
Ordem POLYCLADIDA											
Família Leptoplanidae											
<i>Leptoplana tremellaris</i> (Müller OF, 1773)	R	II				X					
Total			52	41	41	42	50	21	31	28	41

Os dados referentes à estrutura espacial das comunidades de macroinvertebrados bentónicos na área estudada sugeriram a existência de um gradiente destas mesmas comunidades entre a área interior da bacia portuária e a área mais exterior alternativa para o prolongamento do molhe (Figura 6A), o qual mostrou estar diretamente relacionado com os parâmetros ambientais considerados (ver 2.3.1.) e índice biótico AMBI (ver 2.3.3.) (Figura 6B). Cerca de 66,5% da variabilidade total das comunidades bentónicas foi explicada pelos eixos da OCP.

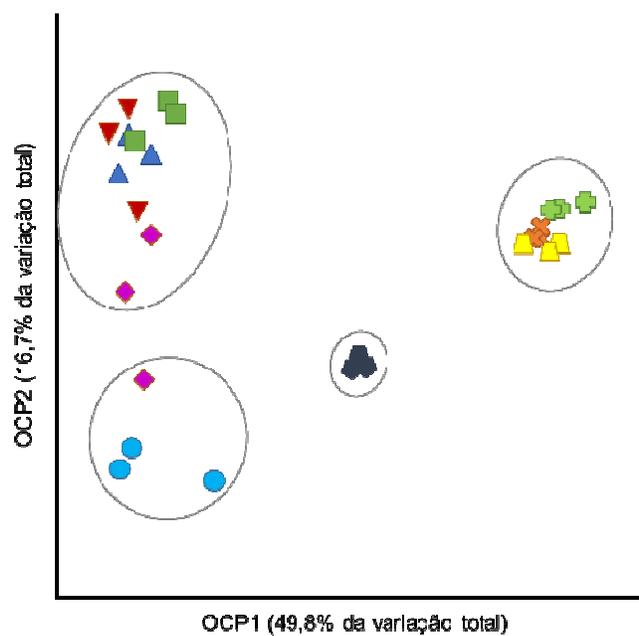
Mais se constatou, que dada a proximidade da estação IB9 às estações IB7 e IB8, seria expectável que estas estações apresentassem comunidades similares. No entanto, a análise espacial multivariada indicou que a macrofauna bentónica da primeira distingue-se claramente das restantes (Figura 6A). Para tal, contribuíram, maioritariamente, os *taxa* *Abra nítida*, *Mediomastus fragilis*, *Owenia fusiformis*, *Moerella donacina* e *Glycera alba* para quase 40% de dissimilaridade entre as estações de amostragem mencionadas.

Por outro lado, a estação IB6, assumida como estação-controlo para uma eventual monitorização futura, apresentou uma constituição faunística semelhante às estações IB7 e IB8 (Figura 6), apresentando semelhanças na ordem dos 63,0%, pela presença comum das espécies *Magelona minuta*, *Lanice conchilega*, *Nephtys cirrosa*, *Spio filicornis* e *Diastylis bradyi*.

Relativamente às métricas analisadas, constatou-se que a área das acessibilidades foi a que apresentou uma maior riqueza taxonómica, bem como maiores densidades dos organismos (Fig. 7A, 7B). Por outro lado, a estação IB6 (estação-controlo) foi a estação mais pobre, apresentando o menor número de *taxa*, com diversidade baixa, e conseqüente, maiores valores do índice de dominância (Fig. 7A, 7C, 7E). A elevada densidade de espécimes de *Magelona minuta* (e conseqüente dominância desta espécie) assumiu a responsabilidade de tal facto. A estação IB5 apresentou as densidades mais elevadas de entre todas as estações de amostragem (Fig. 7B), contribuindo para tal, as elevadas abundâncias de oligoquetas. Não obstante, esta estação, em particular, apresentou-se como a segunda estação com maior riqueza taxonómica (Fig. 7A).

De um modo geral, praticamente, todas as estações de amostragem apresentaram uma diversidade elevada (Fig. 7C), com baixas dominâncias (Fig. 7E) e alguma uniformidade, traduzida pelos valores do índice de equitabilidade (Fig. 7D).

A.



B.

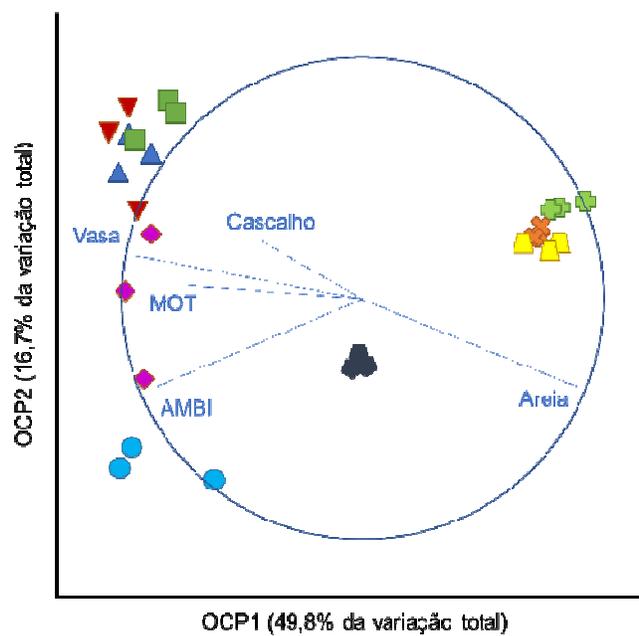


Fig. 6. Ordenação de Componentes Principais para as comunidades bentónicas na área afeta ao prolongamento do Quebra-mar Exterior do Porto de Leixões e das Acessibilidades Marítimas **A.** onde se encontram identificados diferentes grupos de estações de amostragem (círculos) para um nível de semelhança de 50% e **B.** com os parâmetros ambientais e índice biótico AMBI sobrepostos.

A.

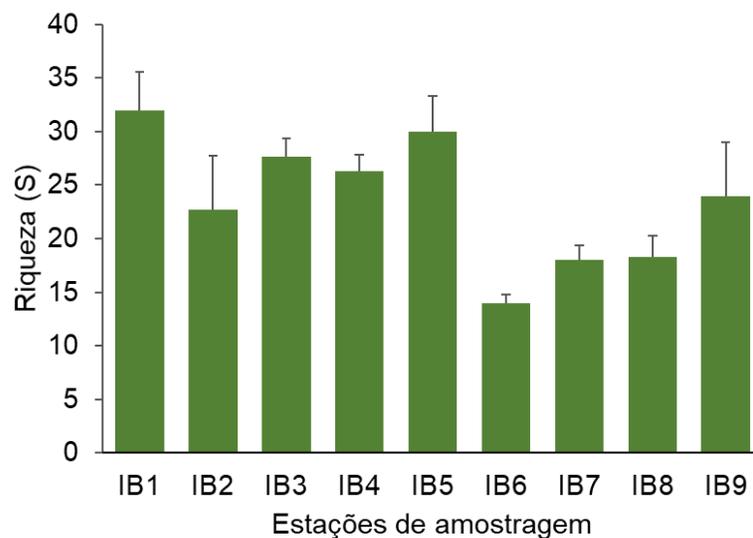


Fig. 7A. Número de taxa (S) de macroinvertebrados bentônicos na área afeta ao prolongamento do Quebra-mar Exterior do Porto de Leixões e das Acessibilidades Marítimas. As barras a negro correspondem ao erro-padrão (EP).

B.

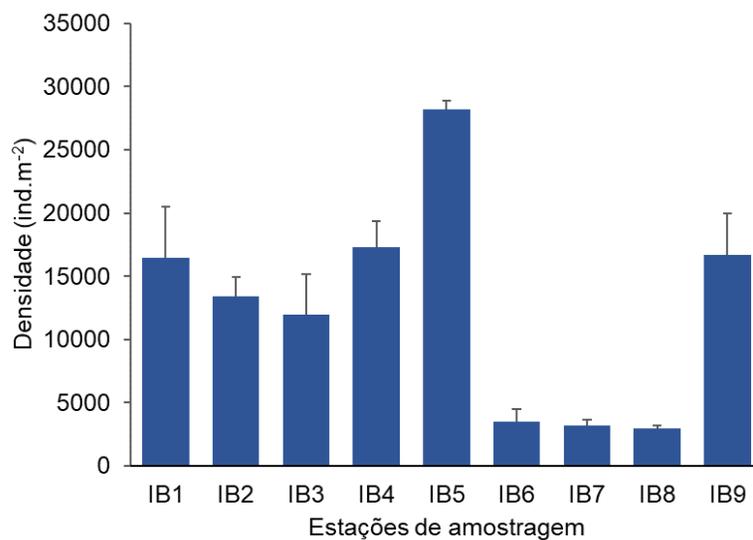


Fig. 7B. Densidade (D, ind.m⁻²) de macroinvertebrados bentônicos na área afeta ao prolongamento do Quebra-mar Exterior do Porto de Leixões e das Acessibilidades Marítimas. As barras a negro correspondem ao erro-padrão (EP).

C.

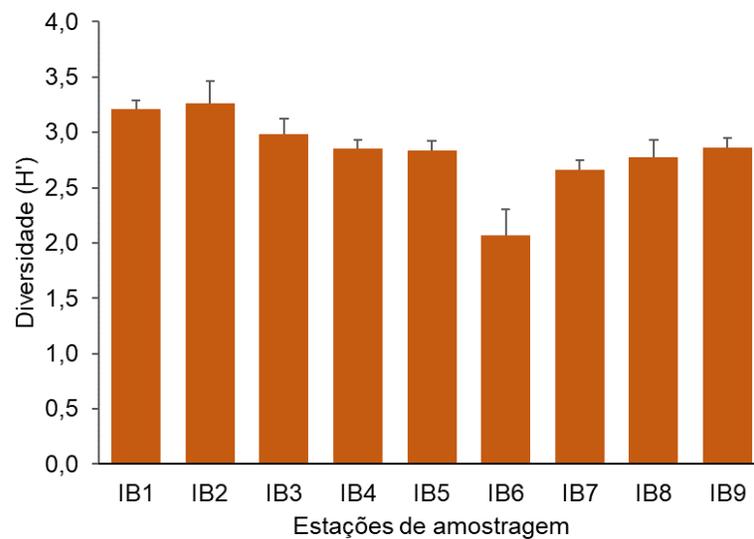


Fig. 7C. Diversidade de Shannon-Wiener (H') da comunidade de macroinvertebrados bentônicos na área afeta ao prolongamento do Quebra-mar Exterior do Porto de Leixões e das Acessibilidades Marítimas. As barras a negro correspondem ao erro-padrão (EP).

D.

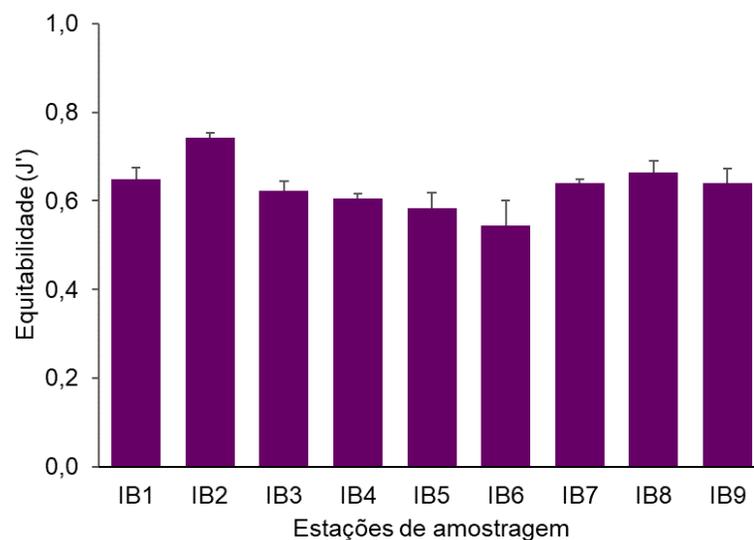


Fig. 7D. Índice de Equitabilidade de Pielou (J') aplicado à comunidade de macroinvertebrados bentônicos na área afeta ao prolongamento do Quebra-mar Exterior do Porto de Leixões e das Acessibilidades Marítimas. As barras a negro correspondem ao erro-padrão (EP).

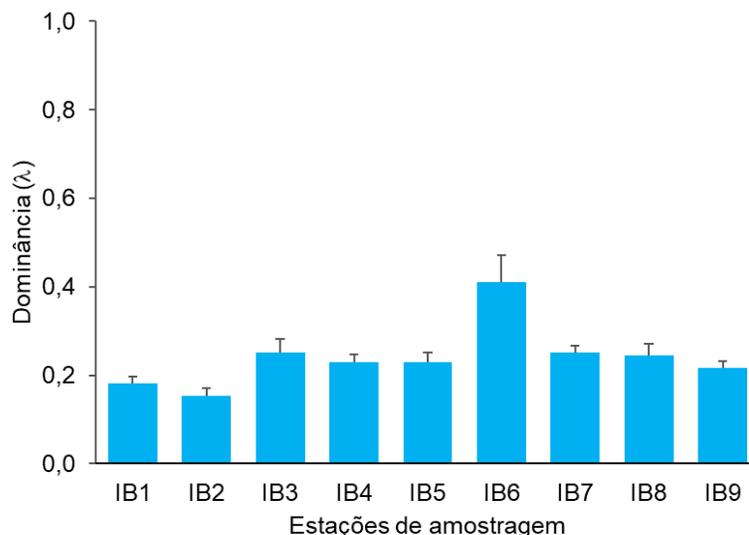


Fig. 7E. Índice de Dominância (λ) aplicado à comunidade de macroinvertebrados bentônicos na área estudada. As barras a negro, mais finas, correspondem ao erro-padrão (EP).

O índice de constância de ocorrências evidenciou uma considerável variabilidade espacial da composição taxonómica das comunidades de macroinvertebrados bentônicos na área estudada, uma vez que o número de *taxa* constantes, muito comuns e comuns foi de 3,5%, 10,5% e 14,0%, respectivamente. As espécies *Lanice conchilega*, *Mediomastus fragilis*, *Tritia reticulata* e o filo Nemertea apareceram como *taxa* constantes nas estações de amostragem, sendo que a amostragem conta com 62 *taxa* classificados como raros, ou seja, com uma frequência de ocorrência inferior a 12%.

Na tabela 3 está indicada, para cada *taxa*, a classificação de acordo com o índice de constância.

3.2.2. Estado de conservação das comunidades bentónicas

Apesar de estudos anteriores terem já identificado fontes de poluição difusa e pontual no concelho de Matosinhos que, de forma direta ou indireta, poderão afectar a qualidade das águas costeiras (Reis, 2010), a aplicação do índice biótico marinho AMBI às comunidades de macroinvertebrados bentônicos da zona portuária, revelou valores de AMBI entre 0,7 e 3,5, indicando, de um modo geral, um nível de degradação da área MUITO REDUZIDO, traduzindo uma boa qualidade da água (Fig. 8). As estações de amostragem IB4 e IB5 apresentaram os valores mais elevados, correspondendo a um grau de poluição REDUZIDO a MODERADO. Para tal

contribuíram a abundância elevada de oligoquetas, considerados como oportunistas de 1ª ordem (GE V).

A localização destas mesmas estações, exactamente, na zona de comunicação entre a área interior do porto e o molhe, local de elevado tráfego marítimo, poderá ser apontada como uma das principais razões para os valores de AMBI obtidos.

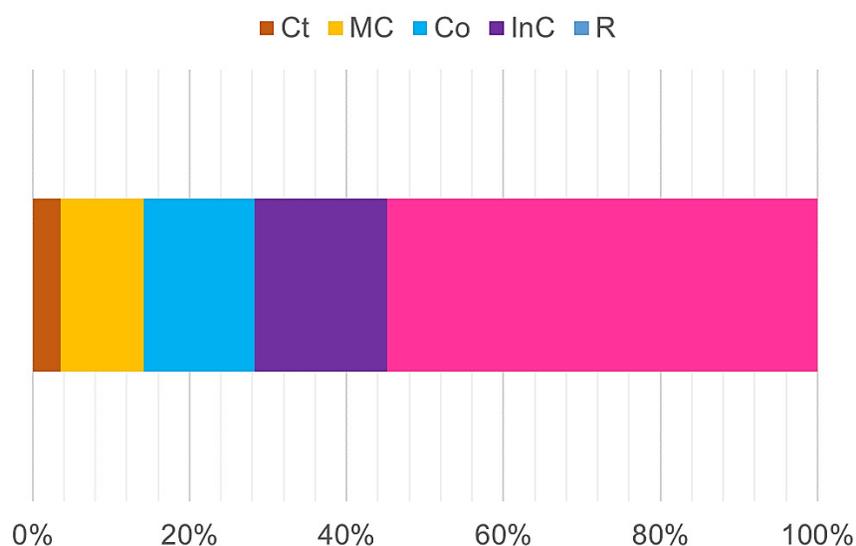


Fig. 8. Índice de Constância de ocorrências (IC) dos macroinvertebrados bentónicos na área afeta ao prolongamento do Quebra-mar Exterior do Porto de Leixões e das Acessibilidades Marítimas.

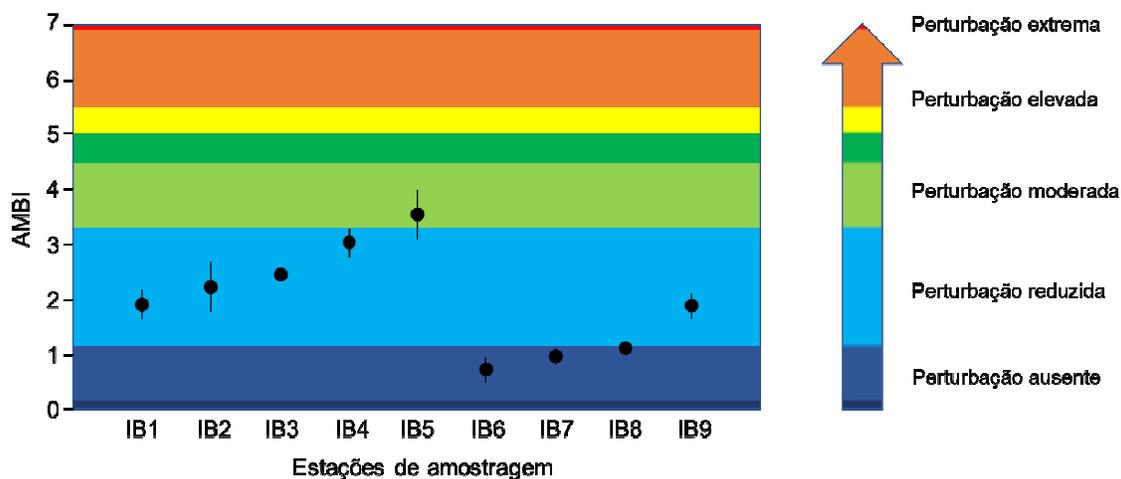


Fig. 8. Valores do AMBI ± desvio-padrão obtidos para as comunidades de macroinvertebrados bentónicos na área estudada.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- As comunidades de macroinvertebrados bentónicos da área afecta ao projecto de prolongamento do Quebra-mar Exterior do Porto de Leixões e das Acessibilidades Marítimas apresentam uma considerável complexidade como resultado da elevada e riqueza taxonómica e diversidade na maior parte da área amostrada.
- A avaliação do estado ecológico destas comunidades revelou o bom estado de conservação das mesmas. Atendendo aos resultados obtidos e sendo esta uma análise da situação de referência das comunidades biológicas do Porto de Leixões, pode inferir-se que apesar do elevado tráfego marítimo e das intensas atividades portuárias existentes na área, entre outras identificadas por [Reis \(2010\)](#), as comunidades bentónicas parecem refletir poucos sinais de perturbação.
- Os resultados evidenciaram que a estação IB6, identificada *a priori* como estação-controlo, foi a que exibiu os piores resultados de acordo com as métricas adoptadas. Este facto sugere a reestruturação do delineamento com a adoção de uma nova estação de controlo.
- Estudos realizados noutros locais, indicaram que apesar dos significativos impactos das dragagens nestas comunidades bióticas, estas podem atingir o equilíbrio se a perturbação não for persistente, ou poderão atingir o equilíbrio com espécies diferentes das encontradas anteriormente, tendendo a seguir os padrões normais de uma sucessão ecológica em ambientes aquáticos caso não sofram novas perturbações ([Rocha, 2016](#)). A nova estrutura da comunidade em recuperação depende muito das espécies presentes nos ambientes vizinhos, da disponibilidade em fornecer novos colonizadores e da recuperação sedimentar. Pode dar-se assim, o caso do não encontro da situação de equilíbrio e a área afetada ser recolonizada por espécies diferentes das encontradas inicialmente. Por este motivo, será importante continuar o acompanhamento destas comunidades durante o processo das dragagens e após este.
- Os resultados obtidos pelas métricas adoptadas no presente estudo com vista à caracterização das comunidades de macroinvertebrados bentónicos do Porto de Leixões, bem como para a avaliação do estado de conservação destas, pareceram extremamente adequadas no cumprimento dos objetivos.

- A estratégia de amostragem não foi a mais desadequada, contudo é importante ressaltar a dificuldade que uma draga com as características da Van Veen tem em operar de uma forma eficaz em sedimentos arenosos e a profundidades superiores a 8-10 m, bem como o esforço físico que esta metodologia, nestas condições, implica. Sendo assim, será aconselhável, numa futura campanha de amostragem com vista à monitorização destas comunidades, uma draga com maior estrutura física, por exemplo, uma draga Day (Smith-McIntire modificada, com uma área de 0,1 m²). Desta forma, o esforço será menor e o número de replicados poderá ser reduzido, sem comprometer a avaliação da qualidade ecológica.
- Finalmente, é de extrema importância ressaltar (por questões metodológicas) o tempo que é necessário à realização de estudos de impacto ambiental envolvendo comunidades de macrofauna bentónica, nomeadamente, o processamento laboratorial que é bastante moroso, i.e. triagem e identificação dos espécimes. Futuramente, será desejável que este aspecto seja tido em conta.

Leça da Palmeira, 25 de Agosto de 2017

O Responsável técnico pelo relatório



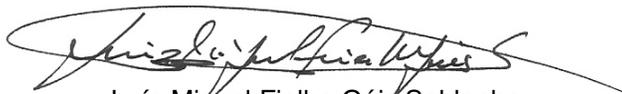
João Paulo Medeiros
(Eng^o Ambiente – MSc Pescas e Aquacultura)

Agradecimentos do autor do relatório:

Ao MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente (FCUL) pela cedência do espaço no laboratório de Zoologia Marinha, na sua pessoa Prof. Doutor José Lino Costa

Aos colegas Dra. Erica Sá, Dra. Gilda Silva e Pedro Oliveira

O Coordenador da presente prestação de serviços para a APDL



Luís Miguel Fialho Góis Saldanha
(Director técnico da GEOSUB, Lda)

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, M.J., Gorley, R.N., Clarke, K.R. 2008. PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E: Plymouth, UK.
- Borja, A., J. Franco & V. Pérez. 2000. A Marine Biotic Index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Mar. Poll. Bull.*, 40: 1100-1114.
- Clarke, K.R., Gorley, R.N. 2015. Getting started with PRIMER v7. PRIMER-E: Plymouth, UK.
- Clarke, K.R., Gorley, R.N., Somerfield, P.J., Warwick, R.M. 2014. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 3rd edition. PRIMER-E: Plymouth, UK.
- Costa, M.J., J.L. Costa, H.N. Cabral, P.R. Almeida, I. Domingos, G. Silva, T. Pereira, P. Chainho & M.L. Chaves. 2005. Dez Anos de Monitorização Ambiental no Instituto de Oceanografia. Actas da I Conferência Nacional de Impactes Ambientais: 103-112.
- Costa, M.J., P.R. Almeida, H.N. Cabral, J.L. Costa, M.J. Correia, L.S. Gordo, C.D. Pereira, J.F. Salgado & C.M. Teixeira. 1999. Monitorização da comunidade de invertebrados bentónicos durante a construção da ponte Vasco da Gama. pp.: 161-170. In: F.J. Santana, L.M. Vasconcelos, M.R. Partidário, M.J. Seixas & M.P. Sobral (eds.). Actas da 6ª conferência nacional sobre a qualidade do ambiente. DCEA/FCT/UNL, Monte da Caparica.
- Dajoz, R. 1971. Précis d'Ecologie. Dunod, Paris, France.
- Hily, C. 1984. Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hyper-trophiques de la rade de Brest. Thèse Doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Brest, França.
- Jones, G.P. & U.L. Kaly. 1996. Criteria for selecting marine organisms in biomonitoring studies. pp.: 29-48. In: R.S. Schmitt & C.W. Osenberg (eds.). Detecting ecological impacts. Academic Press, San Diego, EUA.
- Legendre, P., Legendre, L. 1998. Numerical Ecology, 2nd Engledn. Elsevier, Amsterdam.
- Muxika, I., A. Borja & W. Bonne. 2005. The suitability of the Marine Biotic Index (AMBI) to new impact sources along European coasts. *Ecol. Indic.*, 5: 19-31.
- Pereira, C.D.; J.P. Salgado & M.J. Costa. 1998. Impacts resulting from the maintenance dredging works of the construction of the Vasco da gama bridge (Tagus estuary, Portugal) on the macrozoobenthic invertebrate communities. pp.: 21-25. In: G.S. Carvalho, F.V. Gomes & F.T. Pinto (eds.). Seminário sobre dragagens, dragados e ambientes costeiros. Associação Eurocoast-Portugal, Porto.
- Reis, C.A. 2010. Caracterização das fontes de poluição na orla costeira do Concelho de Matosinhos e respectivo impacte sobre a qualidade das águas balneares. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Química, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Rocha, R.V.L. 2016. Estudo da macrofauna bentónica em zonas de dragagem e deposição de dragados associadas ao desenvolvimento portuário. Dissertação de mestrado. Departamento de Biologia, universidade de Aveiro.

Silva, G., J.L. Costa, P.R. Almeida, L.S. Gordo & M.J. Costa. 1999. As comunidades de macroinvertebrados bentónicos na monitorização da EXPO'98. pp.: 271-275. In: F.J. Santana, L.M. Vasconcelos, M.R. Partidário, M.J. Seixas & M.P. Sobral (eds.). Actas da 6ª conferência nacional sobre a qualidade do ambiente. DCEA/FCT/UNL, Monte da Caparica.