

Campanha de levantamento ecológico, sedimentar e  
hidrodinâmico da área afeta à ponte pedonal de acesso à Praia do  
Barril

Relatório de execução técnico-científica para dar cumprimento aos ofícios  
nº23148/2017, de 24-04-2017 e 38901/2019/DRCNF-  
ALG/DRCNB/DACCAP PROC.5.21.2.2 do ICNF

CIMA, Universidade do Algarve  
Gambelas, 16 de julho de 2021

# Campanha de levantamento ecológico, sedimentar e hidrodinâmico da área afeta à ponte pedonal de acesso à Praia do Barril

## **Equipa de investigadores e mergulhadores**

Duarte Nuno Ramos Duarte <sup>1</sup> (Coordenador científico)

Tiago Jorge Pacheco da Silva <sup>2</sup>

João Manuel Gonçalves da Costa Santos <sup>3</sup>

Guilherme da Silva Costa Santos <sup>4</sup>

<sup>1</sup>. Investigador no Centro de Investigação Marinha e Ambiental (CIMA) e professor auxiliar na Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia, *Campus Gambelas*, 8005-134 Faro, telf. (+351)289800900, ext.7379, e-mail: [dduarte@ualg.pt](mailto:dduarte@ualg.pt), doutorado em geologia marinha e especialista em dinâmica costeira e em mergulho científico. Tem desenvolvidos trabalhos de investigação e desenvolvimento nas áreas da dinâmica costeira e em monitorização ambiental.

<sup>2</sup>. Licenciado em Biologia Marinha (2020) e estudante de 2º ano de mestrado Sistemas Marinhos e Costeiros na Universidade do Algarve. PADI *Divemaster*, com especializações em fundamentos de mergulho científico e oceanologia da CMAS. Experiência em identificação de fauna marinha e macrobentos.

<sup>3</sup>. Instrutor de mergulho FPAS/CMAS - M2, instrutor de várias especialidades de mergulho, colaborador do Forpescas na área de mergulho, membro do grupo de trabalho Segurança nas pescas - Forpescas/IFP-ENSPM (França), colaborador e participante em várias ações de investigação e desenvolvimento nas áreas da dinâmica costeira e na monitorização ambiental. Integra a equipa de mergulho científico do projeto de investigação Maré Formosa da Universidade do Algarve.

<sup>4</sup>. Mergulhador FPAS/CMAS P3, com as especialidades mergulhador socorrista, administração de Oxigénio, orientação e navegação subaquática, pesquisa e recuperação e salvamento tendo desempenhado as funções de auxiliar de instrutor nos cursos administrados pela empresa Bicho do mar LDA, e João Costa Santos. Desempenhou as funções de coordenador de segurança, de equipamentos e logística das campanhas de mergulho realizadas no âmbito deste projeto.

Relatório para a empresa Pedras D'El Rei-Gestão e Turismo, S.A.

Faro, 16 de julho 2021

*Sapienter proficiens*

## RESUMO

O presente relatório técnico-científico foi elaborado no âmbito de uma prestação de serviços realizada pelo Centro de Investigação Marinha e Ambiental (CIMA) da Universidade do Algarve, à empresa Pedras D'El Rei-Gestão e Turismo, S.A., no âmbito do projeto de construção da nova ponte pedonal de acesso à praia do Barril.

As medidas restritivas de contingência inerentes à situação pandémica covid-19 inviabilizaram a realização desta campanha de levantamento ecológico em junho de 2020, conforme despacho do ICNF, tendo apenas sido reunidas as condições legais, logísticas e técnicas para a sua realização, em maio de 2021. Para o efeito, foram realizadas 4 imersões de mergulho científico nos dias 21 e 22 de maio, nas estofas de maré do período diurno, que tiveram por objetivo, proceder a caracterização textural dos depósitos da cobertura superficial dos sedimentos do fundo do canal, o estudo das formas de fundo e respetivas condições hidrodinâmicas, e ao estudo das comunidades macrobentónicas e ictiofauna após a construção da referida ponte. Estes resultados foram também comparados com a informação obtida anteriormente, referente aos relatórios Duarte *et al.* (2017), Geocivil (2017), Duarte (2018), Duarte *et al.* (2019). Os trabalhos realizados envolveram a obtenção de informação com base na observação *in situ*, no registo e análise foto-videográfico e na amostragem de sedimento e de organismos vivos (macrobentos), ao longo de dois transeptos paralelos à ponte, na área adjacente aos pilares da ponte, e em dois pontos de controlo localizados fora da área de influência da ponte pedonal, localizados a nascente e a poente (ambientes submareais). Foram recolhidas 13 amostras de sedimento superficial para caracterização granulométrica e para as condições hidrodinâmicas, complementadas com 24 amostras para o estudo do *macrobenthos*. Ao longo dos dois transeptos, nos pontos de controlo e nas áreas adjacentes, foram também identificados visualmente *in situ*: diferentes tipos de sedimentos, as formas de fundo, as comunidades macrobentónicas, e a epifauna e ictiofauna. Apenas os organismos amostrados nos *corers* de sedimento superficial, que não puderam ser identificados no local (aquando das atividades de campo - *in situ*), foram conservados em álcool 70% e levados para serem identificados em laboratório. Os restantes organismos vivos, foram devolvidos ao meio ambiente.

Os resultados obtidos no âmbito desta campanha permitiram concluir que:

- o fundo desta secção de canal fundamentalmente constituído por dois tipos de sedimentos. Um sedimento atual, detrítico, desprovido de propriedades coesivas, transportado pelas correntes de maré que se propagam ao longo do canal Santa Luzia – Pedras de D'El-Rei, definido por areias quartzosas do tipo cascalhentas (em que esta é fundamentalmente a fração bioclástica, ou com clastos de cascalho), muito mal calibradas, e por areias quartzosas cascalhentas, com teores em bioclastos variáveis, na secção do canal. Próximo das margens lodosas, deste canal, as areias apresentam

enriquecimentos das frações finas (silte e argila) e em matéria orgânica (que lhe confere uma cor acinzentada). Estes depósitos foram interpretados como pertencentes aos depósitos de *aluvião holocénicos* “a” nas Cartas Geológicas de Portugal.

- As estruturas sedimentares de fundo mostram uma clara assimetria das correntes da maré favorável à fase da enchente, com a preservação de dunas de enchente nas fases da baixa-mar, bem como estas apresentaram maior dimensão.

- Aflora também no fundo desta seção de canal, uma faixa de areia vasosa de cor negra, compacta, com uma largura que pode atingir os 8m e com uma orientação longitudinal sensivelmente paralela ao eixo do canal. Esta camada apresenta na sua superfície marcas típicas de erosão, revelando que a sua exposição no fundo do canal se encontra associada ao balaço sedimentar de fundo neste troço de canal. Esta camada foi interpretada como pertencente à unidade lito-estratigráfica de “vasas e lodos orgânicos, negros” identificada e descrita na sondagem DPSH1 como depósitos de *aluvião* “a” (Geocivil, 2017), e que foi relacionada a antigos ambientes de sapal e a planícies intermareais vasosas – classificados por depósitos de *aluvião holocénicos* “a” na Carta Geológica de Portugal – Tavira (Manuppella *et al.*, 1987).

As comunidades macrobentónicas, identificadas na anterior campanha nos dois transeptos e nas zonas envolventes, foram definidas por algumas ocorrências de algas calcárias do género *Lithophyllum*, por ocorrências de equinodermes (ouriços e estrelas do mar), de exemplares de camarões *Palaemon serratus*, de ascídias *Phallusia mammilata* e de poliquetas *Sabella spallanzini*. Identificou-se ainda um exemplar de esponja *Erylus discophorus*. Durante os mergulhos efetuados na atual campanha foram observadas as mesmas espécies da epifauna betónica, como também outras espécies presentes à ictiofauna. Nos pilares da nova ponte observou-se a vários organismos (moluscos, esponjas, algas) fixados, fornecendo ao *habitat* uma situação de recife artificial. O estudo incidiu sobre uma análise quantitativa da comunidade de macroinvertebrados bentónicos de mobilidade reduzida, tendo sido feitas amostragens em oito estações, três em cada transepto e 2 estações de controlo. Verificou-se uma densidade de organismos bastante superior ao levantamento efetuado na campanha anterior, como também um aumento de diversidade. Apesar das características de canais de maré com fortes correntes e de sedimentos de areia grosseira, que não permitem a fixação e estabilização da maior parte da fauna de invertebrados. A macrofauna foi dominada por duas espécies de gastrópodes herbívoros e detritívoros, (*Bittium reticulatum* e *Peringia ulvae*). Na zona poente (transepto 1# e ponto de controlo) dominaram os herbívoros, os detritívoros e os omnívoros enquanto na zona nascente (transepto 2# e ponto de controlo) dominaram os herbívoros, detritívoros e os bivalves. A composição da fauna e segundo o índice AMBI (AZTI Marine *Biotic Index*) desenvolvido por Borja *et al.* (2000; 2003), indica que é uma zona sem perturbação ambiental, com

uma avaliação de qualidade ecológica de excelente. Segundo os dados obtidos a comunidade faunística, após a construção da ponte melhorou em termos de biodiversidade, com um aumento significativo de número de indivíduos.

Quando comparados os resultados obtidos no âmbito desta campanha com os obtidos anteriormente por Duarte *et al.* (2017), Duarte (2018), Duarte *et al.* (2019), foi possível concluir que:

- Não se identificou uma alteração das propriedades granulométricas dos sedimentos de cobertura do fundo. As pequenas variações de migração lateral e longitudinal registadas nestas propriedades texturais dos sedimentos do fundo móvel do canal, foram interpretadas e atribuídas à dinâmica sedimentar natural de fundo neste troço de canal.

- As estruturas sedimentares associadas aos pilares da ponte pedonal do Barril, correspondem a marcas de erosão e/ou de obstáculo. Apresentaram dimensões que não ultrapassam os 2m de comprimento de onda, alturas máximas da ordem dos 0.6m e diâmetros máximos da ordem dos 1.1m relativamente aos pilares, localizadas na parte central do canal, e dimensões da ordem 0.2m, 0.1m e 0.9m, respetivamente, localizadas junto aos pilares nas margens do canal. Estes aspetos dinâmico-sedimentares permitiram definir a área de influência hidrodinâmica que interfere no balanço sedimentar de fundo, segundo os alimentos transversais aos pilares da ponte, e paralelos ao desenvolvimento longitudinal do canal. Estas estruturas sedimentares apresentam maiores dimensões segundo a fase da enchente, corroborando o domínio desta fase, na distorção da propagação da maré, neste troço de canal. Também corroboram um domínio das fases de enchente neste setor do canal, da maré proveniente da barra de Tavira, indiciando ocorrer períodos de enchente mais curtos (relativamente aos de vazante), caracterizados por magnitudes das correntes de enchente superiores, refletindo-se assim num balanço de massa sedimentar de fundo favorável às fases de enchente e conseqüente por favorecer um assoreamento gradual deste troço de canal par montante. Este contexto dinâmico-sedimentar para além de estar relacionado com um decréscimo gradual da batimetria para montante e por uma morfologia muito regular e geométrica dos canais, desde a barra de Tavira até à ponte do barril, que favorecem a distorção da onda de maré com o domínio das fases de enchente, também reflete a menor importância relativa na hidrodinâmica desta estação por parte da barra da Fuseta, dada a sua maior distância relativa comparada com a barra de Tavira.

- Verificou-se uma melhoria no estado ecológico, não só relativamente ao número de *taxa* (aumento do número de espécies diferentes), como também relativamente à abundância de indivíduos em cada espécie.

- Todos os parâmetros sedimentares, hidrodinâmicos e do *biotha* medidos no âmbito deste projeto, apontam para que os impactes sedimentares associados aos pilares da ponte pedonal do Barril

apresentam dimensões longitudinais e adjacentes aos pilares da ponte, da ordem dos 2 metros, encontrando-se as restantes zonas sob uma dinâmica sedimentar livre e natural.

- Artefactos de origem antrópica (material de construção, artes de pesca, ...) presente no fundo deste canal, na altura desta campanha encontravam-se completamente bioturbados, comportando-se como recifes de biodiversidade artificiais. Importa realçar que os materiais antrópicos não bioturbados foram retirados previamente em campanhas de remoção de resíduos subaquáticos (Duarte *et al.*, 2017, 2019, 2021).

# 1.INTRODUÇÃO

O presente relatório de execução técnico-científico foi elaborado no âmbito de uma prestação de serviços realizada pelo Centro de Investigação Marinha e Ambiental (CIMA) da Universidade do Algarve, à empresa Pedras D’El Rei-Gestão e Turismo, S.A., no âmbito de um projeto para construção de uma nova ponte pedonal de acesso à praia do Barril, dando cumprimento aos ofícios nº23148/2017, de 24-04-2017 e 38901/2019/DRCNF-ALG/DRCNB/DACCAP PROC.5.21.2.2 do ICNF.

Teve por objetivo proceder à caracterização textural dos depósitos da cobertura superficial dos sedimentos do fundo do canal, ao estudo das formas de fundo e respetivas condições hidrodinâmicas, e ao estudo das comunidades macrobentónicas e da ictiofauna após a construção da referida ponte. Para o efeito, foram realizadas imersões nas estofas de maré diurnas nos dias 21 e 22 de maio de 2021, envolvendo a obtenção daquela informação, com base na observação *in situ*, no registo e análise foto-videográfico, na amostragem de sedimento e de organismos vivos (macrobentos), ao longo de dois transeptos paralelos ao alinhamento da ponte, na área adjacente aos pilares, e em dois pontos de controlo, localizados fora da área de influência dos pilares, a nascente e a poente da ponte pedonal (figura 1).

Os resultados obtidos nesta campanha de aquisição de dados *in situ* foram também comparados com a informação obtida anteriormente, no âmbito dos relatórios Duarte *et al.* (2017), Duarte (2018) e Duarte *et al.* (2019), e complementados com a análise das formações geológicas identificadas e descritas na “Caracterização Geotécnica” na sondagem DPSH1 realizada no pontão Norte (área adjacente) e descrita em Geocivil (2017), bem como também relacionados com as formações geológicas descritas na carta Geológica de Portugal – Tavira, Folha 53-B, de acordo com Manuppella *et al.* (1987).

## 2.MÉTODOS

Tendo por finalidade atingir os objetivos propostos no âmbito deste relatório técnico-científico, foram definidas atividades de campo que envolveram a realização de mergulhos científicos, com a aquisição de informação hidrodinâmica, sedimentar e biológica *in situ* na área em estudo. A informação obtido foi processada no laboratório e tratada com recurso a software adequado.

Tendo por objetivo proceder à caracterização das condições sedimentares, hidrodinâmicas, e das comunidades macrobentónicas e ictiofauna da parte submersa do fundo do canal, da zona envolvente à ponte, foram aplicadas as seguintes metodologias:



## 2.a) Trabalhos de campo

A campanha de mergulhos científicos foi constituída por quatro imersões, com duração aproximada de duas horas, cada, realizadas nas estofas de maré do período diurno, nos dias 21 e 22 de maio, com uma duração aproximada de 2 horas, cada. As campanhas decorreram em períodos de marés mortas, sob visibilidades boas, da ordem 4 a 5 metros.

Os trabalhos realizados nestas imersões envolveram a obtenção de informação *in situ*, a amostragem de sedimento e de organismos vivos (macrobentos), o registo e a análise fotovideográfico de dois transeptos, e em dois pontos de controlo localizados fora da área de influência dos pilares. Os dois transeptos (1# e 2#) foram posicionados a 5m de distância dos pilares da ponte, a nascente e a poente, paralelamente à ponte, abrangendo toda a largura do canal. Os dois pontos de controlo foram localizados na parte central do canal, a 25m a nascente e a poente (ambientes submareais) da ponte pedonal. No conjunto destas quatro imersões foram recolhidas 14 amostras de sedimento superficial para caracterização granulométrica e para a definição das condições hidrodinâmicas, complementadas com 24 amostras de sedimento para o estudo do *macrobenthos*.

O transepto 1# localizou-se no lado poente e o transepto 2# no lado nascente da ponte (Figura 1). Foram instalados igualmente os dois pontos de controlo distanciados 25m a nascente e a poente da ponte.

Cada transepto teve como origem, os 0m, na extremidade localizada junto à margem do canal Norte e apresentou uma extensão longitudinal de 75m ao longo da secção transversal do canal, tendo sido definido por uma fita métrica marcada, que foi fixada ao fundo do canal, com recurso a pequenas estacas amovíveis (com 25cm de comprimento). Os dois pontos de controlo foram marcados, no eixo central do canal, 25m para nascente e para jusante dos pilares da ponte.

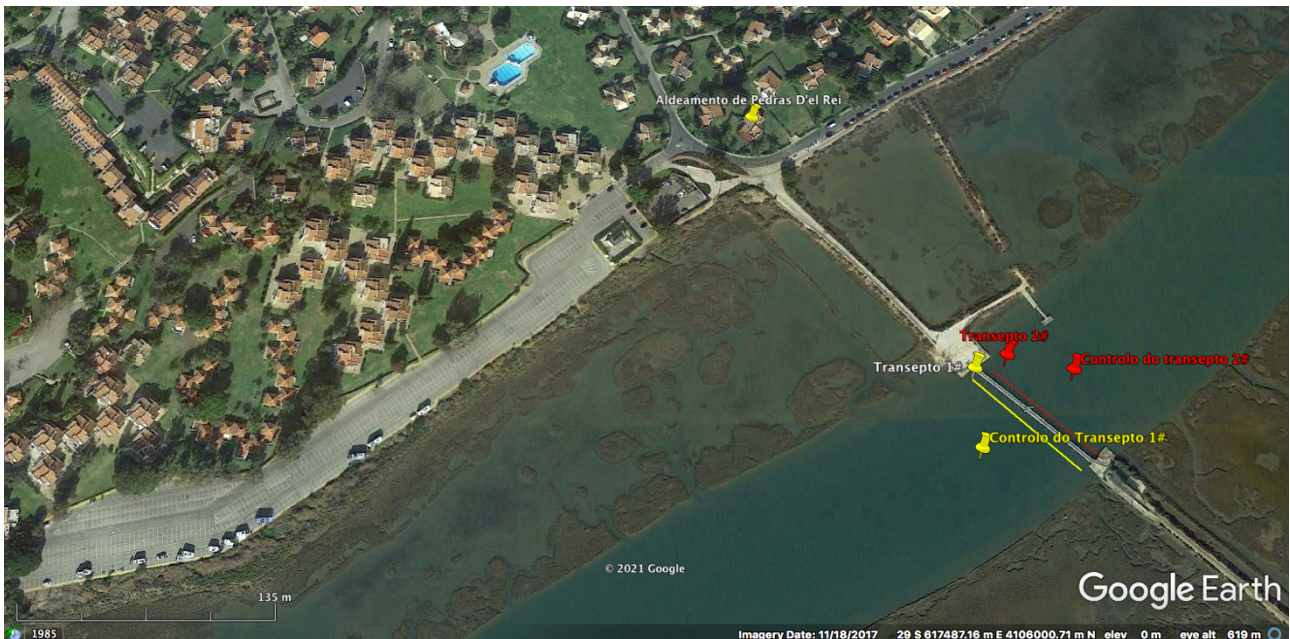


Figura 1. Localização dos dois transeptos (1# e 2#) e das estações onde foi feita amostragem das comunidades de macroinvertebrados bentónicos, relativamente à nova ponte pedonal do Barril (Imagem adaptada de *Google Earth*®). A estação 1, distou 20m da margem norte, a estação 2, 35m, e estação 3, distou 50m. Embora não à escala, cada transecto expresso nesta figura, distou 5m ao eixo dos pilares da ponte pedonal do Barril. Os dois pontos de controlo distaram 25m a nascente e a poente da ponte.

Ao longo dos dois transeptos, que abrangeram toda a largura submareal do canal, os mergulhadores realizaram observações visuais *in situ* sobre o tipo de sedimento, sobre as suas propriedades texturais, sobre as formas de fundo, sobre as populações macrobenthónicas e sobre aspetos ambientais e aspetos antrópicos, que foram sucessivamente anotados num caderno de mergulho e suportados pelas imagens foto e videográficas. A mesma informação foi recolhida nos dois pontos de controlo.

Em cada um destes dois transeptos e nos pontos de controlo, foram executadas as seguintes metodologias técnico-científicas com recurso ao mergulho científico, com:

Levantamentos foto-videográficos abrangendo uma área lateral à fita métrica de  $\approx 0.5\text{m}$  para cada lado (perfazendo uma secção transversal de 1m em cada transecto) de acordo com Heine (1998, 1999, 2011). A mesma informação foi recolhida nos dois pontos de controlo:

- a) As coberturas foto-videográficas longitudinais de cada transecto permitiram com a análise e interpretação em laboratório do registo imagiográfico, e com a respetiva comparação *in situ* dos tipos de fundo desta área do canal, bem como das formas de fundo, dos artefactos antrópicos, e da identificação das comunidades macrobentónicas observadas *in situ*, bem como nos pontos de controlo;
- b) Ao longo de cada transecto foram definidas 3 estações, aos 20m, aos 35m (meio da secção transversal do canal) e aos 50m, onde foram instalados, em cada uma, um quadrante para

definir a amostragem aleatória dos sedimentos e das populações macrobentônicas. O mesmo foi feito nos pontos de controlo (Quadro 1). O quadrante tinha as dimensões laterais de 0.50x0.50m (perfazendo uma área total de 0.25m<sup>2</sup>), que por sua vez estava subdividida em 25 subquadrantes de 10cm<sup>2</sup>/cada, de acordo com a figura 2. Foi aplicada a seguinte sequência metodológica para a amostragem em cada quadrante: i) captura da imagem fotográfica do quadrante para posterior análise (figura 2), ii) recolha de 3 amostras de sedimento aleatórias (nos 25 subquadrantes de cada quadrante) com recurso a um amostrador manual de secção circular (com 10cm de diâmetro e 10cm de profundidade perfazendo um volume de 100cm<sup>3</sup>), para posterior identificação e quantificação da população macrobentónica e iii) recolha de uma amostra de sedimento, com o referido amostrador, para análise granulométrica. Cada amostra de sedimento para estudo dos macroinvertebrados bentónicos foi colocada num saco de rede com 0.5mm de malha (ou seja, com 0.25mm<sup>2</sup>) e lavada de forma a retirar os sedimentos finos. O material que ficou retido foi acondicionado num recipiente de plástico, estanque a que se adicionou álcool a 70%, para posterior análise e identificação laboratorial. Os macroinvertebrados assim identificados no local, foram posteriormente libertados ao meio ambiente. Nos dois transeptos e nos pontos de controlo foram colhidas um total de 24 amostras de sedimento para o estudo das populações macrobentónicas, e 8 amostras para análise textural e respetiva correlação com a população bentónica.

- c) ao longo de cada transepto e nos pontos de controlo, foram realizadas observações *in situ*: das estruturas sedimentares (com colheita do respetivo sedimento sempre que necessário), avaliação do tipo e das propriedades do sedimento superficial do fundo do canal, e identificação e avaliação das comunidades biológicas identificáveis a olho nu, sintetizadas no quadro 5. Foram igualmente colhidas 5 amostras sedimentares ao longo dos 2 transeptos para complementar a interpretação dinâmico-sedimentar.

Os *sensus* visuais da ictiofauna decorreram durante todo o período das 4 imersões, segundo a metodologia descrita em Heine (1999, 2011).

Quadro 1 – Pontos de amostragem de sedimento de fundo e das populações macrobentónicas, nos transeptos 1# e 2# e nos pontos de controlo, na zona de estudo. Em cada transepto foram definidas as estações localizadas a 20m (1), 35m (2), 50m (3) e controlo e colhidas em cada 3 amostras de *macrobenthos* (a1, a2, a3, e b1, b2, b3), e uma de sedimento (Sed1# e Sed2#), e obtida uma imagem fotográfica (Fotos F.).

Estações	Transepto 1#					Estações	Transepto 2#				
	Amostras						Amostras				
	b1	b2	b3	Sed 1#	Fotos 1#		b1	b2	b3	Sed 2#	Fotos 2#
20m	A9(1)	A10(1)	A11(1)	B1(1)	F1	20m	S7(6)	S5(2)	S9(6)	B4(6)	F5
35m	S4(2)	S5(2)	S6(2)	B2(2)	F2	35m	S1(5)	S2(5)	S3(5)	B5(5)	F6
50m	K4(3)	K5(3)	K6(3)	B3(3)	F3	50m	A3(4)	A4(4)	A5(4)	B6(4)	F7
Controlo	A6(C1)	A7(C1)	A8(C1)	D1(C1)	F4	Controlo	S10(C2)	S11(C2)	S12(C2)	D2(C1)	F8

No final do último mergulho da campanha, os dois transeptos e as marcações dos pontos de controlo, com as respetivas estacas, foram removidos e recolhidos do fundo do canal, deixando o sistema subaquático em estudo, tal qual foi encontrado no início desta campanha.

As imagens foto e videográficas foram posteriormente visualizadas e analisadas em laboratório tendo por objetivo, confirmar e adicionar à informação obtida *in situ* durante os mergulhos científicos (analisando o tipo de sedimento de fundo, as formas de fundo e conseqüente relação hidrodinâmica destas, e identificando as macroespecies *benthônicas*) presentes no fundo desta secção do canal.

## **2.b) Trabalhos laboratoriais**

No laboratório as amostras de sedimento foram analisadas e descritas do ponto de vista textural e granulométrico. Cada uma das 4 amostras de sedimento colhidas em cada quadrante, bem como as 6 amostras complementares para o transporte sedimentar, foram posteriormente submetidas à análise laboratorial granulométrica, de acordo com Folk & Ward (1957). Procedeu-se à identificação com posicional das frações granulométricas com base na estimativa composicional por estimativa de área de acordo com o definido nos relatórios (Duarte *et al.*, 2017, 2019).

Para as análises granulométricas quantitativas dos sedimentos arenosos e grosseiros, recorreu-se ao sistema de crivos com intervalos de 0.5Ø entre peneiros, enquanto para os lutíticos, recorreu-se ao método de difractometria laser (Malvern mastersizer).

Quanto às amostras de sedimento para o estudo das comunidades macrobentónicas procedeu-se à separação de todos os organismos retidos nas redes de 0.5mm de malha, em grandes grupos taxonómicos, como poliquetas, bivalves e gasterópodes. Posteriormente, os organismos foram identificados, sempre que possível até ao nível da espécie, e quantificados. Utilizaram-se para o efeito várias chaves dicotómicas especializadas, principalmente Lincoln (1979), Bellan-Santini & Ruffo (1982), Gil (2011) e o portal: <http://species-identification.org/index.php>. Os nomes das espécies foram atualizados de acordo com WORMS (*World Register of Marine Species* <http://www.marinespecies.org/>).

## **2.c) Processamento da informação**

Os parâmetros estatísticos de cada distribuição granulométrica foram posteriormente calculados recorrendo ao software *Gradistat* versão 9.0 ®, tendo sido usando o método de Folk & Ward (1957).

A visualização de toda a informação foto e videográfica, serviu para identificar as várias espécies, géneros e famílias de macrofauna bentónica, bem como para corroborar propriedades texturais do substrato do fundo do canal, serviu igualmente para identificar objetos antrópicos, entre outras.

A informação recolhida para o estudo das comunidades macrobentónicas foi inserida numa folha EXCEL e elaborados vários gráficos para mostrar os grupos dominantes em cada estação, tanto em termos taxonómicos como no tipo de alimentação. Foram ainda determinados vários indicadores sobre a qualidade ecológica, como riqueza em espécies e percentagem de espécies sensíveis ou tolerantes a alterações da qualidade ecológica, informação essa que é depois condensada no índice AMBI (a *marine biotic index*), conforme definido em Borja *et al.* (2000, 2003). A informação sobre o grau de sensibilidade de cada espécie encontra-se definido e compilado numa base de dados que engloba mais de 8000 espécies, disponível em <https://ambi.azti.es/descarga-de-ambi/> (acedido em julho 2021). No mesmo endereço pode ser descarregado o software necessário para realizar os cálculos e elaborar os gráficos relacionados com esta metodologia.

### **3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

#### **3.a) Textura e composição dos sedimentos de fundo**

Os parâmetros texturais e composicionais das amostras de sedimento recolhidos nesta secção do canal em estudo, foram usados para a caracterização sedimentar do substrato de superfície, para a caracterização hidrodinâmica e para o estudo das populações bentónicas. Aqueles parâmetros, encontram-se expressos nos quadros 2, 3 e 4. As 14 análises granulométricas foram todas significativas e válidas, tendo apresentado erros metodológicos inferiores a 0.1%. Durante a análise e medição das formas de fundo, foram colhidas mais 6 amostras de sedimento superficial para complementar a interpretação hidrodinâmica, constantes no Quadro 4.

Da análise destas 14 amostras de sedimento superficial colhidas no fundo desta secção do canal Santa Luzia - Pedras de D'El-Rei, na zona adjacente aos pilares da nova ponte pedonal da ponte do Barril e nos pontos de controlo, do ponto de vista textural (diagrama Cascalho-Areia-Mud (silte+argila)), foi possível constatar que o canal se encontra fundamentalmente coberto por areias ligeiramente cascalhentas (amostras S20, S21, S22, S23, S24, S25, 1#50m, 2#20m, 2#35m, 2#50m e 2#controlo) e por areias cascalhentas (amostras 1#20m, 1#35m e 1#controlo), de acordo com a figura 3. As suas frações mais grosseiras (as cascalhentas) são definidas fundamentalmente por fragmentos de valvas de conchas, parcialmente a moderadamente roladas.

Quadro 2 – Amostras de sedimento do transepto 1#. Parâmetros estatísticos granulométricos de acordo com método de Folk & Ward (1957). Cor do sedimento de acordo com Munsell (1994). Análise composicional qualitativa de acordo com Pereira *et al.* (2005) e Mangué & Wright (2007).

SAMPLE STATISTICS	Transepto 1#			
	T#1 20m	T#1 35m	T#1 50m	T#1 Controlo
ANALYST AND DATE:	-	-	-	-
SIEVING ERROR:	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
SAMPLE TYPE:	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Poorly Sorted	Unimodal, Moderately Sorted	Bimodal, Poorly Sorted
TEXTURAL GROUP:	Gravelly Sand	Gravelly Sand	Slightly Gravelly Sand	Gravelly Sand
SEDIMENT NAME:	Very Fine Gravelly Very Coarse Sand	Very Fine Gravelly Medium Sand	Slightly Fine Gravelly Coarse Sand	Fine Gravelly Medium Sand
COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA	Quartzosa	Quartzosa	Quartzosa	Quartzosa
COR DA FRAÇÃO FINA (Munsell)	2,5Y 5/2 (cinza claro)	2,5Y 5/2 (cinza claro)	-	-
MEAN( $M_{\phi}$ ):	1,1	0,5	0,6	0,6
SORTING( $\sigma_{\phi}$ ):	0,002	0,000	0,002	0,002
SKEWNESS( $Sk_{\phi}$ ):	-0,0001	0,0002	0,0002	0,0005
KURTOSIS( $K_{\phi}$ ):	0,001	0,001	0,001	0,001
MEAN:	Very Coarse Sand	Coarse Sand	Coarse Sand	Coarse Sand
SORTING:	Moderately Well Sorted	Poorly Sorted	Moderately Sorted	Poorly Sorted
SKEWNESS:	Symmetrical	Coarse Skewed	Coarse Skewed	Very Coarse Skewed
KURTOSIS:	Leptokurtic	Mesokurtic	Mesokurtic	Mesokurtic
MODE 1 (mm):	1,2	0,4	0,4	0,3
MODE 2 (mm):				4,8
MODE 3 (mm):				
D <sub>10</sub> (mm):	0,6	0,3	0,3	0,3
D <sub>25</sub> (mm):	1,1	0,5	0,6	0,5
D <sub>50</sub> (mm):	1,9	1,4	1,3	2,7
(D <sub>50</sub> / D <sub>10</sub> ) (mm):	0,003	0,005	0,004	0,01
(D <sub>50</sub> - D <sub>10</sub> ) (mm):	1,3	1,1	1,0	2,4
(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ) (mm):	0,002	0,003	0,002	0,003
(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ) (mm):	0,7	0,5	0,4	0,6
% GRAVEL:	7,6%	5,6%	4,2%	12,8%
% SAND:	92,3%	94,4%	95,8%	87,2%
% MUD:	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%
% V COARSE GRAVEL:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
% COARSE GRAVEL:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
% MEDIUM GRAVEL:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
% FINE GRAVEL:	1,3%	2,7%	2,3%	6,9%
% V FINE GRAVEL:	6,3%	2,9%	1,9%	6,0%
% V COARSE SAND:	52,4%	12,7%	12,0%	11,4%
% COARSE SAND:	34,1%	34,0%	43,0%	21,6%
% MEDIUM SAND:	3,4%	38,5%	40,3%	47,3%
% FINE SAND:	2,1%	8,7%	0,5%	6,9%
% V FINE SAND:	0,3%	0,4%	0,0%	0,1%
% V COARSE SILT:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
% COARSE SILT:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
% MEDIUM SILT:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
% FINE SILT:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
% V FINE SILT:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

De acordo com o diagrama da figura 4 (diagrama Areia-Silte-Argila), todas as amostras corresponderam a areias. Analisadas as médias granulométricas destas areias, (quadros 2, 3 e 4) os sedimentos amostrados corresponderam a areias médias (amostras S23, S24 e S25), areias grosseiras (amostras 1#35m, 1#50m, 1#controlo, 2#20m, 2#35m, 2#50m, 2#controlo, S20, S21 e S22) e a areias muito grosseiras (amostra 1#20m).

Do ponto de vista da modalidade e da composição, constatou-se que correspondem a areias quartzosas, unimodais, pouco a moderadamente calibradas (amostras 1#20m, 1#35m, 1#50m, 2#20m, 2#35m, 2#50m, 2#controlo, S20, S21, S22, S23, S24 e S25). As distribuições unimodais estiveram associadas a sedimentos arenosos com baixos teores em cascalho e em bioclastos, sendo a moda definida pela fração quartzosa. Apenas a amostra do ponto de controlo do transepto 1# (amostra 1#controlo) apresentou um comportamento bimodal, com a moda principal definida pela fração quartzosa e a moda secundária definida pela população mais grosseira, de dimensão do cascalho, constituída por fragmentos de conchas de bivalves, parcialmente a moderadamente roladas, indiciando a sua autoctonecidade, e associadas a um transporte de fundo neste troço de canal.

No transepto 1#, dos 52m aos 60m aflorava uma camada de vasa compacta de areia vasosa (lodosa) de cor negra a acinzentada, com propriedades coesivas, que se encontra sob erosão, e que foi definida no relatório Duarte *et al.* (2019) pelas amostras 1#4 e 2#4 (quadros 2 e 3). Aquela, apresenta uma disposição longitudinal sensivelmente paralela ao eixo do canal, com uma superfície definida por marcas de erosão e conseqüentemente indiciadora de processos dinâmico-sedimentares erosivos no fundo do canal (na zona de estudo, de acordo com o quadro 5 deste relatório).

Quadro 3 - Amostras de sedimento do transepto 2#. Parâmetros estatísticos granulométricos de acordo com método de Folk & Ward (1957). Cor do sedimento de acordo com Munsell (1994). Análise composicional qualitativa de acordo com Pereira *et al.* (2005) e Mangue & Wright (2007).

Transepto 2#			
T#2 20m	T#2 35m	T#2 50m	T#2 Controlo
0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Well Sorted	Unimodal, Moderately Sorted
Slightly Gravelly Sand	Slightly Gravelly Sand	Slightly Gravelly Sand	Slightly Gravelly Sand
Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sand	Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sand	Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sand	Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sand
Quartzosa	Quartzosa	Quartzosa	Quartzosa
-	-	-	-
0,7	0,8	1,0	0,6
0,002	0,002	0,001	0,002
0,00003	-0,00004	0,0001	-0,00003
0,001	0,001	0,001	0,001
Coarse Sand	Coarse Sand	Coarse Sand	Coarse Sand
Moderately Well Sorted	Moderately Well Sorted	Well Sorted	Moderately Sorted
Symmetrical	Symmetrical	Symmetrical	Symmetrical
Mesokurtic	Leptokurtic	Mesokurtic	Mesokurtic
0,9	0,9	0,9	0,9
0,4	0,4	0,7	0,3
0,7	0,8	1,0	0,6
1,3	1,3	1,4	1,3
0,003	0,003	0,002	0,005
0,9	0,9	0,7	1,0
0,002	0,002	0,002	0,002
0,5	0,4	0,4	0,5
1,3%	2,1%	0,6%	3,0%
98,7%	97,9%	99,4%	97,0%
0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
0,0%	0,3%	0,0%	1,4%
1,3%	1,7%	0,6%	1,7%
22,5%	21,3%	44,3%	14,6%
52,7%	60,8%	54,5%	45,6%
23,2%	14,6%	0,5%	29,6%
0,3%	1,3%	0,0%	7,0%
0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Quadro 4 – Amostras de sedimento superficial suplementares recolhidas nos transeptos #1 e #2 para complemento da análise hidrodinâmica. Parâmetros estatísticos granulométricos de acordo com método de Folk & Ward (1957).

SAMPLE STATISTICS	S20	S21	S22	S23	S24	S25
ANALYST AND DATE:	-	-	-	-	-	-
SIIVING ERROR:	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%
SAMPLE TYPE:	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Moderately Sorted	Unimodal, Moderately Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted
TEXTURAL GROUP:	Slightly Gravelly Sand	Slightly Gravelly Sand	Slightly Gravelly Sand	Slightly Gravelly Sand	Slightly Gravelly Sand	Slightly Gravelly Sand
SEDIMENT NAME:	Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand	Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sand	Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sand	Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand	Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand	Slightly Fine Gravelly Medium Sand
COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA	Quartzosa	Quartzosa	Quartzosa	Quartzosa	Quartzosa	Quartzosa
COR DA FRAÇÃO FINA (Munsell)	-	-	-	-	-	2.5Y 5/2 (cinza claro)
MEAN ( $M_{z_1}$ ):	0,5	1,0	0,6	0,5	0,4	0,3
SORTING ( $\sigma_{z_1}$ ):	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001
SKEWNESS ( $S_{k_1}$ ):	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
KURTOSIS ( $K_{c_1}$ ):	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
MEAN:	Coarse Sand	Coarse Sand	Coarse Sand	Medium Sand	Medium Sand	Medium Sand
SORTING:	Moderately Well Sorted	Moderately Well Sorted	Moderately Sorted	Moderately Sorted	Moderately Well Sorted	Moderately Well Sorted
SKEWNESS:	Coarse Skewed	Symmetrical	Symmetrical	Coarse Skewed	Coarse Skewed	Coarse Skewed
KURTOSIS:	Mesokurtic	Mesokurtic	Mesokurtic	Mesokurtic	Leptokurtic	Leptokurtic
MODE 1 (mm):	0,4	1,2	0,6	0,4	0,4	0,3
MODE 2 (mm):						
MODE 3 (mm):						
$D_{10}$ (mm):	0,3	0,6	0,3	0,3	0,3	0,2
$D_{50}$ (mm):	0,5	1,0	0,6	0,4	0,4	0,3
$D_{90}$ (mm):	0,9	1,6	1,2	1,0	0,7	0,6
$(D_{90} / D_{10})$ (mm):	0,003	0,003	0,004	0,004	0,002	0,002
$(D_{90} - D_{10})$ (mm):	0,6	1,1	0,9	0,7	0,4	0,4
$(D_{75} / D_{25})$ (mm):	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
$(D_{75} - D_{25})$ (mm):	0,3	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2
% GRAVEL:	0,2%	2,1%	1,8%	1,4%	0,1%	2,3%
% SAND:	99,8%	97,9%	98,2%	98,6%	99,9%	97,5%
% MUD:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%
% V COARSE GRAVEL:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
% COARSE GRAVEL:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
% MEDIUM GRAVEL:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
% FINE GRAVEL:	0,0%	0,2%	0,8%	0,2%	0,0%	1,8%
% V FINE GRAVEL:	0,2%	1,8%	1,2%	1,2%	0,1%	0,5%
% V COARSE SAND:	5,0%	45,5%	13,1%	8,3%	1,9%	1,4%
% COARSE SAND:	47,0%	46,6%	47,8%	30,1%	27,4%	9,9%
% MEDIUM SAND:	47,5%	5,0%	34,4%	56,4%	69,0%	75,6%
% FINE SAND:	0,3%	0,8%	2,9%	3,8%	1,5%	10,4%
% V FINE SAND:	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,2%
% V COARSE SILT:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
% COARSE SILT:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
% MEDIUM SILT:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
% FINE SILT:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
% V FINE SILT:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
% CLAY:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Na figura 2 apresentam-se as fotografias de pormenores dos 8 quadrantes usados para a caracterização das populações sedimentares e da macrofauna bentónica, nos transeptos 1# e 2# (em cada um foram colocados quadrantes nos pontos: 20m, 35m, 50m e ponto de controlo), e da colheita das 32 amostras de sedimento (4 amostras por quadrante). Destas amostras, das quais 24 foram usadas para a caracterização da macrofauna bentónica (3 por quadrante) e as restantes 6 amostras, para a caracterização das propriedades texturais dos sedimentos e respetiva comparação com o *macrobenthos*. A análise destas imagens corrobora a interpretação textural feita *in situ*, bem como a análise laboratorial dos sedimentos (quadros 2, 3 e 4, e figuras 4 e 5).

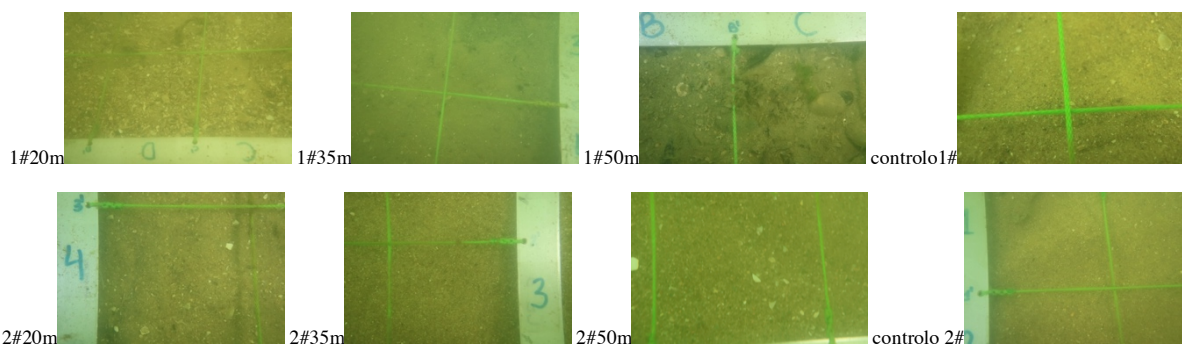


Figura 2 - Fotografias dos 8 quadrantes amostrados nos transeptos #1 e #2 e nos respetivos pontos de controlo, referenciadas no Quadro 1.



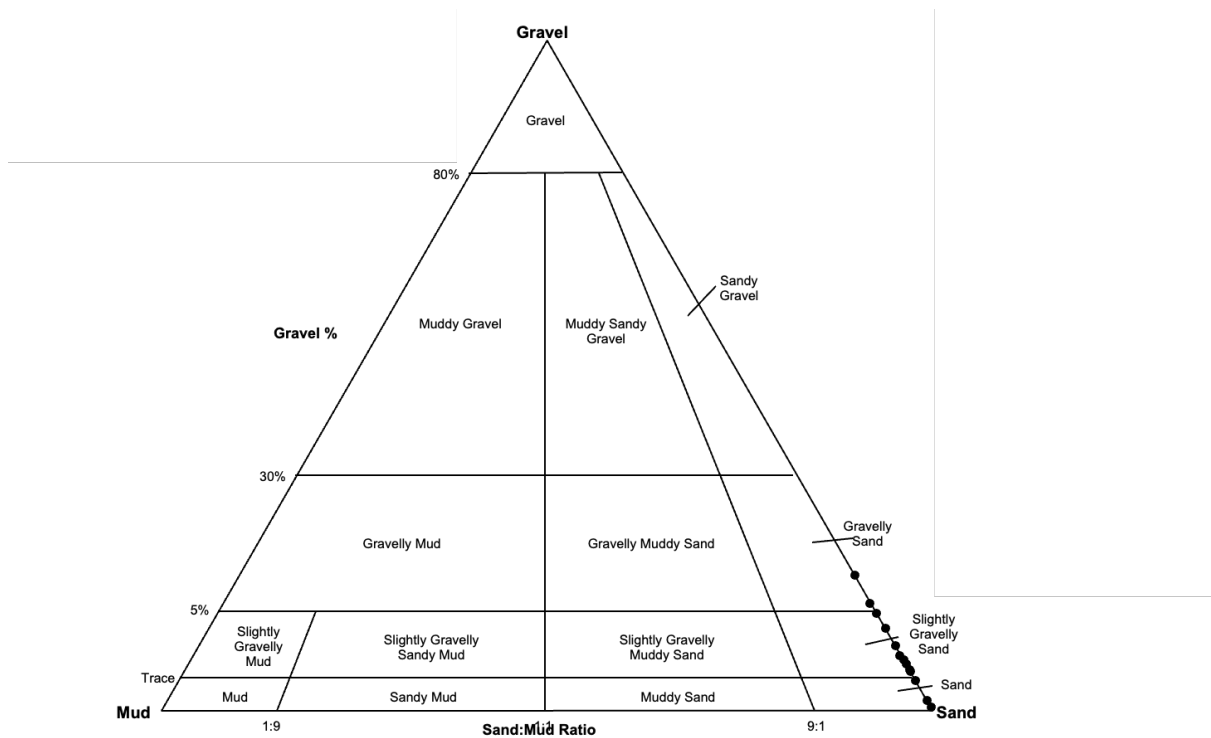


Figura 3 – Diagrama Cascalho-Areia-Vasa com a projeção dos sedimentos amostrados (Folk & Ward, 1957), em que MUD corresponde à % de silte+argila.

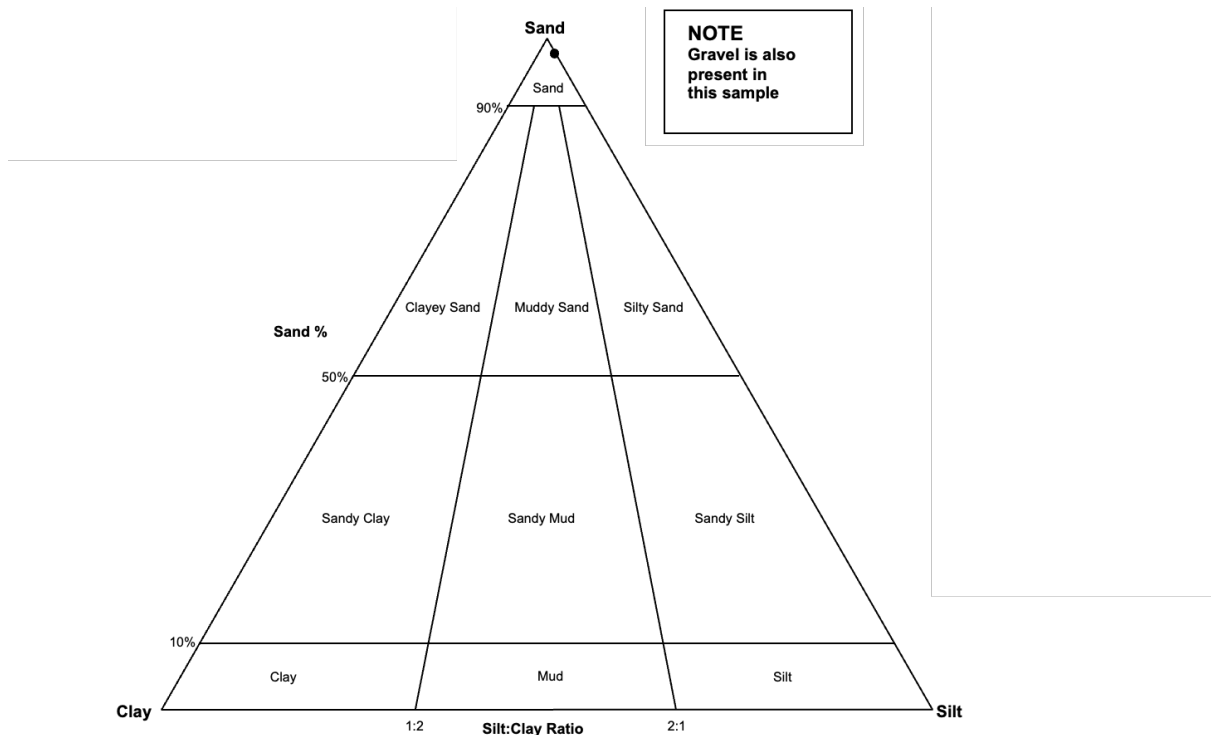


Figura 4 - Diagrama Areia-Silte-Argila com a projeção dos sedimentos amostrados (Folk & Ward, 1957).

No quadro 5 encontram-se expressas as observações *in situ* realizadas pelos mergulhadores ao longo dos dois transeptos e nos dois pontos de controlo, tendo já em consideração a comparação e sobreposição da informação relevante da análise foto-videográfica, a informação sedimentar e

hidrodinâmica, bem como a identificação das várias unidades sedimentares que se identificaram ao longo da secção transversal do canal, durante esta campanha.

Os sedimentos arenosos com maiores teores em cascalho localizam-se na proximidade dos dois cais da atual ponte do Barril. Estes clastos mais grosseiros, são definidos por clastos de forma muito angulosa onde também são identificados fragmentos de tijolo, de cimento, de sienito nefelínico, de calcários, ..., interpretados como de origem alóctone e antrópica. Esta fração clástica mais grosseira foi interpretada como estando relacionada com depósitos de aterro, possivelmente relacionados com a construção dos cais Norte e Sul da ponte. Também apresentam uma fração cascalhenta composta por fragmentos de conchas pouco roladas indiciadoras do transporte sedimentar de fundo. Estas areias também apresentam teores de silte-argila, nos setores mais próximos da margem, relacionados com o aporte destes materiais finos para o canal em resultado da atual erosão das margens vasosas.

Quadro 5 – Identificação das várias unidades sedimentares nos transeptos 1# e 2#, e respetivas interpretações hidrodinâmicas tendo por base as observações *in situ* corroboradas com a análise foto-videográfica, com a informação textural das amostras de sedimento, com as estruturas sedimentares, com as estruturas antrópicas. Os limites das unidades várias sedimentares foram identificados relativamente à “distância relativa” à origem de cada transepto. As interpretações hidrodinâmicas foram fundamentalmente baseadas nas relações entre as estruturas sedimentares/granulometria/hidrodinâmica de acordo com US Army Corps of Engineers (1995), bem como na análise da ausência de formas de fundo (fundos planos) e a presença de bioclastos de bivalves rolados. As observações das formas de fundo nos dois transeptos foram realizadas aquando da fase da baixa-mar de 21 e a preia-mar do dia 22, de uma fase de marés mortas de altura aproximada a 1.2m.

(a) Transepto 1#		
Distância relativa:	Descrição das observações: sedimentar e hidrodinâmica:	Interpretação
0 - 6m	Fundo plano com areia quartzosa, com uma fração cascalhenta composta por conchas pouco roladas e clastos e seixo (de origem antrópica). A maioria destes clastos de origem antrópica apresentam bioturbação.	Sedimento muito antropizado, com indícios de baixo transporte sedimentar de fundo associado ao baixo rolamento das valvas das conchas. Os clastos antrópicos bioturbados comportam-se como pequenos recifes artificiais.
6 - 9m	Areia com clastos de valvas de conchas ligeiramente roladas (de bioclastos). Apresenta tubos e condutas de apoio às infraestruturas do apoio de praia.	Os tubos e condutas antrópicas encontram-se bioturbados, constituindo estruturas recifais artificiais.
9 - 11m	Areia com clastos de valvas de conchas ligeiramente roladas (de bioclastos). Apresenta pequenos ripples de crista mais ou menos rectilínea, em fase, de comprimento de onda com 0.1m e 1cm de altura, com sentido de fluxo N40°E (de vazante, na vazante) e N130W na enchente, representados pela amostra de sedimento 1#S25. Apresenta pequenos blocos antrópicos muito bioturbados, dispersos.	Informação hidrodinâmica de corrente mareal de fundo da ordem dos 0.2m/s, da fase da vazante. Os blocos muito bioturbados comportam-se como pequenos recifes artificiais.
11 - 26m	Fundo plano de areia quartzosa, com valvas de conchas (fração cascalhenta), condicionado pela presença de cabos de metal e de um tubo de pvc (entre os 22 e os 25m).	Zona do canal cuja hidrodinâmica de fundo se encontra condicionada equipamentos/estruturas antrópicos.
26 - 46m	Fundo arenoso com valvas de conchas (fração cascalhenta), com ripples de cristas mais ou menos sinuosas, em fase, com 9cm de comprimento de onda (A) e com 2cm de altura (A), com sentido de propagação de fluxo de N40°E (sentido de vazante), ou N130W (sentido enchente) com 12cm de L e com 3cm de A. Encontram-se cabos e um tubo parcialmente soterrados entre os 22-25m e aos 31m. Amostras de sedimento 1#S23 aos 26m e 1#S22 aos 40m. Apresenta pequenos blocos antrópicos muito bioturbados, dispersos.	Estruturas sedimentares de fundo indiciadoras de fluxos de corrente de fundo da ordem dos 0.25m/s com sentido de fluxo de vazante, e dos dos 0.3m/s com sentido de fluxo de enchente. Assimetria de maré favorável à enchente. Os blocos muito bioturbados comportam-se como pequenos recifes artificiais.
46-52m	Areia quartzosa com valvas de conchas (fração cascalhenta), com ripples de crista sinuosa em fase, com sentido de propagação de fluxo de ≈N40°E e com 17cm de L e com 3cm de A (sentido de vazante), ou ≈N130W (sentido enchente) com 14cm de L e com 4cm de A.	Estruturas sedimentares de fundo indiciadoras de fluxos de corrente de fundo da ordem dos 0.25m/s para a vazante e dos 0.35m/s no sentido da enchente. Com assimetria na onda de maré favorável à enchente.
52-60m	Camada de sedimento negro acinzentado, com propriedades coesivas (areia lodosa). Camada sub-horizontal compacta, apresentando marcas de erosão na superfície, com uma orientação longitudinal sensivelmente paralela ao eixo do canal.	Sector do fundo do canal onde predominam os processos de erosão (marcas de erosão de uma camada de areia lodosa de cor cinza-negra, com propriedades coesivas).
60-71m	Fundo plano de areia quartzosa, com algum silte, com valvas de conchas (fração cascalhenta, roladas) com blocos de rocha (de origem antrópica) com a superfície muito bioturbada. Aos 66m ocorrem todos antrópicos, bioturbados fundamentalmente por espirógrafos.	Área indiciadora de uma redução do hidrodinamismo e do transporte sedimentar de fundo (fundo plano com bioclastos rolados), com hidrodinâmica condicionada pela presença dos blocos recifais artificiais e pela geomorfologia desta área do fundo do canal.
71-86m	no seguimento do transepto, até á superfície da água, ... margem do canal do setor Sul. Fundo arenoso, inclinado, rico em siltes e argila e com cascalho. Apresenta blocos antrópicos muito bioturbados, realçando os espirógrafos.	Sedimento muito antropizado, com indícios de baixo transporte sedimentar de fundo (enriquecimento da fração lútfica). Blocos antrópicos funcionando como recifes de biodiversidade artificiais.

(b) <b>Transecto 2#</b>		
<b>Distância relativa:</b>	<b>Descrição das observações: sedimentar e hidrodinâmica:</b>	<b>Interpretação</b>
0-15m	Fundo plano de areia quartzoza, grosseira a cascalhenta, muito rica em fragmentos de conchas. Blocos de natureza antrópica muito bioturbados.	Sedimento muito antropizado, com indícios de baixo transporte sedimentar de fundo. Blocos antropicos funcionando como recifes de biodiversidade artificiais.
15-36m	Areia média, quartzosa com algum cascalho (fração de conchas de bivalves). Apresenta ripples de crista sinuosa com sentido de propagação de fluxo ≈N120W, com 12cm de L e com 2cm de A (na enchente) e com sentido de propagação de fluxo ≈N30E, com 10cm de L e com 2cm de A na vazante. Apresenta blocos antrópico muito bioturbados. Sedimento representado pela amostra 2#S20.	Estruturas sedimentares de fundo indiciadoras de fluxos de corrente de fundo da ordem dos 0.25m/s com sentido de fluxo de enchente, e dos dos 0.2m/s com sentido de fluxo de vasante. Assimetria de maré favorável à enchente. Os blocos muito bioturbados comportam-se como pequenos recifes artificiais.
36-37m	Camada de sedimento negro acinzentado, com propriedades coesivas (areia lodosa). Camada sub-horizontal compacta, apresentando marcas de erosão na superfície, com uma orientação longitudinal sensivelmente paralela ao eixo do canal.	Sector do fundo do canal onde predominam os processos de erosão.
37-42m	Fundo de areia quartzosa com clastos (valvas de bivalves roladas), com marcas de fundo estriadas. Blocos de natureza antrópica muito bioturbados.	Estrias indiciadoras de um aumento do hidrodinamismo neste setor nascente da ponte, indiciando magnitudes médias de fluxo da ordem dos 0.6m/s (assimetria da componente horizontal da maré). Blocos antropicos funcionando como recifes de biodiversidade artificiais.
42-68m	Fundo arenoso, com clastos de valvas de conchas, como dunas preservadas de enchente (na estofa da BM). Dunas de crista sinuosa, em fase, de enchente com sentido de propagação de fluxo ≈N120W, com 1.5m de L e com 9cm de A. Amostra de sedimento 2#S21.	Informação hidrodinâmica de corrente mareal de fundo da ordem dos 0.5m/s, na fase da enchente.
68-73m	Fundo inclinado com areia quartzosa, siltosa, com clastos de conchas e de quartzito.	Sedimento associado à margem Sul do canal, com indícios de baixo transporte sedimentar de fundo.
73-75m	margem de canal, inclinada, de areia rica em fração silto-argilosa, cascalhenta. A fração cascalhenta e blocos de natureza antrópica apresenta-se coberta por bioturbação.	Sedimento muito antropizado, com indícios de baixo transporte sedimentar de fundo associado à margem do canal. Os blocos muito bioturbados funcionam como recifes artificiais.

Os sedimentos arenosos com menores teores em cascalho ocorrem na parte mais central do canal. Esta fração mais grosseira é caracterizado fundamentalmente por valvas de conchas da dimensão da areia muito grosseira a cascalho fino a muito fino. Ocorre em menor proporção clastos de quartzo, de quartzito, de grauvaque e de xisto, com formas elipsoidais e muito polidos, de sendo interpretados como estando em transito e relacionados com a dinâmica sedimentar mareal deste canal. As areias em trânsito na parte central do canal são desprovidas destas frações finas, de acordo com os quadros 2, 3, 4 e com a figura 2. Estes depósitos arenosos foram interpretados como sedimentos detríticos em trânsito com a maré, ao longo do canal de maré de Santa Luzia – Pedras de El-Rei. Estas areias quartzosas desprovidas de propriedades coesivas e em transito no canal, não foram identificadas na sondagem DPSH1 (Geocivil, 2017). Encontram-se classificadas como depósitos de *aluvião holocénicos* “a” nas Cartas Geológicas de Portugal (Manuppella *et al.*, 1987; SGP, 1992).

A estreita camada de fundo de areia vasosa (lodosa) de cor negra a acinzentada, que apresenta uma disposição longitudinal sensivelmente paralela ao eixo do canal, com uma largura da ordem dos 6m, com propriedades coesivas apresenta uma superfície com formas de fundo erosivas, irregulares, revelando estar sob erosão, encontrando-se nódulos desta camada de vasa, sob o sedimento arenoso nas áreas adjacentes. Estes depósitos vasosos, negros, encontram-se associados a antigos ambientes de sapal e a planícies intermareais vasosas - classificados por depósitos de *aluvião holocénicos* “a” na Carta Geológica de Portugal - Tavira, folha 53B (Manuppella *et al.*, 1987; SGP, 1992) e foram descritos na sondagem DPSH1, e interpretada por Geocivil (2017) como depósitos de *aluvião* “a” (Duarte, 2017, 2019).

A análise das formas de fundo identificadas ao longo dos dois transectos (tipo de forma de fundo, orientação e forma das suas cristas, medição do seu comprimento e da sua altura, bem como

o seu sentido de fluxo e de propagação - quadro 5) quando conciliadas com a granulometria dos sedimentos, permitiu inferir as condições hidrodinâmicas nesta área em estudo, quer estimar as magnitudes das velocidades da corrente de fundo que lhes estiveram associadas, quer aferir o respetivo sentido de propagação da estrutura sedimentar (transporte sedimentar) e da distorção da propagação da maré definindo a corrente dominante (de enchente ou vazante). Da análise dos resultados obtidos (quadro 5) foi possível constatar uma clara assimetria da componente horizontal da maré (velocidade da corrente) neste setor, favorável à fase da enchente, bem como com a preservação na fase da baixa-mar, das dunas geradas durante a enchente (ou seja as magnitudes das correntes durante a fase da vazante não transportaram sedimento de fundo em sentido de vazante por forma a “apagar” as de enchente, e para formar dunas de vazante). Estes resultados também corroboram que a resultante do transporte sedimentar de fundo neste setor, se faz segundo o sentido da enchente. Esta assimetria nas magnitudes das velocidades e da resultante do transporte sedimentar de fundo, favorável à enchente, pode ser explicada pela maior proximidade à barra de Tavira, contrabalançado por uma maior distância relativa relativamente à barra da Fuseta. Acresce que a configuração da secção transversal deste canal Santa Luzia – Pedras de D’El-Rei, de secção do tipo “trapezoidal”, conciliada com um desenvolvimento longitudinal do canal muito retilínea, com uma batimetria que vai decrescendo para “montante” e com vastas áreas de sapal, segundo Dyer (1997), favorecem uma distorção da maré, definida por enchentes de maior magnitude e períodos de vazante mais longos.

Quando comparados os elementos constantes nos quadros 5 desta campanha, com a anterior em Duarte *et al.* (2019), foi possível constatar que as descrições das *fácies* sedimentares descritas do fundo do se canal mantiveram ao longo deste período de tempo, apresentando pequenas variações laterais e também longitudinais ao canal, evidenciando uma dinâmica sedimentar natural, com o domínio da fase de enchente nesta seção de canal. No transepto 1#, a *fácies* sedimentar de “areia quartzosa num fundo plano...” variou agora dos 0-6m, enquanto em 2019, entre os 0-8m. A *fácies* sedimentar de “Areia com clastos de valvas de conchas...” variou agora dos 6-9m, enquanto em 2019, entre os 8-15m. A *fácies* sedimentar de “Areia com clastos de valvas de conchas ligeiramente roladas...” variou agora dos 9-11m, enquanto em 2019, entre os 15-25m. A *fácies* sedimentar de “Fundo plano de areia quartzosa, com valvas de conchas...” variou agora dos 11-26m, enquanto em 2019, entre os 25-31m. A *fácies* sedimentar de “Fundo arenoso com valvas de conchas (fração cascalhenta)...” variou agora dos 26-46m, enquanto em 2019, entre os 31-38m. A *fácies* sedimentar de “Areia quartzosa com valvas de conchas (fação cascalhenta)...” variou agora dos 46-52m, enquanto em 2019, entre os 31-38m. A *fácies* sedimentar de “Camada de sedimento negro acinzentado, com propriedades coesivas...” variou agora dos 52-60m, enquanto em 2019, entre os 38-

44m. A fácies sedimentar de “Fundo plano de areia quartzosa, com algum silte, com valvas de conchas...” variou agora dos 60-71m, enquanto em 2019, entre os 44-48m. A fácies sedimentar de “margem do canal do setor Sul. Fundo arenoso...” variou agora dos 71-86m, enquanto em 2019, entre os 48-75m.

No transepto 2#, a *fácies* sedimentar de “Fundo plano de areia quartzosa, grosseira a cascalhenta...” variou agora dos 0-15m, enquanto em 2019, entre os 0-9m. A fácies sedimentar de “A areia média, quartzosa com algum cascalho...” variou agora dos 15-36m, enquanto em 2019, entre os 29-42m. A fácies sedimentar de “Camada de sedimento negro acinzentado, com propriedades coesivas...” variou agora dos 36-37m, enquanto em 2019, entre os 42-45m. A fácies sedimentar de “Fundo de areia quartzosa com clastos (valvas de bivalves roladas)...” variou agora dos 37-42m, enquanto em 2019, entre os 45-58m. A fácies sedimentar de “Fundo arenoso, com clastos de valvas de conchas,...” variou agora dos 42-68m, enquanto em 2019, entre os 58-65m. A fácies sedimentar de “Fundo inclinado com areia quartzosa, siltosa,...” variou agora dos 68-73m, enquanto em 2019, entre os 65-70m. A fácies sedimentar de “margem de canal, inclinada, de areia rica em fração silto-argilosa,...” variou agora dos 73-75m, enquanto em 2019, entre os 70-75m.

Estes resultados obtidos no âmbito desta campanha quando comparados com os obtidos nas campanhas anteriores por Duarte *et al.* (2017), Duarte (2018), Duarte *et al.* (2019), foi possível concluir que:

- Não se identificou uma alteração das propriedades granulométricas dos sedimentos de cobertura do fundo. As pequenas variações de migração lateral e longitudinal registadas nestas propriedades texturais dos sedimentos do fundo móvel do canal (*fácies* sedimentares), foram interpretadas e atribuídas à dinâmica sedimentar natural de fundo neste troço de canal.

- As estruturas sedimentares associadas aos pilares da ponte pedonal do Barril, correspondem a marcas de erosão e/ou de obstáculo. Apresentaram dimensões que não ultrapassam os 2m de comprimento de onda, alturas máximas da ordem dos 0.6m e diâmetros máximos da ordem dos 1.1m relativamente aos pilares, localizadas na parte central do canal, e dimensões da ordem 0.2m, 0.1m e 0.9m, respetivamente, localizadas junto aos pilares nas margens do canal. Estes aspetos dinâmico-sedimentares permitiram definir a área de influência hidrodinâmica que interfere no balanço sedimentar de fundo, segundo os alimentos transversais aos pilares da ponte, e paralelos ao desenvolvimento longitudinal do canal. Estas estruturas sedimentares apresentam maiores dimensões segundo a fase da enchente, corroborando o domínio desta fase, na distorção da propagação da maré, neste troço de canal.

Fora destas áreas de influência hidrodinâmica dos pilares da ponte pedonal do barril, as estruturas sedimentares de fundo estudadas (dunas, *ripples* e estrias) apresentaram dimensões e orientações da mesma ordem de grandeza das registadas anteriormente nos mesmos locais do canal.

### 3.b) Macrobentos e contextos antrópicos

Ao longo dos dois transeptos e nos dois pontos de controlo, foram realizadas 24 amostragens de sedimento de modo a identificar macrobentos presente. Durante o decorrer da campanha, a fauna presente no ecossistema foi observada e registada sendo esta informação e posteriormente complementada pela visualização das imagens vídeo-fotográficas, permitindo a observação e identificação de diversas espécies da epifauna e ictiofauna e outros aspetos ambientais e antrópicos.

Em estudos anteriores (Duarte, 2017 e Duarte *et al.*, 2017) foram identificados vários objetos de natureza antrópica, a maioria cobertos por bioacumulação (*biofouling*), onde os organismos utilizam estas estruturas como superfícies tridimensionais para se fixarem e proliferarem, maior parte deste “lixo” marinho está relacionado com artes de pesca, e também relacionados com a atividade antropogénica resultante da passagem de veraneantes incautos pela ponte pedonal. Apesar destes objetos de origem antropogénica, puderem servir como recifes artificiais, algum destes resíduos (“lixo”), liberta substâncias tóxicas como também pode ser ingerido, levando à asfixia, tendo um efeito adverso nos indivíduos e no próprio habitat. Previamente ao começo desta campanha de caracterização do ecossistema atual, houve uma limpeza, retirando maior parte dos resíduos antrópicos que se encontravam no local, conforme relatório Duarte *et al.*, (2021).

Aos longo dos dois transeptos anteriormente realizados foram identificados vários indivíduos presentes à fauna local, com mobilidade e alguns fixos a estruturas de origem antropogénica de maior dimensão (blocos). Foram identificados vários organismos presentes à epifauna, e outros com mobilidade na coluna de água, os quais foram registados e encontram-se expressos no Quadro 6.

Quadro 6 – Organismos presentes durante a campanha, conseguidos com recurso a contagem in situ e uma posteriori análise de imagens vídeo-fotográficas.

	T1#							T2#						
	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m
Sabella spallanzini			1	10		4	20				3			5
Stropecten aranciacus			1								1			
Paracentrotus lividus		2									2	1		
Sphaerechinus granularis			2					1	1					
Symphodus bailloni			1								1		1	
Erylus discophorus				1		1			1					1
Phallusia mammilata	1		1	1			1							2
Flabellina affinis			1	1	2					2		1	2	
Platydoris argo	1	1								1				1
Halobatrachus didactylus					1	1	1						2	4
Pomatoschistus microps		3			4				1	2	1	2	1	
Salaria Pavo			1											
Dicentrarchus labrax						1			1					
Sepia Officialis												1		1
Scorpaena porcus						1							1	
Diplodus Sargus			1							2				

Para além da fauna encontrada, também foram observadas várias comunidades de algas, como *Codium spp*, *Ulva rigida*, (a alga com maior densidade na zona amostrada). *Lithopullum incrustants*, também foi observada, incrustada em estruturas de maiores dimensões. Outras algas castanhas, não identificadas, também se encontravam neste ambiente.

Fixados aos pilares (apesar da amostragem não ter incidido nesta zona) foram observadas diversas espécies de esponjas, algas e molúsculos, isto indica que os pilares podem funcionar como estruturas benéficas para o desenvolvimento das comunidades biológicas locais.

No estudo quantitativo das comunidades macrobentónicas, observou-se um aumento de densidade de organismos, comparativamente às campanhas passadas (Duarte *et al.*, 2019) definido essencialmente pelos *taxa* de gastrópodes e de bivalves (Quadro 7 e Figura 5). A densidade de organismos variou entre 816 a 9882,3 indivíduos por m<sup>2</sup> e uma média de 6062 indivíduos, por m<sup>2</sup>. Habitualmente, a densidade de macroinvertebrados na Ria Formosa varia entre 1000 a 10000 indivíduos, por m<sup>2</sup>, ocorrendo densidades mais baixas nos canais de maré (Gamito, 2008). Os dados obtidos quanto à diversidade de espécies também indicaram um aumento quando comparados com os levantamentos das campanhas passadas, tendo variado entre 7 e 18 *taxa* por estação. No total das seis estações de amostragem foram identificados 31 *taxa*. Gamito (2008) refere uma diversidade em espécies nos canais de maré de 96 *taxa*, mas numa compilação que corresponde a uma amostragem muito mais intensa, não só a nível espacial como temporal.

Quadro 7 – Número médio de indivíduos por espécie (por 100 cm<sup>2</sup>) e total de macroinvertebrados bentónicos, em cada estação de amostragem e no global das seis estações. As cores nas diferentes espécies representam a sua preferência de alimentação (verde para herbívoros, cinzento para detritívoros, laranja para omnívoros, azul para filtradores, amarelo para outros tipos de alimentação).

Filo	Class	Familia/Ordem	Especie	TH1 20m	TH1 35m	TH1 50m	TH1 Controlo	TH2 50m	TH2 35m	TH2 20m	TH2 Controlo	
Mollusca	Gastropoda	Cerithiidae	<i>Bittium reticulatum</i>	62,3	35,3	49,5	44,0	3,3	30,0	32,3	47,0	
		Cerithiidae	<i>Cerithium vulgatum</i>	11,0	3,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,7
		Hydrobiidae	<i>Peringia ulvae</i>	10,0	4,3	7,0	11,0	1,0	11,3	12,7	16,3	16,3
		Trochidae	<i>Steromphala umbilicalis</i>	2,7	0,3	0,0	4,0	0,3	0,0	0,7	0,0	0,0
		Trochidae	<i>Steromphala cineraria</i>	1,3	0,3	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,7	0,7
		Trochidae	<i>Jujubinus striatus</i>	3,3	0,7	1,0	1,0	0,0	1,0	0,3	0,3	0,3
		Trochidae	<i>Jujubinus exasperatus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
		Turritellidae	<i>Mesalia Brevialis</i>	3,7	3,7	3,0	2,7	0,0	4,0	2,3	11,0	11,0
		Epitoniidae	<i>Epitonium clathrus</i>	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Nassariidae	<i>Tritia neritica</i>	0,3	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Nassariidae	<i>Tritia incrassata</i>	0,7	2,0	3,5	2,0	0,0	0,0	4,0	5,0	5,0
		Nassariidae	<i>Tritia reticulata</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Bivalvia	Mactridae	<i>Spisula Solida</i>	0,3	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,3	2,0
	Semelidae		<i>Scrobicularia plana</i>	0,3	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Donacidae		<i>Donax trunculus</i>	0,3	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Veneridae		<i>Ruditapes decussatus</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
	Solenidae		<i>Solen marginatus</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	2,3	0,3	0,0	0,0	0,0
Scaphopoda	Dentaliidae		<i>Antalis entalis</i>	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Annelida	Polychaeta	Serpulidae	<i>Janua heterostropha</i>	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		Glyceridae	<i>Glycera tridactyla</i>	0,5	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
		Goniadidae	<i>Goniadella bobrezkii</i>	1,0	0,8	0,0	0,3	0,0	0,3	0,3	0,5	0,5
		Lumbrineridae	<i>Lumbrineris latreilli</i>	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Cirratulidae	<i>Cirratulid sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
		Protodrilidae	<i>Protodrilus sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
		Terebellidae	<i>Polycirrus sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0
		Orbinidae	<i>Scoloplos armiger</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0
		Paraonidae	<i>Paradoneis armata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0
		Arthropoda	Ostracoda	Ostracoda	<i>Ostracoda</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
Malacostraca	Oedicerotidae		<i>Pontocrates arenarius</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,8	0,0	
Corophiidae	<i>Leptocheirus pectinatus</i>		0,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Spincula	Spincula	Spincula	<i>Spincula n. id.</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	
Total (nº de indivíduos por 100 cm <sup>2</sup> )				98,8	51,1	72,6	65,3	8,2	50,3	53,8	84,8	
Por m <sup>2</sup>				9882,33333	5110	7263	6533	816	5025,999997	5379,7	8483,0	
Número de taxa				17	11	18	8	7	12	9	13	

Considerando todas as amostras de *benthos* estudadas, verificou-se que a classe dominante corresponde aos gastrópodes, sendo que na margem norte do canal há uma maior densidade de anelídeos, poliquetas, comparativamente à margem sul, onde há uma maior comunidade de bivalves (Figura 5).

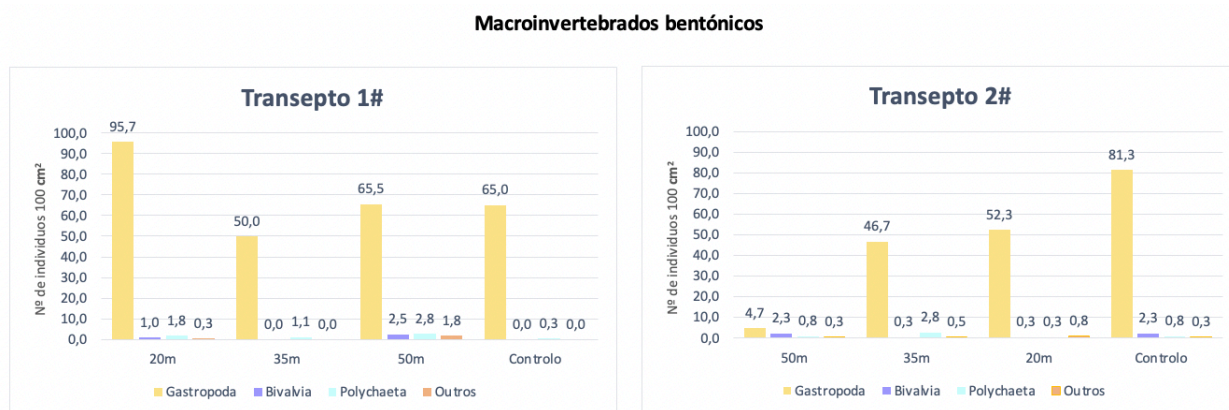


Figura 5 - Densidade média dos principais grupos taxonómicos de macroinvertebrados bentônicos nos dois transectos (nº de indivíduos 100 cm²).

As espécies mais abundantes de gastrópodes corresponderam aos *Bittium reticulatum* (espécie predadora especialmente de algas), *Cerithium vulgatum*, *Peringia ulvae* e *Mesalia Brevialis* (espécies detritívoras), as poliquetas carnívoras (*Glycera tridactyla* e *Goniadella bobrezkii*), enquanto os bivalves foram dominados pelos filtradores *Spisula solida* e *Solen marginatus*. A maioria dos invertebrados estudados são considerados herbívoros, pois há uma grande comunidade de *Bittium reticulatum* (apesar de ter também por vezes uma alimentação detritívora) (Figura 6), que representam 60 % do total dos indivíduos amostrados, sendo o resto da comunidade composta maioritariamente por omnívoros, filtradores e detritívoros.

Na zona poente (transecto 1#) dominaram os herbívoros, os detritívoros e os omnívoros enquanto na zona nascente dominaram os herbívoros, detritívoros e os bivalves. O estabelecimento de maior número de filtradores bivalves na margem sul poderá estar relacionado com o tipo de sedimento, que reflete a própria hidrodinâmica do canal de maré. Na margem sul poderá haver um abrandamento da corrente denotada pela deposição de alguns sedimentos mais finos (areia fina, de grão inferior a 0,125 mm) (Figura 5).



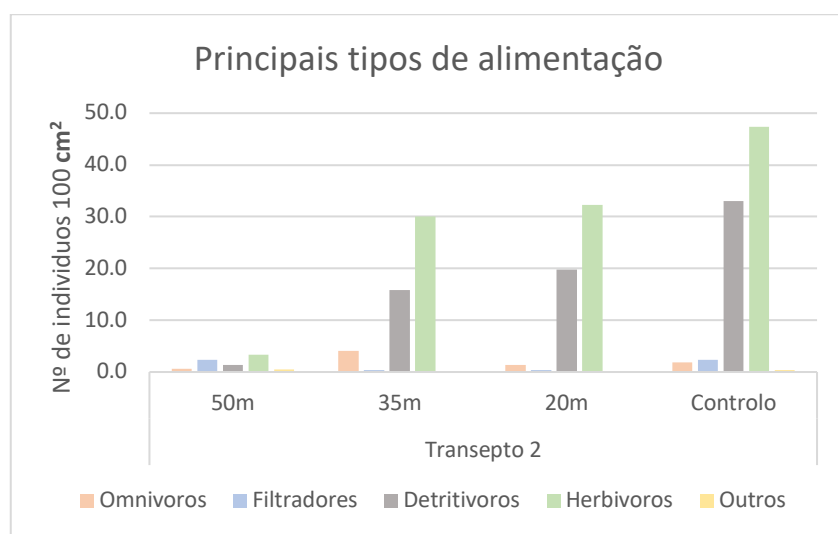
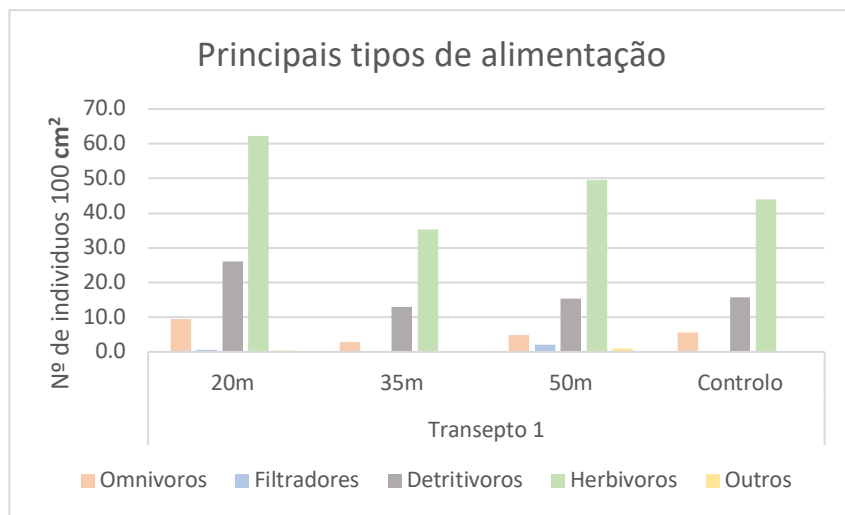


Figura 6 - Principais tipos de alimentação entre os macroinvertebrados bentónicos. No grupo dos omnívoros estão também incluídos carnívoros e necrófagos.

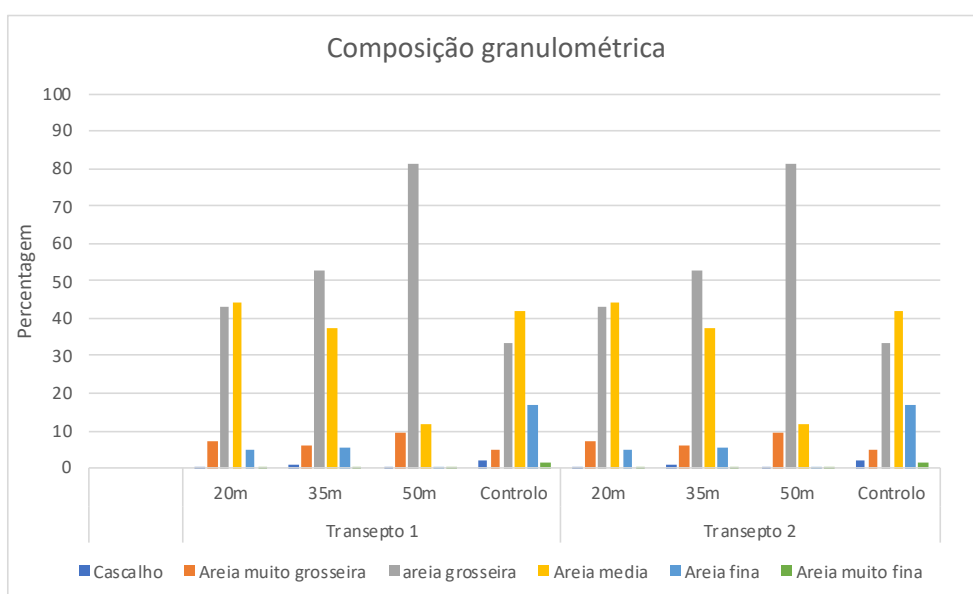


Figura 7 - Variação da composição granulométrica do sedimento nas várias estações de amostragem. Cascalho: >2mm; areia muito grosseira: >1mm; areia grosseira: >0,5 mm; areia média: > 0,250mm; areia fina: >0,125mm; areia muito fina: >0,063 mm.

## Avaliação da Qualidade Ecológica:

Nesta campanha, como na passada, foi aplicado o índice AMBI (AZTI *Marine Biotic Index*) desenvolvido por Borja *et al.* (2000; 2003), de modo a conseguir ter um meio de comparação e fazer avaliação da qualidade ecológica presente. Este índice agrupa as espécies de macroinvertebrados bentónicos em cinco grupos, de acordo com o seu grau de sensibilidade a perturbações ambientais: Grupo I (GI) – espécies muito sensíveis; Grupo II (GII) – espécies indiferentes; Grupo III (GIII) – espécies tolerantes; Grupo IV (GIV) – espécies oportunistas de 2ª ordem e Grupo V (GV) – espécies oportunistas de 1ª ordem.

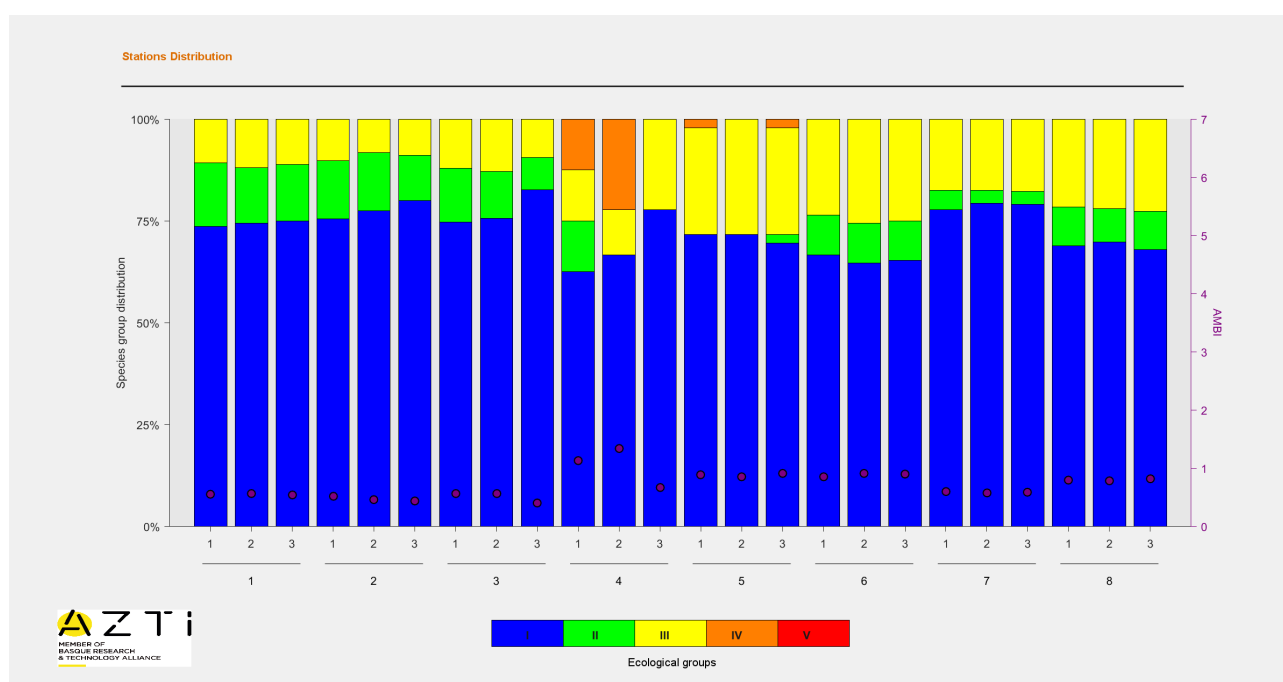


Figura 8 - Distribuição das espécies de macroinvertebrados bentónicos pelos cinco grupos ecológicos, de GI – espécies muito sensíveis, até aos grupos IV e V – espécies oportunistas (ver texto).

De acordo com os resultados da aplicação do índice AMBI, as estações refletem ambientes não perturbados (figura 8), e consoante os resultados obtidos previamente (Duarte *et al.*, 2019) verificou-se uma melhoria significativa deste índice em que todas as estações, estando classificadas como ambientes não perturbados. Considerando os intervalos definidos em Borja *et al.* (2003), os valores obtidos sugerem zonas com um estado ecológico excelente, uma vez que o valor de AMBI é de inferior 1 na maioria das estações. Para condições de referência definidas previamente para a Ria Formosa, segundo Gamito *et al.* (2012), valores inferiores a 1 do índice AMBI indicam condições

excelentes em habitats sem macrófitas de fundos arenosos, o que passou a ser o caso neste troço de canal em estudo, e enquadrado com a ponte pedonal fixa do barril.

Estações	AMBI	Classificação da perturbação
T#1 20m	0,555	Não perturbado
T#1 20m	0,561	Não perturbado
T#1 20m	0,541	Não perturbado
T#1 35m	0,52	Não perturbado
T#1 35m	0,459	Não perturbado
T#1 35m	0,433	Não perturbado
T#1 50m	0,56	Não perturbado
T#1 50m	0,557	Não perturbado
T#1 50m	0,4	Não perturbado
T#2 20m	1,125	Não perturbado
T#2 20m	1,333	Não perturbado
T#2 20m	0,667	Não perturbado
T#2 35m	0,88	Não perturbado
T#2 35m	0,848	Não perturbado
T#2 35m	0,913	Não perturbado
T#2 50m	0,853	Não perturbado
T#2 50m	0,912	Não perturbado
T#2 50m	0,894	Não perturbado
T#1 Contro	0,595	Não perturbado
T#1 Contro	0,571	Não perturbado
T#1 Contro	0,581	Não perturbado
T#2 Contro	0,791	Não perturbado
T#2 Contro	0,781	Não perturbado
T#2 Contro	0,82	Não perturbado

Quadro 8 – Classificação das várias estações de amostragem de acordo com o índice AMBI.

## 4. CONCLUSÕES

A análise de toda a informação textural e composicional das amostras de sedimentos amostrados ao longo dos dois transeptos e nos pontos de controlo, permitiu concluir que os sedimentos superficiais que atapetam o fundo do canal da zona em estudo, podem ser diferenciados em dois grupos: Um, constituído fundamentalmente por areias cascalhentas, quartzosas, mal calibradas, que apresentam maiores teores em cascalho médio a fino junto aos cais Norte e Sul, com seixos. As frações de cascalho fino e muito fino fundamentalmente representadas por valvas de roladas de bivalves ocorrem em menor percentagem para o eixo do canal estando estas relacionadas com a dinâmica sedimentar mareal deste canal. As areias do canal são praticamente desprovidas das frações finas (silto-argilosas). Estes depósitos arenosos correspondem a sedimentos detríticos em trânsito aos longo do canal de maré de Santa Luzia – Pedras de El-Rei, e não foram identificados na sondagem DPSH1 (Geocivil, 2017). Estes foram classificados como depósitos de *aluvião holocénicos* “a” de acordo com as Cartas Geológicas de Portugal (Manuppella *et al.*, 1987; SGP, 1992).

O outro grupo de sedimentos corresponde a um afloramento de areias vasosa de cor negra-cinza, compacto, e rico em bioclastos (valvas de conchas e gasterópodes lagunares), tendo sido

classificada como pertencente à unidade lito-estratigráfica de “vasas e lodos orgânicos, negros” descrita na sondagem DPSH1 realizada no pontão Norte, atribuídas pelo autor a depósitos de *aluvião* “a” (Geocivil, 2017). Estes depósitos encontram-se associados a antigos ambientes de sapal e a planícies intermareais vasosas – classificados de depósitos de *aluvião holocénicos* “a” na Carta Geológica de Portugal – Tavira, folha 53B (Manuppella *et al.*, 1987; SGP, 1992). As observações *in loco* evidenciaram que esta unidade geológica aflora numa estreita área no fundo deste canal, de largura que pode atingir os 8m e com um desenvolvimento longitudinal, paralelo ao eixo do canal. Esta camada evidencia formas de fundo erosivas, irregulares, na sua superfície, encontrando-se nódulos desta camada de vasa, sob o sedimento arenoso das áreas adjacentes.

A análise das formas de fundo identificadas ao longo dos dois transeptos e nos pontos de controlo (tipo de forma de fundo, orientação, forma das suas cristas, medição do seu comprimento e altura, bem como sentidos de fluxo e de propagação) quando cruzadas com a informação granulometria dos sedimentos, permitiu inferir as condições hidrodinâmicas nesta área em estudo com correntes de maré assimétricas, revelando haver magnitudes mais elevadas nas fases da enchente, ao ponto de nas marés mortas as dunas de enchente ficarem preservadas aquando das fases da baixa-mar. As magnitudes das correntes de enchente podem atingir os 0.6m/s no máximo da enchente, em oposição de  $\approx 0.4$ m/s na vazante. Permitiram igualmente estimar que a resultante do transporte sedimentar de fundo neste setor lagunar, se faz segundo o sentido da enchente, que pode ser justificado pela maior proximidade à barra da Tavira (em detrimento à barra da Fuseta), suportado pela fisiografia do canal Santa Luzia – Pedras de D’El-Rei, ser definida por um decréscimo gradual da batimetria para montante, caracterizado por um desenvolvimento longitudinal do canal muito retilíneo de secção transversal do tipo trapezoidal, e por apresentar vastas áreas de sapal adjacentes.

Quando comparados os resultados obtidos no âmbito desta campanha com os obtidos anteriormente por Duarte *et al.* (2017), Duarte (2018), Duarte *et al.* (2019), foi possível concluir que:

- Não se identificou uma alteração das propriedades granulométricas dos sedimentos de cobertura do fundo. As pequenas variações de migração lateral e longitudinal registadas nestas propriedades texturais dos sedimentos do fundo móvel do canal, foram interpretadas e atribuídas à dinâmica sedimentar natural de fundo neste troço de canal;

- As estruturas sedimentares associadas aos pilares da ponte pedonal do Barril, correspondem a marcas de erosão e/ou de obstáculo. Apresentaram dimensões que não ultrapassam os 2m de comprimento de onda, alturas máximas da ordem dos 0.6m e diâmetros máximos da ordem dos 1.1m relativamente aos pilares, localizadas na parte central do canal, e dimensões da ordem 0.2m, 0.1m e 0.9m, respetivamente, localizadas junto aos pilares nas margens do canal. Estes aspetos dinâmico-sedimentares permitiram definir a área de influência hidrodinâmica que interfere no balanço

sedimentar de fundo, segundo os alimentos transversais aos pilares da ponte, e paralelos ao desenvolvimento longitudinal do canal. Estas estruturas sedimentares apresentam maiores dimensões segundo a fase da enchente, corroborando o domínio desta fase, na distorção da propagação da maré, neste troço de canal. Também corroboram um domínio das fases de enchente neste setor do canal, da maré proveniente da barra de Tavira, indiciando ocorrer períodos de enchente mais curtos (relativamente aos de vazante), caracterizados por magnitudes das correntes de enchente superiores e por um balanço de massa sedimentar de fundo também favorável à fase de enchente. Todos os parâmetros sedimentares, hidrodinâmicos medidos no âmbito deste projeto, apontam para que os impactes sedimentares associados aos pilares da ponte pedonal do Barril apresentam dimensões longitudinais e adjacentes aos pilares da ponte, da ordem dos 2 metros, encontrando-se as restantes zonas sob uma dinâmica sedimentar livre e natural.

- Artefactos de origem antrópica (material de construção, artes de pesca, ...) presente no fundo deste canal, na altura desta campanha, encontravam-se completamente bioturbados, comportando-se como recifes de biodiversidade artificiais. Importa realçar que os materiais antrópicos não bioturbados foram retirados previamente em campanhas de remoção de resíduos subaquáticos (Duarte *et al.*, 2017, 2019, 2021).

Na atual campanha foram observados indivíduos da mesma espécie de outras campanhas, como também indivíduos de espécies diferentes que não foram observados anteriormente (Quadro 6), estes divergem desde organismos da epifauna macrobentónica fixa e móvel, como também ictiofauna. Apesar dos resíduos antrópicos previamente removidos servirem de estruturas tridimensional de fixação, as condições atuais do habitat encontram-se melhores, havendo fixação de organismos nos pilares da ponte pedonal fixa, permitindo a criação de “recife” artificial por parte de organismos como algas, ascídias e poliquetas. Este tipo de construção biológica pode servir de abrigo a outros organismos como crustáceos e pequenos peixes.

Na atual campanha, o estudo quantitativo dos macroinvertebrados de reduzida mobilidade e da endofauna (que vivem entre os grãos de sedimento) aponta para uma comunidade de maior densidade e diversidade, comparativamente à campanha passada (Duarte *et al* 2019). A hidrodinâmica neste canal de maré não permite a deposição de sedimentos finos nem de materiais orgânicos como detritos (restos de macroalgas e de macrófitas, fezes e restos de animais), nem a permanência de invertebrados no fundo do canal. De facto, vários investigadores apontam para condições inapropriadas, para grande número de espécies de fauna bentónica para se estabelecerem nos sedimentos de areias grosseiras com cascalho, com o risco de serem arrastados com as correntes (ex. Raffaelli & Hawkins, 1996, Gray & Elliott, 2009). No entanto, a densidade e diversidade de espécies de macroinvertebrados bentónicos presentes na atual campanha, apontam para este canal se

comportar do ponto de vista biológico, como um ambiente não perturbado, sugerindo um estado ecológico excelente, a própria existência de nudibrânquios (*Flabellina affinis* e *Platydoris argo*). Indicia só por si tratar-se de um ambiente com pouco stress antropogénico, servindo também de indicador de qualidade do ecossistema.

Quando comparada a evolução temporal dos resultados obtidos do índice AMBI neste troço de canal, foi possível aferir que este apresentou uma tendência de aumento, e indiciando uma melhoria da qualidade ambiental neste canal. Estes resultados também apontam para que o impacto ambiental por parte da ponte pedonal do barril seja muito pequeno neste ecossistema.

## 5. BIBLIOGRAFIA

Bellan-Santini, D., Ruffo, S. (1982). *The Amphipoda of the Mediterranean*. Monaco: Musée océanographique.

Borja, A., Franco, J., Muxika, I. (2000). A Marine Biotic Index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40, 1100–1114.

Borja, A., Muxika, I., Franco, J. (2003). The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. *Marine Pollution Bulletin* 46: 835–845.

Duarte, D.N.R.; Conde, J.G. & Dimitrios-Voulgaris, M. (2017). Estudo sedimentológico do fundo do canal onde vai ser implantada a nova ponte pedonal de acesso à Praia do Barril. Relatório de execução técnico-científica. CIMA. Projeto PS UAlg/Pedras D’El Rei "Praia do Barril". Universidade do Algarve Gambelas, março de 2017.

Duarte, D.N.R. (2018). Relatório técnico-científico referente à ação de recolha de resíduos subaquáticos na Ponte do Barril. Projeto PS UAlg/Pedras D’El Rei "Praia do Barril". Universidade do Algarve Gambelas, janeiro de 2018.

Duarte N.R.D.; Pires, M.S.J.G; Santos, J.C.Mateus, M.Â.F. & Schmidt, B. (2019). Campanha de referência para a caracterização dinâmico- sedimentar e macrobentónica da área de implantação da nova ponte pedonal de acesso à Praia do Barril. Relatório de execução técnico-científica para dar cumprimento ao ofício no23148/2017, de 24-04-2017 do ICNF. CIMA, Universidade do Algarve Gambelas, junho de 2019.

Duarte, N.R.D.; Silva, T.J.P.; Santos, J.M.G. da C. e Santos, G.da C. (2021). Relatório técnico-científico referente à ação de recolha de resíduos subaquáticos na Ponte do Barril. Projeto PS

UAlg/Pedras D'El Rei "Praia do Barril". CIMA, Universidade do Algarve. Gambelas, 16 de julho de 2021.

Dyer, Keith R. (1997) *Estuaries: A Physical Introduction*. 2nd edition. Institute of Marine Studies, University of Plymouth, UK. John Wiley and Sons: ISBN 0-471-97470-6.

Fish, J. D. & Fish (1989). *A student's guide to the seashore*. Second edition. Cambridge University Press.

Folk, R.L. & Ward, W.C. (1957). Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27, 3-26.

Gamito, S. (2008). Three main stressors acting on the Ria Formosa lagoonal system (Southern Portugal): Physical stress, organic matter pollution and the land-ocean gradient. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 77: 710-720.

Gamito, S.; Patrício, J., Neto, J.M., Marques, J.C., Teixeira, H. (2012). The importance of habitat-type for defining the reference conditions and the ecological quality status based on benthic invertebrates: The Ria Formosa coastal lagoon (Southern Portugal) case study. *Ecological Indicators* 19:61-72.

Gil, João. (2011). The European Fauna of Annelida Polychaeta. Tese de doutoramento, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. 3 volumes policopiados.

Gray, J.S., Elliott, M. (2009). *Ecology of marine sediments. From Science to Management*. 2<sup>nd</sup>. Edition. Oxford University Press.

Geocivil – Engenharia e Geologia, L<sup>da</sup> (2017). *Prospecção geológica e geotécnica do local de implantação duma ponte pedonal entre a urbanização Pedras D'el Rei e a Praia do Barril, no Concelho de Tavira*. Relatório final. Relatório apenso ao projeto de construção de uma nova ponte pedonal da praia do Barril.

Heine, J. N. (1998). *Scientific diving. A general code of practice*. second edition. (ed.) N. C. Flemming and M. D. Max. Sponsored by WUF-CMAS and UNESCO-IOC. Best publishing Company and UNESCO Publishing, 278p. ISBN 0-941332-51-9. LCCCN 95-080958.

Heine, J. N. (1999). *Scientific diving techniques. A practical guide for the research*. Best publishing Company, P-O. Box 30100, Flagstaff, Arizona 86004. 225p. ISBN 0-941332-69-1. LCCCN 98-87307.

Heine, J. N. (2011). *Scientific diving techniques. A practical guide for the research*. second edition. (ed.) Catherine Morris and Linda Locklear. Best publishing Company, 232p. ISBN 978-1-930536-68-5. LCCCN 2011932110.

Lincoln, R.J. (1979). British marine Amphipoda: Gammaridea. British Museum (Natural History), London, UK.

Mangue, M. A. & Wright, D. T. (ed.) (2007). *Heavy minerals in use. Developments in sedimentology*, 58. A.J. van Loon series editor. Elsevier, Amesterdan.

Manuppella, G., Ramalho, M., Telles Antunes, A. & Pais, J. (1987). *Carta Geológica de Portugal - Tavira*. Notícia Explicativa da Folha 53-B. Escala 1:50 000. Serviços Geológicos de Portugal.

Pereira, R.; Ávila, C. & Lima, P. (2005). *Minerais em grãos: Técnicas de colecta preparação e identificação*. Oficina de textos, São Paulo, 128p.

Raffaelli, D., Hawkins, S. (1996). *Intertidal Ecology*, Chapman et Hall.

Saldanha, L. (1995). *Fauna Submarina Atlântica*. Edição revista e aumentada. Publicações Europa-América, Lisboa. Depósito legal n°78973/94.

Serviços Geológicos de Portugal (1992). *Carta geológica da região do Algarve*. Escala 1:100 000.

Shepard, F. P. (1954). Nomenclature based on sand-silt ratios. *Journal of Sedimentary Petrology*, 24, pp.151-158.

US Army Corps of Engineers (1995) *Engineering and Design Coastal Geology*. Department of the Army, U.S. Army Corps of Engineers, Washington. DC 20314-1000, n°11110-2-1810.

Gambelas, 16 de julho de 2021



---

Professor auxiliar na Universidade do Algarve  
Coordenador científico deste relatório



**ANEXO A- Registo fotográfico de algumas espécimenes avistadas**



**Figura A1** Espécimen de *Flabella affinis*.



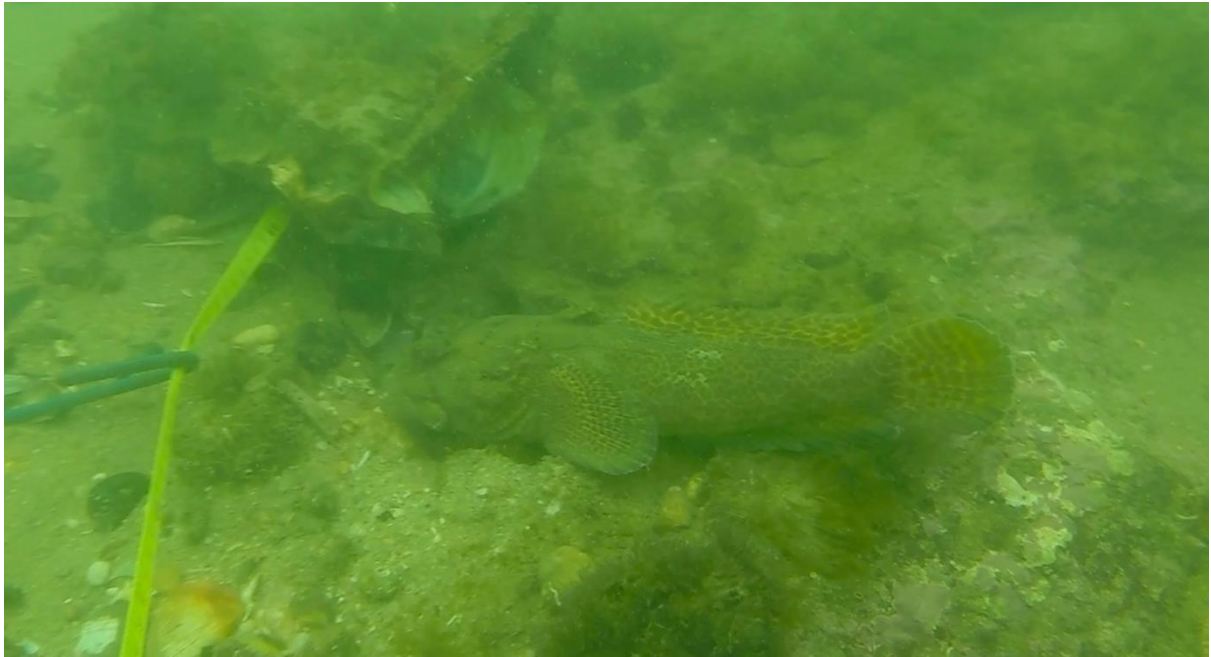
**Figura A2** Espécimen de *Flabella affinis* com posturas de ovos.



**Figura A3** Espécimen de *Platydoris argo*



**Figura A4** Vários espécimes de *Sabella spallanzini*



**Figura A5** Espécimen de *Halobatrachus didactylus*



**Figura A6** Algunas *Ascidias* encontradas nos transeptos percorridos



**Figura A7** *Codium* spp



**Figura A8** *Mesalia brevalis*



**Figura A9** *Diplodus Sargus*



**Figura A10** Um espécimen de *Diplodus Sargus* e uma *Solen spp.*



**Figura A10** *Ulva rigida*