



MONITORIZAÇÃO BIOLÓGICA DA FRENTE RIBEIRINHA DE LISBOA

RELATÓRIO FINAL



JUNHO DE 2020

EQUIPA TÉCNICA

A equipa técnica que participou na execução deste relatório pertence ao MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente e é constituída por:

- José Lino Costa
- Paula Chainho
- João Paulo Medeiros
- Gilda Silva

Gostaríamos de agradecer a ajuda de Margarida Raposo, Paulo Lacerda e Marta Salvado pela ajuda na triagem do material biológico das amostras de sedimento. Um especial agradecimento a David Morgado por, em situação de confinamento no âmbito da atual pandemia, ter dado uma enorme ajuda na triagem de grande parte das amostras.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. METODOLOGIA	5
2.1. ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM E TRABALHO DE CAMPO.....	5
2.2. TRABALHO DE LABORATÓRIO	11
2.2.1. GRANULOMETRIA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS	11
2.2.2. MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS	12
2.2.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS	12
2.3. TRATAMENTO DOS DADOS	12
3. RESULTADOS	15
3.1. SEDIMENTOS SUPERFICIAIS	15
3.1.1. GRANULOMETRIA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS	15
3.1.2. MATÉRIA ORGÂNICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS	19
3.2. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS	21
3.2.1. ELENCO FAUNÍSTICO	21
3.2.2. ESTRUTURA DAS COMUNIDADES BENTÓNICAS	47
3.2.3. ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS COMUNIDADES BENTÓNICAS	52
4. CONCLUSÕES	55
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

1. INTRODUÇÃO

O sistema de drenagem do Concelho de Lisboa integrava, até ao início de 2011, quatro grandes subsistemas, designadamente, Alcântara, Beirolas, Chelas e Terreiro do Paço (Figura 1). As águas residuais afluentes aos três primeiros subsistemas eram então conduzidas às ETAR correspondentes e as do subsistema do Terreiro do Paço drenadas, sem qualquer tratamento, diretamente para o estuário do Tejo.



Figura 1. Subsistemas de drenagem do Concelho de Lisboa até dezembro de 2010.

As ETAR de Alcântara, Chelas e Beirolas foram inauguradas em 1990, tendo as duas últimas passado a dispor de tratamento terciário e de desinfecção dos efluentes a partir de 2001. A ETAR de Chelas, situada no Vale de Chelas, recebe efluentes gerados apenas no concelho de Lisboa, provenientes da bacia de Chelas, que abrange uma área de 2.100 ha. Esta infraestrutura tem capacidade para tratar um caudal diário de $52.500 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, correspondente a uma população equivalente de 210.698 habitantes, em que a componente industrial representa cerca de 10%. A ETAR de Beirolas, situada junto à ponte Vasco da Gama, trata os efluentes gerados na bacia de Beirolas, provenientes dos concelhos de Lisboa e de duas freguesias do concelho de Loures (Sacavém e Moscavide). Abrange uma área de 1.660 ha e tem capacidade para tratar um caudal diário de $54.500 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, correspondente a uma população equivalente de 213.510 habitantes, em que a componente industrial representa, normalmente, cerca de 10%.

No que diz respeito à ETAR de Alcântara, situada na Avenida de Ceuta, terminaram em Abril de 2011 as obras iniciadas em 2006 para ampliação e completamento do tratamento secundário e

desinfecção das águas residuais correspondentes, embora a infraestrutura dispusesse já de capacidade para tratamento biológico e desinfecção dos efluentes desde setembro e dezembro de 2009, respectivamente. Atualmente, esta ETAR tem capacidade para tratar um caudal diário de $285.120 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, em tempo seco, com tratamento de nível secundário e desinfecção final do efluente, mais $285.120 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, em tempo húmido, com tratamento físico-químico, correspondendo a uma população equivalente de 756.000 habitantes. A infraestrutura serve, maioritariamente, a população da região ocidental de Lisboa, mas também dos concelhos de Oeiras e Amadora pertencentes à mesma bacia, abrangendo uma área total com cerca de 4.800 ha e estimando-se uma componente industrial dos efluentes a rondar os 10%.

No que diz respeito ao subsistema do Terreiro do Paço, que englobava os efluentes de Alfama, da Baixa Pombalina e das avenidas da Liberdade e Almirante Reis (servindo uma população a rondar os 120.000 habitantes e uma área com cerca de 600 ha), estes eram encaminhados diretamente para o estuário do Tejo, sem qualquer tratamento. No entanto, a partir de janeiro de 2011 passaram também a ser encaminhados para a ETAR de Alcântara (Figura 2).

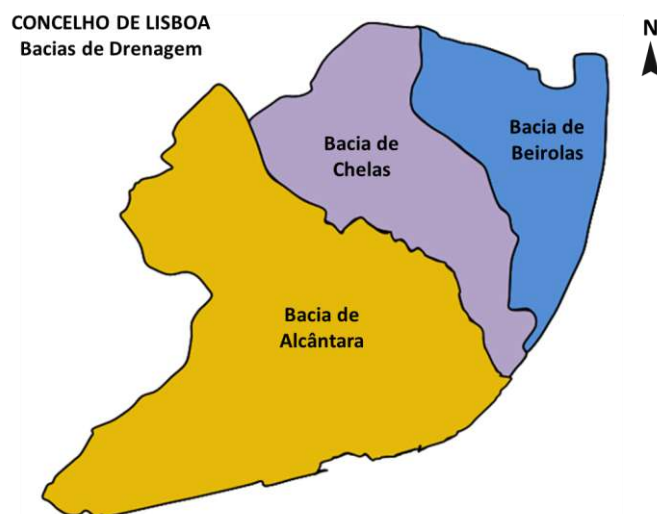


Figura 2. Subsistemas de drenagem do Concelho de Lisboa após janeiro de 2011.

Com o objetivo de continuar a acompanhar o estado de conservação das respectivas comunidades biológicas, de modo a avaliar com maior precisão o seu estado de conservação e o grau de melhoria devido à realização das obras levadas a cabo pela autarquia para a requalificação ambiental do estuário do Tejo, entendeu a Câmara Municipal de Lisboa levar a cabo, juntamente com o MARE, em 2019, a reavaliação das comunidades biológicas das zonas ribeirinhas adjacentes aos coletores (ou ex-coletores) de descarga das bacias de drenagem de Alcântara, do Terreiro do Paço, de Chelas e de Beirolas.

A primeira fase do programa de monitorização (2009-2013) foi iniciado em duas fases distintas, abrangendo primeiro os dois locais mais próximos da foz (que sofreram mais recentemente alterações infraestruturais substanciais) e só, posteriormente, os da zona oriental da cidade. Foi estabelecido como objetivo para o estudo, acompanhar a evolução das referidas comunidades, esperando-se que, nos dois primeiros casos, viesse a ocorrer uma melhoria significativa das mesmas, na sequência das alterações introduzidas há cerca de 10 anos no sistema de saneamento básico do Concelho. Esses trabalhos tiveram início em agosto de 2009, antes de se fazerem sentir quaisquer efeitos das melhorias infraestruturais referidas, ou seja, ainda na fase pré-operacional do projeto. De facto, no caso de Alcântara, estes impactos positivos só se terão começado a evidenciar a partir de setembro de 2009, com o início do tratamento biológico dos efluentes, enquanto no Terreiro do Paço isso apenas terá acontecido depois de janeiro de 2011, com o começo da drenagem das águas residuais do respectivo subsistema para a ETAR de Alcântara. Até lá, seria até expectável a ocorrência de alguns impactos negativos, relacionados com a implementação destas melhorias infraestruturais, quer devido aos efeitos direto das obras no ambiente circundante, quer por causa da frequente necessidade de interrupção do funcionamento da ETAR de Alcântara. Como nas ETAR de Chelas e de Beirolas não se efetuaram recentemente modificações de fundo, em termos infraestruturais ou no seu modo de funcionamento, os respectivos trabalhos de monitorização iniciaram-se apenas no Verão de 2010. No entanto, para a zona de Beirolas é possível efetuar um acompanhamento da situação desde 1997, uma vez que existem dados fidedignos sobre as respectivas comunidades bióticas, recolhidos desde essa altura pela equipa do MARE no âmbito dos Estudos de Monitorização Biológica da Zona de Intervenção do Parque das Nações. Além disso, o acervo informativo do MARE sobre as comunidades biológicas do estuário do Tejo, e especialmente, os dados recolhidos simultaneamente noutros locais do sistema (no âmbito de outros estudos), permitem ajudar a distinguir os efeitos das descargas das bacias de drenagem municipais nas comunidades biológicas de variações naturais ou impactos antrópicos de natureza mais abrangente ou com origem noutras áreas do estuário.

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 são bastante sensíveis a perturbações no seu habitat, nomeadamente, variações nos teores de matéria orgânica e contaminação por

substâncias tóxicas (Silva *et al.*, 1999). 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 (Costa *et al.*, 2005). Tendo em conta tal conjunto de características, os macroinvertebrados bentónicos são o grupo mais utilizado quando se pretende analisar de forma relativamente expedita e eficiente o estado de conservação das comunidades aquáticas e avaliar a magnitude e a distribuição espaço-temporal de impactos antrópicos neste tipo de ambientes (Costa *et al.*, 1999). Por este motivo, optou-se por centrar o presente programa de monitorização na análise dos macroinvertebrados bentónicos e parâmetros ambientais que mais diretamente os condicionam, designadamente, a granulometria e os teores em matéria orgânica dos sedimentos. Assim, o objetivo final do estudo consiste no acompanhamento das referidas comunidades biológicas, servindo estas como indicadores da evolução da situação ambiental das zonas de Alcântara, Terreiro do Paço, Chelas e Beirolas, e permitindo detetar os eventuais impactos positivos ou negativos (resultante das respectivas obras ou do seu funcionamento) das diferentes infraestruturas de saneamento básico no meio recetor.

Com o presente relatório pretende-se dar a conhecer, numa perspectiva evolutiva, os trabalhos realizados e os resultados obtidos nos anos de 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2019, embora prestando particular atenção à situação atual. A sua confrontação com os elementos recolhidos posteriormente permitirá determinar a evolução das condições ambientais das áreas em estudo e perspetivar o impacto positivo das alterações infraestruturais realizadas no estado de preservação da zona ribeirinha do município de Lisboa, bem como detetar eventuais impactos negativos resultantes de hipotéticas falhas no funcionamento das várias ETAR ou com origem noutras fontes antrópicas ou naturais.

2. METODOLOGIA

2.1. ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM E TRABALHO DE CAMPO

Como referido na introdução, ao contrário do que aconteceu em 2009, quando as amostragens foram realizadas apenas no Terreiro do Paço (TP) e Alcântara (AL), desde 2010 estas foram levadas a cabo também em Chelas (CH) e Beirolas (BR), sempre na envolvência dos emissários existentes em cada sítio. Estas amostragens decorreram até 2013, anualmente, no período estival, tendo sido realizadas novamente no final do Verão de 2019. O primeiro local consiste na região adjacente à porção terminal do coletor que, até janeiro de 2011, drenava para o meio estuarino, águas residuais não tratadas recolhidas no subsistema de saneamento do Terreiro do Paço, enquanto os outros três locais se encontram na adjacência das áreas onde descarregam, no estuário do Tejo, as águas das restantes bacias de drenagem (Alcântara, Chelas e Beirolas), incluindo os efluentes processados pelas respectivas ETAR (como referido antes, a partir de janeiro de 2011, a ETAR de Alcântara passou a processar também os efluentes do subsistema do Terreiro do Paço). Em todos dos casos, os emissários encontravam-se ou ainda se encontram localizados junto à margem ribeirinha.

Procurou-se desenvolver um esquema de amostragem semelhante em todos os locais, sendo este constituído por um conjunto de estações de amostragem de impacto (I), sob influência direta dos emissários, e por um conjunto de estações de amostragem de controlo (C), presumivelmente já fora da zona onde os seus efeitos se fazem notar de forma significativa (Costa *et al.*, 2005). A análise das estações de amostragem de impacto permite acompanhar o estado das comunidades biológicas sujeitas à ação direta das descargas. O estudo das estações de amostragem de controlo permite aferir se esse estado se deve à existência das descargas (caso as comunidades das estações de amostragem de controlo se apresentem mais bem preservadas do que as das suas homólogas de impacto) ou a causas mais gerais extrínsecas ao funcionamento dos emissários (caso as comunidades das estações de amostragem de controlo e de impacto apresentem um grau de preservação idêntico ou tendências de evolução concorrentes).

Excepto em Beirolas, onde se estabeleceu um delineamento amostral particular, para aproveitar os dados pré-existentes, o conjunto das estações de amostragem de impacto engloba, em cada caso, nove pontos de colheita dispostos em torno dos emissários, divididos por três radiais (A, B, C) e três transectos divergentes a partir das fontes emissoras (1, 2 e 3). A

primeira destas radiais foi estabelecida a cerca de 30 m da margem, uma vez que na região mais próxima de terra se torna muito difícil trabalhar em segurança. A distância implementada entre radiais foi de 50 m. Um esquema de amostragem deste tipo permite avaliar de forma mais eficaz o efeito das descargas nas comunidades biológicas adjacentes, garantindo uma análise do gradiente de diminuição dos seus impactos com o aumento da distância às fontes emissoras.

No entanto, devido às características geográficas e infraestruturais específicas dos locais onde são emitidas as descargas de Alcântara (Figura 3), Terreiro do Paço (Figura 4) e Chelas (Figura 5), tiveram de se introduzir algumas alterações específicas nas respectivas redes de amostragem. Assim, a localização da saída dos emissários de Alcântara e de Chelas em reentrâncias da margem, permitiu nestes locais o estabelecimento quase integral das redes de colheita previstas inicialmente, apenas tendo sido necessário orientá-las em função da geografia dessas pequenas baías artificiais (Figuras 3 e 5). Pelo contrário, a natureza mais aberta da orla ribeirinha do Terreiro do Paço e, sobretudo, a mudança prevista inicialmente na localização do emissário (estava programado que, até à ligação deste subsistema à ETAR de Alcântara, as respectivas águas residuais e pluviais iriam ficar durante algum tempo a afluir ao estuário num ponto ligeiramente afastado da posição inicial, embora tal não se tenha realmente verificado), conduziram a algumas modificações importantes na rede de amostragem aí implementada. De facto, para que a estratégia de amostragem adotada pudesse servir para analisar corretamente a evolução das comunidades biológicas do local, antes e depois da mudança de posição da descarga e após a sua eliminação, optou-se por transformar as três radiais em três transectos paralelos à margem, funcionando esta rede de estações mais como uma grelha de amostragem (em que os transectos perpendiculares à margem distam entre si cerca de 70 m), do que como um sistema de radiais atravessadas por transectos divergentes (Figura 4). Mesmo assim, por uma questão de facilidade de interpretação, neste trabalho continuarão a designar-se como radiais estes mesmos transectos paralelos à margem.



Figura 3. Rede de amostragem estabelecida em Alcântara, com a localização da saída do respectivo emissário (C1 e C2 referem-se ao conjunto de estações de amostragem de controlo mais próximas e afastadas do emissário, respectivamente).

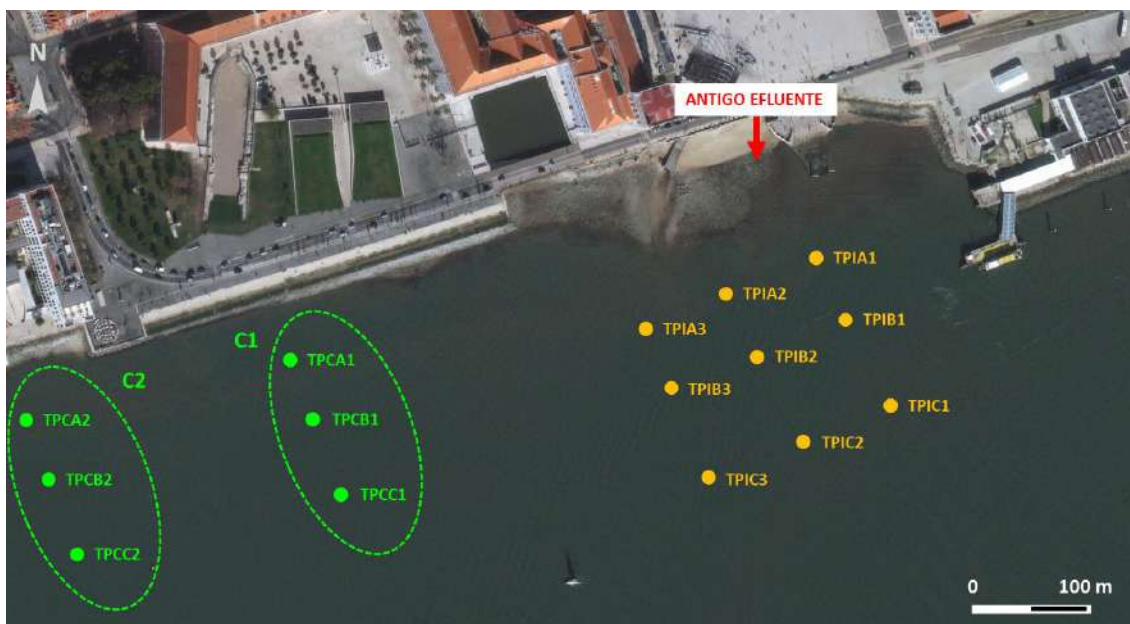


Figura 4. Rede de amostragem estabelecida no Terreiro do Paço, com a localização da saída do antigo emissário (C1 e C2 referem-se ao conjunto de estações de amostragem de controlo mais próximas e afastadas do emissário, respectivamente).



Figura 5. Rede de amostragem estabelecida em Chelas, com a localização da saída do respectivo emissário (C1 e C2 referem-se ao conjunto de estações de amostragem de controlo a jusante e montante do emissário, respectivamente).

Já a rede de estações de amostragem de controlo foi delineada para apresentar, em cada sítio, dois transectos perpendiculares à linha de costa (1 e 2), englobando ambos três pontos de amostragem (A, B e C) localizados sensivelmente, à mesma distância da margem (30, 80 e 130 metros) que os seus homólogos das estações de amostragem de impacto, contribuindo assim para uma maior igualdade de condições batimétricas e sedimentares entre os dois tipos de redes de amostragem. Idealmente, estes transectos deveriam situar-se a montante e jusante das redes de amostragem de impacto, porque no estuário, com as mudanças de maré, as emissões são ciclicamente dispersas, quer para montante, quer para jusante. De igual modo, a sua localização deveria ser suficientemente afastada dos emissários, para garantir que se encontravam fora da ação das descargas respectivas. Contudo, quer em Alcântara (Figura 3), quer no Terreiro do Paço (Figura 4), as regiões a montante daquelas onde foram implementadas as correspondentes redes de amostragem de impacto, que ainda apresentam características abióticas e de pressão humana semelhantes a estas, são inacessíveis em termos operacionais, devido à presença de instalações portuárias. Assim, em ambos os locais, as redes de amostragem de controlo tiveram de ficar localizadas exclusivamente a jusante das suas homólogas de impacto (Figuras 3 e 4). Mesmo assim, para manter alguma homogeneidade de

características entre as estações de amostragem de impacto e de controlo de cada sítio, as últimas tiveram de ser estabelecidas entre 300 e 500 metros de distância dos pontos de descarga, o que provavelmente não será suficiente para garantir a ausência de impactos significativos dos emissários. Acresce que entre as estações de amostragem de impacto e de controlo de Alcântara está localizada a ponte 25 de Abril, o que poderá colocar dificuldades adicionais à interpretação dos resultados obtidos neste local. No entanto, como os transectos de amostragem de controlo distam entre si cerca de 150 m nos dois locais, o gradiente de variação do estado de preservação das respectivas comunidades biológicas em função da distância aos emissários poderá permitir aferir a influência das descargas nessas regiões mais afastadas. Já na rede de amostragem de Chelas, foi possível estabelecer estações de amostragem de controlo a montante e jusante do respectivo ponto de descarga (Figura 5). Neste caso, para garantir alguma homogeneidade nas características das estações de amostragem de impacto e de controlo, estas últimas foram estabelecidas a 500 metros do respectivo emissário, esperando-se que essa distância seja suficiente para evitar hipotéticos impactos das descargas em ambos os locais seleccionados para a função de controlo.

Em Beirolas, existiam desde 1997 dados sobre as respectivas comunidades de macroinvertebrados bentónicos, obtidos em três transectos perpendiculares à margem, com estações de amostragem distribuídas por quatro transectos paralelos à linha de costa (neste trabalho designados por radiais, por comodidade de linguagem) distando de terra cerca de 20, 70, 130 e 260 metros, respectivamente (Figura 6). As duas primeiras radiais localizam-se no intertidal e a última já no subtidal, encontrando-se a terceira na região de transição entre ambas as zonas. Os transectos C1 e C2 situam-se a 160 e 670 metros a jusante do emissário e o transecto C3, 500 metros a montante. Para se aproveitar este importante acervo informativo, foi decidido adaptar o delineamento amostral do local às características da rede de colheitas já existente. Assim, entendeu-se considerar os transectos C2 e C3, como conjuntos de estações de controlo e estabelecer um novo transecto, com idênticas características, mas localização frontal à saída do emissário, como conjunto de estações de amostragem de impacto (Figura 6). Quanto ao transecto C1, situado 160 metros a jusante da fonte emissora, poderá funcionar como conjunto de controlo ou de impacto, devendo os resultados a obter no futuro esclarecer a situação. De qualquer forma, a presença da ponte Vasco da Gama, de permeio, pode reduzir a valia deste transecto como controlo.

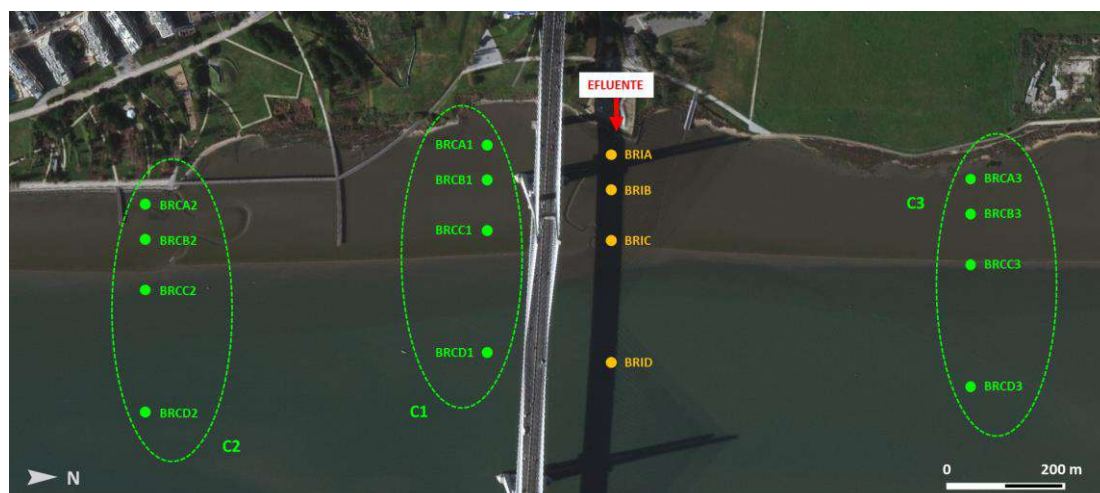


Figura 6. Rede de amostragem estabelecida em Beirolas, com a localização da saída do respectivo emissário (C1, C2 e C3 referem-se ao conjunto de estações pré-existentes e que poderão funcionar como controlo no presente estudo).

Em Alcântara, Terreiro do Paço e Chelas, as recolhas de sedimentos e de macroinvertebrados, no período 2009-2013, foram realizadas a bordo de um barco de pesca profissional com alador mecânico, com auxílio de uma draga do tipo Day (Smith-McIntyre modificada), com superfície de abertura de 0,1 m². Em 2019, por questões logísticas e operacionais, estas recolhas foram igualmente realizadas a bordo de um barco de pesca profissional com alador mecânico, mas com o auxílio de uma draga do tipo van Veen com uma superfície de abertura de 0,1 m². Em estudos anteriores (Costa *et al.*, 2008), a utilização da draga do tipo Day revelou ser particularmente adequado às condições de hidrodinamismo elevado que se verificam nos três locais. Não obstante, na campanha de amostragem de 2019, a draga do tipo van Veen, por ter uma área de abertura de 0,1 m² e bastante mais peso que as tradicionais dragas deste tipo com cerca de metade da dimensão e peso, revelou ser igualmente eficaz na recolha dos sedimentos nos três locais referidos anteriormente. A amostragem ocorreu em regime de marés-mortas, de modo a beneficiar das menores condições hidrodinâmicas geradas em tal situação, para potenciar a eficácia das dragas. Tendo em conta a elevada área de ataque de ambos os modelos, foi apenas realizada uma dragagem em cada estação de colheitas. Já no caso das amostragens efetuadas na zona de Beirolas, onde o hidrodinamismo é menor, para manter a metodologia empregue anteriormente, as recolhas foram realizadas a bordo de uma pequena embarcação de pesca, com uma draga van Veen (modelo Sousa Reis/LMG) com 0,05 m² de abertura, e obtidos dois replicados em cada estação de colheitas. As campanhas de amostragem decorreram em agosto de 2009 e de 2010 e em setembro de 2011, 2012 e 2013 e outubro de 2019. A escolha da época estival para as recolhas foi determinada pela necessidade

de evitar a maior instabilidade natural dos ecossistemas estuarinos portugueses no Inverno, devido a fenómenos intensos de pluviosidade, e a influência dos picos de recrutamento de muitas espécies durante a Primavera, fatores que, frequentemente, enviesam as análises de qualidade ambiental do meio aquático realizadas a partir das comunidades de macroinvertebrados bentónicos (Costa *et al.*, 2005).

As amostras de sedimento para o estudo da macrofauna foram guardadas em sacos de plástico, aos quais se adicionou formol diluído a 4%, corado com Rosa de Bengala e estabilizado com metanol. As amostras recolhidas para o estudo da granulometria e teor em matéria orgânica dos sedimentos foram congeladas, de modo a preservar as suas características, uma vez que não foi possível o seu processamento imediato.

2.2. TRABALHO DE LABORATÓRIO

2.2.1. GRANULOMETRIA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS

Em cada estação de colheita foi retirada uma amostra com cerca de 100 g de sedimento para análise granulométrica. Esta foi seca numa estufa a 60°C, lavada em água doce e passada através de um crivo de 0,063 mm de malha, para remoção da fração fina (vasa). O restante sedimento foi, novamente, seco e passado através de uma coluna de quatro crivos (2,000 mm, 0,500 mm, 0,250 mm e 0,063 mm) do tipo "AFNOR", e pesadas as correspondentes frações individuais. Deste modo, as percentagens de cascalho e areia são calculadas a partir das porções retidas nas seguintes malhas: > 2,000 mm, 0,063 - 2,000 mm, respectivamente. A fração vasosa é determinada por diferença relativamente ao peso inicial da amostra. Todo este procedimento encontra-se representado na Figura 7.

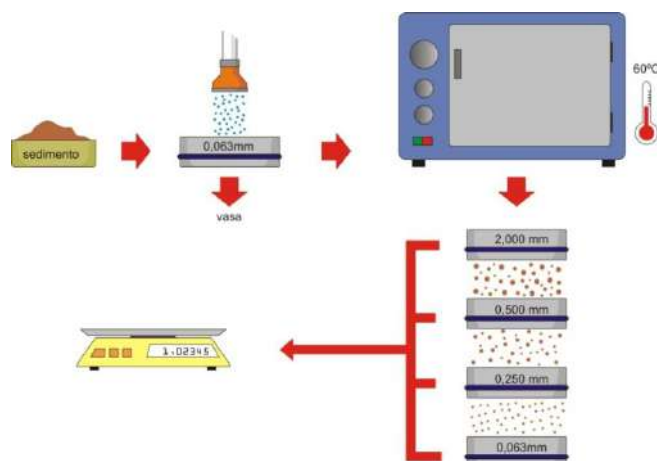


Figura 7. Passos laboratoriais necessários para a determinação da granulometria dos sedimentos.

2.2.2. MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS

A matéria orgânica total (MOT) dos sedimentos foi determinada pela diferença entre o peso de uma amostra com cerca de 3-5 g, processada numa estufa a 60°C (Ps), e o peso da mesma após combustão numa mufla a 550°C durante 4 horas (Pc). Os teores em matéria orgânica são expressos em valores percentuais, relativamente ao peso total da amostra, e calculados a partir da expressão:

$$MOT = \frac{P_s - P_c}{P_s} \times 100$$

2.2.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Para deteção dos macroinvertebrados bentónicos, o sedimento das respectivas amostras foi lavado no laboratório, sob um fluxo de água, através de uma rede com 0,500 mm de malha. O material retido no crivo foi transferido para frascos e boiões de plástico e conservado em álcool a 70°, procedendo-se, posteriormente, à sua triagem, com auxílio de uma lupa binocular, para separação do material biológico. Os organismos foram, sempre que possível, identificados até ao nível específico e contados.

2.3. TRATAMENTO DOS DADOS

O estudo das comunidades de macroinvertebrados bentónicos foi efectuado considerando apenas os *taxa* que respeitam os pressupostos de representatividade adequada para todas as análises. Assim, foram excluídos os organismos para os quais o engenho de colheita utilizado não é adequado e os que são seres coloniais, impossíveis de individualizar. Para caracterizar a estrutura destas comunidades calculou-se a densidade dos organismos (expressa em número de indivíduos por m²) e ainda os parâmetros riqueza (número de *taxa*) e diversidade taxonómicas. Os índices de diversidade são baseados no conceito de diversidade de um sistema e fornecem uma medida da composição específica de uma amostra ou de um ecossistema, baseados na riqueza taxonómica e na distribuição da abundância relativa dos indivíduos pelos diferentes *taxa* (Legendre & Legendre, 1984). No presente trabalho é utilizado o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), calculado através da seguinte expressão:

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

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

Com o objetivo de avaliar o estado de perturbação das comunidades de macroinvertebrados bentónicos, é utilizado o índice multimétrico AMBI-Multivariado (M-AMBI), proposto por Muxika *et al.* (2007) e calculado a partir dos valores de riqueza e diversidade taxonómicas e do Índice Biótico Marinho (AMBI) desenvolvido por Borja *et al.* (2000). Este último, divide as diferentes espécies de macroinvertebrados bentónicos em cinco grupos ecológicos, de acordo com os níveis de sensibilidade/tolerância a perturbações de origem antrópica, anteriormente definidos por Grall & Glémarec (1997):

- *Grupo I (GI)* - espécies muito sensíveis ao enriquecimento orgânico, presentes em condições não perturbadas;
- *Grupo II (GII)* - espécies indiferentes ao enriquecimento orgânico, que apresentam baixas densidades e variações pouco significativas ao longo do tempo;
- *Grupo III (GIII)* - espécies tolerantes a um excessivo enriquecimento orgânico, 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 e,
- *Grupo V (GV)* - espécies oportunistas de 1ª ordem, que proliferam em situações de desequilíbrio pronunciado.

Com base na abundância relativa (%) dos *taxa* presentes em cada colheita é calculado o índice AMBI, de acordo com a seguinte fórmula:

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

O M-AMBI é calculado a partir dos valores dos seus três parâmetros constituintes através de uma análise fatorial, por forma a determinar o correspondente rácio de qualidade ecológica (RQE). Os respectivos valores de referência para cada classe de qualidade ecológica (Tabela 1) foram definidos a partir do exercício de intercalibração Europeia para implementação da Directiva-Quadro da Água (Borja *et al.*, 2007; 2009; Neto, 2014). Para o cálculo desta ferramenta foi utilizado o software AMBI 4.5, disponibilizado em <https://ambi.azti.es/>.

Tabela 1. Valores dos limites do rácio de qualidade ecológica para a definição das diferentes classes de qualidade estabelecidas para aplicação do M-AMBI (Borja *et al.*, 2007; 2009; Neto 2014).

Estado de Qualidade Ecológica	Limites
Elevado	$0,85 \leq M\text{-AMBI} \leq 1,00$
Bom	$0,55 \leq M\text{-AMBI} < 0,85$
Moderado	$0,39 \leq M\text{-AMBI} < 0,55$
Reduzido	$0,20 \leq M\text{-AMBI} < 0,39$
Mau	$0,00 \leq M\text{-AMBI} < 0,20$

O Índice Biótico Marinho (AMBI), desenvolvido para ambientes marinhos e adaptado, posteriormente, a sistemas estuarinos (Borja *et al.*, 2000; Muxika *et al.*, 2005), é particularmente adequado para determinar o impacto nas comunidades de macroinvertebrados bentónicos resultante do aumento das cargas orgânicas (Costa *et al.* 2008). No entanto, em situações de elevada degradação ambiental, em que a riqueza e diversidade taxonómicas se tornam muito reduzidas, este método torna-se menos fidedigno (Borja & Muxika, 2005), sendo substituído com vantagem pelo seu homólogo multivariado, que tem em conta também aqueles dois parâmetros representativos da estrutura das referidas comunidades. Esta foi a razão pela qual, no presente estudo, se seleccionou o M-AMBI para descrever o nível de perturbação das comunidades de macroinvertebrados bentónicos, já que o estado ecológico de alguns pontos de amostragem, particularmente empobrecidos em termos biológicos, pelo menos no início do estudo, poderia ser deficientemente avaliado mediante a aplicação do AMBI.

3. RESULTADOS

3.1. SEDIMENTOS SUPERFICIAIS

3.1.1. GRANULOMETRIA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS

De um modo geral, observa-se sempre uma dominância de elementos finos (vasa) nos sedimentos das quatro áreas de estudo, quer nas estações de amostragem de impacto, quer nas suas homólogas de controlo (Figuras 8 a 11).

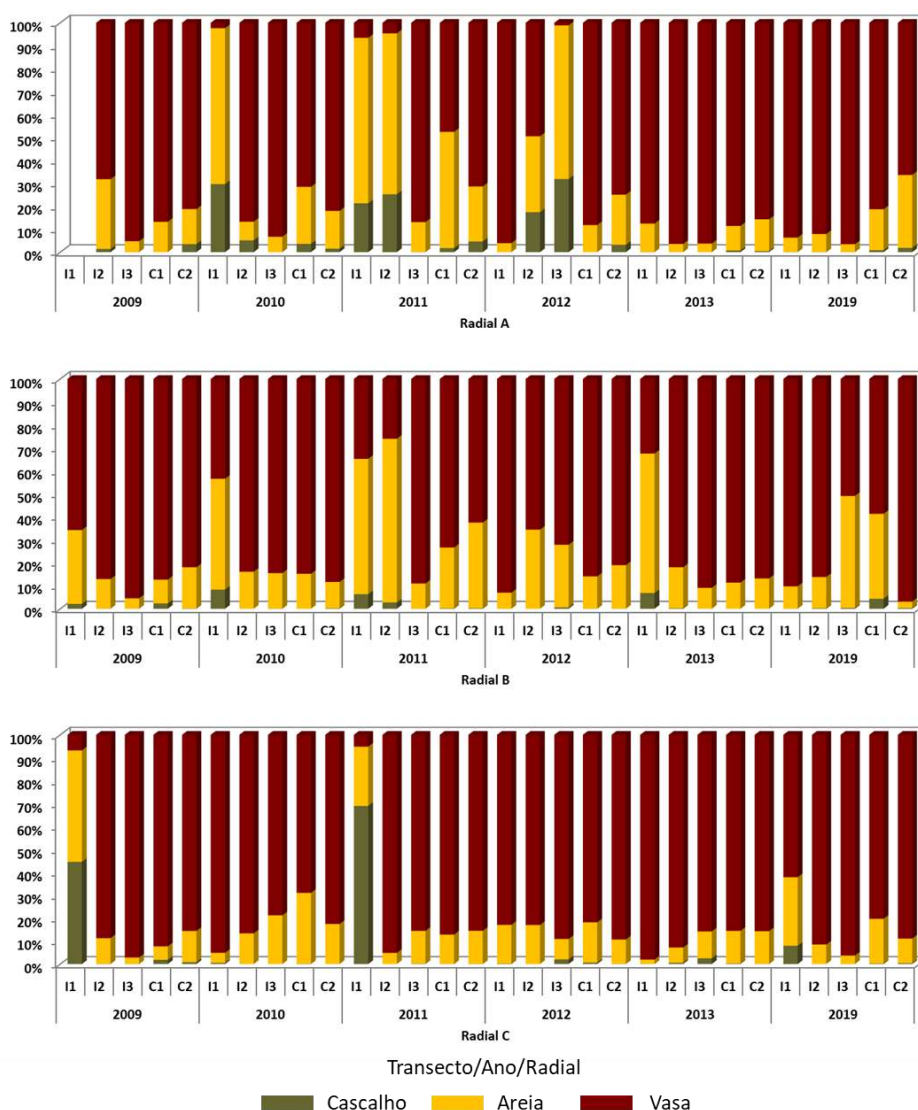


Figura 8. Variação da granulometria dos sedimentos nas diversas estações amostradas na zona de Alcântara em 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2019 (I - estações de amostragem de impacto; C - estações de amostragem de controlo).

Segue-se a fração arenosa, que pode chegar a ser pontualmente dominante, constituindo os sedimentos cascalhentos uma porção quase residual em todos os locais. A fração arenosa tende a ser mais importante com o afastamento da margem, sendo tal padrão evidente no Terreiro do Paço e, em menor grau, em Alcântara. Neste último local, nos últimos anos tem-se assistido a uma aproximação às características sedimentares verificadas em Chelas e Beirolas, ou seja, um claro predomínio de vasa em todas as radiais.

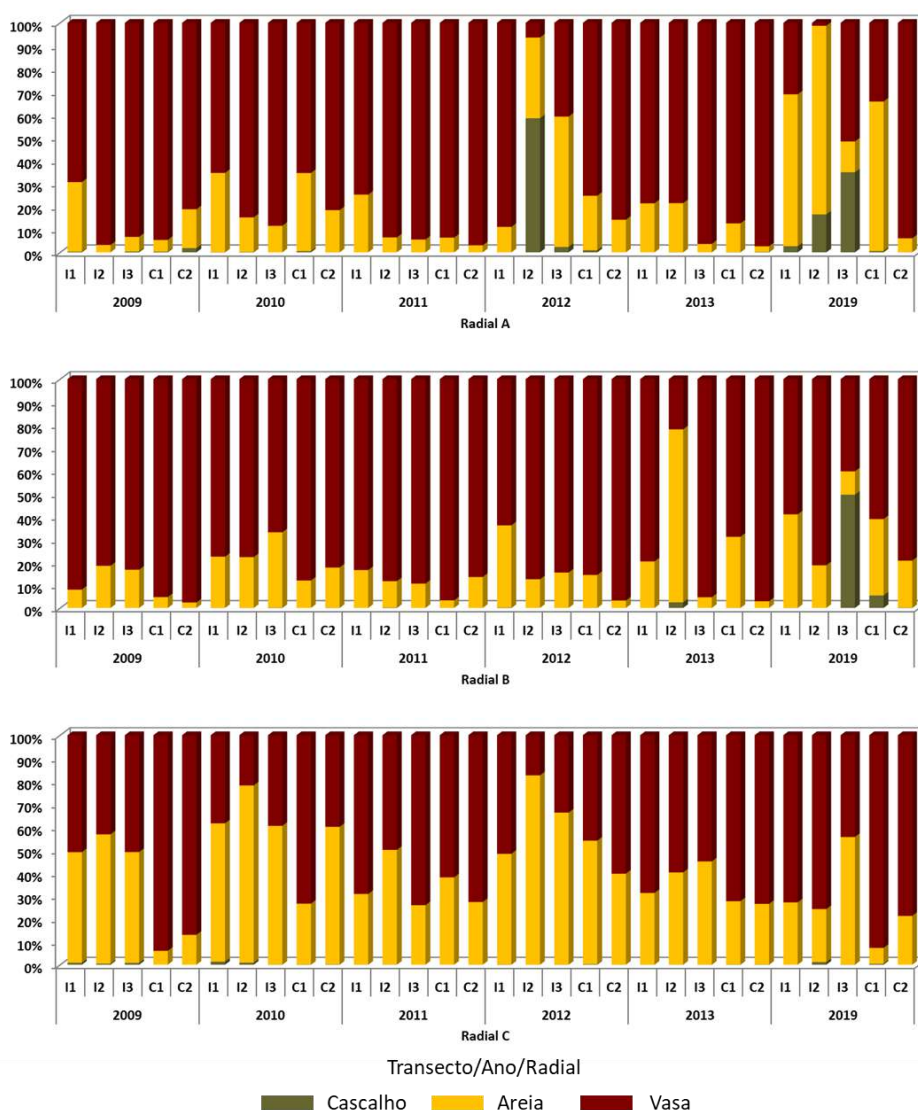


Figura 9. Variação da granulometria dos sedimentos nas diversas estações amostradas na zona do Terreiro do Paço em 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2019 (I - estações de amostragem de impacto; C - estações de amostragem de controlo).

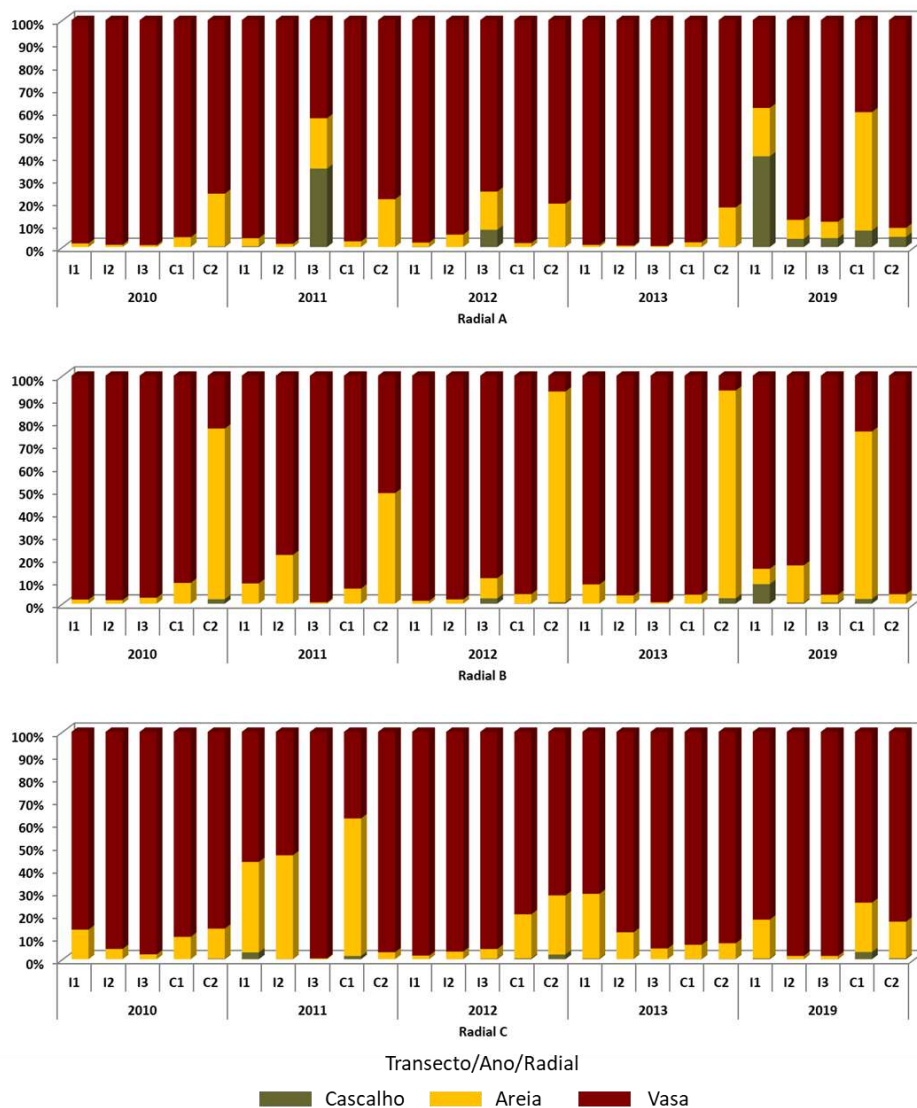


Figura 10. Variação da granulometria dos sedimentos nas diversas estações amostradas na zona de Chelas em 2010, 2011, 2012, 2013 e 2019 (I - estações de amostragem de impacto; C - estações de amostragem de controlo).

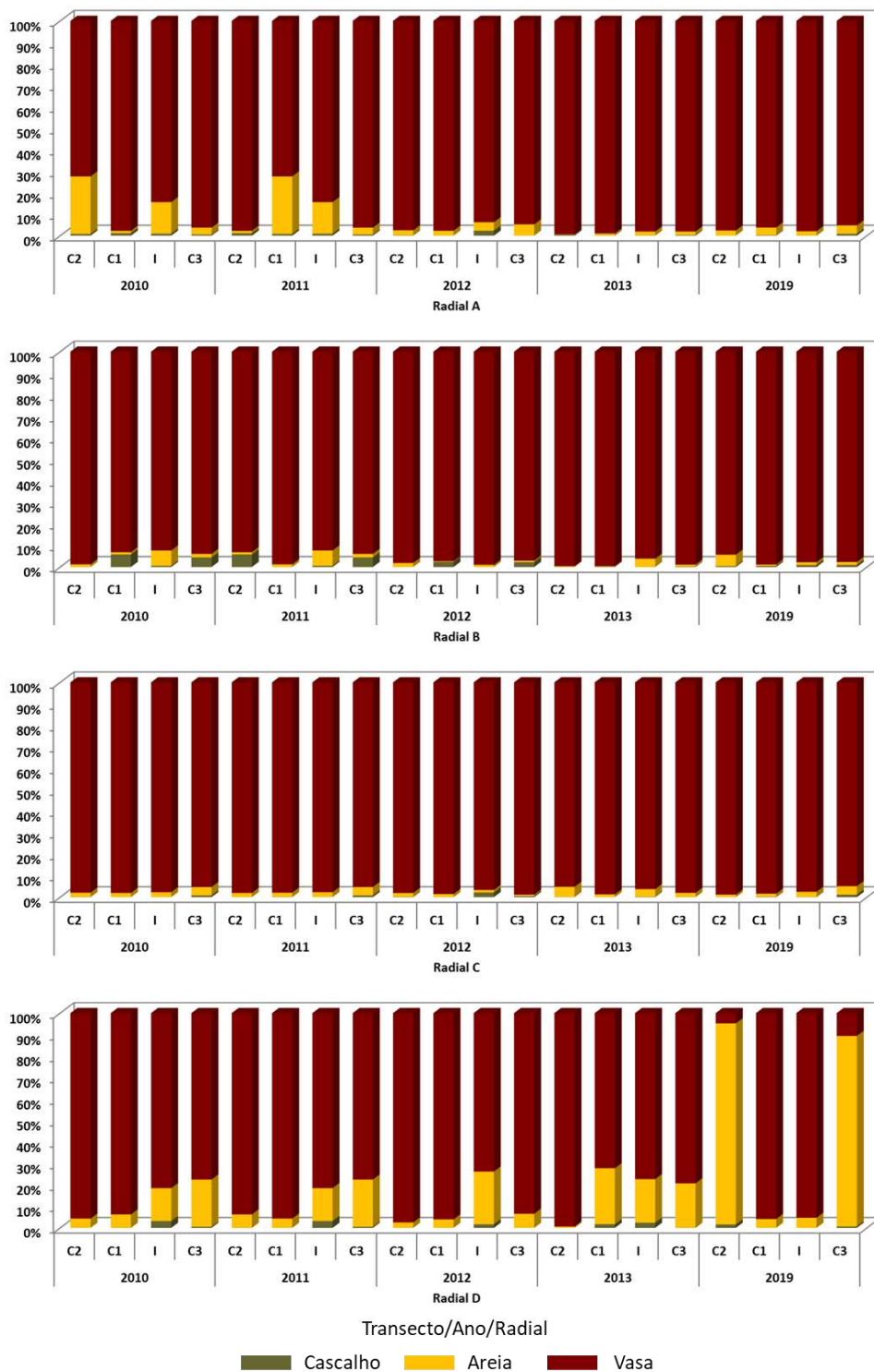


Figura 11. Variação da granulometria dos sedimentos nas diversas estações amostradas na zona de Beirolas em 2010, 2011, 2012, 2013 e 2019 (I - estações de amostragem de impacto; C - estações de amostragem de controlo).

3.1.2. MATÉRIA ORGÂNICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS

Os teores em matéria orgânica total (MOT) observados nas várias estações de amostragem têm sido, na generalidade, superiores a 5%, quer nas estações de amostragem de impacto, quer nas estações de amostragem de controlo (Figuras 12 a 15). Estes valores podem ser considerados elevados e característicos de zonas sujeitas a fortes cargas orgânicas de origem antrópica, na medida em que vasas não poluídas comportam normalmente níveis de MOT situados entre 0,5% e 5,0% (Hily, 1984).

Tendo em conta que os níveis de matéria orgânica nas estações de amostragem de controlo são idênticos aos das suas homólogas de impacto, parece evidente que a acumulação de MOT nos sedimentos locais estará pouco relacionada com a presença das descargas, mas antes com outros fatores antrópicos e/ou naturais. Assim, a elevada fracção sedimentar vasosa contribuirá de forma determinante para estes elevados valores de MOT. De facto, apenas se verifica uma diminuição dos seus níveis nas estações que apresentam maior percentagem de elementos grosseiros.

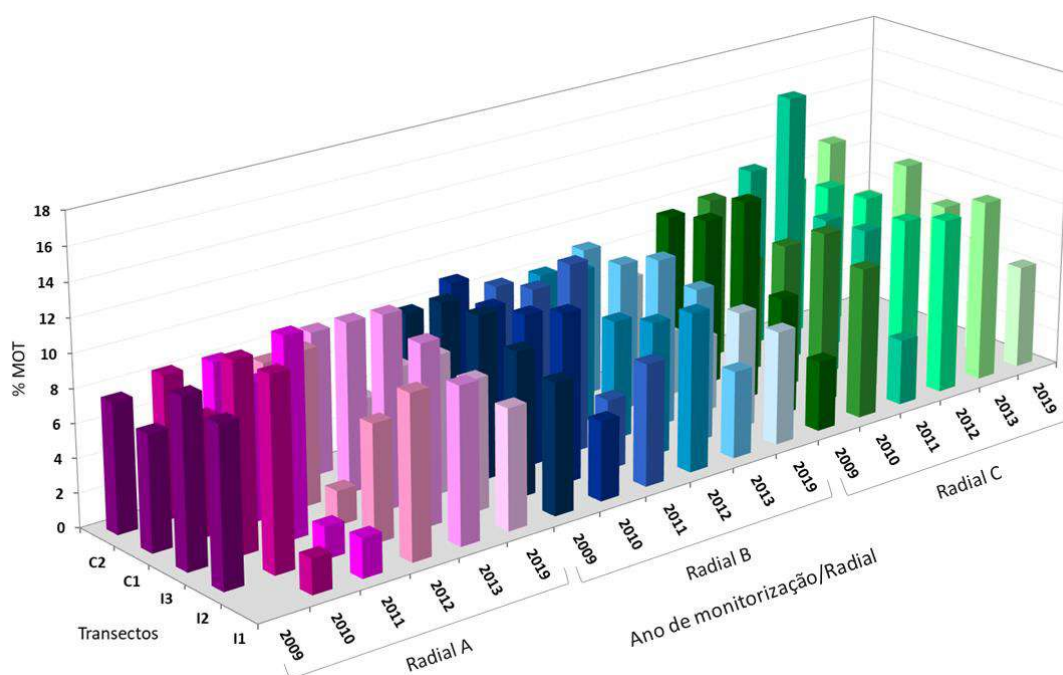


Figura 12. Variação da percentagem de matéria orgânica dos sedimentos nas diversas estações amostradas na zona de Alcântara em 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2019 (I - estações de amostragem de impacto; C - estações de amostragem de controlo).

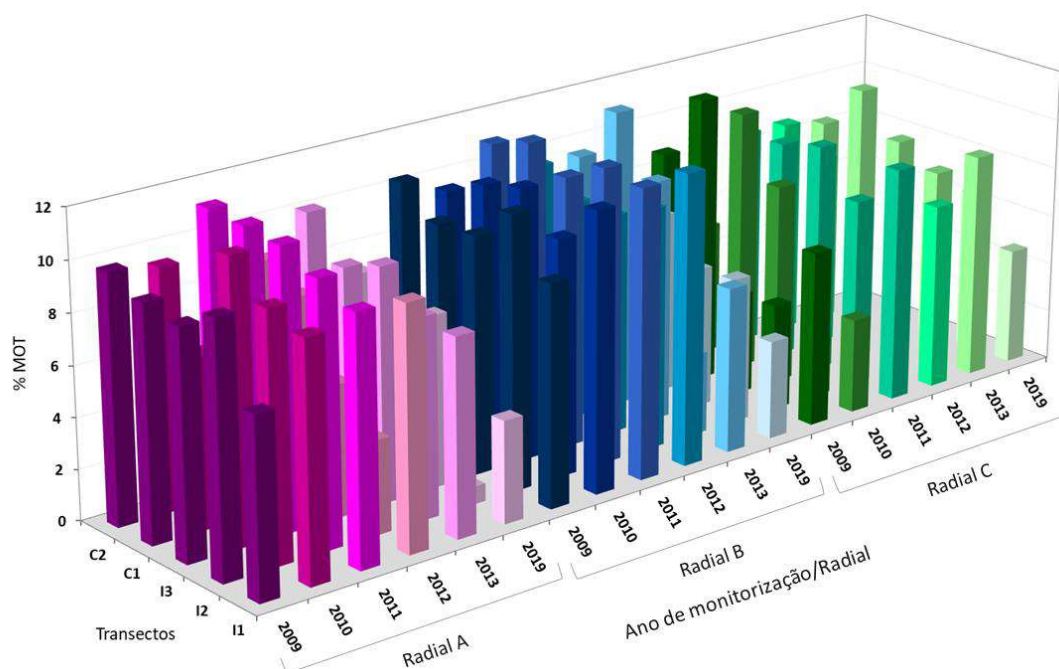


Figura 13. Variação da percentagem de matéria orgânica dos sedimentos nas diversas estações amostradas na zona do Terreiro do Paço em 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2019 (I - estações de amostragem de impacto; C - estações de amostragem de controlo).

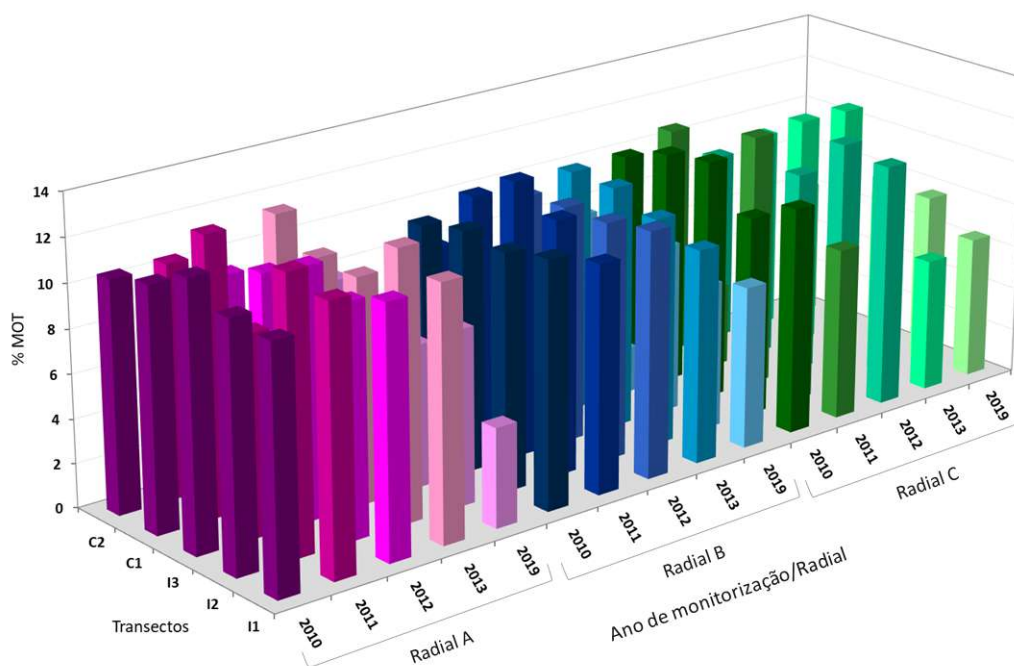


Figura 14. Variação da percentagem de matéria orgânica dos sedimentos nas diversas estações amostradas na zona de Chelas em 2010, 2011, 2012, 2013 e 2019 (I - estações de amostragem de impacto; C - estações de amostragem de controlo).

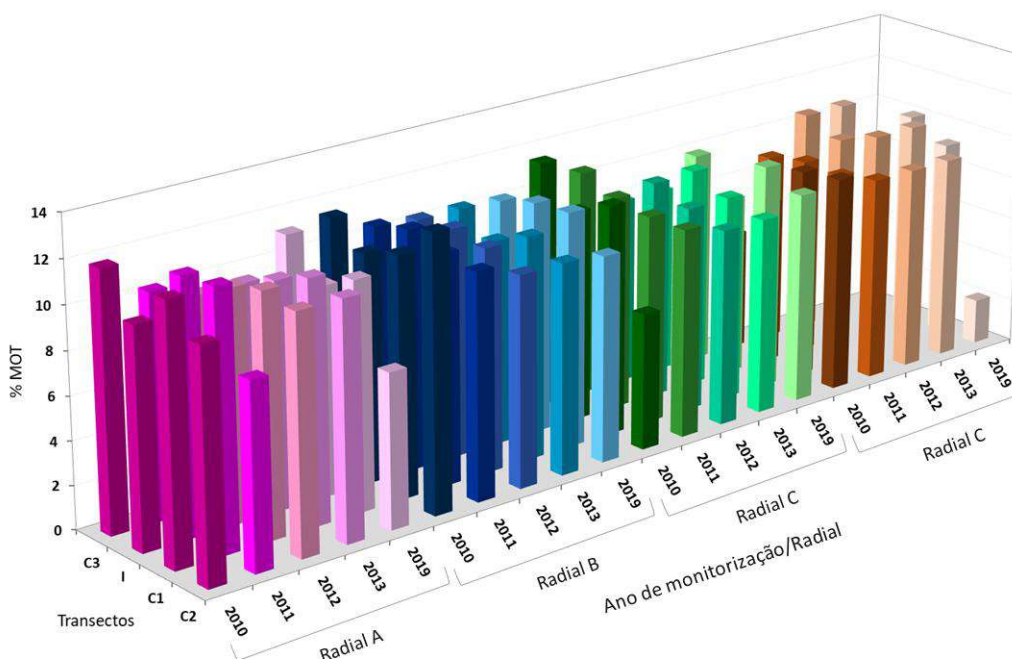


Figura 15. Variação da percentagem de matéria orgânica dos sedimentos nas diversas estações amostradas na zona de Beirolos em 2010, 2011, 2012, 2013 e 2019 (I - estações de amostragem de impacto; C - estações de amostragem de controlo).

3.2. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

3.2.1. ELENCO FAUNÍSTICO

Até ao momento foram observados em Alcântara 189 *taxa*, num total de 7.640 organismos, sendo que apenas 7,4% desses *taxa* foram comuns aos seis anos monitorizados (Tabela 2). Nesta área de estudo, em 2019 foram identificados 50 *taxa*, num total de 290 indivíduos, enquanto em 2009, 2010, 2011, 2012 e 2013 haviam sido inventariados 33, 91, 82, 86 e 74 *taxa*, num total de 191, 2.656, 2.398, 971 e 1.134 indivíduos, respectivamente.

Em 2019, os anelídeos foram o grupo mais representado (23 *taxa*), seguido dos moluscos (16 *taxa*) e dos artrópodes (5 *taxa*). Estes últimos sofreram um decréscimo muito acentuado, uma vez que em 2013 haviam sido registados 16 *taxa*, com os restantes a manterem números muito semelhantes.

Tabela 2. Lista e número de indivíduos capturados dos *taxa* presentes nas comunidades de macroinvertebrados bentónicos de Alcântara (ALI – estações de amostragem de impacto; ALC – estações de amostragem de controlo) em 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2019 (x – presença confirmada, mas não quantificada).

TAXA	2009		2010		2011		2012		2013		2019	
	ALI	ALC	ALI	ALC	ALI	ALC	ALI	ALC	ALI	ALC	ALI	ALC
FILO PORIFERA												
Porifera n.i.										x		
FILO CNIDARIA												
Classe HYDROZOA												
Hydrozoa n.i.			X	x		x				x		x
Classe ANTHOZOA												
Ordem Actiniaria												
Família Actiniidae												
<i>Actinia equina</i> (Linnaeus, 1758)			6			1						
<i>Bolocera tuediae</i> (Johnston, 1832)			2							3		
<i>Urticina eques</i> (Gosse, 1858)		1										
Família Diadumenidae												
<i>Diadumene cincta</i> Stephenson,	1925					1						
Família Hormathiidae												
<i>Hormathia coronata</i> (Gosse, 1858)			1			1						
Família Sagartiidae												
<i>Sagartia troglodytes</i> (Price in	Johnston, 1847)	1		3				3		1		
<i>Sagartiogeton undatus</i> (Müller,	1778)											1
Ordem Spirularia												
Família Cerianthidae												
<i>Cerianthus lloydii</i> Gosse, 1859												1
FILO NEMERTEA												
Nemertea n.i.	2		2	10	16	21	11	1	8	5	2	14
FILO NEMATODA												
Nematoda n.i.	x	x	X	x	x	x	x		x	x	x	x
FILO MOLLUSCA												
Classe POLYALCOPHORA												
Ordem Chitonida												
Família Chaetopleuridae												
<i>Chaetopleura angulata</i> (Spengler,	1797)		1			1						
Classe GASTROPODA												
Ordem Caenogastropoda												
indeterminada												
Família Cerithiidae												
<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa,	1778)											1
Família Epitoniidae												
<i>Epitonium clathratulum</i>	(Kanmacher, 1798)						4					
Ordem Littorinimorpha												
Família Hydrobiidae												
<i>Peringia ulvae</i> (Pennant, 1777)			6			2			1		1	
Família Iravadiidae												
<i>Hyala vitrea</i> (Montagu, 1803)												2
Família Tornidae												
<i>Tornus subcarinatus</i> (Montagu,	1803)					1						

(continua)

Tabela 2 (continuação)

TAXA	2009		2010		2011		2012		2013		2019	
	ALI	ALC	ALI	ALC	ALI	ALC	ALI	ALC	ALI	ALC	ALI	ALC
Ordem Neogastropoda												
Família Muricidae												
1803)						1						
<i>Trophonopsis muricata</i> (Montagu,												
Família Muricidae												
1758)				3								
<i>Ocenebra erinaceus</i> (Linnaeus,												
Família Nassariidae												
									1			
									3		11	11
	5	6	11	15	27	2	5	2				
			1	1								
<i>Tritia incrassata</i> (Strøm, 1768)												
<i>Tritia reticulata</i> (Linnaeus, 1758)												
<i>Nassarius</i> sp.												
Ordem Nudibranchia												
Família Cuthonidae												
					1							
<i>Cuthona</i> sp.												
Ordem indeterminada												
Família Pyramidellidae												
				1								
				2								
				1								
1844)					12							
<i>Eulimella acicula</i> (Philippi, 1836)												
<i>Eulimella cerullii</i> (Cossmann, 1916)												
<i>Parthenina suturalis</i> (Philippi,												
<i>Turbonilla lactea</i> (Linnaeus, 1758)												
			1									
Gastropoda n.i.												
Classe BIVALVIA												
Ordem Adapedonta												
Família Pharidae												
		1										
<i>Pharus legumen</i> (Linnaeus, 1758)												
Ordem Cardiida												
Família Cardiidae												
1758)					2							
<i>Acanthocardia echinata</i> (Linnaeus,												
1758)					11		4		1			
<i>Cerastoderma edule</i> (Linnaeus,												
1789)	4	8	13				3		8	20		1
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière,												
1831)		1					2					1
<i>Parvicardium pinnulatum</i> (Conrad,												
Família Scrobiculariidae												
1778)											3	1
<i>Scrobicularia plana</i> (da Costa,												
Família Semelidae												
	1	4	12	11	6	2	14	3	2	1		
				1								
			1				34		1	2		
			1									
<i>Abra alba</i> (W. Wood, 1802)												
<i>Abra nitida</i> (O.F. Müller, 1776)												
<i>Abra prismatica</i> (Montagu, 1808)												
<i>Abra</i> sp.												
Ordem Galeommatida												
Família Lasaeidae												
1803)	1		8	1	4	5					3	10
<i>Kurtiella bidentata</i> (Montagu,												
Ordem Myida												
Família Corbulidae												
	1		12	2	8	4		3	4			2
<i>Corbula gibba</i> (Olivi, 1792)												
Família Pholadidae												
			17		14	3		3	10			
<i>Barnea candida</i> (Linnaeus, 1758)												
Ordem Mytilida												
Família Mytilidae												
1844)			1			3		1				
<i>Modiolula phaseolina</i> (Philippi,												
1835)												1
<i>Musculus subpictus</i> (Cantraine,												

(continua)

Tabela 2 (continuação)

TAXA	2009		2010		2011		2012		2013		2019	
	ALI	ALC	ALI	ALC	ALI	ALC	ALI	ALC	ALI	ALC	ALI	ALC
Lamarck, 1818	11	19	22	37	21	57	61	93	58	59	41	8
<i>Nephtys hombergii</i> Savigny in												
Família Nereididae												
<i>Eunereis longissima</i> Johnston, 1840		1	3	2	1	1	1	5	1	1		
1776) <i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Müller,							3				1	
Família Pholoidae												
<i>Pholoe inornata</i> Johnston, 1839				1					2			
Família Phyllodocidae												
<i>Mysta picta</i> (Quatrefages, 1865)							1					
1767) <i>Phyllodoce maculata</i> (Linnaeus,							1					
Família Polynoidae												
<i>Gattyana cirrhosa</i> (Pallas, 1766)										1		
1840) <i>Harmothoe extenuata</i> (Grube,			1									
1767) <i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus,												1
1863) <i>Harmothoe longisetis</i> (Grube,				1							1	1
<i>Harmothoe serrata</i> Day, 1963						1	2					
1874) <i>Malmgrenia andreapolis</i> McIntosh,							1					
Chiaje, 1830) <i>Malmgreniella lunulata</i> (Delle					1							
<i>Subadyte pellucida</i> (Ehlers, 1864)								1				
Polynoidae n.i.								1				
Família Sigalionidae												
<i>Fimbriosthenelais minor</i> (Pruvot &								2				
Racovitza, 1895) <i>Sthenelais boa</i> (Johnston, 1833)				2	1							
Família Syllidae												
1863) <i>Sphaerosyllis hystrix</i> Claparède,								1				
<i>Sphaerosyllis taylori</i> Perkins, 1981					1		2		3			
<i>Syllis gracilis</i> Grube, 1840					1							
<i>Myrianida</i> sp.	1		1	1	8		3		1			
<i>Parapionosyllis</i> sp.	1			2			1				1	
Ordem Sabellida												
Família Sabellidae												
<i>Chone</i> sp.				1			6					
Família Serpulidae												
<i>Spirobranchus lamarcki</i>			3	2	8	3	3					
(Quatrefages, 1866)												
Ordem Spionida												
Família Magelonidae												
<i>Magelona minuta</i> Eliason, 1962				2			1					
Família Spionidae												
<i>Aonides oxycephala</i> (Sars, 1862)	1		10		9		15		2			
1898) <i>Boccardiella ligerica</i> (Ferronière,									1			
<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)				2	12							
<i>Polydora cornuta</i> Bosc, 1802	1	1		71								
<i>Polydora hoplura</i> Claparède, 1868												1
<i>Prionospio cirrifera</i> Wirén, 1883				2	47	23	1			3		1
<i>Prionospio fallax</i> Söderström, 1920							1	2				
<i>Prionospio multibranchiata</i>												
Berkeley, 1927			1			1	8			1		
<i>Prionospio pulchra</i> Imajima, 1990									4			

(continua)

Tabela 2 (continuação)

TAXA	2009		2010		2011		2012		2013		2019	
	ALI	ALC	ALI	ALC	ALI	ALC	ALI	ALC	ALI	ALC	ALI	ALC
1864)				1					1			
	Família Pycnogonidae											
				1								
	Classe HEXANAUPLIA											
	Ordem Sessilia											
	Família Balanidae											
			7	6								
	Crustacea n.i.											
				x	x		x			x		
	Classe MALACOSTRACA											
	Ordem Amphipoda											
	Família Ampeliscidae											
												1
							2					
						3						
1856)	Família Amphilochidae											
1876)					1							
	Família Atylidae											
			1				3					
	Família Corophiidae											
							93			6		
(Chevreux, 1908)												
			84	26	5		12		86	22		
(Costa, 1853)						6						
(Crawford, 1937)							4		1	1		
(Crawford, 1937)	Família Ischyroceridae											
			20	5	6		2		11			
Bate, 1857)	Família Liljeborgiidae											
				1								
Gentil, 1983)	Família Melitidae											
		1							12			
Bate, 1862)			1						5		4	
1813)				2								
	Família Photidae											
					1							
1828)	Família Phoxocephalidae											
							1					
	Família Unciolidae											
					12							
1862)	Ordem Cumacea											
	Família Bodotriidae											
			1		1		2					
			3		9	1	9			1		
1804)				2	1				1			
												1

(continua)

Tabela 2 (continuação)

TAXA	2009		2010		2011		2012		2013		2019	
	ALI	ALC	ALI	ALC	ALI	ALC	ALI	ALC	ALI	ALC	ALI	ALC
1858												1
	Família Diastylidae											
	<i>Diastylis rugosa</i> Sars, 1865											
	Ordem Decapoda											
	Família Atecyclusidae											
	<i>Atecyclus rotundatus</i> (Olivi, 1792)											
	Família Crangonidae											
	<i>Crangon crangon</i> (Linnaeus, 1758)											
	Família Diogenidae											
	<i>Diogenes pugilator</i> (P. Roux, 1829)											
	Família Galatheididae											
1851	<i>Galathea intermedia</i> Liljeborg,											
	Família Pilumnidae											
	<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)											
	Família Pinnotheridae											
	<i>Nepinnotheres pinnotheres</i> (Linnaeus, 1758)											
	<i>Pinnotheres pisum</i> (Linnaeus, 1767)											
	Família Polybiidae											
1814 [in Leach, 1813-1815]	<i>Liocarcinus marmoreus</i> (Leach,											
	<i>Liocarcinus pusillus</i> (Leach, 1816)											
	<i>Liocarcinus</i> sp.											
	Família Porcellanidae											
	<i>Pisidia bluteli</i> (Risso, 1816)											
	Família Upogebiidae											
	<i>Upogebia stellata</i> (Montagu, 1808)											
	Ordem Isopoda											
	Família Anthuridae											
	<i>Cyathura carinata</i> (Krøyer, 1847)											
	Ordem Mysida											
	Família Mysidae											
1864)	<i>Leptomysis gracilis</i> (G.O. Sars,											
Beneden, 1861)	<i>Mesopodopsis slabberi</i> (van											
	<i>Neomysis integer</i> (Leach, 1814)											
	Classe INSECTA											
	Ordem Diptera											
	Família Chironomidae											
	Chironomidae n.i.											
	Família Psychodidae											
	Psychodidae n.i.											
	Família Scatopsidae											
	Scatopsidae n.i.											
	Filo Bryozoa											
	Bryozoa n.i.											
	Filo Phoronida											
	Phoronida n.i.											
	FILO ECHINODERMATA											
	Classe OPHIUROIDEA											
	Ordem Ophiurida											
	Família Amphiridae											
Chiaje, 1828)	<i>Amphiphalis squamata</i> (Delle											
	<i>Amphiura chiajei</i> Forbes, 1843											
Total Geral	144	47	1022	1634	1418	980	800	171	638	496	139	151

Até o momento foram identificados no Terreiro do Paço 188 *taxa* e capturados 6.752 indivíduos, sendo que apenas 3,7% dessas entidades taxonómicas ocorreram em todos os anos monitorizados (Tabela 3). Nesta área de estudo, em 2019 foram identificados 83 *taxa*, num total de 625 indivíduos, enquanto em 2009, 2010, 2011, 2012 e 2013 haviam sido inventariados 37, 32, 69, 70 e 50 *taxa*, num total de 263, 439, 4.103, 584 e 738 indivíduos, respectivamente. O grupo mais representado em 2019 foi o dos anelídeos (30 *taxa*), seguido dos artrópodes e moluscos, com 20 e 19 *taxa*, respectivamente. Enquanto os anelídeos e os moluscos registaram um acréscimo muito ligeiro em 2019, os artrópodes, por sua vez, aumentaram o seu número de forma significativa. É de salientar que em 2013 não foi registada a presença de anémonas na área amostrada, mas já em 2019 este grupo viu o seu registo subir para 8 *taxa*.

Tabela 3. Lista e número de indivíduos capturados dos *taxa* presentes nas comunidades de macroinvertebrados bentónicos do Terreiro do Paço (TPI – estações de amostragem de impacto; TPC – estações de amostragem de controlo) em 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2019 (x – presença confirmada, mas não quantificada).

TAXA	2009		2010		2011		2012		2013		2019		
	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC	
FILO CNIDARIA													
Classe ANTHOZOA													
Ordem Actiniaria													
Família Actiniidae													
												10	
												1	
												1	
Família Hormathiidae													
												2	2
Família Sagartiidae													
												1	
												1	
												1	
												1	
Johnston, 1847)												1	
												5	
1848)												5	
Classe HYDROZOA													
		x	x	x			x						
FILO NEMERTEA													
Classe PILIDIOPHORA													
Ordem Heteronemertea													
Família Lineidae													
												1	1
		1	6	4	11	3	3	10		9		133	1
FILO NEMATODA													
		x		x	x	x	x	x		x		x	
FILO MOLLUSCA													
Classe POLYPLACOPHORA													
Ordem Lepidopleurida													
Família Leptochitonidae													
		1											
Classe GASTROPODA													
Ordem Caenogastropoda indeterminada													
Família Cerithiidae													
												1	1
Ordem Littorinimorpha													
Família Calyptraeidae													
								2					
Família Hydrobiidae													
									1				
Família Irvadiidae													
										1			
Família Rissoidae													
											3		
Ordem Neogastropoda													
Família Muricidae													
												1	
												1	
1803)												1	
Família Nassariidae													
						1							
						1		1		3		11	8

(continua)

Tabela 3 (continuação)

TAXA	2009		2010		2011		2012		2013		2019	
	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC
<i>Tritia varicosa</i> (W. Turton, 1825)					1							
Ordem Nudibranchia												
Família Facelinidae												
<i>Facelina auriculata</i> (Müller, 1776)	1										1	
<i>Facelina</i> sp.	1											
Família Pyramidellidae												
<i>Parthenina suturalis</i> (Philippi, 1844)					1							
Classe BIVALVIA												
Ordem Adapedonta												
Família Hiattellidae												
<i>Hiattella arctica</i> (Linnaeus, 1767)											1	
Família Pharidae												
<i>Ensis siliqua</i> (Linnaeus, 1758)									2			
Família Solenidae												
<i>Solen capensis</i> P. Fischer, 1881											1	2
Ordem Cardiida												
Família Cardiidae												
1767) <i>Acanthocardia aculeata</i> (Linnaeus,			1									
1758) <i>Acanthocardia echinata</i> (Linnaeus,											1	1
<i>Cerastoderma edule</i> (Linnaeus, 1758)					2		1		10	2		
1789) <i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguère,	3	2	5	1	8	1		2	1	4		1
<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)									7		1	
1831) <i>Parvicardium pinnulatum</i> (Conrad,	3	14										
Cardiidae n.i.						1						
Família Scrobiculariidae												
<i>Scrobicularia plana</i> (da Costa, 1778)												2
Família Semelidae												
<i>Abra alba</i> (W. Wood, 1802)	6	3	3	1	1	1	27		30			
<i>Abra nitida</i> (O.F. Müller, 1776)		1										
<i>Abra prismatica</i> (Montagu, 1808)			2		1	4	4	2				
<i>Abra segmentum</i> (Récluz, 1843)										1		
<i>Abra</i> sp.			1									
Ordem Galeommatida												
Família Lasaeidae												
<i>Kurtiella bidentata</i> (Montagu, 1803)		3	3				2					
Lasaeidae n.i.					1							
Ordem Myida												
Família Corbulidae												
<i>Corbula gibba</i> (Olivier, 1792)		6			6	10	1		14	5	5	13
Família Pholadidae												
<i>Barnea candida</i> (Linnaeus, 1758)					4	1			4	1		
Ordem Mytilida												
Família Mytilidae												
<i>Modiolula phaseolina</i> (Philippi, 1844)			2	1								
<i>Modiolus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)											3	
<i>Modiolus modiolus</i> (Linnaeus, 1758)		2							1			
<i>Musculus discors</i> (Linnaeus, 1767)									1			
<i>Mytilus edulis</i> Linnaeus, 1758											1	
Ordem Nuculida												
Família Nuculidae												
<i>Nucula</i> sp.		3	2		1		5			3	4	3
Ordem Pectinida												
Família Anomiidae												
<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758							3					

(continua)

Tabela 3 (continuação)

TAXA	2009	2010	2011	2012	2013	2019
------	------	------	------	------	------	------

	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC
Ordem Venerida												
Família Mactridae												
	1	1			2	1	3	1	2	2	3	4
	<i>Spisula subtruncata</i> (da Costa, 1778)											
Família Veneridae												
		2				1	1		12		11	8
	<i>Venerupis corrugata</i> (Gmelin, 1791)											
						1	2	1	2		1	1
	<i>Venerupis philippinarum</i> (A. Adams & Reeve, 1850)											
									1			
	<i>Venus casina</i> Linnaeus, 1758											
							1					
	Bivalvia n.i.											
				2					1			
	Bivalvia sp2											
										1		
FILO SIPUNCULA												
												1
	Sipuncula n.i.											
FILO ANNELIDA												
Classe CLITELLATA												
			44	19	646	318	41		4		70	1
	Oligochaeta n.i.											
Classe POLYCHAETA												
Ordem Eunicida												
Família Eunicidae												
								1				
	<i>Marphysa sanguinea</i> (Montagu, 1815)											
Família Onuphidae												
					1	1			3			
	<i>Diopatra micrura</i> Pires, Paxton, Quintino & Rodrigues, 2010											
									1			
	<i>Diopatra neapolitana</i> Delle Chiaje, 1841											
Ordem Phyllococida												
Família Glyceridae												
								15	1			
	<i>Glycera alba</i> (O.F. Müller, 1776)											
											4	1
	<i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861											
			1				1			1		
	<i>Glycera unicornis</i> Savigny in Lamarck, 1818											
Família Hesionidae												
			1	1							7	4
	<i>Gyptis propinqua</i> Marion & Bobretzky, 1875											
										2		
	<i>Hesione</i> sp.											
									1			
	<i>Oxydromus flexuosus</i> (delle Chiaje, 1827)											
Família Nephtyidae												
								5				
	<i>Nephtys caeca</i> (Fabricius, 1780)											
	42	59	48	37	80	66	91	20	93	49	30	13
	<i>Nephtys hombergii</i> Savigny in Lamarck, 1818											
Família Nereididae												
			1				1		2	1		2
	<i>Eunereis longissima</i> (Johnston, 1840)											
					3							
	<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Müller, 1776)											
Família Pholoidae												
		5						1			2	
	<i>Pholoe inornata</i> Johnston, 1839											
Família Phyllococidae												
			1									
	<i>Eumida sanguinea</i> (Örsted, 1843)											
								2				
	<i>Mysta picta</i> (Quatrefagues, 1866)											
											1	
	<i>Phyllodoce lineata</i> (Claparède, 1870)											
									1			
	<i>Phyllodoce mucosa</i> Örsted, 1843											
Família Polynoidae												
								2				
	<i>Harmothoe extenuata</i> (Grube, 1840)											
								1				
	<i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus, 1767)											
								1		1		
	<i>Harmothoe impar</i> (Johnston, 1839)											
								2				
	<i>Harmothoe serrata</i> Day, 1963											
								3				
	<i>Harmothoe spinifera</i> (Ehlers, 1864)											
								1				
	<i>Lepidonotus clava</i> (Montagu, 1808)											

(continua)

Tabela 3 (continuação)

TAXA	2009	2010	2011	2012	2013	2019
------	------	------	------	------	------	------

	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC
<i>Malmgrenia polypapillata</i> (Barnich & Fiege, 2001)								2				
<i>Harmothoe</i> sp.		5									1	
Família Sigalionidae												
<i>Fimbriosthenelais minor</i> (Pruvot & Racovitza, 1895)									2			
<i>Sthenelais boa</i> (Johnston, 1833)							1				2	
Família Syllidae												
<i>Sphaerosyllis hystrix</i> Claparède, 1863									1			1
<i>Sphaerosyllis taylori</i> Perkins, 1981	1	1			1			3				
<i>Syllis gracilis</i> Grube, 1840		1		7				1			10	
<i>Myrianida</i> sp.							1	2				
<i>Parapionosyllis</i> sp.			8	17			14	1				
Ordem Sabellida												
Família Serpulidae												
<i>Spirobranchus lamarcki</i> (Quatrefages, 1866)											1	
Ordem Spionida												
Família Spionidae												
<i>Aonides oxycephala</i> (Sars, 1862)								5			2	2
<i>Dipolydora flava</i> (Claparède, 1870)					20							
<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)					27	5			1			
<i>Polydora cornuta</i> Bosc, 1802						1	1					
<i>Prionospio cirrifera</i> Wirén, 1883			1	1	42	11						
<i>Prionospio multibranchiata</i> Berkeley, 1927					25	4	1					
<i>Prionospio pulchra</i> Imajima, 1990											1	
<i>Prionospio steenstrupi</i> Malmgren, 1867								2				
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> (Okuda, 1937)					1				1			
<i>Streblospio shrubsolii</i> (Buchanan, 1890)	1		17	15	280	767	4		3	1		1
Ordem Terebellida												
Família Ampharetidae												
<i>Melinna palmata</i> Grube, 1870					1	2	1	1		4	1	6
Família Cirratulidae												
<i>Aphelocheata</i> sp.		1			425	126	4				12	1
<i>Caulleriella alata</i> (Southern, 1914)							2				1	
<i>Caulleriella bioculata</i> (Keferstein, 1862)							4		3			
<i>Chaetozone gibber</i> Woodham & Chambers, 1994									2			
<i>Kirkegaardia heterochaeta</i> (Laubier, 1961)						122	1					
<i>Cirratulus</i> sp.											15	
<i>Kirkegaardia</i> sp.											2	
<i>Tharyx</i> sp.			42	15	15	52			1			
Família Pectinariidae												
<i>Lagis koreni</i> Malmgren, 1866	1	5	4		43	21		1	2			
Família Sternaspidae												
<i>Sternaspis scutata</i> (Ranzani, 1817)									1			
Família Terebellidae												
<i>Lanice conchilega</i> Pallas, 1766	3	26	25		1	2	168		339		5	4
Família Capitellidae												
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	2							27			92	
<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)					6	26			1	4	8	
<i>Mediomastus fragilis</i> Rasmussen, 1973			24	8	2	1	16		2		15	17
<i>Notomastus latericeus</i> Sars, 1851									13			

(continua)

Tabela 3 (continuação)

TAXA	2009		2010		2011		2012		2013		2019	
	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC
Família Cossuridae												
<i>Cossura coasta</i> Kitamori, 1960								1			3	1
<i>Cossura soyeri</i> Laubier, 1964			3	31	258	118						
Família Oweniidae												
<i>Owenia fusiformis</i> Delle Chiaje, 1844											1	
Família Sabellariidae												
<i>Sabellaria spinulosa</i> (Leuckart, 1849)							1		1		2	
FILO ARTHROPODA												
Classe PYCNOGONIDA												
Ordem Pantopoda												
Família Ammotheidae												
<i>Achelia echinata</i> Hodge, 1864												1
Família Phoxichilidiidae												
<i>Anoplodactylus petiolatus</i> (Krøyer, 1844)			2							1		
<i>Anoplodactylus pygmaeus</i> (Hodge, 1864)					2	4						
Classe HEXANAUPLIA												
Ordem Sessilia												
Família Balanidae												
<i>Balanus crenatus</i> Bruguière, 1789								1				
Família Chthamalidae												
<i>Chthamalus stellatus</i> (Poli, 1791)												1
Crustacea n.i.	x	x										
Classe MALACOSTRACA												
Ordem Amphipoda												
Família Ampeliscidae												
<i>Ampelisca spinipes</i> Boeck, 1861					6	6						
<i>Ampelisca</i> sp.	1	2										
Família Aoridae												
<i>Microdeutopus</i> sp.												1
Família Atylidae												
<i>Nototropis falcatus</i> (Metzer, 1871)						1						
<i>Nototropis guttatus</i> Costa, 1853				1				2				
Família Caprellidae												
<i>Pseudoprotella phasma</i> (Montagu, 1804)								1				
Família Corophiidae												
<i>Corophium orientale</i> Schellenberg, 1928					127	11						
<i>Medicorophium aculeatum</i> (Chevreux, 1908)					193					8		
<i>Medicorophium runcicorne</i> (Della Valle, 1893)						1						
<i>Monocorophium acherusicum</i> (Costa, 1853)				12	132		47		49			
Família Gammaridae												
<i>Gammarus insensibilis</i> Stock, 1966												1
Família Ischyroceridae												
<i>Erichthonius punctatus</i> (Spence Bate, 1857)					2	2	3		2			
Família Melitidae												
<i>Abludomelita gladiosa</i> (Spence Bate, 1862)			2			1						
<i>Abludomelita obtusata</i> (Montagu, 1813)					1						3	2
Família Phoxocephalidae												
<i>Harpinia</i> sp.	2											2
Família Unciolidae												
<i>Unciola crenatipalma</i> (Spence Bate, 1862)					1							
Gammaridea n.i.							6					

(continua)

Tabela 3 (continuação)

Tabela 3 (continuação)

TAXA	2009		2010		2011		2012		2013		2019	
	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC	TPI	TPC
Ordem Mysida												
Família Mysidae												
1861)				14				1	2			
				2								
Ordem Tanaidacea												
Família Apseudidae												
												1
1828)							1					
Classe INSECTA												
Ordem Diptera												
Família Chironomidae												
						1						
Família Psychodidae												
					1	1		2				
FILO BRYOZOA												
					x	x			x	x		
FILO ECHINODERMATA												
Classe ECHINOIDEA												
			1									
Classe OPHIUROIDEA												
Ordem Amphilepidida												
Família Ophiotrichidae												
1852)								1				
FILO CHORDATA												
Classe ASCIDIACEA												
Ordem Phlebobranchia												
Família Cionidae												
												1
Ordem Stolidobranchia												
Família Molgulidae												
						1						
Família Styelidae												
1852)												2
Total Geral	70	193	273	166	2384	1719	548	36	642	96	508	117

Em Chelas, foram já inventariados 137 *taxa*, num total de 1.288 indivíduos capturados, sendo que apenas 3,6% deles foram comuns a todos os anos monitorizados. Enquanto em 2010, 2011, 2012 e 2013 haviam sido inventariados 49, 41, 58 e 33 *taxa*, num total de 506, 116, 443 e 98 indivíduos, respectivamente, em 2019 foram identificados 43 *taxa*, num total de 125 indivíduos (Tabela 4), na sua maioria encontrados nas estações de amostragem de controlo, uma vez que nas estações de amostragem de impacto apenas foram capturados 13 organismos, pertencentes a 12 *taxa*. Assim, de um modo geral, em Chelas o número de *taxa* capturados e a abundância de organismos continuam a ser sempre muito baixos, revelando um panorama empobrecido e sem melhorias destes parâmetros.

O grupo mais bem representado em 2019 foi o dos anelídeos, com 17 *taxa*, seguido dos moluscos e dos artrópodes, com 9 e 4 *taxa*, respectivamente. Os cnidários fizeram-se representar com 8 *taxa*, enquanto nos anos anteriores este número não ultrapassou os 3 *taxa*.

Tanto globalmente, como considerando as estações de impacto e controlo em separado, em 2019 verificou-se uma tendência decrescente, quer do número de *taxa*, quer de indivíduos capturados, para valores semelhantes aos registados no início do estudo.

Tabela 4 (continuação)

TAXA	2010		2011		2012		2013		2019	
	CHI	CHC	CHI	CHC	CHI	CHC	CHI	CHC	CHI	CHC
Ordem Mytilida										
Família Mytilidae										
<i>Modiolus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)										2
<i>Modiolus modiolus</i> (Linnaeus, 1758)										4
<i>Mytilus edulis</i> Linnaeus, 1758					1					
Ordem Nuculida										
Família Nuculidae										
<i>Nucula</i> sp.		15		6		2		3		16
Ordem Ostreoida										
Família Ostreidae										
<i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg, 1793)					1					
Ordem Pectinida										
Família Pectinidae										
<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)						1				
Ordem Venerida										
Família Veneridae										
<i>Ruditapes philippinarum</i> (A. Adams & Reeve, 1850)						2				12
<i>Venerupis corrugata</i> (Gmelin, 1791)		3						1		8
Bivalvia n.i.		1								
Bivalvia sp2				1		1				
FILO SIPUNCULA										
Sipuncula n.i.							2			
FILO ANNELIDA										
Classe CLITELLATA										
Oligochaeta n.i.		66		5	13	86		6		8
Classe POLYCHAETA										
Ordem Eunicida										
Família Eunicidae										
<i>Marphysa sanguinea</i> (Montagu, 1815)		1		1		1		2		
Família Lumbrineridae										
<i>Hilbigneris gracilis</i> (Ehlers, 1868)		1								
<i>Lumbrineris latreilli</i> Audouin & Milne Edwards, 1834		1								
<i>Scoletoma impatiens</i> (Claparède, 1868)								1		
Família Onuphidae										
<i>Onuphis eremita</i> Audouin & Milne Edwards, 1833										1
Ordem Phyllococida										
Família Glyceridae										
<i>Glycera alba</i> (O.F. Müller, 1776)							1			4
<i>Glycera tridactyla</i> Schmarada, 1861		4								
Família Hesionidae										
<i>Gyptis propinqua</i> Marion & Bobretzky, 1875										1
<i>Psamathe fusca</i> Johnston, 1836							1			
<i>Hesion</i> sp.								1		
Família Nephtyidae										
<i>Nephtys caeca</i> (Fabricius, 1780)						5	12			
<i>Nephtys cirrosa</i> Ehlers, 1868							21			1
<i>Nephtys hombergii</i> Savigny in Lamarck, 1818		5	6	2	1	2	11	5		4
Família Nereididae										
<i>Eunereis longissima</i> Johnston, 1840		1		1		3				
Família Pholoidae										
<i>Pholoe inornata</i> Johnston, 1839		2								
Família Phyllococidae										
<i>Mysta picta</i> (Quatrefagues, 1865)								1		
<i>Phyllococe longipes</i> Kinberg, 1866							1			
<i>Phyllococe maculata</i> (Linnaeus, 1767)							1			
Família Polynoidae										
<i>Harmothoe extenuata</i> (Grube, 1840)		2							1	
<i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus, 1767)		4								
<i>Harmothoe longisetis</i> (Grube, 1863)					1					
<i>Harmothoe serrata</i> Day, 1963					1					
<i>Malmgrenia polypapillata</i> (Barnich & Fiege, 2001)							1			
<i>Harmothoe</i> sp.							3			1

(continua)

Tabela 4 (continuação)

TAXA	2010		2011		2012		2013		2019	
	CHI	CHC	CHI	CHC	CHI	CHC	CHI	CHC	CHI	CHC
Família Syllidae										
<i>Sphaerosyllis hystrix</i> Claparède, 1863						1				
<i>Syllis armillaris</i> (O.F. Müller, 1776)						1				
<i>Syllis garciai</i> (Campoy, 1982)		1								
<i>Syllis gracilis</i> Grube, 1840		3								
<i>Myrianida</i> sp.				2		1				
<i>Parapionosyllis</i> sp.		115		4		7				
<i>Sphaerosyllis</i> sp.										1
Ordem Sabellida										
Família Sabellariidae										
<i>Spirobranchus triqueter</i> (Linnaeus, 1758)										1
Ordem Spionida										
Família Spionidae										
<i>Aonides oxycephala</i> (Sars, 1862)							3			1
<i>Dipolydora coeca</i> (Ørsted, 1843)						1	1			
<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)							1			
<i>Polydora cornuta</i> Bosc, 1802										1
<i>Prionospio multibranchiata</i> Berkeley, 1927							1			
<i>Prionospio steenstrupi</i> Malmgren, 1867				1		3				
<i>Streblospio shrubsolei</i> (Buchanan, 1890)		2	1	2	5	26	4			
<i>Polydora</i> sp.		1		9						
Ordem Terebellida										
Família Ampharetidae										
<i>Melinna palmata</i> Grube, 1870		5		1			1			1
Família Cirratulidae										
<i>Chaetozone caputesocis</i> (Saint-Joseph, 1894)						1				
<i>Kirkegaardia heterochaeta</i> (Laubier, 1961)						2				
<i>Aphelochaeta</i> sp.				4		2				
<i>Tharyx</i> sp.		37		2			1			
Cirratulidae n.i.										1
Família Pectinariidae										
<i>Lagis koreni</i> Malmgren, 1866			1		2					
Família Terebellidae										
<i>Lanice conchilega</i> Pallas, 1766		112		3		10	3			
Família Capitellidae										
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)										8
<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)		7		15		15	11			
<i>Mediomastus fragilis</i> Rasmussen, 1973		20					11	5		1
<i>Notomastus latericeus</i> Sars, 1851		2		2		1	9			
Família Cossuridae										
<i>Cossura soyeri</i> Laubier, 1964				1						
Família Sabellariidae										
<i>Sabellaria alveolata</i> (Linnaeus, 1767)										1
<i>Sabellaria spinulosa</i> Leuckart, 1849				1			1			9
FILO ARTHROPODA										
Classe PYCNOGONIDA										
Ordem Pantopoda										
Família Ammotheidae										
<i>Ammothella longipes</i> (Hodge, 1864)		1								
Família Phoxichilidiidae										
<i>Anoplodactylus petiolatus</i> (Krøyer, 1844)				3						
Classe HEXANAUPLIA										
Ordem Sessilia										
Família Austrobalanidae										
<i>Austrominius modestus</i> (Darwin, 1854)						3				
Família Balanidae										
<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854)										1
<i>Balanus crenatus</i> Bruguière, 1789						1				
Crustacea n.i.							x			

(continua)

Tabela 4 (continuação)

TAXA	2010		2011		2012		2013		2019	
	CHI	CHC	CHI	CHC	CHI	CHC	CHI	CHC	CHI	CHC
Classe MALACOSTRACA										
Ordem Amphipoda										
Família Ampithoidae										
<i>Pleonexes helleri</i> (Karaman, 1975)										
								1		
Família Aoridae										
<i>Microdeutopus algicola</i> Della Valle, 1893										
			1							
Família Corophiidae										
<i>Corophium orientale</i> Schellenberg, 1928										
			9		6					
<i>Medicorophium aculeatum</i> (Chevreux, 1908)										
					141					
<i>Monocorophium acherusicum</i> (Costa, 1853)										
		5		1			1			
<i>Monocorophium sextonae</i> (Crawford, 1937)										
					6					
Família Ischyroceridae										
<i>Erichthonius punctatus</i> (Spence Bate, 1857)										
		6								
Família Melitidae										
<i>Abludomelita gladiosa</i> (Spence Bate, 1862)										
							1			
<i>Abludomelita obtusata</i> (Montagu, 1813)										
		3		8						
Família Unciolidae										
<i>Unciola crenatipalma</i> (Spence Bate, 1862)										
						1				
Ordem Cumacea										
Família Bodotriidae										
<i>Bodotria arenosa</i> Goodsir, 1843										
			1		1					
<i>Bodotria scorpioides</i> (Montagu, 1804)										
						1				
Ordem Decapoda										
Família Carcinidae										
<i>Carcinus maenas</i> (Linnaeus, 1758)										
		6					3			
Família Crangonidae										
<i>Crangon crangon</i> (Linnaeus, 1758)										
										1
Família Inachidae										
<i>Macropodia linaresi</i> Forest & Zariquiey Alvarez, 1964										
		1								
Família Inachoididae										
<i>Pyromaia tuberculata</i> (Lockington, 1877)										
										1
Família Paguridae										
<i>Pagurus cuanensis</i> Bell, 1846										
							1			
Família Palaemonidae										
<i>Palaemon elegans</i> Rathke, 1837										
							1			
Família Pinnotheridae										
<i>Pinnotheres pisum</i> (Linnaeus, 1767)										
		3								
Família Polybiidae										
<i>Liocarcinus depurator</i> (Linnaeus, 1758)										
		1								
<i>Liocarcinus holsatus</i> (Fabricius, 1798)										
				1						
Ordem Isopoda										
Família Anthuridae										
<i>Cyathura carinata</i> (Krøyer, 1847)										
		1			2					
Ordem Mysida										
Família Mysidae										
<i>Gastrosaccus spinifer</i> (Goës, 1864)										
			3							
<i>Mesopodopsis slabberi</i> (van Beneden, 1861)										
		2	1			1				
<i>Neomysis integer</i> (Leach, 1814)										
		3	6			1				
<i>Acanthomysis</i> sp.										
				1						
Mysidae n.i.										
					1					
Ordem Tanaidacea										
Família Tanaissuidae										
<i>Tanaissus lilljeborgi</i> (Stebbing, 1891)										
						1				
Classe INSECTA										
Ordem Coleoptera										
Coleoptera n.i.										
					1					
Ordem Diptera										
Família Ceratopogonidae										
Ceratopogonidae n.i.										
					1					
Família Chironomidae										
Chironomidae n.i.										
					2					

(continua)

Tabela 4 (continuação)

TAXA	2010		2011		2012		2013		2019	
	CHI	CHC	CHI	CHC	CHI	CHC	CHI	CHC	CHI	CHC
Família Ephyridae										
Ephyridade n.i.			1							
Família Phoridae										
Phoridae n.i.					3					
Família Psychodidae										
Psychodidae n.i.	1		1		27					
Família Stratiomyidae										
Stratiomyidae n.i.									1	
FILO BRYOZOA										
Bryozoa n.i.	x								x	
FILO PHORONIDA										
Phoronida n.i.										x
FILO ECHINODERMATA										
Classe OPHIUROIDEA										
Ordem Amphilepidida										
Família Amphiuroidae										
<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiaje, 1828)		7					1			
<i>Amphiura chiajei</i> Forbes, 1843						1				
<i>Amphiura filiformis</i> (O.F. Müller, 1776)										1
Total Geral	14	492	9	107	68	375	16	82	13	112

Desde 2010, foram já inventariados em Beirolas 113 *taxa* diferentes, correspondendo à captura de 51.092 indivíduos (Tabela 5). A percentagem de *taxa* comuns aos vários anos foi de 11,5%. Em 2019 foram identificados 34 *taxa*, num total de 3.646 indivíduos, enquanto em 2010, 2011, 2012 e 2013 haviam sido inventariados 59, 52, 50 e 36 *taxa*, num total de 5.952, 28.083, 8.327 e 5.084 indivíduos, respectivamente.

Em 2019 o grupo mais representado foi o dos anelídeos, com 13 *taxa*, seguido dos artrópodes e dos moluscos, com 12 e 7 *taxa*, respectivamente. Neste local, e no corrente ano, observou-se, comparativamente a 2013, um decréscimo do número dos *taxa* dos anelídeos e um acréscimo dos *taxa* de artrópodes, tanto nas estações de impacto, como nas de controlo, muito embora mais visível no segundo caso.

Tabela 5. Lista e número de indivíduos capturados dos *taxa* presentes nas comunidades de macroinvertebrados bentónicos de Beirolas (BRI – estações de amostragem de impacto; BRC – estações de amostragem de controlo) em 2010, 2011, 2012, 2013 e 2019 (x – presença confirmada, mas não quantificada).

TAXA	2010		2011		2012		2013		2019	
	BRI	BRC	BRI	BRC	BRI	BRC	BRI	BRC	BRI	BRC
FILO PORIFERA										
Porifera n.i.						x				
FILO CNIDARIA										
Classe ANTHOZOA										
Ordem Actinaria										
Família Actiniidae										
<i>Actinia equina</i> (Linnaeus, 1758)								143		
Classe HYDROZOA										
Hydrozoa n.i.	x	X	x	x		x				
FILO NEMERTEA										
Nemertea n.i.	5	1	48	33	6	13	5	22		4
FILO NEMATODA										
Nematoda n.i.	x	X	x	x	x	x	x	x		x
FILO MOLLUSCA										
Classe GASTROPODA										
Ordem Littorinimorpha										
Família Hydrobiidae										
<i>Peringia ulvae</i> (Pennant, 1777)	330	1605	485	823	685	1705	319	706	460	1694
Família Rissoiidae										
<i>Obtusella</i> sp.				1						
Família Pyramidellidae										
<i>Eulimella cerullii</i> (Cossmann, 1916)				1						
<i>Parthenina interstincta</i> (J. Adams, 1797)										3
<i>Parthenina suturalis</i> (Philippi, 1844)				1						
<i>Turbonilla lactea</i> (Linnaeus, 1758)				1						
Classe BIVALVIA										
Ordem Cardiida										
Família Cardiidae										
<i>Cerastoderma edule</i> (Linnaeus, 1758)				5	6	2	1			
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguère, 1789)	10	4				2	2		1	9
<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	1									
Cardiidae n.i.				1		1	5			
Família Scrobiculariidae										
<i>Scrobicularia plana</i> (da Costa, 1778)	21	102	127	234	132	123	23	36	58	246
Família Semelidae										
<i>Abra alba</i> (W. Wood, 1802)	2					2	1	2		
<i>Abra prismatica</i> (Montagu, 1808)				1		1				
<i>Abra segmentum</i> (Récluz, 1843)						7				
<i>Abra</i> sp.		2	1							
Ordem Myida										
Família Corbulidae										
<i>Corbula gibba</i> (Olivi, 1792)		3	1			1				
Família Pholadidae										
<i>Barnea candida</i> (Linnaeus, 1758)		15						1		2
Ordem Venerida										
Família Veneridae										
<i>Timoclea ovata</i> (Pennant, 1777)								1		
<i>Venerupis corrugata</i> (Gmelin, 1791)		1		1						
<i>Ruditapes philippinarum</i> (A. Adams & Reeve, 1850)	3	45	3	1	8	1	1		1	7

(continua)

Tabela 5 (continuação)

TAXA	2010		2011		2012		2013		2019	
	BRI	BRC	BRI	BRC	BRI	BRC	BRI	BRC	BRI	BRC
Bivalvia n.i.										1
Bivalvia sp2			4							
Bivalvia sp3					1					
FILO ANNELIDA										
Classe CLITELLATA										
Oligochaeta n.i.	285	429	8413	4072	1831	1828	772	1121	162	271
Classe POLYCHAETA										
Ordem Eunicida										
Família Dorvilleidae										
<i>Dorvillea</i> sp.	1									
Ordem Phyllodocida										
Família Glyceridae										
<i>Glycera tridactyla</i> Schmarada, 1861				1		1				
Família Hesionidae										
<i>Gyptis propinqua</i> Marion & Bobretzky,		1		2	6	2				5
1875									3	
<i>Hesione</i> sp.										
Família Nephtyidae										
<i>Nephtys caeca</i> (Fabricius, 1780)						5			2	
<i>Nephtys hombergii</i> Savigny in Lamarck,	10	14	1	20	73	329	6	16	25	31
1818										
Família Nereididae										
<i>Eunereis longissima</i> (Johnston, 1840)		1								
<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Müller, 1776)	328	790	539	993	108	152	574	459	92	350
Família Pholoidae										
<i>Pholoe inornata</i> Johnston, 1839						1			6	
Família Phyllodocidae										
<i>Eumida sanguinea</i> (Ørsted, 1843)	1									
<i>Mysta picta</i> (Quatrefagues, 1865)	1			1						2
Família Polynoidae										
<i>Harmothoe extenuata</i> (Grube, 1840)		1							3	
<i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus, 1767)	1		7		7		1			
<i>Malmgrenia polypapillata</i> (Barnich & Fiege, 2001)							1			
Família Syllidae										
<i>Myrianida quindecimdentata</i> (Langerhans, 1884)									1	
<i>Sphaerosyllis hystrix</i> Claparède, 1863						1				
<i>Sphaerosyllis taylori</i> Perkins, 1981		1								
<i>Syllis armillaris</i> (O.F. Müller, 1776)			8							
<i>Syllis garciai</i> (Campoy, 1982)									12	
<i>Syllis gracilis</i> Grube, 1840	19	1	6		1				4	
<i>Myrianida</i> sp.	4	11		2						
<i>Parapionosyllis</i> sp.	12	2	63		8				76	
Ordem Sabellida										
Família Serpulidae										
Serpulidae n.i.		1								
Ordem Spionida										
Família Spionidae										
<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)		4		5						
<i>Polydora cornuta</i> Bosc, 1802	116	148		11	2	5	1	7		10
<i>Prionospio multibranchiata</i> Berkeley,									1	
1927										
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> (Okuda, 1937)						1				
<i>Spio decorata</i> Bobretzky, 1870									1	4
<i>Streblospio shrubsolii</i> (Buchanan, 1890)	508	618	5919	4356	296	593	299	293	39	47
Ordem Terebellida										
Família Ampharetidae										
<i>Melinna palmata</i> Grube, 1870						3				

(continua)

Tabela 5 (continuação)

TAXA	2010	2011	2012	2013	2019
------	------	------	------	------	------

	BRI	BRC	BRI	BRC	BRI	BRC	BRI	BRC	BRI	BRC
1961)										
Família Cirratulidae										
<i>Kirkegaardia heterochaeta</i> (Laubier,									41	
<i>Aphelochaeta</i> sp.						6		3	6	45
<i>Tharyx</i> sp.	26	32	66	979	12	41	1			1
Família Pectinariidae										
<i>Lagis koreni</i> Malmgren, 1866				5				1		3
Família Terebellidae										
<i>Lanice conchilega</i> Pallas, 1766	86	84	29		70	1	7	78		
Família Capitellidae										
<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède,		1	1	5		4				
<i>Mediomastus fragilis</i> Rasmussen, 1973						4		4	1	4
Família Cossuridae										
<i>Cossura coasta</i> Kitamori, 1960						1				
<i>Cossura soyeri</i> Laubier, 1964				15		43		1		
Família Orbiniidae										
<i>Leodamas chevalieri</i> (Fauvel, 1902)										7
FILO ARTHROPODA										
Classe ARACHNIDA										
Ordem Acari										
Acari n.i.				x						
Classe PYCNOGONIDA										
Ordem Pantopoda										
Família Phoxichilidiidae										
<i>Anoplodactylus pygmaeus</i> (Hodge,									1	
1864)										
Classe OSTRACODA										
Ostracoda n.i.									X	
Classe HEXANAUPLIA										
Ordem Sessilia										
Família Balanidae										
<i>Balanus crenatus</i> Bruguière, 1789										4
Classe MALACOSTRACA										
Ordem Amphipoda										
Família Ampeliscaidae										
<i>Ampelisca diadema</i> (Costa, 1853)								1		
<i>Ampelisca spinipes</i> Boeck, 1861								1		
<i>Ampelisca</i> sp.										1
Família Amphilochidae										
<i>Apolochus picadurus</i> (J.L. Barnard,										
1962)	1									
<i>Gitana sarsi</i> Boeck, 1871										1
Família Atylidae										
<i>Nototropis guttatus</i> Costa, 1853										2
Família Corophiidae										
<i>Corophium orientale</i> Schellenberg,				3	34	3	100		4	2
1928										
<i>Medicorophium aculeatum</i> (Chevreux,					3		3			
1908)										
<i>Medicorophium minimum</i> (Schiecke,										3
1978)										
<i>Monocorophium acherusicum</i> (Costa,										
1853)	38	24		2						
<i>Monocorophium sextonae</i> (Crawford,								24		
1937)										
Família Dexamine										
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)										1
Família Ischyroceridae										

(continua)

Tabela 5 (continuação)

TAXA	2010		2011		2012		2013		2019	
	BRI	BRC	BRI	BRC	BRI	BRC	BRI	BRC	BRI	BRC

1857)	<i>Erichthonius punctatus</i> (Spence Bate,	3			1					
	Família Melitidae									
	<i>Melita palmata</i> (Montagu, 1804)	19	28	21	2	1				
	Ordem Cumacea									
	Família Bodotriidae									
	<i>Bodotria scorpioides</i> (Montagu, 1804)	1	2							
	<i>Iphinoe tenella</i> Sars, 1878		1					1		
	Ordem Decapoda									
	Família Carcinidae									
	<i>Carcinus maenas</i> (Linnaeus, 1758)		1		2			1		
	Família Crangonidae									
	<i>Crangon crangon</i> (Linnaeus, 1758)	3	4	7	3	1		1	1	2
	Família Inachidae									
	<i>Macropodia linaresi</i> Forest & Zariquiey Alvarez, 1964		1							
	<i>Macropodia rostrata</i> (Linnaeus, 1761)							1		
	Família Pilumnidae									
	<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)			1						
	Família Pinnotheridae									
	<i>Nepinnotheres pinnotheres</i> (Linnaeus,									1
1758)	Família Polybiidae									
	<i>Liocarcinus navigator</i> (Herbst, 1794)					1				
	Ordem Isopoda									
	Família Anthuridae									
	<i>Cyathura carinata</i> (Krøyer, 1847)	43	60	127	563	11	42	8	15	4
	Família Idoteidae									
	<i>Idotea emarginata</i> (Fabricius, 1793)		1	2						
	<i>Idotea</i> sp.	1	5							
	Família Sphaeromatidae									
	<i>Lekanesphaera monodi</i> (Arcangeli,	1								
1934)	Ordem Mysida									
	Família Mysidae									
	<i>Gastrosaccus spinifer</i> (Goës, 1864)									1
	<i>Mesopodopsis slabberi</i> (van Beneden,		6				1			
1861)	<i>Neomysis integer</i> (Leach, 1814)		1							
	Classe INSECTA									
	Ordem Diptera									
	Família Chironomidae									
	Chironomidae n.i.		1							
	Família Dolichopodidae									
	Dolichopodidae n.i.				6		3			
	Família Ephydriidae									
	Ephydriidae n.i.		1	1	1					
	Família Phoridae									
	Phoridae n.i.				1					
	FILO BRYOZOA									
	Bryozoa n.i.	x	X							
	FILO ECHINODERMATA									
	Classe OPHIUROIDEA									
	Ordem Amphilepidida									
	Família Amphiuridae									
	<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiaje,				4					
1828)										

(continua)

Tabela 5 (continuação)

TAXA	2010		2011		2012		2013		2019	
	BRI	BRC	BRI	BRC	BRI	BRC	BRI	BRC	BRI	BRC

FILO CHORDATA										
Classe ASCIDIACEA										
Ordem Stolidobranchia										
Família Molgulidae										
<i>Molgula occulta</i> Kupffer, 1875	1	8	2							
<i>Molgula tubifera</i> (Ørstedt, 1844)		2								
Total Geral	1884	4068	15897	12186	3271	5056	2019	3065	854	2792

3.2.2. ESTRUTURA DAS COMUNIDADES BENTÓNICAS

De um modo geral, pode afirmar-se que os valores de riqueza taxonómica são mais elevados em Alcântara (Figura 16) e Terreiro do Paço (Figura 17), muito baixos em Chelas (Figura 18) e intermédios em Beirolas (Figura 19). A densidade revela elevada variabilidade dentro de cada local, sendo as cifras mais altas registadas em Beirolas (Figura 19) e as mais baixas em Chelas (Figura 18). As regiões mais a jusante do estuário (Alcântara e Terreiro do Paço) registam os valores mais elevados de diversidade taxonómica (Figuras 16 e 17), enquanto em Beirolas se observa maior consistência deste parâmetro (Figura 19). Em Chelas este estimador é, genericamente, muito baixo, e em particular nas estações de amostragem de impacto, que frequentemente registam uma diversidade nula (Figura 18). Os valores mais elevados de riqueza e diversidade taxonómicas nas estações de Alcântara e do Terreiro do Paço estão de acordo com o padrão normal para os ambientes estuarinos, já que estes parâmetros têm tendência a aumentar na proximidade do mar (Wolff, 1983). O mesmo acontece com os elevados valores de densidade na área de Beirolas, já que nas zonas verdadeiramente estuarinas, as poucas espécies que aí conseguem sobreviver proliferam com abundância, sobretudo no intertidal ou em zonas com forte influência deste (Borja *et al.*, 2004). Pelo contrário, a estrutura das comunidades de Chelas, reveladora de elevado depauperamento, dificilmente poderá ser explicada por fenómenos naturais, mas mais provavelmente por causas de origem antrópica.

Em Alcântara as estações de amostragem de controlo revelaram, em 2019, e relativamente a 2013, valores dos parâmetros riqueza e diversidade taxonómicas e densidade de organismos superiores, particularmente, junto à margem e no transecto mais afastado (C2). Já as estações de amostragem de impacto, sofreram, de um modo geral, uma diminuição dos parâmetros riqueza e diversidade taxonómicas e densidade de indivíduos em 2019 (Figura 16).

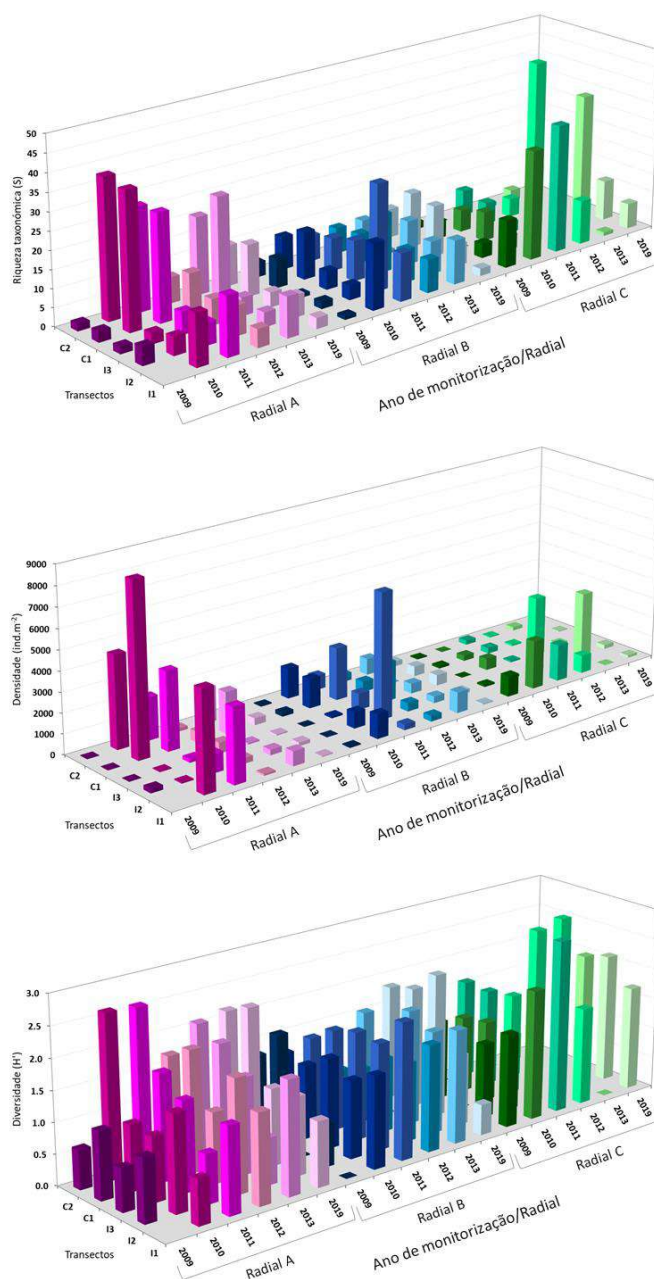


Figura 16. Número de *taxa* (S), densidade (D) e diversidade taxonómica (H') de macroinvertebrados bentónicos em Alcântara, em 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2019 (I - estações de amostragem de impacto; C - estações de amostragem de controlo).

No Terreiro do Paço, as estações de amostragem de controlo mantiveram, de um modo geral, a mesma tendência que o local anterior. Por outro lado, nas estações de amostragem de impacto observa-se um aumento considerável nas riqueza e diversidade taxonómicas, associadas a um igual acréscimo da densidade, em particular, nas estações de amostragem da radial localizada mais próxima do antigo efluente (Figura 17).

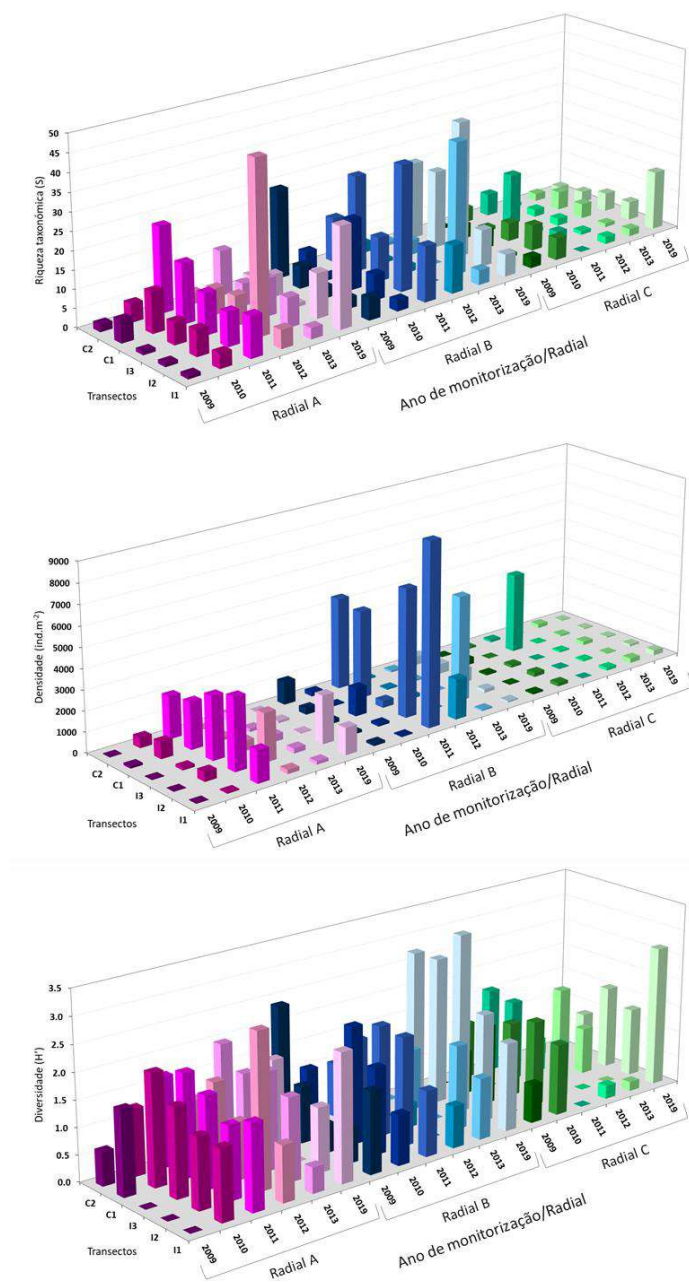


Figura 17. Número de *taxa* (S), densidade (D) e diversidade taxonómica (H') de macroinvertebrados bentónicos no Terreiro do Paço, em 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2019 (I - estações de amostragem de impacto; C - estações de amostragem de controlo).

Em Chelas, em 2019 observou-se um ainda maior empobrecimento da comunidade de macroinvertebrados bentónicos, particularmente nas estações de controlo, traduzido pelos baixos valores dos parâmetros riqueza e diversidade taxonómicas e densidade de organismos (Figura 18).

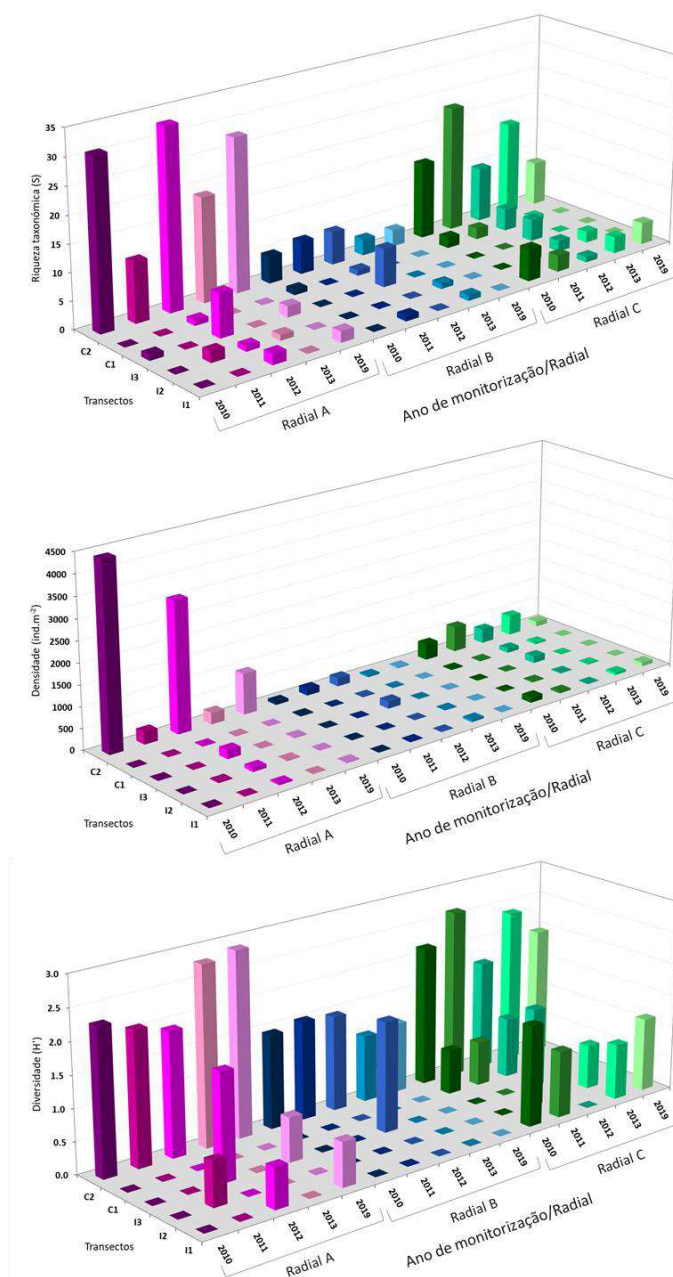


Figura 18. Número de *taxa* (S), densidade (D) e diversidade taxonómica (H') de macroinvertebrados bentónicos em Chelas, em 2010, 2011, 2012, 2013 e 2019 (I - estações de amostragem de impacto; C - estações de amostragem de controlo).

As comunidades de Beirolas, em 2019, mantiveram-se muito semelhantes ao ano de 2013 e anos transatos para os diversos parâmetros em análise, nomeadamente, riqueza e diversidade taxonómicas e densidade (Figura 19). A riqueza e diversidade taxonómicas tem apresentado, ao longo do tempo, valores mais elevados na radial D, independentemente do transecto ser de impacto ou controlo, comparativamente às radiais localizadas mais próximas da margem, na zona intertidal. Este facto é expectável, uma vez que os sedimentos naquela radial encontram-

se continuamente submersos e, por isso, as condições ambientais são mais estáveis. Por outro lado, as condições ambientais existentes na zona intertidal são bastante variáveis, sobretudo, pela influência das marés, condicionando assim os organismos que aí conseguem sobreviver. A riqueza e diversidade taxonómicas são naturalmente baixas, podendo estar associadas a densidades mais elevadas (Figura 19).

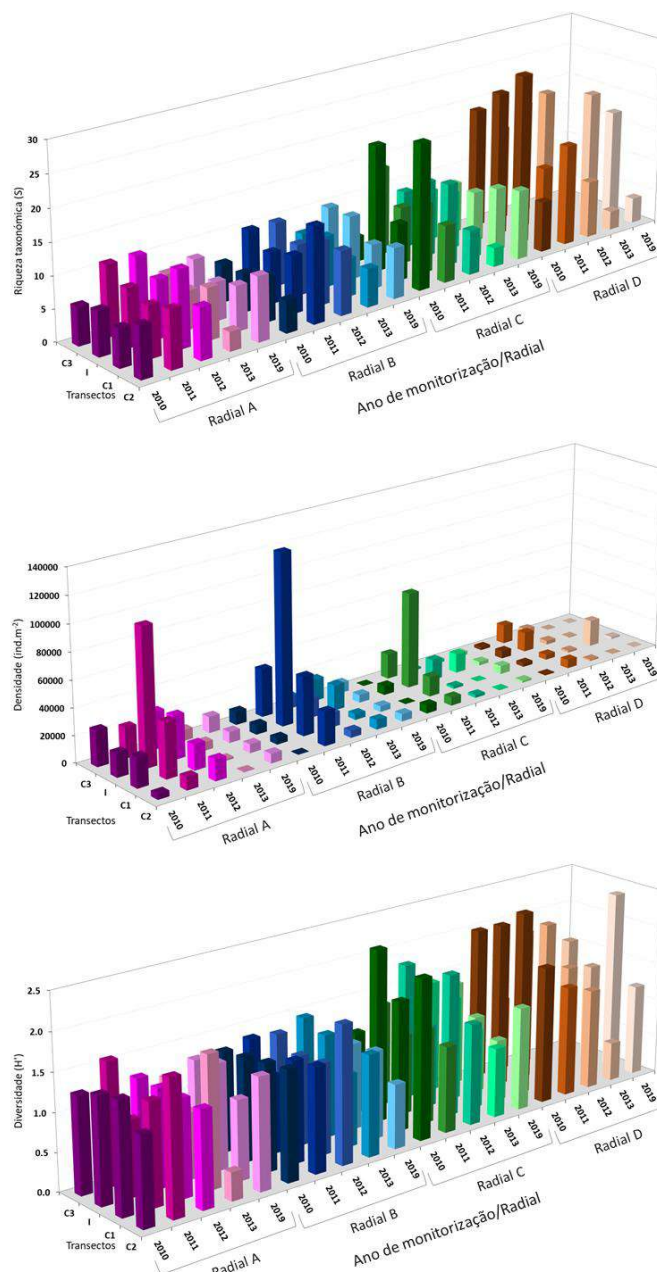


Figura 19. Número de *taxa* (S), densidade (D) e diversidade taxonómica (H') de macroinvertebrados bentónicos em Beirolas, em 2010, 2011, 2012, 2013 e 2019 (I – estações de amostragem de impacto; C - estações de amostragem de controlo).

3.2.3. ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS COMUNIDADES BENTÓNICAS

Os valores da riqueza e diversidade taxonómicas de macroinvertebrados bentónicos, em 2019, são muito semelhantes ao ano de 2013, na zona de Alcântara, indicando uma tendência de estabilização do estado de conservação das comunidades (Figura 20). Apesar destas comunidades apresentarem um estado ecológico Bom em todas as radiais, na radial mais próxima do emissário (ALIA) o seu estado ecológico continua próximo da fronteira entre o Moderado e o Bom. Já as radiais mais afastadas da saída do efluente (ALIB e ALIC) possuem um nível idêntico ao das estações de amostragem de controlo.

Se para as comunidades de macroinvertebrados bentónicos do Terreiro do Paço havia-se consolidado em 2013 a tendência para uma melhoria consistente no seu estado ecológico nas radiais de impacto A e B, as mais próximas da margem terrestre, já em 2019, a radial B atingiu uma classificação Elevada (Figura 21), razoavelmente em linha com o que se verifica nas estações de controlo. Pelo contrário, na radial C confirmou-se o que já era observável desde 2011, ou seja, uma degradação no estado de conservação das respectivas comunidades, continuando as mesmas a ser classificadas com um estatuto Moderado. No entanto, este último fenómeno não poderá estar relacionado com as alterações infraestruturais efectuadas no local, precisamente porque é nas radiais mais próximas da margem terrestre que as comunidades apresentam melhor estado ecológico.

Em 2019, as comunidades de macroinvertebrados bentónicos nas estações de amostragem de impacto da zona de Chelas denotaram um estado ecológico Mau ou Reduzido (Figura 22). Como o transecto de controlo a jusante do ponto de descarga revelou uma evolução semelhante ao das radiais de tratamento, também não parece adequado para desempenhar essa função de controlo. Pelo contrário, o seu homólogo de montante tem demonstrado ao longo do estudo de monitorização características para funcionar como controlo efetivo, mantendo o seu estatuto de estado ecológico de Bom ou Elevado.

Na zona de Beirolas, em 2019, as comunidades de macroinvertebrados bentónicos apresentaram, de um modo geral, um estado ecológico Moderado, ainda que, em alguns casos, se tenha verificado um estado ecológico Reduzido (radial D, controlos 2 e 3) e Elevado (radial D, controlo 1). No entanto, observa-se em anos recentes, nomeadamente após 2010, altura em que se verificou o melhor registo em termos de qualidade ecológica, uma tendência inversa na região, particularmente visível nas estações de controlo mais afastadas do efluente da

ETAR e na radial mais afastada da margem (Figura 23), o que leva a querer que tal se deverá a fatores não relacionados com o funcionamento da infraestrutura.

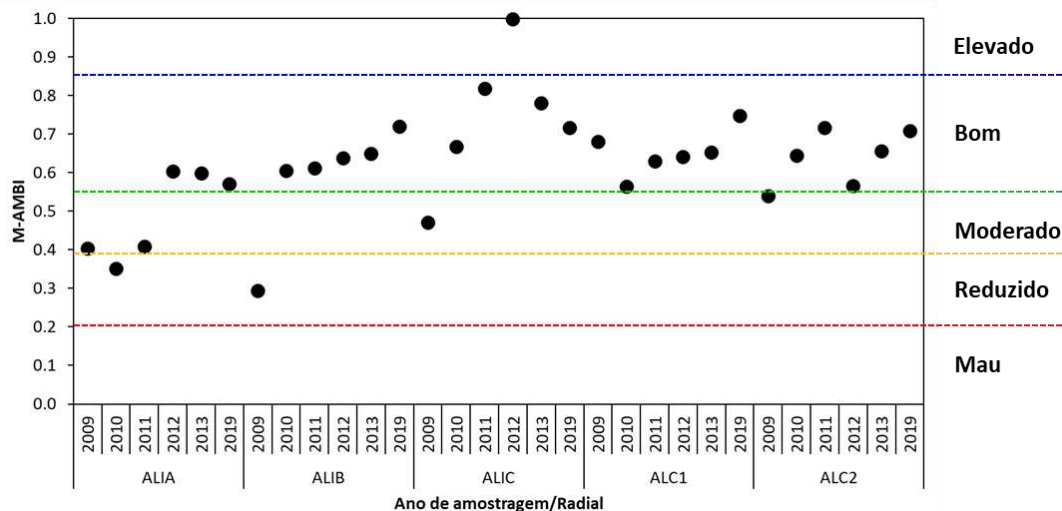


Figura 20. Valores de AMBI-Multivariado (M-AMBI) obtidos para as comunidades de macroinvertebrados bentónicos da zona de Alcântara em 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2019 (I - estações de amostragem de impacto: A, B e C - radiais; C - transectos de controlo).

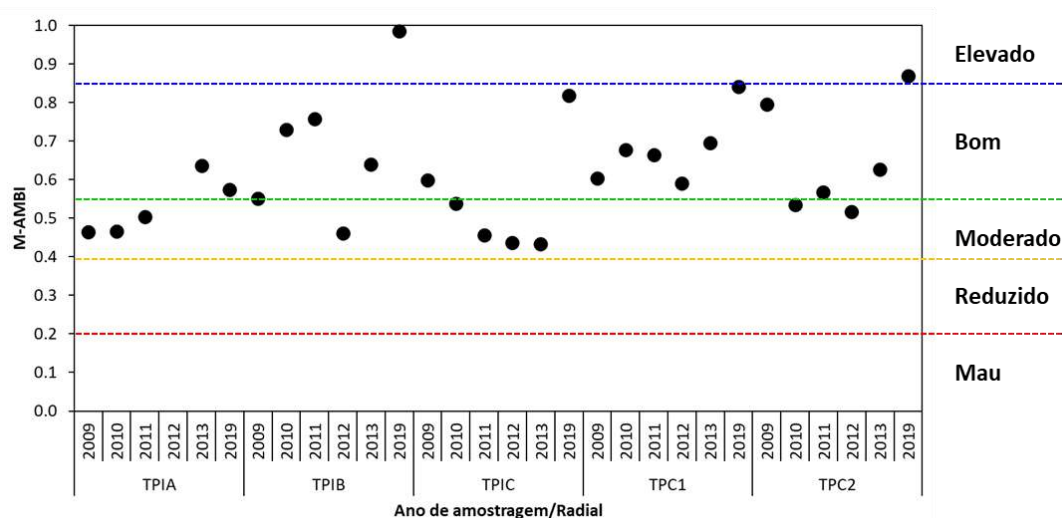


Figura 21. Valores de AMBI-Multivariado (M-AMBI) obtidos para as comunidades de macroinvertebrados bentónicos da zona do Terreiro do Paço em 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2019 (I - estações de amostragem de impacto: A, B e C - radiais; C - transectos de controlo).

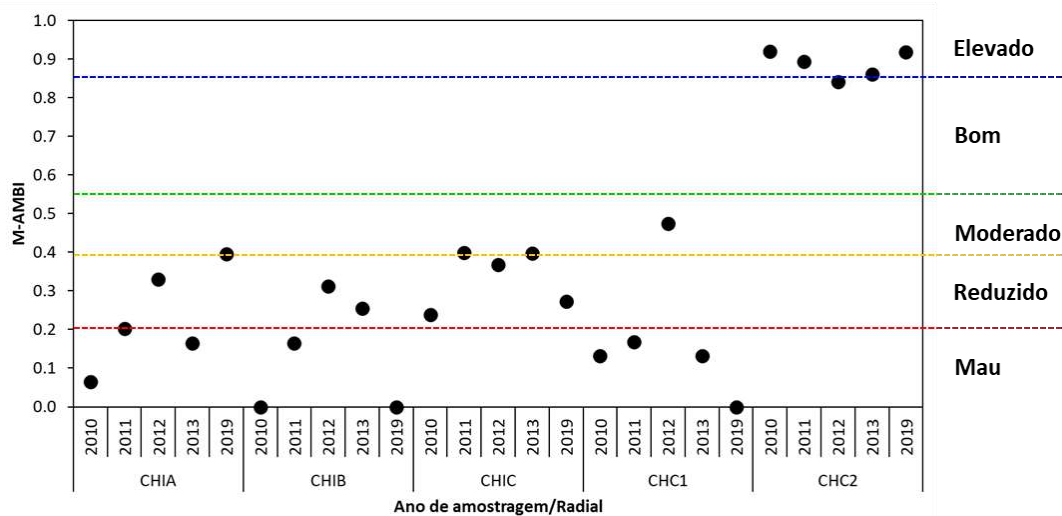


Figura 22 – Valores de AMBI-Multivariado (M-AMBI) obtidos para as comunidades de macroinvertebrados bentónicos da zona de Chelas em 2010, 2011, 2012, 2013 e 2019 (I - estações de amostragem de impacto: A, B e C - radiais; C - transectos de controlo).

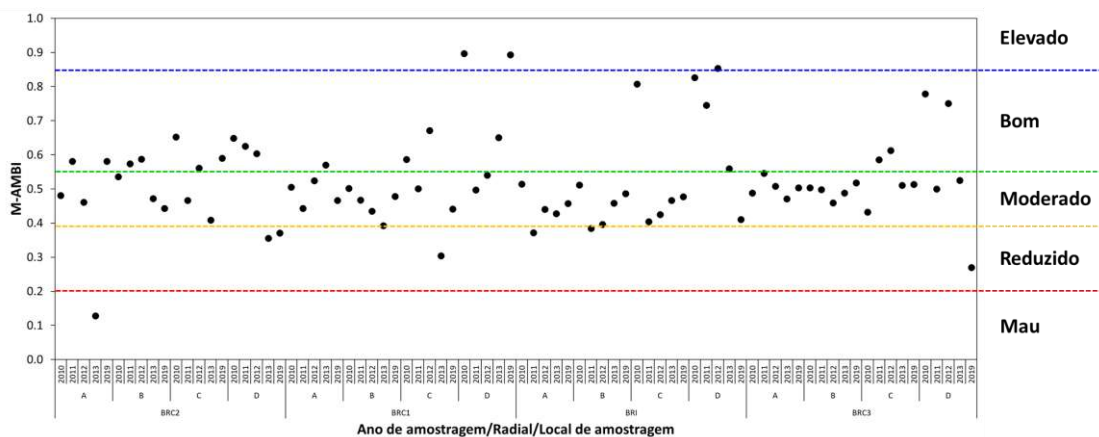


Figura 23 – Valores de AMBI-Multivariado (M-AMBI) obtidos para as comunidades de macroinvertebrados bentónicos da zona de Beirolas em 2010, 2011, 2012, 2013 e 2019 (A, B, C e D – radiais; I - estações de amostragem de impacto; C – transectos de controlo).

4. CONCLUSÕES

Como este estudo incide sobre zonas próximas da margem ribeirinha, onde as correntes estuarinas ficam mais atenuadas, os sedimentos das várias estações de amostragem são predominantemente vasosos, já que o menor hidrodinamismo global destas áreas marginais permite uma maior deposição de elementos finos. Apenas nas radiais mais exteriores se observa, por vezes, a existência de um substrato mais grosseiro, em virtude do hidrodinamismo aumentar com a proximidade à zona central do canal estuarino.

Naturalmente, o referido predomínio de elementos finos nos sedimentos das áreas em estudo potencia a acumulação de matéria orgânica nos respectivos fundos, uma vez que as partículas de MOT ficam mais facilmente retidas quando a distância entre os grãos dos sedimentos é reduzida, situação que é favorecida pela menor granulometria destes últimos (Creutzberg *et al.*, 1984). Daí que os menores teores de matéria orgânica se verifiquem precisamente nos pontos de amostragem com sedimentos mais grosseiros. No entanto, mesmo para fundos predominantemente vasosos, os valores de MOT observados em todos os locais são bastante elevados e, frequentemente, próximos ou mesmo superiores a 10%. Tais resultados são semelhantes aos encontrados neste tipo de sedimentos noutros locais do estuário do Tejo, sobretudo em áreas com forte introdução de cargas orgânicas de origem antrópica (MARE, dados não publicados). De qualquer forma, o facto de, na generalidade das áreas de estudo, não se terem verificado diferenças notórias nos teores de MOT presentes nos sedimentos das estações de amostragem de impacto e de controlo, poderá significar que, ou a influência dos emissários é suficientemente forte para se fazer sentir de modo idêntico junto às fontes emissoras e a mais de 500 m de distância, ou mais provavelmente, estes níveis de matéria orgânica são típicos dos sedimentos vasosos destas áreas ribeirinhas devido à introdução passada e/ou presente de importantes cargas orgânicas em vários pontos da margem. Na realidade, o facto das alterações infraestruturais realizadas em Alcântara e no Terreiro do Paço não terem provocado um abaixamento significativo nos teores de MOT dos sedimentos locais (a não ser onde estes se tornam mais grosseiros), parece tirar alguma força à hipótese dessa acumulação de matéria orgânica ter como origem principal as respectivas descargas. Para já, parece pois mais credível que estes níveis de matéria orgânica relativamente elevados sejam típicos dos sedimentos vasosos das áreas ribeirinhas destas zonas, como acontece noutras regiões do estuário e, dentro de certos limites, razoavelmente independentes das descargas dos emissários. A continuação do programa de monitorização permitirá, eventualmente,

ajudar a esclarecer as causas deste padrão. Um levantamento exaustivo das potenciais fontes emissoras de matéria orgânica na zona ribeirinha de Lisboa poderá também ajudar a explicar os elevados níveis de MOT nos sedimentos do fundo estuarino nas zonas monitorizadas no âmbito do presente estudo.

À primeira vista, não deixa de ser surpreendente que a área sob influência do emissário de Chelas exiba os maiores níveis de poluição orgânica dos quatro locais estudados, quando os efluentes do Terreiro do Paço não tinham qualquer tratamento até à sua ligação à ETAR de Alcântara em janeiro de 2011 e esta última, não só serve uma população muito superior à de Chelas, como até 2009 realizou unicamente tratamento primário das águas residuais. O maior hidrodinamismo e exposição à influência marítima das regiões inferiores do estuário (onde se situam o Terreiro do Paço e Alcântara) e a localização encaixada da saída do coletor da bacia de drenagem de Chelas numa reentrância artificial (situação idêntica à de Alcântara), poderão ajudar a explicar a maior concentração de MOT na vizinhança do emissário de Chelas. Contudo, as análises físico-químicas efectuadas pela CML às águas descarregadas pelo coletor de Chelas no período de monitorização 2009-2013 (Costa *et al.*, 2010b; 2011; 2012; CML, 2014) parecem contradizer a entrada de fortes cargas orgânicas no local no momento anterior ao início da monitorização deste local e no seu decorrer, pelo que é provável que aquelas tenham tido origem em períodos anteriores e/ou noutras fontes emissoras. Análises adicionais sobre a contaminação dos sedimentos da zona adjacente à ETAR de Chelas poderão ajudar a esclarecer as causas da degradação generalizada que aí se verifica.

No que diz respeito às comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes nos vários locais, à excepção do que acontece em Chelas, estas não exibiram sinais de uma degradação muito significativa, embora se mantenham genericamente empobrecidas quando comparadas com as existentes noutros locais da zona terminal do estuário do Tejo (Costa *et al.*, 2007; 2008; 2010a; Chainho *et al.*, 2010; Caçador *et al.*, 2011). Para esta situação contribuirá certamente a presença dos vários emissários em estudo e a adjacência da cidade de Lisboa, embora o já referido facto dos efluentes de Alcântara e do Terreiro do Paço serem lançados para a região terminal do canal principal do estuário do Tejo, onde o forte hidrodinamismo local tem uma importante ação regeneradora, reduza esses efeitos negativos. Com efeito, tal padrão de atenuação de impactos nas comunidades biológicas foi já detetado anteriormente em áreas contíguas ao curso principal do estuário do Tejo, em claro contraste com o que se passa em canais secundários do sistema ou em baías (Costa *et al.*, 2005).

Apesar da sua localização numa área menos exposta do estuário do Tejo, a saída do emissário da bacia de Beirolas em zona aberta favorecerá a dispersão dos respectivos efluentes. Estas características, juntamente com o tratamento terciário da respectiva ETAR, desde 2001, terão permitido uma melhoria notável das comunidades de macroinvertebrados bentónicos locais, a partir de 2003, quando a laboração da infraestrutura terá entrado na fase de cruzeiro. Atualmente, a qualidade ecológica da área varia entre Moderada e Bom, o que representa um ligeiro retrocesso nos últimos anos, o qual não estará relacionado com o funcionamento da ETAR, uma vez que esse padrão é até mais evidente nas estações de controlo do que nas de impacto. De qualquer forma, o estado de conservação destas comunidades no local mantém-se, normalmente, superior no subtidal do que no intertidal. O menor stress natural nos locais permanentemente imersos, explicará o incremento na complexidade destas comunidades com o afastamento da margem terrestre, onde aumentam a riqueza e diversidade taxonómicas e diminui a densidade de organismos tolerantes/oportunistas (Chainho *et al.*, 2010).

As comunidades de macroinvertebrados bentónicos adjacentes ao emissário da bacia de Alcântara apresentavam em 2009 um grau de degradação elevado, existindo poucas dúvidas de que a sua menor preservação se deveu ao mau funcionamento da referida infraestrutura nesse ano, uma vez que as comunidades existentes nas respectivas estações de amostragem de controlo permaneceram em melhor estado de conservação. A partir de 2010, com a entrada em funcionamento do tratamento secundário na ETAR de Alcântara, verificou-se uma melhoria generalizada na qualidade ecológica da área, sendo esta, atualmente, Boa.

O mesmo padrão de melhoria recente no grau de preservação das comunidades de macroinvertebrados bentónicos se verificou no Terreiro do Paço, sobretudo a partir de 2011 (quando o efluente não tratado deste subsistema deixou de verter diretamente para o estuário do Tejo) e, fundamentalmente, nas regiões mais próximas da margem terrestre, onde se observou um acentuado incremento na qualidade ecológica. Pelo contrário, na radial mais afastada, as melhorias iniciais foram completamente revertidas nos anos subsequentes e até 2013. Já em 2019, as comunidades bentónicas da radial mais afastada da margem apresentam um estado ecológico Bom. De qualquer modo, tantos anos passados sobre as intervenções infraestruturais nesta região, dificilmente as variações detetadas poderão estar com elas relacionadas. O mais provável é que as mesmas resultem das atividades de navegação e de manutenção dos canais de navegação, que aí são intensas.

Em termos genéricos pode, então, concluir-se que a descarga da bacia de Beirolas não está a provocar impactos significativos no ambiente circundante e que a entrada em funcionamento do tratamento secundário na ETAR de Alcântara e a ligação do subsistema de saneamento básico do Terreiro do Paço a esta infraestrutura têm permitido a recuperação das comunidades de macroinvertebrados bentónicos adjacentes às saídas dos respectivos emissários. No entanto, é de salientar a continuação da forte degradação ambiental da zona vizinha à embocadura do colector da bacia de drenagem de Chelas, que pode ter origem nas respectivas descargas ou noutras causas locais e uma génese antiga ou recente. A continuação do programa de monitorização permitirá confirmar ou infirmar estas tendências.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borja, A., A.B. Josefson, A. Miles, I. Muxika, F. Olsgard, G. Phillips, J.G. Rodríguez, B. Rygg, 2007. An approach to the intercalibration of benthic ecological status assessment in the North Atlantic ecoregion, according to the European Water Framework Directive. *Mar. Poll. Bull.*, 55: 42–52.
- Borja, A., A. Miles, A. Occhipinti-Ambrogi, T. Berg, 2009. Current status of macroinvertebrate methods used for assessing the quality of European marine waters: implementing the Water Framework Directive, *Hydrobiologia*, 633: 181–196.
- Borja, A., F. Aguirrezabalaga, J. Martinez, J.C. Sola, L. Garcia-Arberas, J.M. Gorostiaga, 2004. Benthic communities, biogeography and resources management. In: Borja, A. & M. Collins (eds.), *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country*. Elsevier Oceanography Series 70, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands: 455-492.
- Borja, A., I. Muxika, 2005. Guidelines for the use of AMBI (AZTI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. *Mar. Poll. Bull.*, 50: 787-789.
- 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.
- Caçador, I., A. Teixeira, J.L. Costa, G. Silva, B. Duarte, J.P. Medeiros, C. Azeda, N. Castro, N. Prista, L. Gauralet, P. Chainho, H. Cabral, M.J. Costa, 2011. Estudo de investigação, caracterização e valorização ambiental da baía do Seixá. Relatório final. CO-FCUL.
- Chainho, P., G. Silva, M.F. Lane, J.L. Costa, T. Pereira, C. Azeda, P.R. Almeida, I. Metelo, M.J. Costa, 2010. Long-Term trends in intertidal and subtidal benthic communities in response to water quality improvement measures. *Estuar. Coasts*, 33: 1314-1326.
- CML, 2014. Caracterização das principais descargas de águas residuais urbanas no estuário do Tejo, 2013. Relatório não publicado, CML.
- Costa, J.L., N. Lopes, H.N. Cabral, P.R. Almeida, G. Silva, T. Pereira, A.L. Rego, C. Azeda, A. Sousa, C. Freitas, M.J. Costa. 2008. A revitalização das comunidades bentónicas do Porto do Buxo (Concelho de Almada) após a construção da ETAR do Portinho da Costa: o resultado de cinco anos de monitorização. *Actas 3ª Conf. Nac. Aval. Imp.*: 57.

- Costa, M.J., P.R. Almeida, H. Cabral, J.L. Costa, G. Silva, C. Azeda, J.P. Medeiros, S. Pedro, M. Batista, E. Sá, M.J. Tavares. 2010a. Monitorização da frente ribeirinha do Concelho de Almada no âmbito do projecto “BIOMONIT TEJO – Monitorização ecológica do estuário do Tejo no concelho de Almada”. Relatório final, CO-FCUL.
- 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 1ª Conf. Nac. Aval. Imp.*: 103-112.
- Costa, M.J., N.C. Lopes, J.L. Costa, H.N. Cabral, P.R. Almeida, A. Sousa, G. Silva, T. Pereira, A.L. Rego, J. Calado, C. Azeda, 2007. A monitorização biológica no âmbito da instalação e operação da ETAR do Portinho da Costa (Concelho de Almada): resultados e ensinamentos dos estudos efectuados durante o período de 2001 a 2006. *Actas 2ª Conf. Nac. Aval. Imp.*: 228-235.
- 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 6ª Conf. Nac. Qual. Amb. DCEA/FCT/UNL, Monte da Caparica*.
- Costa, M.J., P.R. Almeida, J.L. Costa, G. Silva, C. Azeda, J.P. Medeiros, E. Sá, M.J. Tavares, I. Gaspar, 2010b. Monitorização biológica das zonas de descarga de efluentes no estuário do Tejo na área ribeirinha de Lisboa. Relatório final, CO-FCUL.
- Costa, M.J., P.R. Almeida, J.L. Costa, G. Silva, C. Azeda, J.P. Medeiros, E. Sá, M.J. Tavares, 2011. Monitorização biológica das zonas de descarga de efluentes no estuário do Tejo na área ribeirinha de Lisboa. Relatório final, CO-FCUL.
- Costa, M.J., P.R. Almeida, J.L. Costa, G. Silva, C. Azeda, J.P. Medeiros, E. Sá, 2012. Monitorização biológica das zonas de descarga de efluentes no estuário do Tejo na área ribeirinha de Lisboa. Relatório final, CO-FCUL.
- Creutzberg, F., P. Wapenaar, G. Duineveld, N. Lopez Lopez, 1984. Distribution and density of the benthic fauna in the Southern North Sea in relation to bottom characteristics and hydrographic conditions. *Rapp. P.-V. Réun. Cons. Internat. Explor. Mer*, 183: 101-110.
- Grall, J., M. Glémarec, 1997. Using Biotic Indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 44: 43-53.

- Hily, C., 1984. Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hyper-trophiques de la rade de Brest. Tese de Doutoramento. Université de Bretagne Occidentale, Brest.
- Legendre, L., P. Legendre, 1984. Ecologie numerique 1. Le traitement multiple des donnés écologique. 2^a ed., Masson, Paris.
- Muxika, I., A. Borja, J. Bald, 2007. Using historical data, expert judgment and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive, *Mar. Poll. Bull.*, 55: 16–29.
- 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.
- Neto, J.M., 2014. Estabelecimento de Sistemas de Classificação, Avaliação do Estado das Massas de Água Costeiras e de Transição, desenvolvimento de metodologias para a identificação de pressões significativas e acompanhamento do Exercício de Intercalibração – Elemento Biológico Macroinvertebrados Bentónicos. Report produced to APA (Agência Portuguesa do Ambiente) in the aim of EEMA project (Avaliação do estado ecológico das massas de água costeiras e de transição adjacentes e do potencial ecológico das massas de água fortemente modificadas - POVT-12-0133-FCOES-00017). 37pp.
- 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.). *Sem. Dragagens, Dragados e Ambientes Costeiros*. Associação Eurocoast-Portugal, Porto.
- 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 6^a Conf. Nac. Qual. Amb. DCEA/FCT/UNL*, Monte da Caparica.
- Wolff, W.F., 1983. Estuarine benthos. *In* B. H. Ketchum (Ed.), *Ecosystems of the World, Estuaries and Enclosed Seas* Vol. 26, Amsterda, Elsevier. pp. 337-374

