

**ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE RECURSOS HÍDRICOS
SUPERFICIAIS: ID 25979 – FOZ DO ARADE
PROCESSO: PR-18-0573**

Caracterização da Qualidade da Água

Enquadramento

A Diretiva-Quadro da Água (DQA, Diretiva 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro), que a Lei da Água (Lei nº 58/2005¹, de 29 de dezembro) e legislação complementar transpuseram para o sistema jurídico português, estabeleceu um quadro de ação comunitário no domínio da política da água com o objetivo de prevenir a degradação dos recursos hídricos, através da proteção e melhoria da respetiva qualidade de modo a alcançar o bom Estado de todas as Massas de Água (MA). O Estado de uma MA é definido em função do Estado ecológico e do Estado Químico, sendo que para alcançar o bom Estado, as MA superficiais têm de atingir, pelo menos, o bom Estado Ecológico e o bom Estado Químico.

De acordo com a segunda geração do Plano de Gestão da Região Hidrográfica das Ribeiras do Algarve, em vigor², a área de estudo não intersecta diretamente nenhuma massa de água superficial da categoria "rios" (linhas água com bacia de drenagem $\geq 10 \text{ km}^2$) (**Figura 1**).

Por outro lado, o modelado da área de estudo indicia a inexistência de encaminhamento das águas superficiais que, de algum modo, possa constituir uma rede fluvial estruturada, ainda que incipiente. A única exceção refere-se a uma vala de drenagem a céu aberto, que se desenvolve em parte das extremas oeste e norte da zona de estudo. Esta vala, aparentemente artificial e sujeita à influência da maré por comunicar diretamente com o estuário através do canal de betão que intersecta a área de estudo, está identificada como linha de água a proteger (com respetiva faixa de proteção) na Planta Atualizada de Condicionantes do Plano de Urbanização da UP 5-Portimão, devendo integrar um sistema de drenagem de águas pluviais e/ou residuais (i.e. eventuais descargas provenientes da estação elevatória de águas residuais Mata Foz do Arade).

¹ Alterada pela Declaração de Retificação n.º 11-A/2006, de 23 de fevereiro, pelos Decreto-Lei n.º 245/2009, de 22 de setembro, n.º 60/2012, de 14 de março, e n.º 130/2012, de 22 de junho, e pelas Leis n.º 42/2016, de 28 de dezembro, e n.º 44/2017, de 19 de junho

² Disponível em <https://apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=9&sub3ref=848>

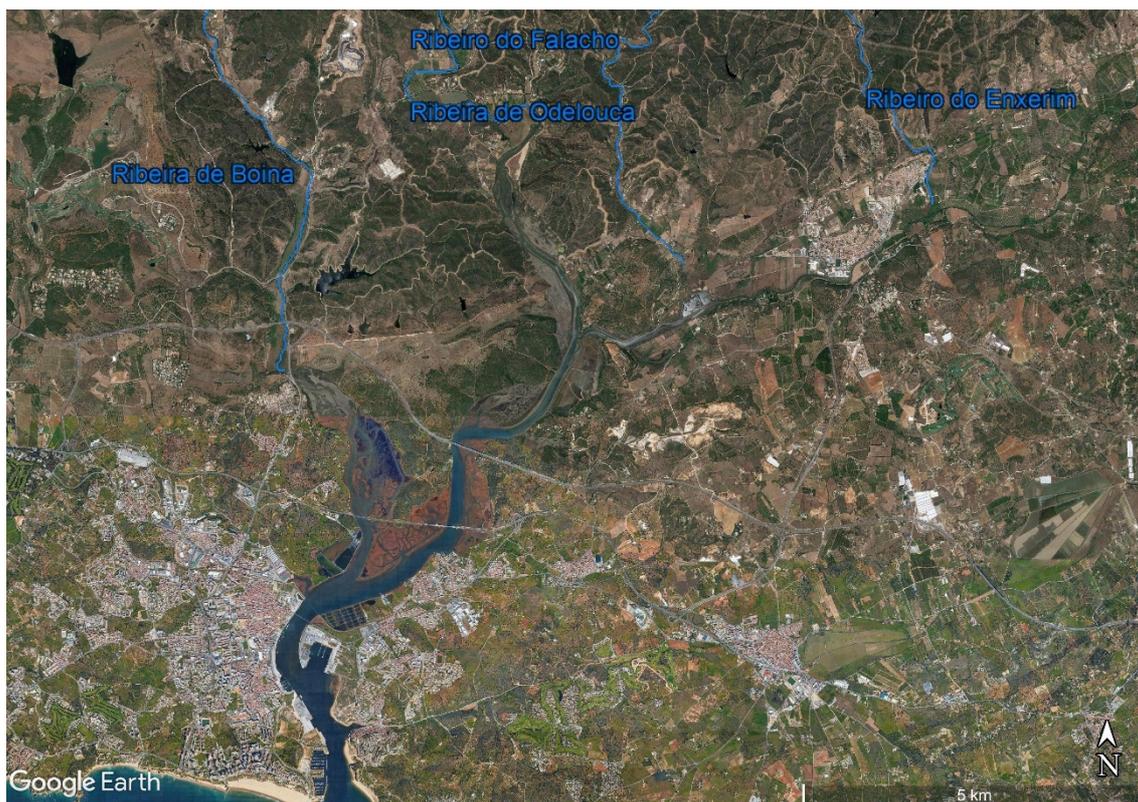


Figura 1 – Massas de água (sensu DQA) do tipo rio existentes na proximidade da área de estudo.

Embora não intersectando nenhuma MA superficial, a área de estudo desenvolve-se na vizinhança da massa de água de transição Arade-WB1 (PT08RDA1701), que corresponde ao trecho final do estuário do Arade (**Figura 2**). Este estuário, que recebe água do rio Arade, das ribeiras de Odelouca e da Boina, e de outras linhas de água de menor dimensão, desaguando em frente a Portimão, é o segundo maior da região algarvia e apresenta um Bom Estado, sendo conseqüentemente importante avaliar no âmbito do EIA quais os riscos que a implantação do projeto pode acarretar para a sua qualidade ecológica.



Figura 2 – Massa de água de transição Arade-WB1. Imagem do Sistema Nacional de Informação de Ambiente. Sem escala.

Assim, no âmbito do EIA avaliam-se aspetos da qualidade ecológica das águas superficiais do estuário e da vala de drenagem existente (**Figura 3**).



Figura 3 – Aspeto geral da vala de drenagem existente no limite da área de estudo em maio de 2019.

Metodologia de caracterização do estado atual do ambiente

O estado ecológico mede a qualidade estrutural e funcional dos ecossistemas aquáticos. No caso das águas de transição (estuários), a avaliação do estado integra elementos de qualidade biológicos (e.g. invertebrados bentónicos) e elementos de suporte (hidromorfológicos e físico-químicos). O estado químico está relacionado com a presença de substâncias químicas no ambiente aquático que, em condições naturais, não estariam presentes ou existiriam em concentrações reduzidas, e que, pelas suas características de persistência, toxicidade e bioacumulação, são suscetíveis de causar danos significativos para o ambiente aquático, saúde humana e para a flora e fauna.

A caracterização das condições ecológicas do estuário do Arade recorreu à informação publicada em bibliografia, técnica e científica, e disponível em documentos oficiais, em particular no Plano de Gestão de Região Hidrográfica das Riberias do Algarve.

Face à ausência de qualquer informação prévia, a qualidade ecológica da vala de drenagem foi avaliada a partir de amostragens realizadas no âmbito do EIA, que contemplaram a macroflora aquática e os invertebrados bentónicos e decorreram durante o mês de maio de 2019.

As comunidades de vegetação presentes foram amostradas em três locais, incluindo dois situados na vala de drenagem e um situado na zona mais plana, próximo da marina (**Figura 4**). A macroflora foi amostrada tendo por base: i) o protocolo de amostragem de macrófitos no âmbito da avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Directiva Quadro da Água³ e ii) o protocolo de monitorização para angiospérmicas em águas de transição (sapais)⁴. Mais especificamente, as espécies vegetais foram inventariadas em faixas de 100 m do corredor aquático, transpondo-se a linha de água transversalmente várias vezes. Além da composição florística, foram igualmente registados parâmetros referentes à estratificação, nomeadamente a presença ou ausência dos estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo, e respectivos graus de cobertura.

³ Disponível em: https://apambiente.pt/dga/assets/Protocolo_Amostragem_Macr%C3%B3fitos2017_rev18.pdf

⁴ Disponível em: http://apambiente.pt/zdata/EstadoAguas/Protocolos/MONIT_Angiospermicas_SAP AIS_TW.pdf

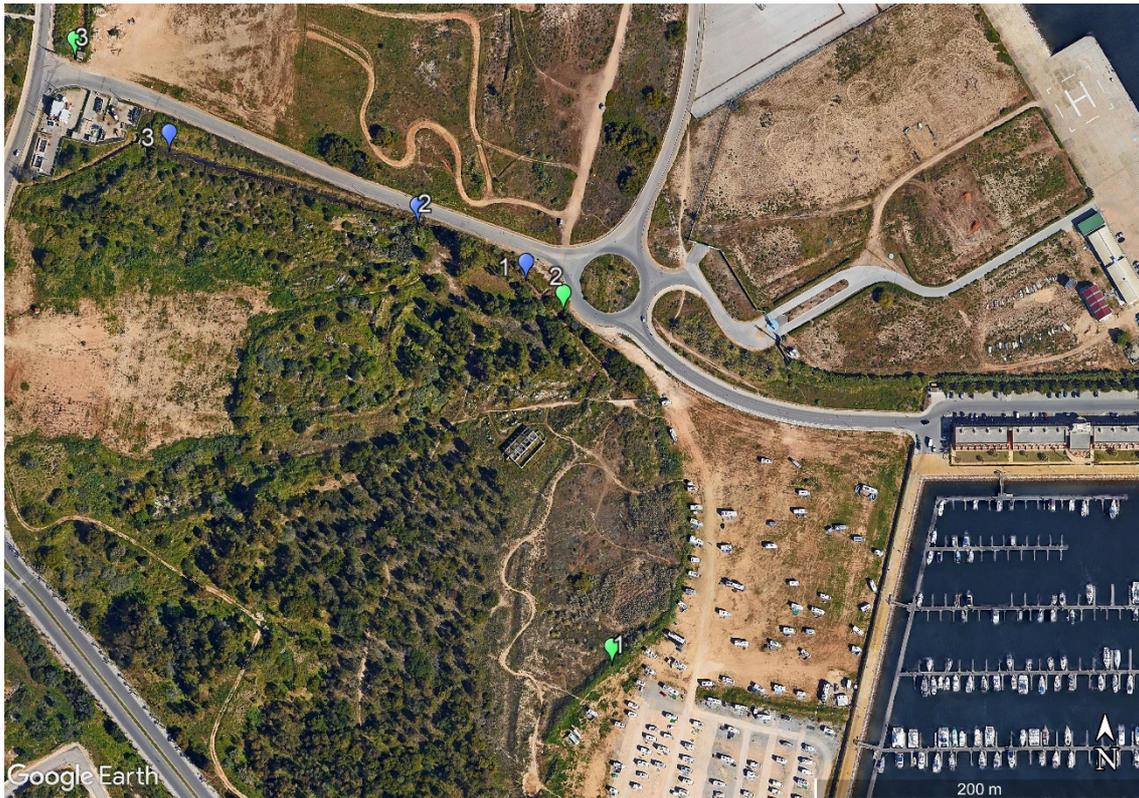


Figura 4 – Locais das amostragens efetuadas no âmbito do EIA. Identificam-se a verde os locais de amostragem de macroflora, e a azul os de macroinvertebrados bentónicos.

Todas as espécies presentes no canal, no leito e nas margens foram inventariadas até à linha que corresponde à extrema dos terrenos que as águas cobrem, sem transbordar para o solo natural, habitualmente enxuto. Cada troço foi inventariado inicialmente de montante para jusante, repetindo-se o processo no sentido oposto de forma a assinalar espécies não detetadas da primeira vez.

As espécies desconhecidas ou de identificação duvidosa foram recolhidas e transportadas para identificação em laboratório, recorrendo-se para o efeito a publicações específicas, nomeadamente Castroviejo *et al.* (1986 a 2010), Franco (1971, 1984), Franco e Rocha Afonso (1994, 1998, 2003), Aedo *et al.* (2000), Paiva *et al.* (2002) e Luceño (1994).

Para a amostra de invertebrados bentónicos na vala de drenagem foram recolhidos cores, com cerca de 60 cm² cada, em três locais distintos (**Figuras 4 e 5**). De modo a amostrar o máximo de riqueza e diversidade presentes, cada core foi enterrado até à profundidade de 10 cm.



Figura 5 – Core utilizado na amostragem de invertebrados bentônicos.

As amostras de invertebrados foram conservadas em álcool a 70% para análise laboratorial. Em cada local de amostragem foram também recolhidas e congeladas amostras de sedimento para determinação da granulometria e quantificação da matéria orgânica total (MOT).

Em laboratório procedeu-se à triagem, identificação morfológica e quantificação da abundância dos organismos recolhidos. Para identificação dos diferentes organismos recorreu-se a chaves dicotômicas e a artigos científicos com revisões taxonómicas. Todos os organismos para os quais foi possível efetuar uma identificação até ao nível taxonómico específico foram classificados de acordo com o seu grupo ecológico segundo Borja et al., (2000) (I - Espécies muito sensíveis a enriquecimento orgânico; II - Espécies indiferentes a enriquecimento orgânico; III - Espécies tolerantes ao excesso de matéria orgânica no meio; IV – Espécies oportunistas de segunda ordem ou V - Espécies oportunistas de primeira ordem).

De forma a quantificar a qualidade ecológica dos locais amostrados utilizou-se o coeficiente biótico (CB) proposto por Borja et al. (2000), cuja expressão se encontra abaixo,

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

em que GI%, GII%, GIII%, GIV% e GV% correspondem às frequências relativas de cada grupo ecológico.

A avaliação da granulometria do sedimento em cada core foi feita com recurso a um conjunto de quatro crivos com malhagens de 2.000 mm, 0.500mm, 0.250 mm e 0.063mm, respetivamente (Impact Laboratory test sieve, ISO 3310-1). Através da comparação entre o peso total da amostra considerada (100g) e o peso do sedimento retido em cada crivo foi possível determinar a textura do substrato e a dimensão média do grão utilizando o software R (R Core Team, 2017) e um package específico para análise granulométrica (G2Sd; Fournier et al., 2014).

A dimensão média do grão foi determinada recorrendo-se à expressão desenvolvida por Simon et al. (2001) e que se apresenta em seguida:

$$\bar{x}_{\mu m} = \frac{1}{100} \times \sum_{i=1}^p ci$$

onde $\bar{x}_{\mu m}$ representa o tamanho médio do grão em μm , p é número total de classes de comprimento presentes na amostra e ci é a classe de comprimento i (i = 1, ..., p).

A quantidade de matéria orgânica presente no sedimento (MOT) foi determinada através da diferença entre o peso da amostra após secagem em estufa (48h a 60°C) e o peso da mesma amostra após combustão em mufla (4h a 500°C). Os teores de MOT nos sedimentos, expressos em percentagem do peso total da amostra, foram calculados a partir da expressão:

$$MOT = \frac{PS - PC}{PS} \times 100$$

onde PS representa o peso após secagem na estufa e PC o seu homólogo após combustão.

Resultados

Estuário do Arade

O estuário do Arade situa-se no Barlavento algarvio, entre as povoações de Ferragudo, da Mexilhoeira da Carregação e de Portimão, estendendo-se no sentido norte-sul. Apesar das pequenas dimensões (cerca de 8 km de comprimento, menos de 1 km de largura média e uma profundidade média de 6 m) é o segundo maior estuário do Algarve, a seguir ao do Guadiana (Gonçalves et al., 2010),

Apresenta uma bacia hidrográfica com cerca de 996 km² e tem como principais afluentes as ribeiras da Boina e de Odelouca (**Figura 1**). O estuário é do tipo mesotidal homogéneo com descargas irregulares de rio (tipo A2, sensu DQA), apresentando uma área considerável de zonas de sapal (Gonçalves et al., 2013).

O estuário do Arade está classificado como Zona Húmida de Importância Internacional, como Biótopo CORINE e a zona a norte da ponte ferroviária faz parte da Rede Natura 2000 (SIC Arade/Odelouca, PTCON0052).

Em termos ambientais, salienta-se a importância do ecossistema estuarino para várias espécies piscícolas e de invertebrados, incluindo muitas com valor comercial. Um estudo realizado para caracterizar a ictiofauna do estuário na proximidade da marina de Portimão identificou 88 espécies piscícolas, sendo as famílias Sparidae (sargos) e Gobiidae (cabozes), as mais diversas (Gonçalves et al., 2010). As espécies mais frequentes nessa área foram o caboz-da-areia *Pomatoschistus minutus*, o peixe-rei *Atherina presbyter*, a safia *Diplodus vulgaris*, o caboz-negro *Gobius niger*, a língua-de-gato *Buglossidium luteum* e o sargo *Diplodus sargus*. Posteriormente, Gonçalves et al. (2013) inventariaram 104 espécies de peixes numa

área mais abrangente do estuário. Apesar da considerável diversidade, a composição de espécies encontradas no estuário do Arade em termos gerais foi relativamente semelhante à encontrada noutros estuários portugueses (e.g. Mondego, Tejo, Guadiana e Rias de Alvor e Formosa) e europeus (e.g. Elba, Gironde) (Gonçalves et al., 2013).

O inventário de Gonçalves et al., (2013) detetou ainda 86 espécies de invertebrados no estuário, com o domínio do camarão-mouro (*Crangon crangon*). O caranguejo-mouro (*Carcinus menas*, **Figura 6**) e o camarão-da-costa (*Palaemon serratus*) foram as outras espécies dominantes e que, juntamente com o camarão-mouro, são características de outros estuários portugueses, como o Tejo.



Figura 6 - Exemplar de caranguejo mouro capturado na vala de drenagem em maio de 2019.

O estuário do Arade encontra-se sujeito a várias pressões de origem antrópica, incluindo a alteração do caudal (líquido e sólido) afluente em resultado da presença de aproveitamento hidráulicos a montante (barragens do Arade, do Funcho e de Odelouca), alterações hidromorfológicas (e.g. obras portuárias exteriores e interiores, dragagens, presença de áreas urbanas, como Portimão) e a existência de vários focos de poluição, pontual e difusa.

Não obstante, alguns estudos têm demonstrado que as massas de água do estuário apresentam genericamente uma boa qualidade, com exceção dos locais onde ocorrem descargas de estações de tratamento de água residuais (ETAR) ou na proximidade de outros focos poluentes, como suiniculturas (Gago e Mana, 2007; Martins et al., 2009).

Outros estudos realizados no estuário têm detetado a presença de metais e compostos orgânicos acumulados em organismos, como bivalves e peixes (Bebianno e Machado, 1997; Mudge et al., 1998; Machado et al., 1999; Serafim et al., 2011; Fernandes et al., 2007, 2014; Bebianno et al., 2015), muitas vezes em associação com a descarga de efluentes não tratados e produtos industriais. Na massa de água Arade-WB1 existe uma zona designada para produção de moluscos bivalves para consumo humano, cujos objetivos em termos de qualidade da água não foram alcançados devido a problemas microbiológicos (PGRH das ribeiras do Algarve, 2015).

A qualidade da água do estuário parece estar a melhorar, em parte em resultado do melhor tratamento das águas residuais dos municípios que marginam a bacia hidrográfica do rio Arade (IPTM, 2010). Espera-se que a entrada em funcionamento da atual ETAR da Companheira (dimensionada para tratar um caudal médio de cerca de 32061 m³/dia produzido nos municípios de Portimão, Silves e Monchique), em 2018, contribua para a melhoria da qualidade ecológica do estuário do Arade.

O PGRH das ribeiras do Algarve estimou as cargas de vários indicadores de qualidade afluentes à massa de água Arade-WB1 (**Quadro 1**), mas considerou os valores em causa como uma pressão não significativa. O mesmo documento classifica a massa de água com um Bom Estado, incluindo um Bom Estado Ecológico e um Bom Estado Químico. Não obstante, o grau de confiança relativamente ao Estado Químico, por falta de informação, é reportado como baixo.

Quadro 1 - Cargas por setor de atividade na massa de água Arade-WB1 (em kg/ano)

Setor	CBO5	Ntotal	Ptotal
Indústria	27	266	177
Urbano	207915	584921	75099
Agrícola		19100	2364
Pecuária		5350	271
Golfe		1113	24

Vala de drenagem

Macroinvertebrados bentónicos e sedimento

O sedimento dos locais de amostragem 1 e 2 foi dominado por areia (78% e 90%, respectivamente, **Figura 7**). Em contraste, o local 3 evidenciou uma maior percentagem de vasa e gravilha (45% e 39.9%). Os valores de matéria orgânica total aumentaram para montante, sendo particularmente elevados no ponto de amostragem 3, situado na proximidade da estação elevatória (**Quadro 2**).

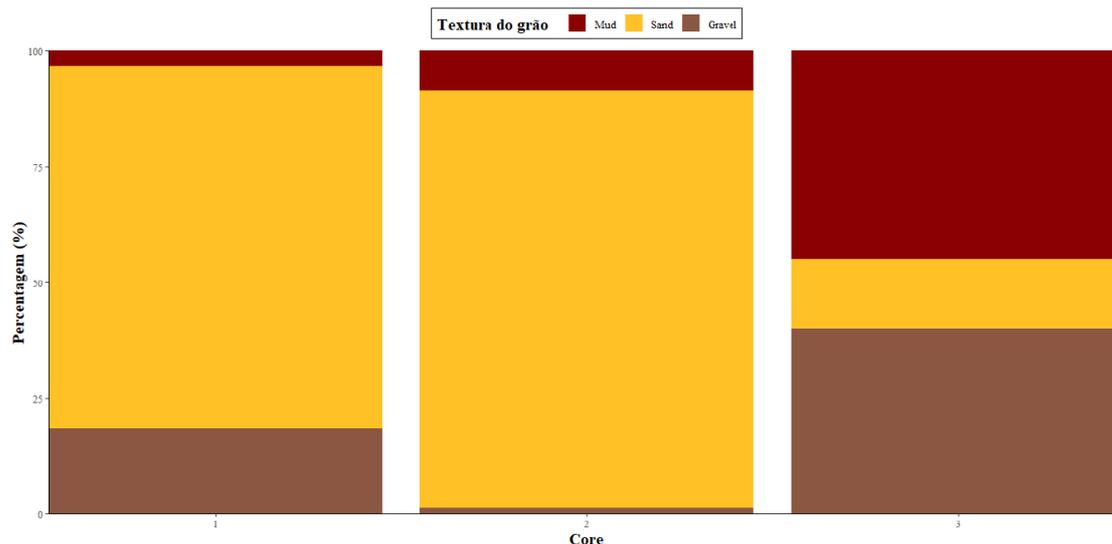


Figura 7 - Granulometria dos sedimentos em cada um dos locais amostrados

Quadro 2 – Valores de Matéria Orgânica Total, MOT (%) nos três locais amostrados

Local de amostragem	MOT
1	2.0
2	2.8
3	12.3

Foram identificados 8 *taxa* diferentes de invertebrados nos três locais amostrados (**Quadro 3**), com uma maior representatividade do grupo dos poliquetas.

Quadro 3 - Lista de *taxa* presentes nas comunidades de macroinvertebrados bentônicos dos locais amostrados e respetivo grupo ecológico, segundo Borja et al., (2000)

Taxa	Grupo Ecológico
Annelida	
Clitellata	
Oligochaeta	5
Polychaeta	
Phyllodocta	
Nereidae	
<i>Hediste diversicolor</i>	3
Spionida	
Spionidae	
<i>Dipolydora sp.</i>	4
<i>Streblospio shrubsolii</i>	3
NA	
Capitellidae	
<i>Capitela capitata</i>	5
Arthropoda	
Inseta	
Diptera	
Chironomidae	3
Ephydriidae	4

Malacostraca	
Isopoda	
Anthuridae	
<i>Cyathura carinata</i>	3

Os valores de abundância e riqueza específica encontrados em cada local são reportados no **Quadro 4**. A maior abundância foi observada no local 2, onde foram registados 49 indivíduos pertencentes a 3 taxa, enquanto a menor foi observada no local 3.

Quadro 4 - Número de indivíduos, de taxa e coeficiente biótico registados nos 3 locais de amostragem.

Local de amostragem	Número de indivíduos/core	n.º taxa/core	Coeficiente biótico
1	23	4	5,2
2	49	3	5,4
3	11	3	3,5

As amostras de invertebrados foram compostas em todos os locais por taxa tolerantes ao excesso de matéria orgânica no meio e espécies oportunistas. O coeficiente biótico (**Quadro 4**) calculado para cada local amostrado sugere maiores índices de contaminação nos locais 1 e 2, embora no local 3 o valor obtido já seja indicativo de poluição moderada (Borja et al., 2000). Contudo, os resultados do índice no local 3 podem ter sido enviesados pela menor proximidade ao estuário e, conseqüentemente, pela menor influência do mar, sendo um local dominado essencialmente por organismos típicos de água doce (insectos). Acresce que a riqueza taxonómica reduzida registada em todos os locais (< 5 taxa) pode tornar o valor do índice biótico menos fiável.

Vegetação

A área de estudo é caracterizada, de forma geral, por espécies vegetais halófitas, por plantas ruderais terrestres e por espécies de largo espectro ecológico com comportamento invasor. Assim, nos inventários realizados foram identificadas as espécies alóctones *Arundo donax* – cana-vulgar (locais de amostragem 1 e 2), *Carphobrotus edulis* – chorão-das-praias (locais de amostragem 1,2 e 3), *Nicotiana-glauca* - charuteira (local de amostragem 1), *Acacia saligna* (local de amostragem 1) e *Cortaderia selloana* - erva-das-pampas (local de amostragem 1).

O local de amostragem 1 situa-se numa zona bastante intervencionada, situado na proximidade de uma área utilizada para estacionamento durante a época balnear. Trata-se de uma área plana onde se reconhece uma ligeira depressão, que aparenta ser sujeita a encharcamento sazonal. A vegetação é dominada pelo canavial de elevada cobertura e por algum acacial disperso de baixa cobertura (**Figura 8**).



Figura 8 - Canavial existente no local de amostragem 1.

No estrato arbustivo distinguem-se exemplares de *Atriplex halimus*, planta geralmente associada ao sapal alto e que ocorre também em locais nitrofilizados, sempre próximo do mar. É ainda de salientar neste estrato a presença da alóctone *Nicotiana glauca* (**Figura 9**). No estrato herbáceo destacam-se as espécies ruderais dos géneros *Avena*, *Bromus*, *Anthemis*, *Chrysanthemum*, *Cortaderia*, entre outros.



Figura 9 - *Nicotiana glauca* no local de amostragem 1

O local 2, situado na vala de drenagem, é também uma área muito intervencionada, com canal e margens regularizados. Neste caso a vegetação das margens difere da existente no canal. No canal e na parte inferior do talude estão presentes espécies características de sapal, que toleram períodos de encharcamento mais longos, nomeadamente alguns exemplares de *Salicornia* sp., *Halimione portulacoides* e *Arthrocnemum macrostachyum* (**Figura 10**). Nos taludes da vala é possível observar espécies de caráter terrestre, que suportam períodos menores de encharcamento.



Figura 10 - Vista geral do canal e dos taludes no local de amostragem 2

O estrato arbóreo/arbustivo alto conta ainda com a invasora *Acacia saligna* e com alguns exemplares de eucaliptos. O estrato arbustivo baixo conta com matos, em alguns casos com uma densidade considerável de *Atriplex halimus* (**Figura 11**). No estrato herbáceo foi possível observar extensas manchas de chorão-das-praias, que invade grande parte dos taludes. Também no estrato herbáceo as espécies ruderais de larga distribuição *Bituminaria bituminosa*, *Andryala integrifolia*, *Avena barbata*, *Hirschefeldia incana*, *Galactites tomentosa*, *Bromus diandrus*, *Bromus rigidus*, *Daucus carota*, *Lavatera cretica*, *Chrysanthemum coronarium*, *Foeniculum vulgare* e *Lagurus ovatus* estão presentes com diferentes graus de cobertura.



Figura 11 - Colonização por *Atriplex halimus*

No local de amostragem 2 foram ainda identificadas macroalgas do género *Ulva*, frequentemente associadas a ambientes eutrofizados (**Figura 12**)



Figura 12 – Algas *Ulva* sp. identificadas na vala de drenagem. Também visíveis na Figura 5.

O local de amostragem 3, situado na vala de drenagem acima da estação elevatória, abrange um troço que aparenta possuir zonas de encharcamento prolongado ao longo do ano. Na zona do canal encontram-se as espécies que possuem mais afinidades com áreas húmidas em que o efeito da salinidade não está tão presente como nos locais anteriores (**Figura 13**). Como espécies dominantes, no canal, identificaram-se a tabua (*Phragmites domingensis*), com cobertura de 60%, e *Bolboschoenus maritimus*, com cobertura de 30%. Os taludes da vala encontram-se colonizados por espécies herbáceas ruderais, associados a locais recentemente mobilizados com alguma nitrofilia de onde se destacam as espécies *Coleostephus myconis*, *Anthemis arvensis*, *Psoralea bituminosa*, *Galactites tomentosa*, *Avena* sp., *Daucus carota*, *Hirschfeldia incana*, *Chrysanthemum coronarium*, *Dittrichia viscosa*, *Picris echioides* e *Bromus* sp.



Figura 13 - Vista geral do local de amostragem 3

Nos três locais de amostragem não foi identificada qualquer espécie RELAPE (Rara, Endémica, Localizada, Ameaçada ou em Perigo de Extinção).

Sumário final

O estuário do rio Arade é um sistema alterado, que perdeu grande parte das suas características naturais nas zonas mais a jusante, mas que todavia ainda alberga comunidades biológicas diversas. Vários estudos têm mostrado uma melhoria da qualidade ecológica do estuário nos últimos anos, para o que terão contribuído a construção de novas ETAR e o funcionamento ecoidrológico do estuário, embora subsistam evidências de perturbações locais da qualidade, nomeadamente na proximidade da marina de Portimão e após períodos pluviosos. O PGRH das ribeiras do Algarve em vigor classificou o Estado da massa de água Arade-WB1 como boa, embora com uma fiabilidade reduzida relativamente à classificação do Estado Químico.

De forma geral, a flora presente nos 3 locais de amostragem apresentou uma baixa diversidade, sendo dominada nos locais 1 e 2 por espécies alóctone de carácter invasor. Com o decréscimo do grau de salinidade (sentido jusante-montante) a diversidade florística aumentou no local 3, que apresentou o maior número de espécies. No entanto, a vegetação em todos os locais é constituída por espécies ruderais de elevada amplitude ecológica, associadas a locais muito intervencionados e nitrofilizados.

A amostragem dos invertebrados bentônicos na vala de drenagem revelou uma baixa riqueza taxonómica e a presença de *taxa* tolerantes ao excesso de matéria orgânica no meio e oportunistas.

Os resultados obtidos na amostragem da vala de drenagem revelaram níveis elevados de perturbação (i.e. baixa qualidade ecológica), incluindo a ocorrência de altos níveis de matéria orgânica e de nutrientes. Estes níveis de MO e de nutrientes poderão ter origem em descargas da estação elevatória ou no hidrodinamismo da vala de drenagem, que por ser menor mais para montante poderá facilitar a deposição da matéria vegetal, nomeadamente das macroalgas presentes.

A composição da macroflora e dos macroinvertebrados bentônicos da vala de drenagem sugerem também a inexistência de quaisquer valores ecológicos significativos no sistema identificado como linha de água a proteger na Planta Atualizada de Condicionantes do Plano de Urbanização da UP 5-Portimão.

Bibliografia

- Aedo, C., Castroviejo, S.; Herrero, A.; Romero Zarco, C. Salgueiro, F.J. e Velayos, M. (eds.) (2000). Flora Iberica, Plantas vasculares de la Península Iberica e Islas Baleares, Vol VII(II) Leguminosae (partim), Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid, Spain.
- Bebianno, M.J. e Machado, L.M. (1997). Concentrations of metals and metallothioneins in *Mytilus galloprovincialis* along the south coast of Portugal. Marine Pollution Bulletin 34, 666–671.
- Bebianno, M.J., Pereira, C.G., Rey, F., Cravo, A., Duarte, D., D'Errico, G. e Regoli, F. (2015). Integrated approach to assess ecosystem health in harbor areas. Science of the Total Environment 514, 92–107.
- Borja, A., Franco, J. e Perez, V. (2000). "A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments", Marine Pollution Bulletin Vol. 40, No. 12, pp. 1100-1114.
- Castroviejo, S. et al. (eds.), 1986-2010. Flora Ibérica. Vols. I, II, III, IV, V, VI, VII (I/II), VIII, X, XIV, XV, XVIII, XXI – Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Correia, C.F.R. (2016). Estudo da variabilidade das características físicas e químicas da água ao longo do baixo estuário do rio Arade – influência de diferentes escalas temporais. Tese de Mestrado. Universidade do Algarve. Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Fernandes, D., Porte, C. e Bebianno, M.J. (2007). Chemical residues and biochemical responses in wild and cultured European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Environmental Research 103, 247–256.
- Fernandes, D., Pujol, S., Pérez-Albaladejo, E., Tauler, R., Bebianno, M.J. e Porte, C. (2014). Characterization of the environmental quality of sediments from two estuarine systems based on different in-vitro bioassays. Marine Environmental Research 96, 127–135.
- Franco, J.A. (Ed.) (1971). Nova Flora de Portugal (Continente e Açores). Vol I. Lycopodiaceae-Umbelliferae. Clethraceae-Compositae. Author Edition, Lisboa.
- Franco, J.A. (Ed.) (1984). Nova Flora de Portugal (Continente e Açores). Vol II. Clethraceae-Compositae. Author Edition, Lisboa.
- Franco, J.A. e Rocha-Afonso M.L. (1994). Nova Flora de Portugal (Continente e Açores). Alismataceae-Iridaceae; Vol III Fascículo I. Escolar Editora, Lisboa.

- Franco, J.A. e Rocha-Afonso M.L. (1998). Nova Flora de Portugal (Continente e Açores). Gramineae Vol III Fasciculo II. Escolar Editora, Lisboa.
- Franco, J. A. e Rocha-Afonso, M.L. (2003). Nova Flora de Portugal Vol III Fasciculo III. Juncaceae-Orchidaceae. Escolar Editora. Lisboa.
- Gago, C. e Mana, M. (2007). Avaliação da Qualidade da Água Superficial na Região do Algarve 2005-2006.
- Gonçalves, J.M.S., Monteiro, P., Oliveira, F., Bentes, L., Leite, L. e Veiga, P. (2010). Biodiversidade Piscícola no Baixo Estuário do Rio Arade. Centro de Ciências do Mar (CCMAR), Faro, Portugal.
- Gonçalves, J.M.S., Veiga, P., Machado, D., Bentes, L., Monteiro, P., Afonso, C.L.M., Almeida, C., Oliveira, F. e Erzini, K. (2013). Biodiversidade do estuário do Arade – Peixes e Invertebrados. Centro de Ciências do Mar (CCMAR), Faro, Portugal.
- IPTM (2010). Navegabilidade do Rio Arade entre Portimão e Silves projecto de execução - Monitorização da qualidade da água e sedimentos (1º Relatório).
- Luceño, M. (1994). Monografía del género *Carex* en la Península Ibérica e Islas Baleares. Ruizia 14: 1-140. Monografías del Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid
- Machado, L.M., Bebianno, M.J., Boski, T. e Moura, D.M. (1999). Trace metals on the Algarve coast, II: Bioaccumulation in mussels *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819). Boletim - Instituto Espanol de Oceanografia 15, 465–471.
- Martins, F.A., Janeiro, J., Gabriel, S., Venâncio, A. e Neves, R. (2009). Integrated monitoring of South Portugal water bodies: A methodology towards WFD. Water Science and Technology 60, 1979–1988.
- Mudge, S.M., Hooper, L. e Icely, J.D. (1998). Biomarkers associated with sewage in the Arade Estuary, Portugal. Environmental Technology 19, 1055–1059.
- Paiva, J.; Sales, F.; Hedge, I.C.; Aedo, C.; Aldasoro, J.J.; Castroviejo, S.; Herrero, A. e Velayos (eds.) (2002). Flora Iberica, Plantas vasculares de la Península Iberica e Islas Baleares, Vol XIV, Myoporaceae-Campanulaceae. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid, Spain.
- Serafim, A., Lopes, B., Company, R., Cravo, A., Gomes, T., Sousa, V. e Bebianno, M.J. (2011). A multi-biomarker approach in cross-transplanted mussels *Mytilus galloprovincialis*. Ecotoxicology 20, 1959–1974.

Francisco Godinho (coordenador), Paula Chainho, Rute Caraça e Inês Afonso

Dezembro 2019