

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO BIOINDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA DA RIA FORMOSA

Formadores:

Professora Doutora Alexandra Chícharo (UALG-CCMAR)
e equipa de investigadores

Colaboração da ARHAlgarve, Engenheira Paula Vaz

Formandos:

Ana Clara Abegão

Fernanda Duarte

José Tanganho

Marco Quinteiro

Maria Conceição Santos

Sílvia Palma

Faro, 29 de Junho de 2011

ÍNDICE

	Página
1. Objectivos	1
2. Introdução	2
2.1 Área de Estudo	2
2.2 Directiva Quadro da Água	5
2.3 Os macroinvertebrados como bioindicadores da qualidade da água	7
2.4 Contextualização do projecto: enquadramento do tema da presente acção de formação nos conteúdos programáticos das disciplinas de Ciências Físico- Químicas e Ciências Naturais	9
3. Material e Métodos	11
4. Resultados e Discussão	14
3.1 Caracterização Ambiental	14
3.2 Diversidade e abundância de macroinvertebrados bentónicos	14
3.3 Macroinvertebrados bentónicos e o estado ecológico da água (índice de BENTIX)	18
5. Conclusão	20
6. Bibliografia	21
Anexos	
Anexo I – Plano de Aula	23
Anexo II – Ficha de Campo da ARH	
Anexo II – Macroinvertebrados da Ria Formosa recolhidos e identificados	33

1. OBJECTIVOS

Este trabalho teve como principal objectivo a avaliação da qualidade ecológica da água da Ria Formosa.

Utilizaram-se como indicadores biológicos os macroinvertebrados bentónicos, tendo-se identificado os principais grupos taxonómicos para a determinação da sua densidade, diversidade, principais habitats colonizados, entre outras características observáveis.

A partir do tratamento destes dados e, após a aplicação de um índice biológico métrico (índice métrico de BENTIX), tentou-se inferir acerca da qualidade biológica da água. De igual modo, tentou-se inferir localmente, de que forma as condições antropogénicas influenciam a manutenção do equilíbrio das comunidades dos macroinvertebrados.

Sendo este trabalho de natureza essencialmente prática e de total aplicabilidade na prática pedagógica das disciplinas de Ciências Naturais e Físico-Químicas, outro dos grandes objectivos a alcançar foi a sensibilização dos nossos jovens alunos para a conservação e uso sustentável dos oceanos e zonas envolventes, despertando neles o espírito crítico, contribuindo para a sua formação como cidadãos proactivos.

Palavras-Chave: indicadores biológicos, impacto ambiental, espécies tolerantes, espécies, sensíveis, índice de BENTIX, ecossistemas aquáticos, sustentabilidade.

2. INTRODUÇÃO

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O território abrangido pela Ria Formosa constitui um espaço singular no contexto do Algarve, de Portugal e da Europa. As qualidades ambientais e paisagísticas inerentes ao ecossistema, que se tem tentado preservar ao longo do tempo, conferem-lhe um elevado valor científico, cultural, social e económico.

As actividades ancestrais ligadas à pesca - marisqueio, salicultura e moluscicultura - que contribuíram para o enriquecimento do território e sua conseqüente valorização cultural, social económica e paisagística, acabaram contudo por contribuir para o aumento de um conjunto de ameaças à sustentabilidade deste espaço. O desenvolvimento de uma ocupação urbano-turística desqualificada e desadequada às características biofísicas do território, designadamente nas ilhas-barreira, assim como o acréscimo na época balnear de maior pressão humana sobre as ilhas e sobre as infra-estruturas existentes, tiveram um impacto negativo neste ecossistema tão frágil, provocando a destruição e/ou fragmentação dos habitats naturais, interferindo directamente na sustentabilidade de algumas espécies e comunidades.

O sistema de ilhas barreira faz parte do Parque Natural da Ria Formosa (PNRF), criado em 1987 (Decreto-Lei n.º 373/87 de 09/12/1987), muito embora já estivesse classificado desde 1978, sob a designação de Reserva Natural da Ria Formosa (Decreto-Lei n.º 45/78 de 02/05/1978). Foi ainda classificado como parte integrante da Lista de Zonas Húmidas de Importância Internacional assinaladas pela Convenção de Ramsar, ratificada por Portugal em 1980.

A sociedade actual vai tomando consciência da importância da Ria Formosa, pretendendo torná-la numa zona costeira exemplar no âmbito do desenvolvimento integrado e sustentável, conciliando a preservação natural e paisagística com o desenvolvimento social e económico, através da valorização harmoniosa dos recursos territoriais, da protecção dos sistemas ecológicos e da qualificação das actividades económicas.

Esta linha de actuação vem na sequência da criação da Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Outubro de 2000, que estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água. Nesta Directiva foi considerado que *a água não é um produto comercial como outro qualquer, mas um património que deve ser protegido, defendido e tratado como tal* (Directiva 2000/60/CE, 2000).

Exteriormente, a Ria Formosa é delimitada pelo cordão litoral das ilhas-barreira, entre a Quinta do Lago e Cacela. Nesse cordão abrem-se seis barras que alimentam a laguna e que definem, nos extremos do cordão, as penínsulas de Faro e de Cacela e no seu corpo, as ilhas da Barreta, Culatra, Armona, Tavira e Cabanas. A laguna estende-se ao longo de 57 quilómetros de comprimento e apresenta uma forma triangular alongada: preenchida por sapais, salgados, vassas, bancos de areia, ilhas, ilhotas e canais que são o suporte de todo este complexo ecossistema natural e social (figura1).

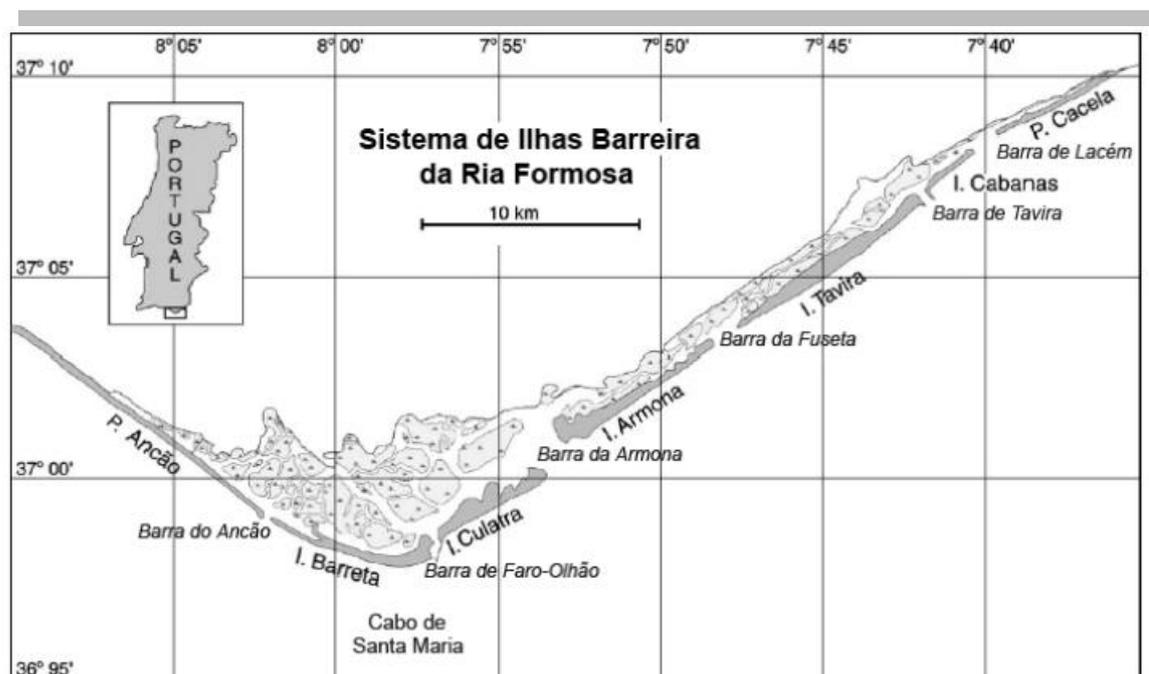


Figura 1 - Localização geográfica da área em estudo (*in* http://www.gisig.it/eco-imagine/abstract/Abstract_Speakers_Lisbon/Loureiro.htm)

Com uma profundidade média de 2 metros e uma disposição irregular dos fundos, a laguna caracteriza-se por uma extensa área intertidal ocupada por espriados de maré e barras, que interferem significativamente no sistema das correntes de maré. Cerca de 14% da superfície lagunar encontra-se permanentemente submersa, e cerca de 80% dos fundos emergem durante a baixa-mar em regime de marés vivas. A Ria Formosa é alimentada quase exclusivamente por água oceânica, com fraca interferência de águas doces. Em relação ao tipo de solo, este apresenta-se essencialmente vaso arenoso e arenoso com granulometria diversa.

De um modo geral, se bem que numas mais claramente que noutras, as praias apresentam zonação vertical (figuras 1 e 2). As diferenças periódicas de amplitude entre marés determinam também para o andar litoral três patamares mais ou menos bem demarcados e com características específicas: i) uma faixa superior –

supralitoral - constantemente humedecida por gotículas (zona de aspersão) e apenas coberto pelo mar em situação de maré alta de grande amplitude, ressacas e tempestades; ii) uma faixa intermediária – médiolitoral - ciclicamente emersa e submersa pelas marés duas vezes por dia; iii) uma faixa inferior (infralitoral), quase sempre submersa, exposta parcialmente (limite superior) durante as marés baixas de grande amplitude. Nestes três patamares, os organismos marinhos distribuem-se de forma a evitar a exposição ao ar e consequentemente perda de água por evaporação.



Figura 1 - Representação do sistema litoral rochoso com indicação dos andares supralitoral, médiolitoral, infralitoral (Saldanha, 1995)



Figura 2 - Zonação em praia arenosa (in <https://woc.uc.pt/zoologia/getFile.do?tipo=2&id=2037>)

Os factores que controlam a zonação da praia são diversos, a saber:

- a) **Marés** - o regime de marés é particularmente importante na actividade biológica que poderá ser desenvolvida, no controlo da dessecação e da temperatura, uma vez que varia a exposição ao ar e à água;
- b) **Ondas** - o maior ou menor impacto das ondas e o aumento do tempo de submersão;
- c) **Declive da costa**;
- d) **Tipo de substrato** - interfere na fixação das larvas e na porosidade do substrato em si, permitindo maior ou menor retenção de água, maior ou menor quantidade de oxigénio disponível.

2.2. A DIRECTIVA QUADRO DA ÁGUA

A qualidade ecológica da água nos ecossistemas aquáticos é uma temática recentemente incorporada na Política Europeia da Água. É baseada no conceito de que a saúde de um ecossistema está relacionada com as condições de desenvolvimento das comunidades bióticas nele existentes. Esta abordagem inovadora reside no facto em que se dá prioridade ao estado das comunidades bióticas e esse estado é usado como um reflexo das condições químicas, o que por sua vez é usado como um elemento adicional para a classificação.

Os elementos biológicos de um ecossistema são afectados por perturbações ou pressões impostas por actividades antropogénicas e regem-se de acordo com esses factores, modificando ou adaptando a sua estrutura e composição. Esta dinâmica populacional tão complexa incorpora as condições físico-químicas da água e dos sedimentos e responde às perturbações impostas pelo meio ambiente, reflectindo o grau de maior ou menor perturbação.

O conceito de qualidade ecológica foi introduzido e incorporado na legislação europeia pelo estabelecimento da Directiva Quadro da Água (DQA 2000/60/CE), colocada em prática no ano 2000. A Directiva estabelece linhas orientadoras e metodologia de determinação da qualidade da água de massas de água superficiais (continentais, costeiras, de transição e subterrâneas) baseadas nos tipos de elementos biológicos dessas águas e classificando a sua qualidade ecológica numa escala de cinco andares.

De acordo com a DQA, os elementos biológicos envolvidos na avaliação do estado ecológico das águas deverão ser fitoplâncton, fitobentos (macroalgas e angiospérmicas), macroinvertebrados e comunidades de peixes (para massas de água continentais ou de transição).

A DQA aponta o grau de qualidade ecológica como o desvio apresentado pelos elementos biológicos relativamente ao estado normal ou não perturbado, o que é estabelecido como condição de referência. Um desvio fraco ou moderado relativamente às condições de referência significa um estado bom ou moderado, respectivamente. O desvio é descrito em termos biológicos e em concordância com o definido na Directiva

Quadro da Água. Por exemplo, numa água de boa qualidade a maioria dos *taxa* sensíveis à perturbação deverão estar presentes. A definição de condições de referência para elemento biológico que qualifique a água é baseada num processo de compilação de dados históricos, avaliação científica, modelos elaborados para locais referenciados.

As condições biológicas de referência usualmente são específicas para cada local, relacionadas com a tipologia (hidrologia e geomorfologia) da massa de água em estudo. Estes são parâmetros-chave que reflectem as alterações que as comunidades bióticas sofrem em resposta a pressões, tais como alterações na biodiversidade, composição de espécies, abundância e dispersão e numa primeira análise, a presença ou ausência de espécies sensíveis ou tolerantes à poluição.

A classificação de ecossistemas aquáticos relativamente ao grau de poluição foi inicialmente desenvolvida para ecossistemas de água doce, sendo recentes os estudos efectuados para ecossistemas marinhos. A Directiva Quadro da Água ofereceu o motivo para que a comunidade científica desenvolvesse uma classificação métrica, particularmente no que diz respeito a índices biológicos baseada na teoria dos grupos ecológicos. Estes índices combinam as percentagens relativas dos diferentes grupos ecológicos numa fórmula numérica dando portanto, uma série de valores contínuos delimitados por intervalos em diferentes classes.

Estes índices biológicos foram desenvolvidos para macroinvertebrados, de modo a servir a DQA, tais como o índice AMBI (Borja *et al.*, 2000) e o índice BENTIX (Simboura & Zenetos, 2002) e para macroalgas, o índice EEI (Ecological Evaluation Index). Este estudo torna-se altamente vantajoso quando combinado com a análise dos parâmetros físico-químicos da água.

Estes indicadores da qualidade da água podem ser agrupados em parâmetros físicos (temperatura, sabor e/ou odor, cor, turbidez, sólidos em suspensão e/ou dissolvidos, condutividade eléctrica) e químicos (pH, alcalinidade, dureza, cloretos, ferro e manganésio, azoto, fósforo, oxigénio dissolvido, matéria orgânica, componentes inorgânicos e inorgânicos – agrotóxicos e detergentes).

A avaliação dos parâmetros físico-químicos fornece dados momentâneos do que pode ser uma situação altamente dinâmica do ecossistema. Já a monitorização biológica é realizada através da aplicação de diferentes protocolos de avaliação, índices biológicos e multimétricos, tendo como base a utilização de bioindicadores de qualidade de água e habitat.

2.3. OS MACROINVERTEBRADOS COMO BIOINDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA.

Morfologicamente, os macroinvertebrados bentônicos são seres macroscópicos (>1mm), invertebrados, podendo apresentar-se sob diversas formas. A comunidade de macroinvertebrados bentônicos é um importante componente do sedimento de ecossistemas aquáticos, sendo fundamental para a dinâmica de nutrientes, a transformação de matéria e o fluxo de energia. São responsáveis por processos que promovem a libertação de nutrientes para a água e a aerificação dos sedimentos.

Sob o ponto de vista taxonómico, é um grupo muito rico, incluindo desde vermes pertencentes a diversos filos, crustáceos, moluscos e insectos (adultos ou larvas). Perante toda esta diversidade de espécies, assiste-se a diferentes formas e modos de vida, adaptadas às condições do habitat. De realçar contudo que a disponibilidade de alimento adequado e em quantidade é um dos factores mais importantes para a distribuição e abundância dos macroinvertebrados.

Uma vez que na sua maioria são organismos sedentários, esta comunidade sofre os efeitos das alterações ambientais adversas, podendo exhibir diversos graus de tolerância à poluição, acumulando essa informação ao longo do tempo. Por este motivo são assim considerados organismos bioindicadores de elevada eficácia das condições históricas de um determinado local.

As principais vantagens do uso de macroinvertebrados na avaliação de impactos sobre os ecossistemas aquáticos são:

- a) Constituem um grupo bastante diverso e cosmopolita, sendo sensíveis a vários tipos de poluentes e perturbações físicas (processos de erosão por exemplo);
- b) A sua colheita quase não implica custos e requer aparelhos relativamente simples;
- c) Por viverem associados ao sedimento e serem relativamente sésseis, permitem:
 - registar um tempo maior de impactos do que a avaliação de parâmetros físicos, químicos e físico-químicos, servindo como testemunhas tanto de impactos recentes como de médio prazo;
 - associar sua presença ou ausência às alterações das condições do seu habitat, já que estão intimamente associados a eles;
- d) São constituídos por espécies com um ciclo de vida medianamente curto, possibilitando um estudo relativamente alargado dos efeitos de acções antropogénicas sobre a comunidade;
- e) Capacidade de deslocação reduzida;
- f) Grande diversidade de espécies e as alterações que aparecem na comunidade são facilmente detectáveis;
- g) Colonizam todo o tipo de habitats aquáticos.

Contudo, o uso destes seres como bioindicadores também apresenta algumas desvantagens tais como:

- Sendo uma comunidade biótica bastante heterogênea, a taxionomia de alguns grupos não é bem conhecida;
- Variações nas estações do ano ou variações na dinâmica das populações podem interferir na interpretação ou comparação de resultados.
- Os macroinvertebrados não são sensíveis a algumas perturbações, como por exemplo, alguns patogénicos de origem humana.

Pelos motivos apontados os macroinvertebrados bentónicos são considerados úteis na avaliação e monitorização da qualidade da água, estando este tipo de avaliação da qualidade biológica da água integrado na Directiva-Quadro da Água.

Segundo a DQA existem 3 tipos diferentes de estados ecológicos - **Excelente, Bom e Razoável**. Através da utilização de macroinvertebrados bentónicos para a avaliação e definição do estado ecológico, este define-se como “**Estado Excelente**” quando a composição taxonómica e a abundância correspondem totalmente, ou quase totalmente, às que se verificam em condições não perturbadas. O rácio entre os *taxa* sensíveis e os *taxa* insensíveis às perturbações não dá sinais de modificações em relação aos níveis não perturbados. O “**Estado Bom**” caracteriza-se quando o rácio entre os *taxa* sensíveis e os *taxa* insensíveis às perturbações apresenta uma ligeira modificação em relação aos níveis específicos do tipo. O “**Estado Razoável**” caracteriza-se quando estão ausentes grupos taxonómicos importantes da comunidade específica do tipo. O rácio entre os *taxa* sensíveis e os *taxa* insensíveis às perturbações e o nível de diversidade são substancialmente inferiores ao nível específico do tipo e significativamente inferiores aos correspondentes a um “estado bom”.

Em suma, a avaliação e monitorização dos ecossistemas aquáticos têm sido essencialmente baseadas em medidas químicas e bacteriológicas da qualidade da água. No entanto, o efeito da poluição é registado pela maioria dos seres vivos e pode conduzir a perturbações no equilíbrio existente. É portanto, obrigatório completar as tradicionais análises à água com um estudo mais pormenorizado das comunidades bióticas (A. Tercedor & S. Ortega, 1988).

2.4 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROJECTO: ENQUADRAMENTO DO TEMA DA PRESENTE ACÇÃO DE FORMAÇÃO NOS CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS DAS DISCIPLINAS DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS E CIÊNCIAS NATURAIS

O trabalho pode ser desenvolvido pelos alunos em várias disciplinas dado ser um tema transversal. Pode funcionar em articulação curricular a saber: i) Ciências Naturais, Ciências Físico-Químicas | Língua Portuguesa, redacção dos artigos; ii) Ciências Naturais, Ciências Físico-Químicas | Geografia, localização geográfica e utilização dos recursos naturais; Ciências Naturais, Ciências Físico-Químicas | Matemática, análise e construção de gráficos, tabelas e tratamento estatístico de dados; iii) Ciências Naturais, Ciências Físico-Químicas | Inglês, tradução de artigos ou até mesmo a redacção de um *Abstract* e a tradução dos resultados para publicação online; iv) Ciências Naturais, Ciências Físico-Químicas | TI, criação de um filme ou de um PowerPoint dinâmico; v) Ciências Naturais, Ciências Físico-Químicas | Educação Visual, “dicas” em relação a aspectos gráficos e estéticos; vi) Ciências Naturais, Ciências Físico-Químicas | áreas curriculares não disciplinares como o Estudo Acompanhado e a Área de Projecto | áreas não curriculares como um Clube de Ciências.

Enquadra-se particularmente nos conteúdos programáticos abordados no decorrer do 8ºano de escolaridade da disciplina de Ciências Naturais, cujo tema unificador é a “Sustentabilidade na Terra”, podendo ser introduzido em diversos momentos do currículo, nomeadamente nos conteúdos ecossistemas aquáticos (distribuição de seres vivos, factores abióticos e sua influência nos seres vivos, interferência das actividades humanas nos ecossistemas) poluição, recursos naturais, protecção e conservação do ambiente (ver Anexo I).

No que se refere à disciplina de Ciências Físico-Químicas, a temática abordada na presente formação poderá ser aplicada no 7ºano de escolaridade, no tema “Terra em Transformação”, no capítulo “transformações físicas”. Nesse capítulo é tratado o conceito de massa volúmica e solubilidade de um sal, referindo alguns sais que se dissolvem ou não na água. No 8ºano de escolaridade, com o tema unificador “Sustentabilidade na Terra”: “Reacções Químicas” surge o conceito de pH, para conhecer o carácter químico das substâncias, usando o indicador universal. Refere-se que o produto de uma reacção entre um ácido e uma base é um sal e que a dureza da água está associada à presença de sais dissolvidos. As conchas dos moluscos são constituídas por camadas de carbonato de cálcio (sal insolúvel). É realçado também que na presença que uma elevada concentração de sais, a água ficará muito densa e poderá não ser possível a vida marinha, como sucede no mar morto. Já no 9ºano, “Viver melhor na Terra”: “Ligações químicas”, aborda-se mais uma vez as ligações que existem na água, relacionando este elemento com a sua capacidade para dissolver os sais (ver Anexo I).

Constitui uma boa ocasião para desenvolver um projecto multidisciplinar, com início numa saída de campo a um ecossistema aquático (a Ria Formosa, por exemplo), servindo esta como “pontapé de saída” para o desenvolvimento de inúmeras competências:

1. Cognitivas (no âmbito da(s) disciplina(s) em questão)

2. Regras de cidadania – “Protecção e conservação dos ecossistemas naturais”

“Medidas a adoptar para reduzir os impactes ambientais”

“A água é um bem precioso”

“Como poderemos contribuir para a sustentabilidade do nosso planeta?”

3. Capacidade de observação /espírito crítico.

4. Espírito científico/ actividades experimentais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Local da amostragem

- i. Canal do Ancão, Ria Formosa.

Estratégia de Amostragem

- i. Metodologia de amostragem aleatória simples;
- ii. Técnica de amostragem visual;
- iii. Método de amostragem destrutivo (utilização de tubagem: tubos PVC de 15cmx15cm).

Comunidade bentónica (povoamento)

- i. Zonação: Intertidal | Mediolitoral (amplitude de maré =0,95, macrofauna \leq 1mm);
- ii. Substrato: sedimento arenoso e sedimento vaso arenoso .

A amostragem da macrofauna bentónica foi realizada num único dia (21 de Maio de 2011), no Canal do Ancão, Ria Formosa, em faixa paralela à linha de costa, alguns metros após o final da estrada alcatroada da praia de Faro (36°59'50" e 7°58'50" W). Foram efectuadas 2 amostras - distância aproximada entre as duas amostras 20m - (figuras 3 e 4).



Figuras 3 e 4 - i) local da amostragem: Ria Formosa, Canal do Ancão, alguns metros após o final da estrada alcatroada da Praia de Faro (cerca de 178 metros da ponte de acesso da Praia de Faro, a Este, e cerca de 227 metros da Barra do Ancão, a Oeste); ii) coordenadas das amostras 1 e 2: valores aproximados e calculados posteriormente via *Google Earth*)

As amostras foram recolhidas em maré baixa (amplitude de maré =0,95) em patamar mediolitoral do intertidal. Segundo a Directiva Quadro da Água (DQA) e o protocolo de procedimento para macroinvertebrados, a amostragem devia ter sido realizada em marés de grande amplitude (amplitude de maré $\geq 0,8$), patamar infralitoral. Mas dado a impossibilidade de realização da saída para data agendada de 18 de Maio, por falta de autocarro para o transporte dos alunos e ainda devido ao forte temporal que se fez sentir nesse dia, depois de consultada a tabela de marés (hora e altura de maré, fonte Instituto Hidrográfico) e verificada a disponibilidade de professores e alunos, foi decidido a realização da saída de campo no dia 21 de Maio, tendo consciência que os valores que iriam ser obtidos não poderiam ser validados no âmbito do objectivos deste trabalho, avaliação da qualidade/estado ecológico das águas costeiras lagunares. Realce-se ainda, que segundo a tabela de marés nos dias 19 e 20 de Maio teria ainda sido possível obter amplitudes de maré baixa dentro dos valores protocolados, mas a partir do dia 21 de Maio todos os valores eram muito superiores ao exigido pela DQA.

Na recolha das amostras foram utilizados 3 tubos extractores de PCV de 15cm de diâmetro e 15cm de altura enterrado no sedimento (DQA 0,1-0,2 m²). Por amostra foram recolhidos três replicados, um em sedimento arenoso e 2 em sedimento vaso arenoso. Após a recolha e ainda em campo as amostras biológicas foram lavadas e crivadas para retirar o máximo de sedimento e facilitar o transporte e a triagem em laboratório. Neste procedimento foram utilizados três sacos de rede mosquiteira (dimensões 30cmx40cm, malha=1mm). Seguidamente as amostras foram acondicionadas *in vivo* em sacos de plástico devidamente etiquetados (nº da amostra, nº do replicado, tipo de sedimento), não tendo sido feita a individualização do material biológico recolhido no sedimento vaso arenoso. No fim foi preenchida a ficha de campo (Anexo II).

Em laboratório e no próprio dia procedeu-se à triagem das amostras. O material biológico foi retirado dos sacos e colocado em tabuleiros com água salgada (um por cada saco correspondente ao nº da amostra, replicado e tipo de sedimento onde foi recolhido). Procedeu-se novamente à lavagem (em água salgada) e à crivagem das amostras (utilização de crivos com malha=1mm), tendo sido recolhido o sobrenadante. Seguidamente foi feita a separação dos organismos por grandes grupos taxonómicos (moluscos bivalves, moluscos gastrópodes, poliquetas e crustáceos), e tentou-se proceder à identificação até ao menor taxa possível (utilizando lupas binoculares) e à quantificação dos indivíduos. Dado a morosidade do processo (etapas, quantidade e diversidade de organismos encontrados) não foi possível concluir a identificação e a quantificação dos organismos no próprio dia. Sendo assim, o material biológico foi fotografado (Anexo III) e seguidamente fixado em álcool a 90°. Os organismos foram guardados no frigorífico em frascos esterilizados, bem etiquetados, para finalizar a identificação e a quantificação dos organismos e posterior auditoria no Centro de Ciências do Mar do Algarve, CCMAR - UAlg. Os organismos fixados também foram fotografados (anexo III).

O passo seguinte foi a aplicação do índice biológico BENTIX para aferir o nível de qualidade ecológica da água. O índice BENTIX é uma simplificação do índice AMBI, desenvolvido no âmbito da DQA, e é um dos índices determinados em macroinvertebrados bentónicos para a caracterização das massas de água costeiras e de transição. “O índice BENTIX é baseado no conceito de grupos indicadores e usa a contribuição relativa dos taxa classificados como tolerantes e dos taxa considerados como sensíveis, medindo as percentagens de uma forma ecologicamente relevante. O desenvolvimento da fórmula BENTIX fixa o **factor “6”** para os taxa sensíveis, **grupo GI**, e o **“factor “2”** para os taxa tolerantes, **grupos GII e GIII**. A selecção dos factores não é feita de forma aleatória e é baseada no princípio de que a probabilidade de apanhar aleatoriamente espécies bentónicas, que se encontram entre o tolerante e o stressante, varia numa proporção de 3:1. O princípio é baseado no conceito de Hily (1984) e Glémerec (1986) que identificaram 5 grupos de taxa de acordo com a sua sensibilidade ao aumento do gradiente de stress: o grupo “sensível” (GI), o grupo “indiferente” (GII), o grupo “tolerante” (GIII), oportunistas de 2ª ordem (GIV) e oportunistas de 1ª ordem (GV). Os dois primeiros grupos, talvez por serem considerados não tolerantes, foram agrupados como “sensíveis” e são representados na fórmula pelo grupo GI. Os outros três grupos considerados como “tolerantes” são representados na fórmula pelo grupo GII (tolerantes e oportunistas de 1ª ordem) e pelo grupo GIII (oportunistas de 2ª ordem), obtendo um rácio de probabilidade entre tolerantes e não tolerantes de 3:1. Ao multiplicar o rácio por 2 é criada uma escala que varia entre 2 e 6. O grupo “sensível” (GI) é medido pelo **“factor “6”** pelo que corresponde a um nível de qualidade ecológica mais elevado, assumindo um valor maior do índice. Os grupos GII e GIII, que poderiam ser considerados um só grupo, são medidos pelo **“factor “2”**. A ausência de espécies sensíveis (GI=0) determina um valor do índice = 2 (nível ecológico pobre). A ausência de qualquer espécie (azóico) determina um valor do índice = 0 (nível ecológico mau).” (1)

FÓRMULA

$$\text{Bentix} = [6 \times \%GI + 2 \times (\%GII + \%GIII)] / 100 \quad \hat{=}$$

$$\text{Bentix} = [(6 \times \%GS + 2 \times \%GT)] / 100$$

TABELA QUE RESULTA DA FÓRMULA E FIXA OS NÍVEIS ECOLÓGICOS

GRAU DE POLUIÇÃO	NÍVEL DE QUALIDADE ECOLÓGICA	VARIAÇÃO BENTIX
Normal Pura	EXCELENTE	4,5 ≤Bentix<6
Ligeiramente poluída, transitório	BOM	3,5 ≤Bentix<4,5
Moderadamente poluída	MODERADO	2,5 ≤Bentix<3,5
Extremamente poluída	POBRE	2 ≤Bentix<2,5
Azóico*	MAU	0

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

A amostragem foi realizada numa zona de elevado hidrodinamismo, cerca de 200m da Barra do Ancão, numa faixa paralela à linha de costa (extensão 500m e largura de 500m, conforme recomendação da ARH Algarve, Ficha de Campo) que apresenta um certo grau de artificialização devido à acção antropogénica, caracterizada pela presença de: i) habitações, cafés, restaurantes e residenciais (algumas com entubadas visíveis - saída directa de esgoto para o areal - que parecem desactivadas); de pontões resultantes da actividade turística, de recreio e pesca; iii) uma ponte de acesso à Península que permite tráfego automóvel constante.

Feita a observação visual do local e apesar de não ter sido efectuada a parametrização físico-química, verificou-se que a água tinha aspecto de límpida (transparente), não apresentando odores, cor, sabor, presença de naftas / sólidos em suspensão ou qualquer outra evidência de possível contaminação causada por factores de poluição química, física ou biológica. Não se observou no areal presença de lixo significativo (apenas alguns vidros no sedimento).

4.2 DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Os resultados são apresentados por amostra e por tipo de sedimento, conforme metodologia seguida na recolha dos macroinvertebrados bentónicos.

AMOSTRA 1

Da análise das tabelas 1 e 2 (página 16) verifica-se para a amostra 1 o seguinte:

- a) no geral a existência de diversidade significativa de macroinvertebrados moluscos bivalves e gastrópodes, crustáceos caracterizados pela presença de *Paguros anochoretas* e o aparecimento de algumas espécies de poliquetas não identificadas neste trabalho;
- b) maior diversidade de macroinvertebrados nos replicados recolhidos em sedimento vaso arenoso com representantes dos quatro grupos de macroinvertebrados identificados;
- c) menor diversidade de macroinvertebrados no replicado recolhido em sedimento arenoso, com representantes apenas dos grupos gastrópode e bivalvia;
- d) no sedimento arenoso surgem indivíduos das espécies *Cerastoderma edule*, *Venerupis áurea* (bivalvia) e *Cyclope neritae* (gastrópodes) o que não se verifica no sedimento vaso arenoso;

- e) no sedimento vaso arenoso verifica-se maior abundância (densidade) de indivíduos, particularmente para as espécies *Bithium reticulado* e *Ruditapes decussatus* e para o grupo poliquetas.

TOTAIS POR TIPO DE SUBSTRATO AMOSTRA 1				
FAMÍLIA	AREIA	ABUNDÂNCIA	VASO ARENOSO	ABUNDÂNCIA
Hydrobidae			<i>Hydrobia ulvae</i>	1
Muricidae			<i>Ocenebra spp</i>	1
Turritellidae			<i>Mesalia brevialis</i>	1
Cerethidae			<i>Bithium reticulatum</i>	38
Trochidae			<i>Gibula spp</i>	4
Nassaridae	<i>Monodontas spp</i>	2	<i>Monodontas spp</i>	3
Trochidae	<i>Cyclope neritae</i>	1		
Cerethidae			<i>Cerithium vulgatum</i>	1
Carditidae	<i>Cerastoderma edule</i>	1		
Scrobiculariidae			<i>Scrobicularia plana</i>	2
Veneridae	<i>Ruditapes decussatus</i>	1	<i>Ruditapes decussatus</i>	8
Veneridae	<i>Venerupis aurea</i>	3		
Ostreidae			<i>Crassostera angulata</i>	3
Paguridae			<i>Pagurus anochoretas</i>	2
por identificar			<i>por identificar</i>	15

Tabela 1 – Totais por sedimento (replicado 1 arenoso | replicado 2 vaso arenoso)

TOTAIS AMOSTRA 1				
GRUPO	FAMÍLIA	TAXA	CLASSE BENTIX	ABUNDÂNCIA
GASTROPODE	Hydrobidae	<i>Hydrobia ulvae</i>	2	1
	Muricidae	<i>Ocenebra spp</i>	0	1
	Turritellidae	<i>Mesalia brevialis</i>	0	1
	Cerethidae	<i>Bithium reticulatum</i>	1	38
	Trochidae	<i>Gibula spp</i>	0	4
	Nassaridae	<i>Monodontas spp</i>	0	5
	Trochidae	<i>Cyclope neritae</i>	0	1
	Cerethidae	<i>Cerithium vulgatum</i>	1	1
BIVALVIA	Carditidae	<i>Cerastoderma edule</i>	1	7
	Scrobiculariidae	<i>Scrobicularia plana</i>	0	2
	Veneridae	<i>Ruditapes decussatus</i>	2	9
	Veneridae	<i>Venerupis aurea</i>	1	3
	Ostreidae	<i>Crassostera angulata</i>	0	3
CRUSTACEA	Paguridae	<i>Pagurus anochoretas</i>	1	2
POLYCHAETAE	por identificar	por identificar	0	15

Tabela 2 - Totais obtidos por amostra (replicado 1 e replicado 2)

AMOSTRA 2

Da análise das tabelas 4 e 5 (página 18 e 19) verifica-se para a amostra 2 o seguinte:

- no geral grande diversidade de macroinvertebrados moluscos bivalves e gastrópodes, crustáceos caracterizados pela presença de Gammaridae, *Carcinus maenas* e *Diogenes pugilator* e o aparecimento de várias espécies de poliquetas algumas não identificadas neste trabalho;
- maior diversidade de macroinvertebrados nos replicados recolhidos em sedimento vaso arenoso com representantes dos quatro grupos de macroinvertebrados não identificados;
- menor diversidade de macroinvertebrados no replicado recolhido em sedimento arenoso, com representantes apenas dos grupos gastrópode e bivalvia;
- no sedimento arenoso surgem indivíduos das espécies *Cerastoderma edule*, *Ruditapes decussatus*, *Dosinia sp.* e *Venerupis aurea* (bivalvia) o que não se verifica no sedimento vaso arenoso;
- no sedimento vaso arenoso verifica-se maior abundância (densidade) de indivíduos, particularmente para as espécies *Bithium reticulatum* e *Cerithium vulgatum* e *Crassostera angulata* e para o grupo poliquetas.

Da comparação dos dados obtidos para as amostras 1 e 2 verifica-se o seguinte:

- uma maior diversidade relativa ainda que caracterizada em ambas as amostras por representantes de moluscos bivalves e gastrópodes, crustáceos e poliquetas;
- na amostra 2, sedimento vaso arenoso foram encontradas duas espécies da família Gammaridae;
- uma maior abundância macroinvertebrados essencialmente de *Bithium reticulatum*, “espécie sensível” (38 amostra 1 | 585 amostra 2), *Cerithium vulgatum* “espécie sensível” (0 amostra 1 | 24 amostra 2) e *Crassostera angulata* “espécie indiferenciada” (3 amostra 1, 14 amostra 2);
- no sedimento vaso arenoso na amostra 2 não surgem representantes do grupo bivalvia enquanto que na amostra 1 foram observadas as espécies *Scrobicularia plana* e *Ruditapes decussatus*;
- nas duas amostras grande quantidade de indivíduos classificados como indiferentes (amostra 1, 53 | amostra 2, 89);

As diferenças de diversidade e abundância encontradas poderão estar relacionadas com a presença de algas nos pontos de recolha em sedimento vaso arenoso e sua maior abundância no local da amostra 2. No entanto, não será possível aferir qual o padrão de distribuição dos organismos e quais os factores que determinam alguma variabilidade na diversidade e abundância dos organismos recolhidos nos pontos de amostragem, porque em termos de metodologia:

- foi realizada apenas uma única amostragem e não existem dados para comparação;

- b) a distância em que foram recolhidas as duas amostras é relativamente curta e os organismos são móveis, deslocam-se.
- c) não foram medidos outros parâmetros ambientais (como por exemplo o oxigénio, a temperatura e a salinidade).
- d) alguma dificuldade e incerteza na identificação e classificação taxonómica dos macroinvertebrados, dado ser a primeira vez que este exercício foi realizado pelos autores deste trabalho.

TOTAIS POR TIPO DE SUBSTRATO				
Família	AREIA	ABUNDÂNCIA	VASO ARENOSO	ABUNDÂNCIA
Trochidae	Gibula sp	1		
Nassaridae	Nassarius spp	1	<i>Nassarius spp</i>	2
Cerethlidae	Bithium reticulatum	42	<i>Bithium reticulatum</i>	543
Trochidae			<i>Monodonta spp</i>	4
Trochidae			<i>Gibbula spp</i>	3
Nassaridae			<i>Cyclope neritae</i>	1
Cerethlidae			<i>Cerithium vulgatum</i>	24
Turritellidae			<i>Mesalia brevisalis</i>	1
Carditidae	<i>Cerastoderma edule</i>	1		
Veneridae	<i>Ruditapes decussatus</i>	2		
Veneridae	<i>Dosinia spp</i>	1		
Veneridae	<i>Venerupis aurea</i>	3		
Mastridae	<i>Lutraria lutraria</i>	1		
Ostreidae			<i>Crassostera angulata</i>	14
Gammaridae			<i>Gammarus spp</i>	1
Gammaridae			<i>Melita palmata</i>	1
Portunidae			<i>Carcinus maenas</i>	3
Diogenidae			<i>Diogenes pugilator</i>	4
Capitellidae			<i>por identificar</i>	4
Cirratulidae			<i>por identificar</i>	1
Flabelligeridae			<i>por identificar</i>	1
Nephtyidae			<i>por identificar</i>	2
Nereidea			<i>por identificar</i>	1
Polychaeta spp			<i>por identificar</i>	10

Tabela 3 - Totais obtidos por amostra (replicado 1 e replicado 2)

TOTAIS AMOSTRA 2				
GRUPO	Família	TAXA	CLASSE BENTIX	ABUNDÂNCIA
GASTROPODE	Trochidae	<i>Gibbula umbilicalis</i>	0	1
	Nassaridae	<i>Nassarius spp</i>	1	3
	Cerethiidae	<i>Bithium reticulatum</i>	1	585
	Trochidae	<i>Monodonta spp</i>	0	4
	Trochidae	<i>Gibbula cineraria</i>	0	2
	Nassaridae	<i>Cyclope neritae</i>	0	1
	Cerethiidae	<i>Cerithium vulgatum</i>	1	24
	Turritellidae	<i>Mesalia brevalis</i>	0	1
BIVALVIA	Carditidae	<i>Cerastoderma edule</i>	1	1
	Veneridae	<i>Ruditapes decussates</i>	2	2
	Veneridae	<i>Dosinia spp</i>	0	1
	Veneridae	<i>Venerupis aurea</i>	1	3
	Mactridae	<i>Lutraria lutraria</i>	0	1
	Ostreidae	<i>Crassostera angulata</i>	0	14
CRUSTACEA	Gammaridae	<i>Gammarus spp</i>	1	1
	Gammaridae	<i>Melita palmata</i>	1	1
	Portunidae	<i>Carcinus maenas</i>	0	3
	Diogenidae	<i>Diogenes pugilator</i>	1	4
POLYCHAETAE	Capitellidae	<i>por identificar</i>	2	4
	Cirratulidae	<i>por identificar</i>	2	1
	Flabelligeridae	<i>por identificar</i>	0	1
	Nephtyidae	<i>por identificar</i>	0	2
	Nereidea	<i>por identificar</i>	2	1
	Por identificar	<i>por identificar</i>	0	10

Tabela 4 - Totais obtidos por amostra (replicado 1 e replicado 2)

4.3 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS E O ESTADO ECOLÓGICO DA ÁGUA

(Índice de BENTIX)

Os resultados são apresentados por amostra e por tipo de sedimento, conforme metodologia seguida na recolha dos macroinvertebrados bentónicos.

	Amostra 1		Amostra 2	
	Rep.1	Rep.2	Rep.1	Rep.2
Nº Total organismos	85	8	619	55
% Sensível (0 + 1)	0,89	0,875	0,99	0,963636
% Tolerante (2)	0,11	0,125	0,01	0,036364
BENTIX	5,58	5,5	5,96	5,854545

Gráficos 1 e 2: Valores obtidos para o índice Bentix por amostra (Rep. 1 sedimento arenoso. Rep. 2 vaso arenoso)

AMOSTRA 1		AMOSTRA 2	
REPLICADO 1 – vaso arenoso	REPLICADO 1 – arenoso	REPLICADO 1 – vaso arenoso	REPLICADO 2 - arenoso
Sensíveis: 29	Sensíveis: 3	Sensíveis: 573	Sensíveis: 4
Indiferentes: 47	Indiferentes: 4	Indiferentes: 40	Indiferentes: 49
Tolerantes: 9	Tolerantes: 1	Tolerantes: 6	Tolerantes: 2

Tabela 5 - Quantificação por espécies “sensíveis”, “indiferenciadas” e “tolerantes”, por amostra.

Através da análise dos dados dos gráficos verificamos que o nível ecológico da água para as duas amostras é máximo, ou seja, atinge o valor mais alto do índice BENTIX, correspondente ao intervalo de variação $4,5 \leq \text{Bentix} < 6$ em que a composição taxonómica e a abundância correspondem totalmente, ou quase totalmente, às que se verificam em condições não perturbadas (grau de poluição normal, água quase pura ou cristalina).

Na tabela 5 são expressas as quantidades relativas de espécies “sensíveis”, “indiferentes” e “tolerantes”. Conforme se pode observar para as duas amostras, e em condições de sedimento arenoso e vaso arenoso, os valores são sempre superiores para GI (sensível + indiferente = não tolerantes) o que justifica os valores obtidos no índice, sendo que para a amostra 2 são ainda mais elevados.

De acordo com o já explicado no capítulo “materiais e métodos”, estes valores não poderão ser considerados válidos no âmbito da DQA, porque os organismos foram recolhidos em patamar mediolitoral e não em infralitoral, conforme o determinado pelo protocolo para macroinvertebrados. Acresce ainda que vários dos macroinvertebrados foram classificados como “indiferente” por dificuldade na sua identificação pelos autores, não se sabendo realmente qual a sua classificação.

Nota: A amostragem foi realizada por professores e um pequeno grupo de alunos do 8ºano de escolaridade. A triagem das amostras foi efectuada no Centro Ciência do Algarve, uma vez que por diversos factores, a saída de campo ocorreu num sábado, encontrando-se as escolas encerradas. A classificação das amostras foi realizada nos laboratórios da Escola JNJ.

5. CONCLUSÃO

A Directiva Quadro da Água tem como objectivo principal, o estabelecimento de um enquadramento para a protecção das águas de transição e costeiras que evite a degradação e proteja e melhore o estado dos ecossistemas costeiros, alcançável até 2015.

Introduziu o conceito de “estado ecológico” de um ecossistema, como expressão da globalidade de factores bióticos e abióticos que se inter-relacionam e são inter-dependentes, que, de acordo com o Anexo V da DQA, podem ser agregados em três grupos de elementos: biológicos, hidromorfológicos e físico-químicos sendo que, a avaliação de cada um complementa a avaliação dos restantes.

A análise com base em factores biológicos permite detectar os impactes de acções antrópicas, tais como focos de contaminação, impactes estes que se reflectem no modo de vida e de alimentação dos macroinvertebrados bentónicos.

Seguindo as directrizes da DQA, procedeu-se à avaliação da qualidade ecológica da água num ponto de amostragem no canal do Ancão, Ria Formosa, utilizando para tal o índice biológico determinado em macroinvertebrados bentónicos para a caracterização das massas de água – índice de BENTIX.

Com base na comparação e discussão dos resultados obtidos após a aplicação do índice de BENTIX e observada a tabela de intervalos de variação do mesmo índice, somos levados a concluir que a qualidade da água no ponto de amostragem (5,7) na data de realização é EXCELENTE.

No entanto, atendendo à dinâmica e à fragilidade do ecossistema em estudo, sublinhe-se a necessidade de uma reflexão mais profunda para poder analisar em consciência quais os reais impactos provocados pela ocupação antrópica e pelas alterações climáticas globais, que poderão trazer consequências não avaliadas e de alguma forma irreversíveis para o ecossistema e consequentemente para a comunidade.

Por motivos já apontados, o local de amostragem não terá sido o correcto sob o ponto de vista da utilização dos resultados para fins científicos no âmbito da DQA, no entanto, considera-se altamente positivo o desenrolar de todo este trabalho, no que diz respeito à construção/aquisição de competências para aplicação num futuro próximo, no decorrer da nossa prática lectiva.

6. BIBLIOGRAFIA E SITES CONSULTADOS

Directiva Quadro da Água <http://dqa.inag.pt/>

Fundo para a Protecção dos Animais Selvagens <http://www.fapas.pt>

Instituto de Conservação da Natureza e Biodiversidade <http://portal.icnb.pt/>

Biorede <http://www.biorede.pt/index1.htm>

Encyclopedia of life <http://www.eol.org/>

World register of marine species <http://www.marienespecies.org/>

The marine life information network <http://www.marlin.ac.uk/species.php>

Biodiversidade online <http://naturdata.com/>

Sociedade Polis da Ria Formosa (Análise SWOT) http://www.polislitoralriiformosa.pt/area_intervencao.php

“Biotic Indicators of Water Quality”

<http://www.aces.edu/gsearchresults.tmpl?cx=00744586277733772866%3Avoowypv483c&cof=FORID%3A11&ie=UTF-8&q=macro+invertebrates&sa.x=0&sa.y=0#1064>

“Ecological Quality in Marine Ecosystems”

http://www.scitopics.com/Ecological_Quality_in_Marine_Ecosystems.html

“Ecological characterization of dredged and non-dredged bivalve fishing areas of south Portugal”

http://www.fc.up.pt/pessoas/ptsantos/azc-docs/chicharo_et_al_compara_zonas_ganchorra.pdf

Campbell, A. (2000) Guia de campo da Fauna e Flora do Litoral de Portugal e da Europa. Guia FAPAS. Porto: FAPAS

Saldanha, L. (1995) - Fauna Submarina Atlântica. Publicações Europa América, Lisboa: Edição revista e aumentada. Publicações Europa América, Lisboa: 364pp.

Borja, A., Franco, J., Pérez, V., 2000. A Marine Biotic Index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*.

Simbora N., Zenetos A., 2002. Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystems, including a new biotic index. *Mediterranean Marine Science*.

Alba-Tercedor, J. & Sanchez-Ortega, A. 1988. Un método rápido y simples para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell.

ANEXOS

ANEXO I



Plano de Trabalho



Conteúdos programáticos /Unidades temáticas  Enquadramento

Ciências Físico-Químicas	Ciências Naturais
7ºano de escolaridade	
Tema organizador - “Terra em transformação”	
Sub-tema 1 –“Materiais” Na unidade temática <i>Substâncias e Misturas de Substâncias</i> , surge o conceito de densidade; refere-se que a água sólida é menos densa que a água líquida, o que permite a existência da vida aquática nos pólos. Referem-se as técnicas de separação de misturas, nomeadamente a peneiração.	Sub-tema 1 – “A Terra, um planeta com vida” Na abordagem do conceito de Biodiversidade; é feita a identificação dos factores abióticos que influenciam a distribuição dos seres vivos, as trocas entre os seres e o meio, bem como as influências recíprocas, características fundamentais do sistema considerado.
8º ano de escolaridade	
Tema organizador - “Sustentabilidade na Terra”	
Sub-tema 2 – “Reacções Químicas” Na unidade temática <i>Reacções Químicas</i> surge o conceito de pH para saber o carácter químico das substâncias (água), usando o indicador universal líquido ou em fita. Quando se junta	Sub-tema 1 – “Ecossistemas” Na unidade temática <i>Interações Seres Vivos / Ambiente</i> ; é feita a caracterização da estrutura e funcionamento dos ecossistemas, quais os factores abióticos e qual a sua

um ácido com uma base obtém-se sempre um sal e água.

A água pode ser dura ou mole. A água mole apresenta uma fraca concentração de sais de cálcio e magnésio, a água dura apresenta uma concentração elevada de sais de cálcio e magnésio. Na água salgada há muitos sais dissolvidos, logo é uma água dura.

Os sais podem ser solúveis ou insolúveis. Os solúveis dissolvem-se na água, como é o caso do cloreto de sódio, os insolúveis não se dissolvem na água, as conchas dos moluscos são constituídas por camadas de carbonato de cálcio (sal que não se dissolve em água). Se houver muitos sais, a água fica muito densa e pode não existir vida, como sucede no mar morto. A água salgada é mais densa devido à existência dos sais.

A fórmula química da água é H₂O, em que uma molécula de água é constituída por 2 átomos de hidrogénio e um átomo de oxigénio.

A equação química, acertada, da reacção química entre o di-hidrogénio e o dioxigénio para formar a água é:

$$2\text{H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} (\text{l})$$

influência sobre as populações

Na unidade temática *Fluxo de Energia e Ciclo de Matéria*, onde se relaciona a distribuição dos seres vivos em termos de nicho ecológico com a sua posição na cadeia alimentar.

Na unidade *Perturbações no Equilíbrio dos Ecossistemas*, em que se referem quais as *Catástrofes directamente provocadas pela intervenção humana* nomeadamente, quais os efeitos da poluição, nas múltiplas formas que pode assumir, como uma das principais causas do desequilíbrio dos ecossistemas.

Sub-tema 2 – “Gestão Sustentável dos Recursos”

Na unidade temática *Recursos Naturais – Utilização e Consequências*, onde, entre outros, são abordados os recursos hídricos

Na unidade temática *Protecção e Conservação da Natureza*, na abordagem da Ria Formosa como área protegida, como forma de preservar a biodiversidade e aspectos geológicos particulares. No reconhecimento de que a Natureza constitui um património comum de todos os cidadãos que tem de ser preservado, bem como a necessidade de, a nível internacional, serem tomadas medidas que visam a protecção e conservação do ambiente.

9ºano de escolaridade

Tema organizador – “Viver melhor na Terra”

Sub-tema 3 – “Classificação dos materiais”.

Na abordagem da temática *Ligações Químicas*, referem-se mais uma vez as ligações que existem na água - ligações covalentes, relacionando esta com a sua capacidade para dissolver os sais.

Sub-tema 4 – “Ciência, tecnologia e qualidade de vida”

Na abordagem dos conceitos essenciais relacionados com a saúde, utilização de recursos e protecção ambiental que devem fundamentar a acção humana no plano individual e comunitário.

Competências

Gerais

- ✦ Mobilizar saberes culturais, científicos e tecnológicos para compreender a realidade e para abordar situações e problemas do quotidiano.
- ✦ Usar adequadamente linguagens das diferentes áreas do saber cultural, científico e tecnológico para se expressar.
- ✦ Adoptar estratégias adequadas à resolução de problemas e à tomada de decisões.
- ✦ Realizar actividades de forma autónoma, responsável e criativa.
- ✦ Cooperar com os outros em tarefas e projectos comuns.
- ✦ Relacionar harmoniosamente o corpo com o espaço, numa perspectiva pessoal e interpessoal promotora da saúde e da qualidade de vida.

- ✦ Mobilizar conhecimentos e recursos tecnológicos para perspectivar uma participação personalizada na sociedade global de informação.
- ✦ Mobilizar os saberes escolares para se posicionar, de forma crítica e participativa, no contexto cívico, sendo um cidadão proactivo.
- ✦ Contribuir para a valorização do património natural e cultural articulando conhecimentos históricos, culturais e científicos

Específicas

- ✦ Reconhecimento de situações de desenvolvimento sustentável em diversas regiões;
- ✦ Reconhecimento que a intervenção humana na Terra afecta os indivíduos a sociedade e o ambiente e que coloca questões de natureza social e ética;
- ✦ Compreensão das consequências que a utilização dos recursos existentes na Terra tem para os indivíduos, a sociedade e ao ambiente;
- ✦ Reconhecimento de que a intervenção humana na Terra, ao nível da exploração, transformação e gestão sustentável dos recursos, exige conhecimento científico e tecnológico em diferentes áreas.
- ✦ Compreensão de que a dinâmica dos ecossistemas resulta de uma interdependência entre seres vivos, materiais e processos.
- ✦ Compreensão de que o funcionamento dos ecossistemas depende de fenómenos envolvidos, de ciclos de matéria, de fluxos de energia e de actividade de seres vivos, em equilíbrio dinâmico.
- ✦ Reconhecimento da necessidade de tratamento de materiais residuais, para evitar a sua acumulação, considerando as dimensões económicas, ambientais, políticas e éticas.
- ✦ Reconhecimento da importância da criação de parques naturais e protecção das paisagens e da conservação da variabilidade de espécies para a manutenção da qualidade ambiental.

- ✦ Tomada de decisão face a assuntos que preocupam as sociedades, tendo em conta factores ambientais, económicos e sociais.
- ✦ Divulgação de medidas que contribuam para a sustentabilidade na Terra.

Objectivos

- ✦ Avaliar as consequências relativas à contaminação a longo prazo dos ecossistemas;
- ✦ Promover, sensibilizar e educar os jovens para a conservação e uso sustentável dos oceanos e zonas envolventes;
- ✦ Determinar parâmetros biométricos e populacionais de macroinvertebrados bentónicos;
- ✦ Monitorizar a dinâmica das populações e obter indicadores do seu estado de conservação;
- ✦ Desenvolver técnicas de trabalhos experimentais, tendo em conta as normas de segurança;
- ✦ Ser um cidadão proactivo

Conceitos / Palavras-Chave

Macroinvertebrados bentónicos	Directiva Quadro da Água	Ecologia/ Parâmetros ecológicos	Taxonomia/taxa
Espécie	Bio-indicador	Índices métricos	Poluição
Ecossistema	Parâmetros físico-químicos	Ocupação antrópica	Poluentes
Substâncias e misturas de substâncias	Solubilidade	Dureza	pH

Métodos

- Enquadramento teórico (90 minutos)
 - contextualização da actividade e preparação da saída de campo;
- Saída de campo (consultar Caderno de Trabalho) (1 manhã)
- Trabalho laboratorial
 - separação e contagem de indivíduos (2x 90 minutos);
 - registo e interpretação e discussão de resultados (90 min).

Recursos

Computador e *datashow*

Caderno de Trabalho

Material laboratorial

Avaliação

- ✦ Cumprimento da actividade
- ✦ Interesse e participação
- ✦ Relacionamento interpessoal e de grupo
- ✦ Sentido crítico

ANEXO II

Nome: _____ Idade: _____ Escola: Afonso III /Neves Júnior

Nome Local: Praia de Faro Concelho: Faro

Data: 21/05/2011 Hora início: 11:00 h Hora Fim: 12:00 h

Selecciona com uma marca o estado do tempo:



Por questões de segurança o trabalho de monitorização não deverá ser feito sozinho.

AVALIA AS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA – Antes de iniciares o trabalho/preenchimento da ficha de campo avalia, com o responsável pela saída de campo, através das questões abaixo, se podes realizar ou não a monitorização.

Nível de Risco (Baixo-B; Médio-M, Alto-A)	B	M	A	Nível de Risco (Baixo-B; Médio-M, Alto-A)	B	M	A
Zonas de acesso e estacionamento – ter em atenção as condições de entrada e saída do local.	X			Presença de animais potencialmente perigosos.	X		
Estabilidade do terreno para caminhar e grau de isolamento (Presença/ausência de pessoas na área)	X			Actividades e ocupação do solo (zonas agrícola, florestal, residencial, industrial, ou de áreas em construção que possam constituir algum tipo de risco)	X		
Obstáculos e riscos de acidentes (vedações; vegetação muito densa; topo de arribas; algares; zonas escorregadias - húmidas ou com tapetes de algas; risco de afogamento com a agitação marítima e ou estado da maré; ventos muito fortes; relâmpagos)	X			Risco (conclusão) - Se identificares mais do que três M ou um A não continues este trabalho			

O trabalho de monitorização da zona costeira deverá ser planeado antecipadamente.

A zona que escolheres para observar anualmente, deverá corresponder a uma faixa paralela à linha de costa com uma extensão de 500 metros e largura de 500 metros – No Geoportal do Voluntariado Ambiental para a Água (www.voluntariadoambientalagua.com) deverás desenhar apenas o troço paralelo à linha de costa.

As observações deverão ser feitas na maré vazia, para isso podes consultar uma tabela de marés ou o site <http://www.hidrografico.pt/previsao-mares.php>. Observa com atenção e preenche devidamente a ficha de campo.

1. Tipo de Costa (características – ver ficha auxiliar)

Podes identificar mais do que um item e deves fotografar cada aspecto assinalado.

Praia arenosa	X	Praia lodosa (vasosa)*	X	Arriba		Ria	
Praia mista (areia e cascalho)		Presença de blocos		Duna		Lagoa costeira	
Praia de cascalho		Plataforma rochosa		Estuário		Ribeira temporária	

* em áreas de sapal.

Grau de artificialização

Zona natural		Zona com artificialização (zona com algumas casas, hotéis e outras infra-estruturas, esporões, pontões, etc.)	X
Alguns sinais de artificialização (construções provisórias ou estruturas em madeira, com baixa densidade)		Zona muito artificializada (áreas urbanas, elevada impermeabilização dos solos)	

2. Existe actividade humana na área de observação?

Estradas/Estacionamentos	X	Campismo	X	Pesca**	X	Agricultura		ETA/ETAR	
Construções	X	Golfe		Aquacultura	X	Pastorícia		Indústria	
Portos*		Áreas de lazer	X	Marisqueio	X	Floresta		Outra ***	

* Selecciona o que observas: Porto de Recreio, Comercial ou de Pesca

** Descreve o que observas (Pesca profissional ou lúdica):

*** Qual:

3. Presença de Poluentes e Resíduos

<p>3.1) Descargas líquidas:</p> <table border="1"> <tr> <td>Em linha de água natural</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Entubadas</td> <td>X</td> </tr> </table> <p>Cheiro</p> <table border="1"> <tr> <td>Sem cheiro</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cheiro a peixe / lodo</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Cheiro a esgotos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Outro*</td> <td></td> </tr> </table> <p>Aspecto</p> <table border="1"> <tr> <td>Límpida (transparente)</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Acastanhada (alguma turvação)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cor escura (muito turva)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Presença de espuma</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Outro*</td> <td></td> </tr> </table> <p>*Descreve o que cheiras e observas:</p>	Em linha de água natural	X	Entubadas	X	Sem cheiro		Cheiro a peixe / lodo	X	Cheiro a esgotos		Outro*		Límpida (transparente)	X	Acastanhada (alguma turvação)		Cor escura (muito turva)		Presença de espuma		Outro*		<p>3.2) Resíduos:</p> <table border="1"> <tr> <td>Resíduos de construção, entulhos</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Objectos domésticos (electrodomésticos, mobiliário)</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Material plástico, vidro ou metal</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Lixo doméstico em sacos ou amontoado</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Veículos abandonados</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Destroços de barcos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Resíduos verdes (ex. canas)</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Outra*</td> <td></td> </tr> </table> <p>*Descreve o que observas:</p>	Resíduos de construção, entulhos	X	Objectos domésticos (electrodomésticos, mobiliário)	X	Material plástico, vidro ou metal	X	Lixo doméstico em sacos ou amontoado		Veículos abandonados		Destroços de barcos		Resíduos verdes (ex. canas)	X	Outra*	
Em linha de água natural	X																																						
Entubadas	X																																						
Sem cheiro																																							
Cheiro a peixe / lodo	X																																						
Cheiro a esgotos																																							
Outro*																																							
Límpida (transparente)	X																																						
Acastanhada (alguma turvação)																																							
Cor escura (muito turva)																																							
Presença de espuma																																							
Outro*																																							
Resíduos de construção, entulhos	X																																						
Objectos domésticos (electrodomésticos, mobiliário)	X																																						
Material plástico, vidro ou metal	X																																						
Lixo doméstico em sacos ou amontoado																																							
Veículos abandonados																																							
Destroços de barcos																																							
Resíduos verdes (ex. canas)	X																																						
Outra*																																							
<p>3.3) Observas a presença de nutrientes / eutrofização em linhas de água e sistemas lagunares na área de estudo? Em caso afirmativo descreve a situação.</p>	<p>3.4) pH da água de linhas de água e sistemas lagunares na área de estudo (opcional):</p>																																						

4. Caracterização da zona supratidal (Consultar Ficha Auxiliar)

(Zona entre a linha normal de maré cheia e a linha máxima atingida pelas marés vivas)

4.1) Largura

Largura						
< 5 m	5-10 m	10-50 m	X	50-250 m	> 250 m	

4.2) Tipo de substrato

Lodo	X
Areia	X
Argila	
Cascalho	
Blocos	
Rocha	
Terra	
Artificial (cimentado, empedrado, etc.)	

4.3) Flora

Plantas de terrenos alagadiços*				
Junciais	Caniçal	Canavial	Tabúia	Outras**

*água doce ou salobra

**Descreve o que observas:

Plantas de terrenos lodosos (vasosos)				
Salicórnica	<i>Suaeda marítima</i>	Gramata-branca	Cistanca	Outras*

*Descreve o que observas:

Plantas de terrenos arenosos						
Polígono-marítimo	Eruca-marítima	Barrilha-espinhosa	Feno-das-areias	Cardo-marítimo	Outras*	X

*Descreve o que observas:

Chorão das praias

Plantas rupícolas (que crescem em rochas)				
Líquenes	Limónios	Funcho-do-mar	Queiruga-marinha	Outras*

*Descreve o que observas:

5. Caracterização da zona intertidal (Consultar Ficha Auxiliar)

(Zona entre a linha normal de maré cheia e de maré vazia)

5.1) Largura

Largura						
< 5 m	5-10 m	10-50 m	X	50-250 m	> 250 m	

5.2) Tipo de substrato

Lodo	X
Areia	X
Cascalho	
Blocos	
Plataforma rochosa	
Artificial (cimentado, empedrado, etc.)	

5.3) Flora

Erva-marinha	X	Morraça	X	Salicórnica	
Algas-verdes	X	Algas vermelhas**		Algas castanhas	
Resíduos de algas e/ou plantas na linha da maré***				Outras*	

*Descreve o que observas:

**Incluindo algas calcárias.

*** Se possível identifica.

6. Fauna avistada (Ver figuras da Folha Auxiliar)

Mamíferos						
Golfinhos	Outros cetáceos	Lontra	Raposa	Roedores	Coelho	Outros*

*Descreve o que observas:

Aves						
Garça-real	Corvos-marinhos	Andorinhão	Flamingo	Andorinha-do-mar	Pilritos e outras limícolas	
Cegonha	Pombo-das-rochas	Garajau	Gaivotas	X	Falcão-peregrino	Outras*

*Descreve o que observas:

Peixes				
Charroco	Caboços	Cardumes de juvenis	Tainhas (muge)	Outros*

*Descreve o que observas:

Invertebrados														
Alforrecas	Pepinos-do-mar	X	Anelídeos/Poliquetas	X	Mexilhão	X	Lesmas-do-mar	Anémonas	X	Lapas	Polvo			
Cracas	Ouriço-do-mar		Estrelas-do-mar		Percebe		Outros bivalves**	X	Caranguejos	X	Búzios	X	Outros*	X

*Descreve o que observas: pulgas do mar, minhocas

** Amêijoas, ostras, conchilha, etc..

Verifica se encontra:

Vestígios de animais (pegadas, dejectos e outros)	X
Resíduos de conchas e material orgânico	X

Tenta identificar e contar os animais avistados.

Apreciação global do Ecossistema Costeiro (opcional)				
Na tua opinião a qualidade natural/ambiental/ecológica da zona costeira analisada é (selecciona com uma marca):				
Má	Medíocre	Razoável	Boa 	Excelente
Sugere acções de valorização ou outras actividades para realizares c/ os teus colegas (opcional)				

Ficha auxiliar (em elaboração)

Apenas disponível alguma informação sobre

1. Espécies da flora

Juncais – Refere-se a formações vegetais formadas por gramíneas das famílias *Juncaceae* (*Juncus* spp.) e *Cyperaceae* (*Scirpus* spp., *Carex* spp., *Cyperus* spp., etc.).

Caníçal - Refere-se a povoamentos de caniço, espécie *Phragmites australis*.

Canavial - Refere-se a povoamentos de cana, espécie *Arundo donax*.

Tabúia – Espécie *Typha* spp..

Salicórnica – Espécies do género *Salicornia* ou outras quenopodiáceas suculentas e articuladas (ex. *Sarcocornia perennis*).

Gramata-branca – *Halimione portulacoides*.

Cistanca – Planta saprófita *Cistanche phelypaea*.

Polígono-marítimo – *Polygonum maritimum*

Eruca-marítima – *Cackile maritima*

Barrilha-espinhosa – *Salsola kali*

Feno-das-areias – *Elymus farctus*

Cardo-marítimo – *Eryngium maritimum*

Líquenes – Espécies dos géneros *Verrucaria* e *Lichina*, em substracto rochoso.

Limónios – Espécies do género *Limonium*.

Funcho-do-mar – *Crithmum maritimum*

Queiruga-marinha – *Frankenia laevis*

Alguns Guias recomendados:

Campbell, A. (2000) Guia de campo da Fauna e Flora do Litoral de Portugal e da Europa. Guia FAPAS. Porto: FAPAS

Saldanha, L. (1995) - Fauna Submarina Atlântica. Publicações Europa América, Lisboa: Edição revista e aumentada. Publicações Europa América, Lisboa: 364pp.

Mullarney, K., Svensson, L., Zetterström, D. & Grant, P. J. (2003). Guia de Aves. Assírio & Alvim, Lisboa. 400pp.

MacDonald, D., Barret, P. (1999) “Guia FAPAS de Mamíferos de Portugal e Europa”. FAPAS

– Fundo para a protecção dos animais selvagens. Porto.

MOLUSCOS BIVALVES



Cerastoderma edule
AMOSTRA 1 - sedimento arenoso



Ruditapes decussatus
AMOSTRA 1 - sedimento vaso arenoso



Scrobicularia plana
AMOSTRA 1 - sedimento vaso arenoso



Dosinia spp
AMOSTRA 2 - sedimento arenoso



Venerupis aurea
AMOSTRA 1 - sedimento arenoso



Lutraria lutraria
AMOSTRA 2 - sedimento arenoso

MOLUSCOS BIVALVES



Ruditapes decussatus
AMOSTRA 2 - sedimento arenoso



1) *Ruditapes decussatus*; 2) *Dosinia* spp.
AMOSTRA 2 - sedimento arenoso



Venerupis aurea
AMOSTRA 2 - sedimento arenoso



Crassostera angulata
AMOSTRA 2 - sedimento arenoso

MOLUSCOS GASTRÓPODES



1) *Crassostera angulata*; 2) *Certhium vulgatum*
AMOSTRA 1 - sedimento arenoso



Gibula spp.
AMOSTRA 1 - sedimento vaso arenoso



Monodonta spp
AMOSTRAS 1 - sedimento arenoso e vaso arenoso



Monodonta spp e
AMOSTRAS 1 - sedimento vaso arenoso



Ocenebra spp.
AMOSTRA 1 - sedimento vaso arenoso



Hydrobia ulvae
AMOSTRA 1 - sedimento vaso arenoso

MOLUSCOS GASTRÓPODES



Bittium reticulatum
AMOSTRA 2 - sedimento vaso arenoso



Cerithium vulgatum
AMOSTRA 2 - sedimento vaso arenoso



1) *Gibulas spp.*; 2) *Monodontas spp.*
3) *Nassarius spp.*; 4) *Cyclope neritae*
AMOSTRA 2 - sedimento vaso arenoso



Nassarius spp.
AMOSTRA 2 - sedimento vaso arenoso



Bittium reticulatum
AMOSTRA 2 - sedimento vaso arenoso



Bittium reticulatum
AMOSTRA 2 - sedimento arenoso

MOLUSCOS GASTRÓPODES



Cyclope neritae
AMOSTRA 2 - sedimento vaso arenoso



Cyclope neritae
AMOSTRA 2 - sedimento vaso arenoso



Nassarius spp.
AMOSTRA 2 - sedimento vaso arenoso



Nassarius spp.
AMOSTRA 2 - sedimento vaso arenoso



Mesalia brevialis
AMOSTRA 2 - sedimento vaso arenoso



1) *Gibula spp.*, 2) *Cyclope neritae*
AMOSTRA 2 - sedimento vaso arenoso

CRUSTÁCEOS



Pagurus anachoretas
AMOSTRA 1 - sedimento vaso arenoso



Carcinus maenas
AMOSTRA 2 - sedimento vaso arenoso



Diogenes pugilator
AMOSTRA 2 - sedimento vaso arenoso



Gammaridae: 1) *Gammarus* spp.; 2) *Melita palmata*
AMOSTRA 2 - sedimento vaso arenoso

POLIQUETAS



por identificar
AMOSTRA 1 - sedimento vaso arenoso



1) Nephtyidae; 2) Nereidea;
3) Capitellidae; 4) Cirratulidae
AMOSTRA 2 - sedimento vaso arenoso