



**MARTA FILIPA LOBÃO LOPES UTILIZAÇÃO DE INDICADORES INTEGRATIVOS EM
SISTEMAS ESTUARINOS**



MARTA FILIPA LOBÃO LOPES UTILIZAÇÃO DE INDICADORES INTEGRATIVOS EM SISTEMAS ESTUARINOS

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção de grau de Mestre em Biologia Marinha, realizada sob a orientação da Professora Doutora Ana Maria Rodrigues, Professora no Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Professor Doutor Victor Manuel dos Santos Quintino
Professor auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro

Professora Doutora Ana Maria de Jesus Rodrigues
Professor auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro

Dra. Rosa Lopes Freitas
Investigadora auxiliar do Centro de Estudos do Ambiente e do Mar

Professora Doutora Filomena Maria Cardoso Pedrosa Ferreira Martins
Professora associada do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Um trabalho desta natureza só é possível graças à colaboração amigável e desinteressada de várias pessoas a quem neste momento testemunho o meu agradecimento.

De uma forma muito especial, dirijo uma palavra de gratidão à Professora Doutora Ana Rodrigues. Esta investigação deve muito à sua orientação, disponibilidade e estímulo intelectual. As suas sugestões sempre pertinentes, a bibliografia que amavelmente me forneceu e as palavras de encorajamento que me dirigiu foram muito importantes para o desenvolvimento deste projecto.

Ao Professor Doutor Victor Quintino pelas críticas e encorajamentos com que me presenteou durante o tempo de realização desta investigação.

Um obrigado muito especial ao Professor Doutor Mike Elliott (Universidade de Hull, Reino Unido) pela disponibilidade e auxílio com que, nos momentos oportunos, me brindou e que se revelaram fundamentais para o trabalho.

Uma palavra especial para agradecer a colaboração insubstituível da Engenheira Susana Pimpão (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro - Aveiro), do Dr. Ulisses Pereira (Orey Comércio e Navegação, SA), do Dr. Sérgio Dias (Administração do Porto de Aveiro, SA), do Dr. Vítor Nunes (Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Centro - Aveiro), do Dr. António Silva (Instituto Geográfico Português) e da Dra. Olga Cravo (Associação de Municípios da Ria de Aveiro), sem os quais teria sido impossível concretizar este projecto.

Ao meu pai quero agradecer a sua enorme capacidade de esperar, a compreensão paciente pelas minhas ausências e falta de atenção que muitas vezes lhe manifestei.

Aos amigos que sempre me apoiaram nos momentos mais difíceis.

A todos muito obrigada.

palavras-chave

Qualidade ambiental, indicadores ambientais, indicadores integrativos, DPSIR, Ria de Aveiro

resumo

O desenvolvimento de centros urbanos na zona costeira constitui a principal causa dos problemas e pressões a que estão sujeitos os ecossistemas de transição, nomeadamente os estuários. A premente necessidade de uma gestão sustentável destes ecossistemas, por forma a minimizar impactos negativos, e a dar resposta a problemas ambientais, passa pelo desenvolvimento de metodologias de avaliação da qualidade desses ecossistemas. O presente trabalho enquadra-se neste objectivo e nele se analisa a capacidade da utilização conjunta de vários indicadores de qualidade. Estes abordam problemas distintos que geram impactos de diferente natureza e severidade, sendo-lhes atribuídos “pesos” de modo a reflectirem a sua importância relativa no ecossistema. De forma a representar as relações existentes entre o ambiente e as actividades humanas, os indicadores são estruturados seguindo a abordagem DPSIR – Driving forces, Pressures, State, Impacts, Responses.

No caso particular da Ria de Aveiro, os vários indicadores de qualidade ambiental são agrupados em três Indicadores Integrativos Ambientais: Alteração morfológica da linha costeira, Intensidade de utilização dos recursos e Qualidade ambiental. A Ria foi dividida em sectores tendo por base a sua estrutura, o desenvolvimento, sobretudo industrial e portuário e as características inerentes aos diferentes canais conhecidas *a priori*. A cada um dos sectores foram aplicados os vários indicadores de qualidade ambiental, permitindo a sua classificação ao nível da qualidade e grau de perturbação. Os resultados obtidos mostram que ao nível da Alteração morfológica da linha costeira o sector geográfico mais afectado abrange a zona portuária, classificando-a com um nível de impacto ambiental Muito Alto. Esta classificação está de acordo com a feita pelo Instituto da Água (INAG) relativa à aplicação da Directiva Quadro da Água, que classifica a zona portuária como uma Massa de Água Fortemente Modificada. O Indicador Integrativo Ambiental relacionado com a Intensidade de utilização dos recursos classifica os vários sectores geográficos com uma intensidade de utilização dos recursos Muito Baixa e Baixa. Finalmente, o Indicador Integrativo Ambiental relativo à Qualidade ambiental aponta como sector mais afectado o que engloba a Pateira de Fermentelos e o Rio Vouga, classificando-o com um nível de qualidade ambiental Baixo.

De uma forma geral a aplicação destes indicadores revelou-se adequada, exceptuando o indicador relativo à intensidade de utilização dos recursos que, aparentemente, subestima a verdadeira intensidade das pressões antrópicas exercidas sobre a Ria de Aveiro. A ausência ou dificuldade na obtenção dos dados necessários para aplicar estes indicadores constituíram o principal problema na realização deste trabalho.

keywords

Environmental quality, environmental indicators, integrative indicators, DPSIR, Ria de Aveiro

abstract

The development of city centres in the coastal area is the main cause for the problems and pressures the transition ecosystems, namely the estuaries, are subject to. The immediate need for a sustainable management of the named ecosystems, so as to minimise the negative impacts and meet environmental problems, implies the development of evaluation methodologies on the quality of the same ecosystems. The present work fits into this objective and analyses the capacity of the simultaneous utilisation of several quality indicators. The latter approaches different issues that cause impacts of diversified nature and severity and to which “weights” are attributed so as to show their relative importance in the ecosystem. In order to represent the relations existing between the environment and the human activities, the indicators are structured according to the DPSIR – Driving forces, Pressures, State, Impacts, Responses approach.

In the particular case of the Ria de Aveiro, the several indicators of environmental quality are grouped into three Environmental Integrative Indicators: Morphological change of the coastal line, Intensity of use of the resources and Environmental quality. The Ria was divided into different sectors, based upon its structure, development, especially industrial and port development, and the characteristics known *a priori* that are inherent to the different channels. Each of these sectors has been applied with the different indicators of environmental quality, which has allowed for their classification in terms of quality and degree of perturbation. The results that have been obtained show that, in terms of the Morphological change of the coastal line, the geographical sector that has been most affected covers the port area, classified with a Very high level of environmental impact. This classification is in accordance with the one presented by the Water Institute (INAG) concerning the application of the Water Framework Directive, which classifies the port area as a Heavily Modified Water Body. The Environmental Integrative Indicator referring to the Intensity of use of resources classifies the different geographical sectors with a Very low and Low intensity of use of the resources. Finally, the Environmental Integrative Indicator referring to the Environmental quality, points out that the sector that encloses the Pateira de Fermentelos and the Rio Vouga is the most affected one and classifies it with a Low environmental quality.

Generally speaking, the application of these indicators has proved to be adequate, exception being made to the indicator concerning the change in the Intensity of the resources which, apparently, underestimates the real intensity of the anthropic pressures that are exercised on the Ria de Aveiro. The absence or the difficulty in obtaining the necessary data with a view to apply these indicators was the main problem in accomplishing this work.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	3
LISTA DE TABELAS	5
1.INTRODUÇÃO	9
2. ECOSISTEMAS COSTEIROS	12
2.1. Actividades causadoras de perturbações	12
2.1.1. Infra-estruturas e indústrias	12
2.1.2. Reclamação de terras.....	13
2.1.3. Defesas e protecções costeiras.....	14
2.1.4. Navegação.....	15
2.1.5. Dragagem e deposição do material dragado	16
2.1.6. Pescas e aquacultura	20
2.1.7. Recreio e turismo.....	23
2.1.8. Extracção de sal	23
2.1.9. Exploração e extracção de óleo e gás	24
2.1.10. Produção de energia eólica	24
2.1.11. Produção de energia convencional (nuclear, óleo, gás, carvão)	27
2.1.12. Eutrofização.....	27
3. INICIATIVAS TOMADAS SOBRE AS ZONAS COSTEIRAS	30
3.1. Iniciativas Nacionais sobre Zonas Costeiras	30
3.2. Iniciativas Internacionais sobre Zonas Costeiras.....	33
4. INTRODUÇÃO AOS INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL	38
4.1. Indicadores de Qualidade Ambiental	38
4.2. Indicadores Integrativos Ambientais	39
4.3. Critérios de selecção dos Indicadores Componentes.....	40
4.4. Indicadores Componentes a considerar num estudo de Qualidade Ambiental.....	41
4.4.1. Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Alteração morfológica da linha costeira	41
4.4.2. Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Intensidade de utilização dos recursos	48

4.4.3. Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Qualidade ambiental	60
5. RIA DE AVEIRO	70
5.1. Evolução morfológica da Ria de Aveiro	70
5.2. Enquadramento geográfico.....	74
5.3. Ria de Aveiro – Zona de Protecção Especial.....	76
5.4. Implementação da Directiva Quadro da Água na Ria de Aveiro.....	77
5.5. Entidades intervenientes na área de estudo.....	79
6. OBJECTIVOS.....	81
7. METODOLOGIA.....	82
7.1. Definição dos limites e sectores geográficos da área de estudo	82
7.2. Selecção dos Indicadores Componentes	87
7.3. Relação entre os Indicadores Componentes utilizados no presente estudo	94
7.4. Definição das classes dos Indicadores Componentes.....	98
7.5. Atribuição de “pesos” e integração dos Indicadores Componentes.....	115
7.6. Colecta e tratamento da informação relativa aos Indicadores Componentes considerados para o presente estudo.....	120
7.6.1. Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Alteração morfológica da linha costeira	120
7.6.2. Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Intensidade de utilização dos recursos	124
7.6.3. Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Qualidade ambiental	127
8. RESULTADOS	131
8.1. Resultados obtidos para os Indicadores Componentes seleccionados	131
8.2. Integração dos Indicadores Componentes	159
9. DISCUSSÃO	164
9.1. Discussão dos resultados.....	164
9.2. Crítica à metodologia	165
9.2.1. Selecção dos Indicadores Componentes.....	165
9.2.2. Critério de classificação	166
9.2.3. Atribuição de pesos aos Indicadores Componentes	166

9.3. Utilização dos resultados dos Indicadores Integrativos pelas entidades intervenientes na Ria de Aveiro	167
10. CONCLUSÃO.....	168
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	169
ANEXO I: Riscos associado à presença de substâncias tóxicas no meio aquático	177
ANEXO II: Classificação de materiais de acordo com o grau de contaminação.	185
ANEXO III: Pontuações para a qualidade biológica, estética e química dos estuários	187
ANEXO IV: Programa de Classificação dos Estuários	189
ANEXO V: Cursos de água que desaguam nos canais da Ria de Aveiro.	191
ANEXO VI: Questionários utilizados por Aubry e Elliott (2005) para a obtenção do peso dos Indicadores Componentes.	197

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo DPSIR.....	10
Figura 2 - Potenciais impactos ambientais induzidos pelas dragagens em estuários – modelo conceptual.	18
Figura 3 - Potenciais impactos ambientais induzidos pela deposição do material dragado em estuários – modelo conceptual.	19
Figura 4 - Efeito das pescas nos ecossistemas estuarinos.	22
Figura 5a e b – Consequências ambientais da exploração, construção (a) e funcionamento (b) de centrais eólicas em massas de água.....	26

Figura 6 - Localização dos talhões de bivalves na Gafanha da Encarnação.....	1
Figura 7 - Fases da evolução da Ria de Aveiro A – Baía formada pela linha costeira onde desaguava o rio Vouga. B – Início do processo de intensa deposição de sedimentos transportados pelas correntes costeiras e pelos rios. C – Morfologia actual da laguna de Aveiro.. ..	71
Figura 8 – a - Esquematização da localização da barra em épocas anteriores à sua fixação em 1808. b - Abertura da Barra Nova da Ria de Aveiro.	72
Figura 9a e b - Canais da Ria de Aveiro (a) e respectivos cursos de água que desaguam nos canais da Ria (b).....	75
Figura 10 - Análise de risco das águas superficiais em Portugal Continental. (INAG, 2006)..	79
Figura 11 – Delimitação da área de estudo estabelecida para o presente trabalho.	83
Figura 12 - Sectores geográficos da Ria de Aveiro estabelecidos com base nos Municípios (organização administrativa).....	85
Figura 13 - Sectores geográficos da Ria de Aveiro estabelecidos para o presente estudo. ...	86
Figura 14 - Localização geográfica dos locais referenciados por números na Tabela 28.....	147
Figura 15 - Classificação relativa à aplicação do Indicador Integrativo Ambiental - Alteração Morfológica da Linha Costeira, aos diferentes sectores definidos para a Ria de Aveiro.	1
Figura 16 - Classificação relativa à aplicação do Indicador Integrativo Ambiental - Intensidade de utilização dos recursos, aos diferentes sectores definidos para a Ria de Aveiro.....	1
Figura 17 - Classificação relativa à aplicação do Indicador Integrativo Ambiental - Qualidade ambiental, aos diferentes sectores definidos para a Ria de Aveiro.	1

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Selecção dos Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Alteração morfológica da linha costeira.....	88
Tabela 2 - Selecção dos Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Intensidade de utilização dos recursos.....	90
Tabela 3 - Selecção dos Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Qualidade ambiental.....	93
Tabela 4 - Relações entre os Indicadores Componentes considerados para o presente estudo.....	97
Tabela 5 – Critério de classificação para os Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental – Alteração morfológica da linha costeira.....	102
Tabela 6 - Critério de classificação para os Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental – Intensidade de utilização dos recursos.....	107
Tabela 7 - Critério de classificação para os Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental – Qualidade Ambiental.....	112
Tabela 8 – Cálculo do peso atribuído a cada Indicador Componente.....	116
Tabela 9 – Pesos relativos dos Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental – Alteração morfológica da linha costeira.....	117
Tabela 10 - Pesos relativos dos Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental – Intensidade de utilização dos recursos.....	117
Tabela 11 - Pesos relativos dos Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental – Qualidade ambiental.....	118
Tabela 12 - Classes dos Indicadores Integrativos Ambientais e seus valores numéricos.....	119

Tabela 13 – Cálculo do Indicador Integrativo.	120
Tabela 14 - Alteração grosseira da batimetria.	131
Tabela 15 - Alteração grosseira da forma da linha costeira.	132
Tabela 16 - Interferência com o regime hidrográfico.	132
Tabela 17 - Reivindicação de terras.	133
Tabela 18 - Subida relativa do nível do mar.	134
Tabela 19 - Descargas directas.	136
Tabela 20 – Volume de dragados resultantes de dragagens de manutenção efectuadas na Ria de Aveiro entre 1997 e 2007.	138
Tabela 21 – Volume de dragados resultantes de dragagens capitais efectuadas na Ria de Aveiro entre 1997 e 2007.	139
Tabela 22 – Utilização benéfica do material dragado na Ria de Aveiro entre 1997 e 2007.	140
Tabela 23 - Intensidade de aquacultura.	141
Tabela 24 - Outras colheitas e outras actividades piscatórias.	142
Tabela 25 - Intensidade do desenvolvimento de marinas.	143
Tabela 26 - Intensidade do desenvolvimento de portos.	144
Tabela 27 - Qualidade da água - análises químicas.	145
Tabela 28 - Qualidade química do sedimento.	146
Tabela 29 - Qualidade química da água utilizando bioensaios – resultados de bioacumulação em Solha-das-pedras, Enguia e Peixe-rei.	148

Tabela 30 - Qualidade química da água utilizando bioensaios – resultados de bioacumulação no Robalo, Caboz-da-rocha, Tainhas e Caboz.....	152
Tabela 31 - Qualidade química da água utilizando bioensaios – resultados de bioacumulação no Linguado.....	153
Tabela 32 – Resultados da bioacumulação de mercúrio em várias espécies de peixes da Ria de Aveiro.	154
Tabela 33 - Qualidade da água – análises microbianas.....	155
Tabela 34 - Qualidade biológica do sedimento.	156
Tabela 35 - Qualidade dos moluscos bivalves comercializáveis.....	157
Tabela 36 - Interferência com rotas de migração – barreiras químicas.....	158
Tabela 37 – Classes dos Indicadores Componentes na Ria de Aveiro.....	159
Tabela 38 – Valores dos Indicadores Integrativos Ambientais para a Ria de Aveiro.	161
Tabela 39 – Classes dos Indicadores Integrativos Ambientais para a Ria de Aveiro.....	161

1.INTRODUÇÃO

A intensa ocupação demográfica e económica, os fluxos populacionais sazonais, a ocupação do território, a sobre-exploração dos recursos e as intervenções incorrectas criam pressões e alterações significativas sobre o meio e os ecossistemas, conduzindo a graves situações de desequilíbrio ambiental. Estas situações manifestam-se através da destruição de habitats, da perda da biodiversidade, da poluição das águas e da destruição da qualidade paisagística, levando ao surgimento de situações críticas, muitas vezes, irreversíveis. (Borrego et al., 2006 e Vários, 2006)

A costa portuguesa é uma área particularmente dinâmica, constituindo, no seu todo, um sistema natural complexo que inclui ecossistemas diversificados com características físicas, biológicas, geológicas e paisagísticas em constante mutação.

A Ria de Aveiro é um ecossistema lagunar com uma elevada sensibilidade ambiental, grande variedade de habitats, recursos naturais de elevado interesse económico e uma importante diversidade ecológica (Vários, 2006). Face a estas características, constitui, também, um espaço onde, ao longo de vários séculos, se têm vindo a concentrar e a desenvolver aglomerados urbanos e muitas actividades económicas, nomeadamente piscatórias, portuárias, industriais e turísticas. A Ria constitui, ainda, um local preferencial para actividades de recreio e lazer para a população em geral (Vários, op. cit.).

Assim, torna-se cada vez mais premente demonstrar, quantificar e prever os efeitos das actividades antrópicas nesses ecossistemas, revelar de que formas os processos naturais são influenciados pela acção humana e interligar a componente científica com as causas das alterações e com as respostas sociais, económicas e legais dadas pelo homem a essas mesmas alterações.

Quaisquer alterações no sistema resultantes da actividade humana devem exigir, por parte do agente causador, uma resposta no sentido de colmatar os danos causados e criar uma gestão sustentável do sistema. Neste contexto, foi adoptada recentemente a abordagem DPSIR (*Driving forces, Pressures, State, Impacts e Responses*), desenvolvida pela Agência Europeia do Ambiente (AEA) a partir do modelo PER (Pressão-Estado-Resposta), com o intuito de auxiliar a elaboração de relatórios ambientais, reforçando a interacção, de uma forma integrada, entre as causas dos problemas ambientais, os impactos e as respostas da sociedade. O processo de gestão é assim descrito como um laço de *feedbacks* que controla um ciclo de cinco etapas como mostra a Figura 1 (Smeets e Wetering, 1999):

Driving forces – refere-se às causas subjacentes que levam a pressões ambientais (ex: aumento populacional, agricultura e indústria);

Pressures – pressões no ambiente causadas pelas acções antrópicas;

State – alterações no estado do ambiente provocadas pelas pressões;

Impact – consequências nos ecossistemas e na saúde humana;

Responses – respostas da sociedade aos problemas ambientais.

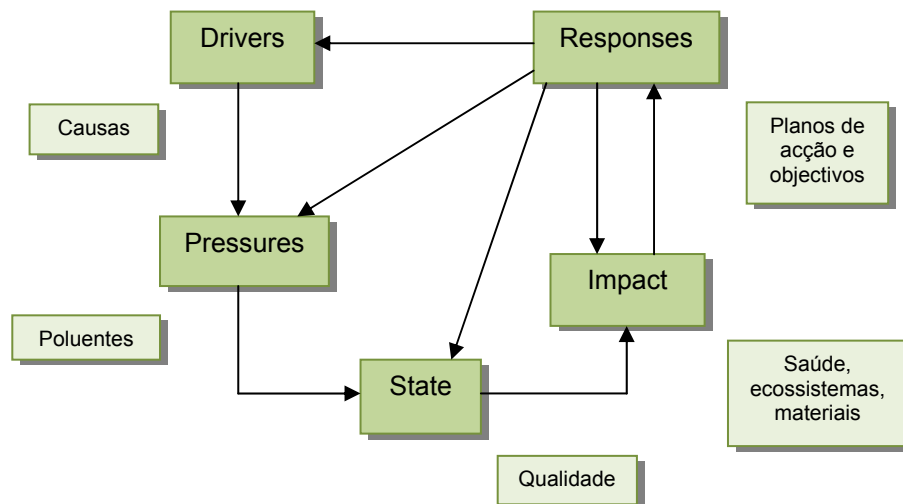


Figura 1 - Modelo DPSIR. (adaptado de Smeets and Wetering, 1999)

Após o levantamento das directrizes sócio-económicas (*Drivers*), das pressões ambientais consequentes (*Pressures*) e do estado do ambiente (*State*) é possível diagnosticar em termos físicos, ecológicos e sócio-económicos o estado de qualidade em que uma determinada área se encontra. Desta forma, é possível entender quais as razões subjacentes aos problemas identificados e as relações causais entre eles (*Impacts*), ficando, assim, facilitada a última etapa de todo o processo, que consiste na elaboração de políticas de gestão sustentadas como resposta (*Responses*) (Smeets e Wetering, 1999).

As respostas do homem às alterações induzidas nos ecossistemas resultantes das suas actividades têm que ser definidas e reunir “os seis princípios para a gestão ambiental” (Elliott, 2002):

-*ambientalmente sustentáveis* (i.e. benéfico para a natureza a curto e longo prazo)

-*tecnologicamente exequíveis* (i.e. com métodos e equipamento adequados)

-*economicamente viáveis* (i.e. com custos razoáveis e toleráveis)

-*socialmente desejáveis* (i.e. desejado pela sociedade)

-*legalmente admissíveis* (i.e. dentro das leis definidas aos níveis nacional e internacional)

-*administrativamente praticáveis* (i.e. executado pelo sistema de departamentos, agências e poderes executivos)

A avaliação de todo o sistema (físico, ecológico e sócio-económico) é feita, na maior parte dos casos, através do levantamento exaustivo de informação já existente, de modo a identificar falhas de informação que deverão ser colmatadas. A ciência tem um papel crucial nesta fase, sendo a colaboração entre cientistas e gestores um pré-requisito essencial para o sucesso deste tipo de acções ambientais (Belchior e Giancesella, 2006).

Como ferramentas de gestão para dar resposta aos problemas ambientais estão, cada vez mais, a ser desenvolvidos e utilizados indicadores. Um indicador ambiental consiste num parâmetro quantitativo ou qualitativo que caracteriza o estado actual de um elemento do ambiente ou das suas alterações ao longo do tempo. De modo a representar as relações existentes entre o ambiente e as actividades humanas é possível integrar os indicadores seguindo a abordagem DPSIR (Elliott, 2002).

2. ECOSSISTEMAS COSTEIROS

2.1. Actividades causadoras de perturbações

Os ecossistemas costeiros encontram-se sujeitos a uma vasta gama de actividades causadoras de perturbações, das quais se destacam as infra-estruturas e indústrias, a reclamação de terras as defesas e protecções costeiras, a navegação, as dragagens e a deposição do material dragado, as pescas e aquacultura, as actividades de recreio e turismo, a extracção de sal, a exploração e extracção de gás e óleo, a produção de energia eólica, a produção de energia convencional (nuclear, óleo, gás, carvão) e a eutrofização (Aubry e Elliott, 2005)

No caso particular da Ria de Aveiro, esta encontra-se sujeita às várias pressões referidas anteriormente, com excepção da exploração e extracção de gás e óleo, da produção de energia eólica e da produção de energia convencional (nuclear, óleo, gás, carvão).

2.1.1. Infra-estruturas e indústrias

Os pontões, cais, quebra-mares, pontes, entre outras estruturas construídas abaixo do nível médio de preia-mar, induzem alterações morfológicas que, de alguma forma, podem interferir com o regime hidrográfico (correntes, ondulação e transporte de sedimentos) e modificar os padrões de erosão e acreção. Desta forma, a alteração do regime hidrográfico pode induzir modificações mais ou menos significativas nos habitats e, conseqüentemente, afectar as comunidades bentónicas que neles habitam (Aubry e Elliott, 2005).

Em alguns estuários são construídas barragens para geração de energia, criação de reservatórios de água ou, simplesmente, para recreio e lazer. Neste último caso, a influência das correntes é praticamente anulada e o nível de baixa-mar é sobrelevado para o nível de preia-mar. Esta alteração tem o mesmo efeito que a reclamação de terra, ou seja, perda de habitats intertidais. Além disso, a construção deste tipo de infra-estruturas constitui uma barreira à passagem de peixes migratórios, como é o caso do salmão, da lampreia e da enguia. A acumulação de peixes resultante da obstrução pode provocar stresses ambientais, tornando as populações piscícolas mais propensas a doenças ou vulneráveis à pesca. A construção de passagens para os peixes paralelamente à construção das barragens poderá reduzir significativamente os efeitos

nefastos que estas infra-estruturas acarretam na conservação destas espécies (Aubry e Elliott, 2005).

No entanto, o impacto causado pelas infra-estruturas não é meramente físico. As descargas dos efluentes urbanos e industriais veiculadas por algumas dessas infra-estruturas e a poluição produzida nos portos, constituem factores responsáveis pela diminuição da qualidade das águas, podendo pôr em causa todo o ecossistema. As bactérias e vírus associados às águas residuais podem afectar a qualidade das águas balneares e acumular-se nos órgãos filtradores dos moluscos (ex. mexilhões) (Aubry e Elliott, 2005).

Os compostos orgânicos libertados no meio ambiente através das descargas industriais e de várias outras actividades antrópicas compreendem substâncias com graus de reactividade distintos. As Substâncias Tóxicas Persistentes (STP`s) compreendem os bifenis policlorados – PCB`s, os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos – PAH`s, o hexaclorobenzeno - HCB, entre outros (Elliot e McLusky, 2004). Os PCB`s, por exemplo, interferem com o sistema endócrino de alguns organismos, debilitando a sua capacidade reprodutiva (Elliot e McLusky, op. cit.).

Relativamente aos metais pesados, o seu grau de toxicidade é variável, sendo o mercúrio o metal pesado com maior grau de toxicidade, seguido pelo cádmio, cobre, zinco, crómio, níquel, chumbo e por último o arsénio (Elliott e McLusky, op. cit.). Ao nível de impacto nos organismos, os Crustáceos são, em oposição aos Anelídeos, os mais sensíveis à toxicidade dos metais pesados (Elliott e McLusky, op. cit.). A nível global, a toxicidade dos metais pesados aumenta com a diminuição da salinidade e com o aumento da temperatura (Elliott e McLusky, op. cit.). A toxicidade, persistência e capacidade de bioacumulação dos metais pesados em organismos vivos torna-os prejudiciais aos processos biológicos. Os metais pesados entram na cadeia trófica por bioacumulação, afectando todos os organismos que dela façam parte, incluindo o homem (ANEXO I). Alguns metais são potencialmente cancerígenos, enquanto outros podem causar lesões hepáticas e/ou renais, assim como perturbações no sistema nervoso central (Carrabau, 2005).

2.1.2. Reclamação de terras

A reclamação de terras representa, na maior parte dos casos, um ganho para os utilizadores de áreas agrícolas e industriais e uma perda para a vida selvagem e para a indústria pesqueira (Elliott e McLusky, 2004).

A reclamação de terra pode resultar na perturbação do regime hidrográfico devido à alteração das correntes afectando, conseqüentemente, o transporte de sedimentos. A alteração do equilíbrio natural das substâncias orgânicas e nutrientes nos estuários e zonas costeiras constitui, também, um efeito negativo resultante deste tipo de perturbação (Aubry e Elliott, 2005). Além disso, a reclamação de terras obstrui os inputs naturais de matéria orgânica provenientes dos habitats intertidais reclamados, podendo, estes ser sujeitos a uma vasta gama de pressões, nomeadamente, inputs de nutrientes caso sejam transformadas em terrenos agrícolas (Aubry e Elliott, op. cit.).

Na maior parte dos casos a reclamação de terras é feita para fins agrícolas, industriais, urbanos ou recreativos. De entre os vários tipos de habitats perdidos fazem parte os sapais, as lagoas costeiras e as zonas intertidais, extremamente importantes do ponto de vista da conservação das espécies, na medida em que albergam uma grande abundância e diversidade de espécies, nomeadamente de aves aquáticas (Aubry e Elliott, op. cit.). Para o caso de algumas espécies migradoras, a reclamação de terras pode representar um factor determinante para a sua conservação, uma vez que estas aves encontram as condições ambientais ideais para superarem com sucesso fases importantes do seu ciclo de vida apenas em habitats específicos (ex. nidificação e passagem do Inverno) (Luís, 1998).

Para além das aves, é também usual observar nestes habitats uma grande diversidade de mamíferos, répteis, anfíbios e, sobretudo, invertebrados, cuja sobrevivência é posta em causa pela perda dos seus habitats.

A flora, também ela de uma diversidade e especificidade acentuadas é, igualmente, afectada pela reclamação de terras.

2.1.3. Defesas e protecções costeiras

Apesar da sua denominação, as obras de protecção costeira não visam proporcionar protecção ao litoral, sendo a sua construção efectuada com o intuito de proteger propriedades públicas ou privadas da erosão costeira que ameaça ou começa a danificar edificações “mal localizadas” (Dias, 2005).

As obras de protecção costeira são de três tipos: obras transversais, como os esporões; obras longilitorais, das quais fazem parte os paredões; e obras destacadas, como alguns quebra-mares (Dias, op. cit.). A implementação deste tipo de estruturas estáticas e rígidas num meio extremamente dinâmico como o litoral, gera graves perturbações (Dias, op. cit.).

A construção de defesas costeiras leva à perda de habitat intertidal, o que se reflecte em danos significativos ao nível da fauna bentónica aí existente. Para além da construção, qualquer outra intervenção que possa vir a ser efectuada posteriormente, para reparação ou remodelação das barreiras existentes, é prejudicial para o habitat intertidal (Aubry e Elliott, 2005).

Os impactos gerados quer pelos métodos de engenharia menos agressivos quer pelos métodos mais invasivos vão reflectir-se ao nível do regime hidrográfico, podendo mesmo levar à redução significativa de sedimento nas áreas adjacentes sem este tipo de defesas costeiras (Aubry e Elliott, op. cit.). Assim, apesar de se revelarem eficientes na protecção local do património edificado em frente ou imediatamente a montante, as obras de protecção costeira revelam-se amplificadoras da erosão costeira no sector a jusante (Dias, 2005).

Em alguns locais, a presença de defesas costeiras impede a migração em direcção a terra dos habitats intertidais e, conseqüentemente, com a subida do nível do mar a área intertidal é impedida de avançar. Este fenómeno é designado por compressão costeira (ou estuarina) (Aubry e Elliott, 2005).

2.1.4. Navegação

O tráfego de embarcações, nomeadamente de grande tonelagem, pode afectar os ecossistemas aos mais diversos níveis: derrame ilegal ou acidental de óleo, produção de lixo, introdução de novas espécies nos ecossistemas e contaminação com substâncias tóxicas (ex. tributestano (TBT)) existente nas tintas anti-incrustantes que se utilizavam para pintar os cascos dos navios) (Aubry e Elliott, 2005). Este tipo de tintas possui substâncias com efeitos nocivos sobre os organismos aquáticos, nomeadamente sobre o sistema endócrino (Aubry e Elliott, op. cit.). Também, estudos realizados em moluscos e crustáceos revelaram que o TBT leva à ocorrência de imposexo em fêmeas de *Nucella lapillus*, podendo afectar a população e levar a alterações na estrutura das comunidades (Aubry e Elliott, op. cit., Barroso et al., 2000 e Barroso et al., 2005). A Organização Marítima Internacional (IMO) reconheceu os riscos apresentados pelo TBT, tendo o Comité da IMO para a protecção do meio marinho preconizado a proibição total da aplicação em navios, a partir de 1 de Janeiro de 2003 (Directiva 1999/51/CE).

Os efeitos causados pelo derrame de óleo dependem, de entre vários factores, do tipo de hidrocarbonetos libertados, do estado do tempo e do grau de dispersão. No entanto, e apesar disso, quando o óleo se deposita na margem o efeito que produz sobre

os organismos é nefasto. As comunidades de invertebrados são sufocadas pelo óleo e os organismos filtradores e “grazers” são afectados (Aubry e Elliott, 2005).

Para além do óleo, as embarcações transportam outro tipo de substâncias perigosas (ex. gasolina, gasóleo, etanol) que, ao serem derramadas, podem causar uma redução da qualidade da água e do sedimento e, conseqüentemente, provocar um impacto negativo sobre a biodiversidade (Aubry e Elliott, op. cit.).

A produção de lixo sob a forma de embalagens industriais, barris de óleo ou garrafas de plástico é outro problema associado ao tráfego de embarcações. O efeito deste tipo de poluição reflecte-se através da morte de aves que ficam emaranhadas em plásticos e acabam por morrer afogadas e na morte de aves, cetáceos e tartarugas ao ingerirem objectos de plástico que são confundidos com alimento (Aubry e Elliott, op. cit.). Além disso, os materiais de plásticos que se mantêm a flutuar são colonizados por bactérias, diatomáceas e invertebrados incrustantes podendo, posteriormente, ser introduzidos em ambientes onde anteriormente não existiam (Aubry e Elliott, op. cit.).

Quando a água é bombeada para o interior do porão dos navios ou outras embarcações de forma a aumentar a sua estabilidade, os organismos que se encontram na coluna de água, assim como no sedimento perturbado, são sugados para o interior do navio. Quando a água é descarregada noutra porto os organismos anteriormente capturados são libertados, o que pode causar graves danos nas populações residentes. Um exemplo disso é a inserção de agentes patogénicos, com a conseqüente alteração da estrutura das comunidades locais (Aubry e Elliott, op. cit.).

2.1.5. Dragagem e deposição do material dragado

A realização de operações de dragagem no interior dos estuários é bastante frequente de modo a evitar a ocorrência de assoreamentos e/ou permitir a navegação de embarcações de grandes dimensões. As operações de dragagens são também efectuadas sempre que é realizada a construção de uma infra-estrutura ou a abertura de um novo canal. Aquando de uma operação de dragagem o substrato é removido, assim como a fauna e flora a ele associada, e depositado em áreas específicas localizadas no interior ou exterior do estuário (Elliott e McLusky, 2004). A selecção das áreas de deposição deve ser feita de forma a que se encontrem o mais próximo possível das áreas dragadas e, ao mesmo tempo, suficientemente afastadas de modo a que não afectem a navegação (Elliott e McLusky, op. cit.).

As operações de dragagem estão divididas em (Aubry e Elliott, 2005):

- (i) Dragagem de manutenção – este tipo de dragagem ocorre com uma certa periodicidade e envolve a remoção de sedimentos depositados, tais como areia, silte e cascalho, de modo a manter a profundidade dos canais de navegação, portos e ancoradouros;
- (ii) Dragagem capital – corresponde a processos de dragagem efectuados isoladamente, estando relacionadas com a criação de novos canais e ancoradouros, com a construção de pontes ou outras infra-estruturas.

Para além das dragagens de manutenção e capital, é importante referir a extracção mineral que consiste na extracção de materiais do fundo (areia e cascalho) para fins comerciais.

Nos estuários, quer as dragagens quer a deposição dos sedimentos dragados causam impactos ao nível da qualidade físico-química e biológica da coluna de água e do sedimento a curto, médio e/ou a longo prazo (Figuras 2 e 3) (Elliott e McLusky, 2004).

As dragagens resultam na alteração da batimetria dos fundos e, conseqüentemente, na remoção dos organismos que nele habitam (principalmente os invertebrados), assim como na alteração dos padrões de corrente. Além disso, a ressuspensão do sedimento leva ao aumento da turbidez da água e à libertação de substâncias (ex. metais pesados) que se encontrem aprisionadas no sedimento. Nos ambientes de baixa energia, como é o caso dos estuários, os poluentes podem ligar-se às partículas finas dos sedimentos e serem transportados pela corrente para outros locais aquando da perturbação do sedimento (Aubry e Elliott, 2005).

A deposição do material dragado, para além de aumentar a turbidez da água e, conseqüentemente, reduzir a produtividade primária do fitoplâncton pode, também, dificultar ou bloquear os órgãos respiratórios e alimentares dos organismos, assim como afectar a capacidade de fixação às rochas dos juvenis e plantas, particularmente quando se trata de sedimento constituído por partículas finas (Aubry e Elliott, op. cit.).

Para além do que já foi referido, a deslocação de sedimento de uma área para outra pode levar à introdução de novas espécies numa determinada área, causando um impacto significativo no biota já estabelecido (Elliott e McLusky, 2004).

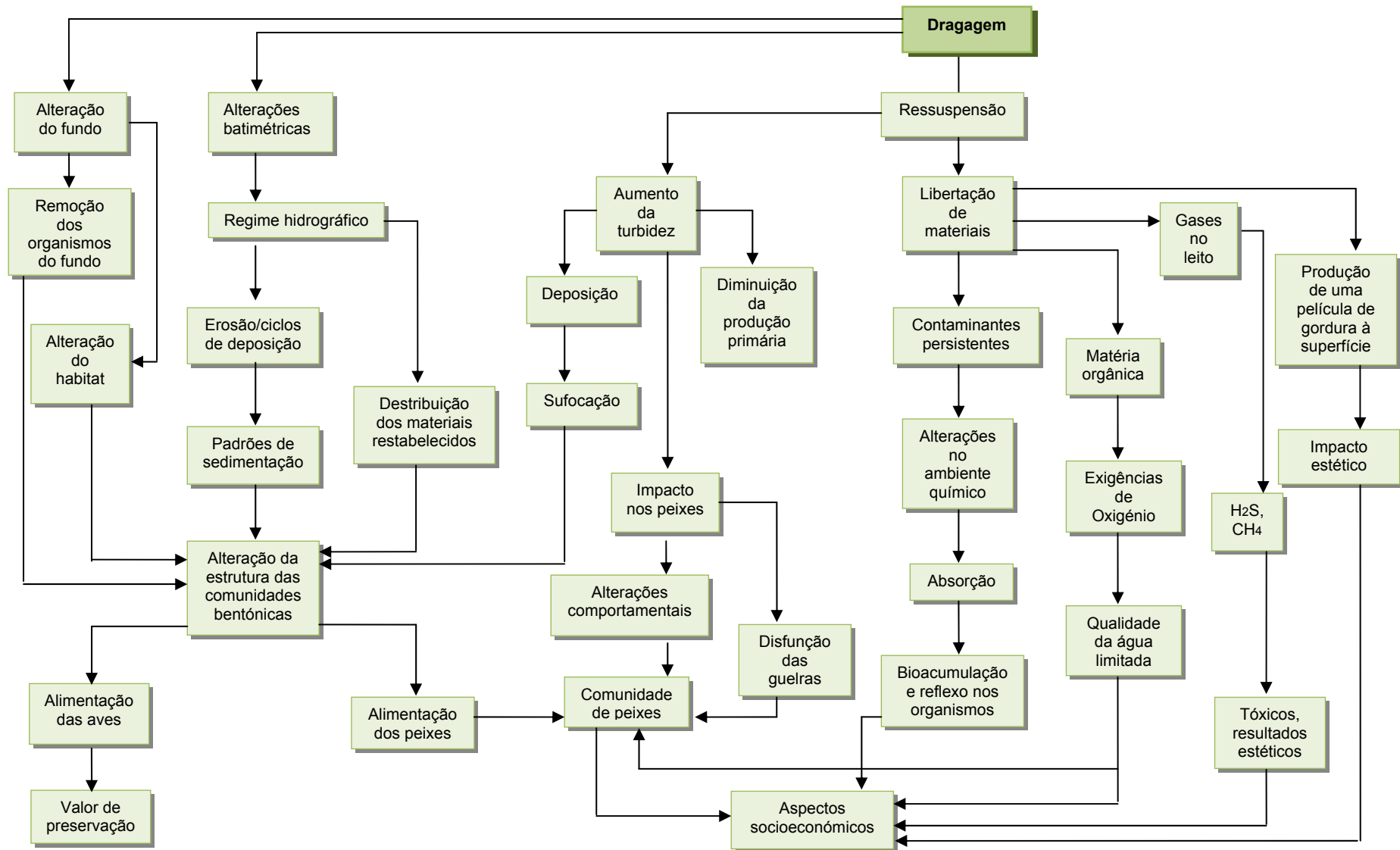


Figura 2 - Potenciais impactos ambientais induzidos pelas dragagens em estuários – modelo conceitual. (adaptado de Elliott e McLusky, 2004)

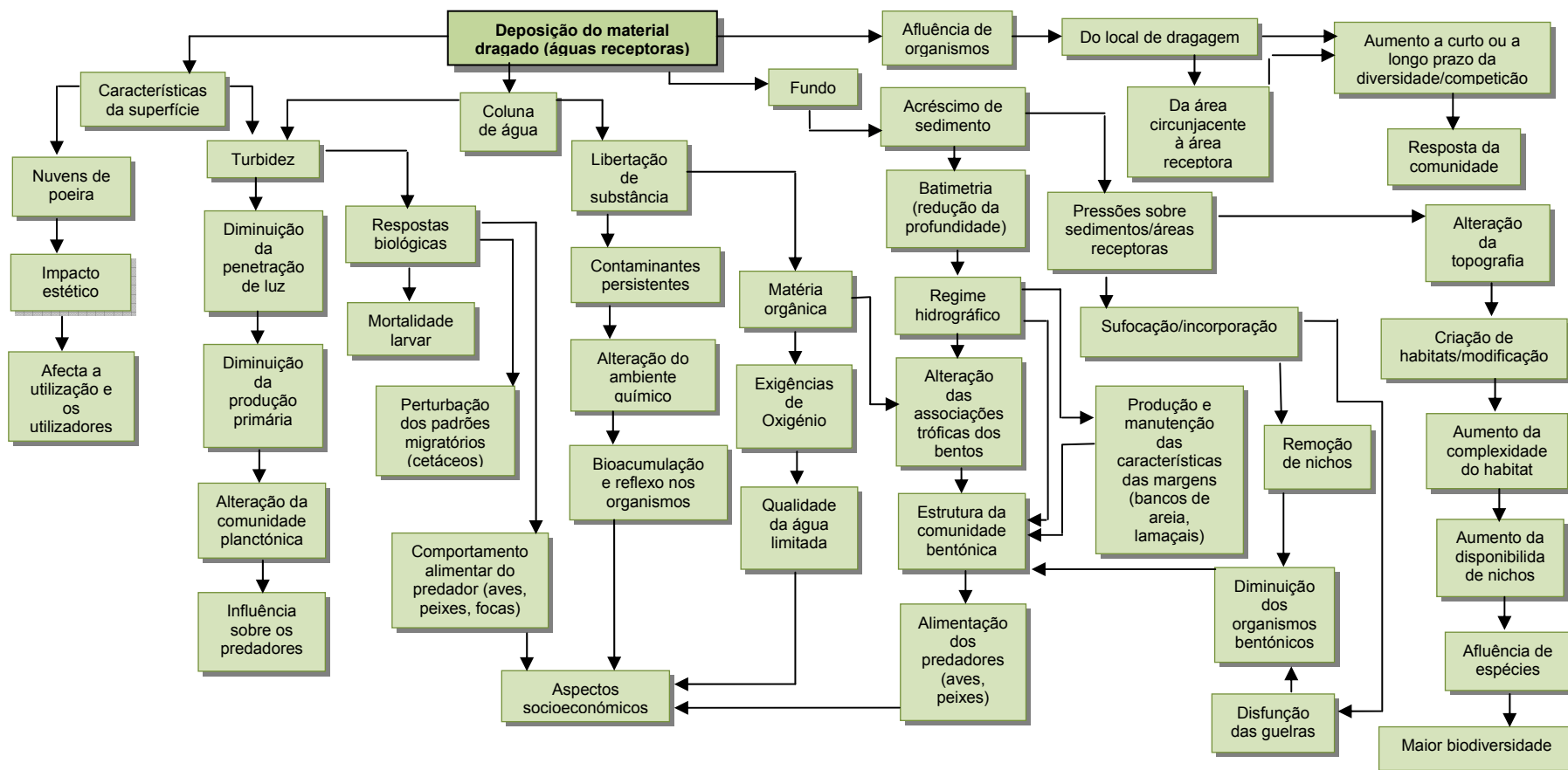


Figura 3 - Potenciais impactos ambientais induzidos pela deposição do material dragado em estuários – modelo conceptual. (adaptado de Elliott e McLusky, 2004)

2.1.6. Pescas e aquacultura

A aquacultura consiste na criação de organismos aquáticos (peixes, moluscos e crustáceos) em viveiros para fins comerciais.

Um dos problemas associado às pisciculturas é a acumulação de matéria orgânica e nutrientes na área circundante à piscicultura, a qual tem origem no alimento que é distribuído aos peixes e que não é consumido e nas suas fezes. Este aumento da quantidade de matéria orgânica e nutrientes no sedimento e coluna de água leva ao aumento da turbidez da água e, conseqüentemente, à diminuição da produtividade primária, assim como à diminuição da diversidade faunística e à predominância de poliquetas oportunistas (Elliott e McLusky, 2004).

A aplicação de produtos químicos, como é o caso de desinfectantes e antibióticos para a prevenção de doenças, de pesticidas para o tratamento de parasitas, de anestésicos e agentes narcotizantes utilizados para minimizar o stress dos peixes aquando do seu manuseamento, vacinação ou realização de outras actividades terapêuticas é uma prática corrente nas pisciculturas (Elliott e McLusky, op. cit.). A vasta gama de químicos aplicados na água vai reduzir a sua qualidade, assim como a qualidade do sedimento, afectando o comportamento e a fisiologia das comunidades bentónicas e peixes residentes (Elliott e McLusky, op. cit.).

Além dos impactos anteriormente referidos, há ainda o risco da introdução de espécies não autóctones ou espécies geneticamente modificadas, que poderão ter um efeito significativo sobre as comunidades de animais e plantas autóctones (Aubry e Elliott, 2005).

O cultivo de bivalves na zona intertidal resulta na degradação destes habitats devido, sobretudo, ao movimento dos pescadores e veículos (Aubry e Elliott, op. cit.).

Relativamente à actividade piscatória, os principais efeitos adversos que esta actividade acarreta são ilustradas pela Figura 4.

A apanha, sobretudo na zona intertidal (manualmente ou com recurso a dragas) de bivalves (ex. *Venerupis* sp. (amêijoa) e *Cerastoderma edule* (berbigão)), utilizados para alimentação, assim como espécies utilizadas como isco para pesca (ex. *Diopatra neapolitana* (casulo), *Nereis* sp. (serradela) e *Arenicola* sp.) também constitui uma fonte de perturbação. A apanha destas diferentes espécies, com especial relevo para os casos em que são utilizadas dragas, afecta todas as comunidades bentónicas, mesmo as que se encontram a maior profundidade, através da sua destruição ou exposição aos predadores (Aubry e Elliott, 2005).

O impacto causado pela apanha de espécies de interesse comercial sobre as comunidades de organismos bentónicos depende da natureza do sedimento e da altura do ano em que a apanha é efectuada. Nos ambientes de baixa energia, onde os sedimentos são constituídos essencialmente por areias finas, o impacto tende a ser de maior intensidade (Aubry e Elliott, 2005). A apanha de amêijoa, berbigão, entre outras espécies, durante os períodos de assentamento larvar ou desova pode aumentar o tempo necessário para a restauração das comunidades (Aubry e Elliott, op. cit).

2.1.7. Recreio e turismo

Apesar do usufruto do ambiente poder contribuir para a sua qualidade, a sua utilização como forma de entretenimento pode, também, induzir alguma pressão através de uma vasta gama de actividades, resultando em vários impactos. Estes podem afectar o ambiente causando (Aubry e Elliott, 2005):

- (i) A remoção de recursos naturais, o que pode resultar de actividades como por exemplo, a apanha de isco, camarão, ouriço, lapas, polvos, berbigão, amêijoa, lingueirão e a caça de aves selvagens;
- (ii) A introdução de substâncias, tais como lixo nas praias e águas residuais (casualmente as quantidades produzidas e descarregadas são superiores durante a época de maior afluência de turistas);
- (iii) A destruição ou degradação dos habitats e da vegetação (sapal e zonas intertidais) resultante do tráfego pedestre e de veículos motorizados na zona costeira (apesar de algumas protecções costeiras);
- (iv) Ruído que perturba as aves que se encontram nessas áreas.

A grande afluência de turistas a uma determinada área pode levar à alteração das decisões de gestão, convertendo uma área de conservação numa área de turismo. No entanto, a recreação pode ser vista por outro prisma, ou seja, pode constituir uma razão para a preservação de habitats naturais, no sentido de promover a observação da vida selvagem e condicionar o desenvolvimento industrial. O Turismo de Natureza tem vindo a assumir um protagonismo cada vez maior na sociedade, sendo cada vez mais falado e mais procurado.

2.1.8. Extracção de sal

A extracção de sal é prática corrente nas áreas estuarinas, nomeadamente em estuários situados em zonas caracterizadas por um clima de temperaturas relativamente elevadas. A extracção de sal é efectuada em compartimentos construídos pelo homem (salinas, marinhas) em zonas de baixa profundidade, os quais são preenchidos por água

que posteriormente evapora sendo o sal recolhido. Desta forma, são produzidas águas hipersalinas que alteram a fauna estuarina de tolerante à água salobra a tolerante à elevada salinidade (Elliott e McLusky, 2004).

A construção de salinas induz, também, alterações na batimetria e no padrão de correntes.

2.1.9. Exploração e extracção de óleo e gás

A exploração e extracção de gás e óleo em meios aquáticos requer a instalação de infra-estruturas que podem exercer um impacto significativo quer ao nível dos fundos quer ao nível da fauna e flora. As comunidades bentónicas que habitam numa área de alguns quilómetros em torno das plataformas são afectadas pela deposição do material extraído das perfurações (Aubry e Elliott, 2005).

Para além dos impactos já referidos, está sempre eminente o risco de ocorrerem acidentes ambientais devido, por exemplo, a fugas de gás ou óleo das condutas ou dos navios (Aubry e Elliott, op. cit.). Estes acidentes podem assumir proporções desastrosas e pôr em causa todo um ecossistema.

2.1.10. Produção de energia eólica

A construção de centrais eólicas para produção de energia nos estuários, considerando apenas com relevo aquelas que são construídas na água e não em terra, envolve a implantação de aerogeradores. Desta forma, as centrais eólicas podem ter um impacto significativo ao nível quer dos fundos quer da coluna de água durante os períodos de exploração, de construção e de funcionamento, como pode ser observado nas Figuras 5 a e b (Aubry e Elliott, 2005).

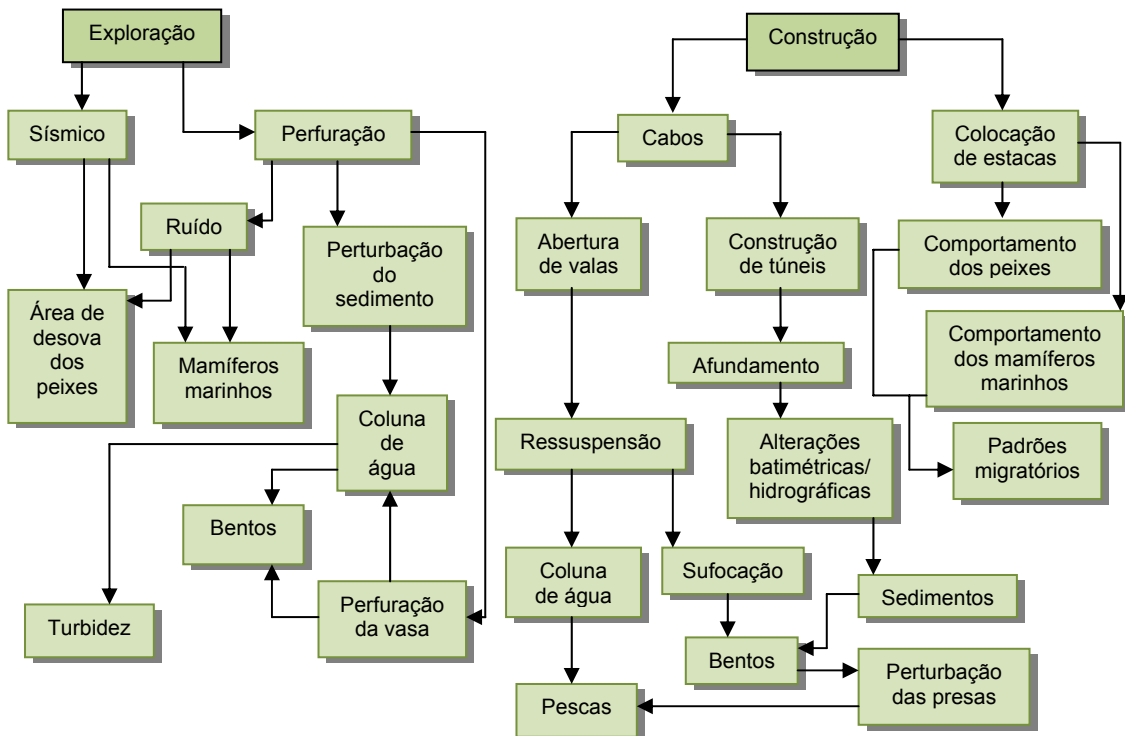
Os principais impactos induzidos pela implementação deste tipo de infra-estruturas reflectem-se na perturbação das comunidades bentónicas e, conseqüentemente, nos seus predadores (peixes, mamíferos), nas aves, assim como nos peixes e mamíferos marinhos devido ao ruído, às vibrações e à interrupção das rotas e movimentos em torno da área das centrais eólicas (Aubry e Elliott, op. cit.).

Para além dos impactos que este tipo de actividade pode causar nos organismos que habitam nestes ecossistemas é importante referir a sua interferência com os processos de sedimentação através da alteração do transporte dos sedimentos e dos padrões de correntes. Estas alterações podem ser benéficas ou prejudiciais para a

protecção costeira, dependendo da localização das centrais eólicas (Aubry e Elliott, 2005).

Uma outra questão que se coloca é o facto das aves poderem ser apanhadas pelos ailerons das turbinas (Aubry e Elliott, op. cit.).

a



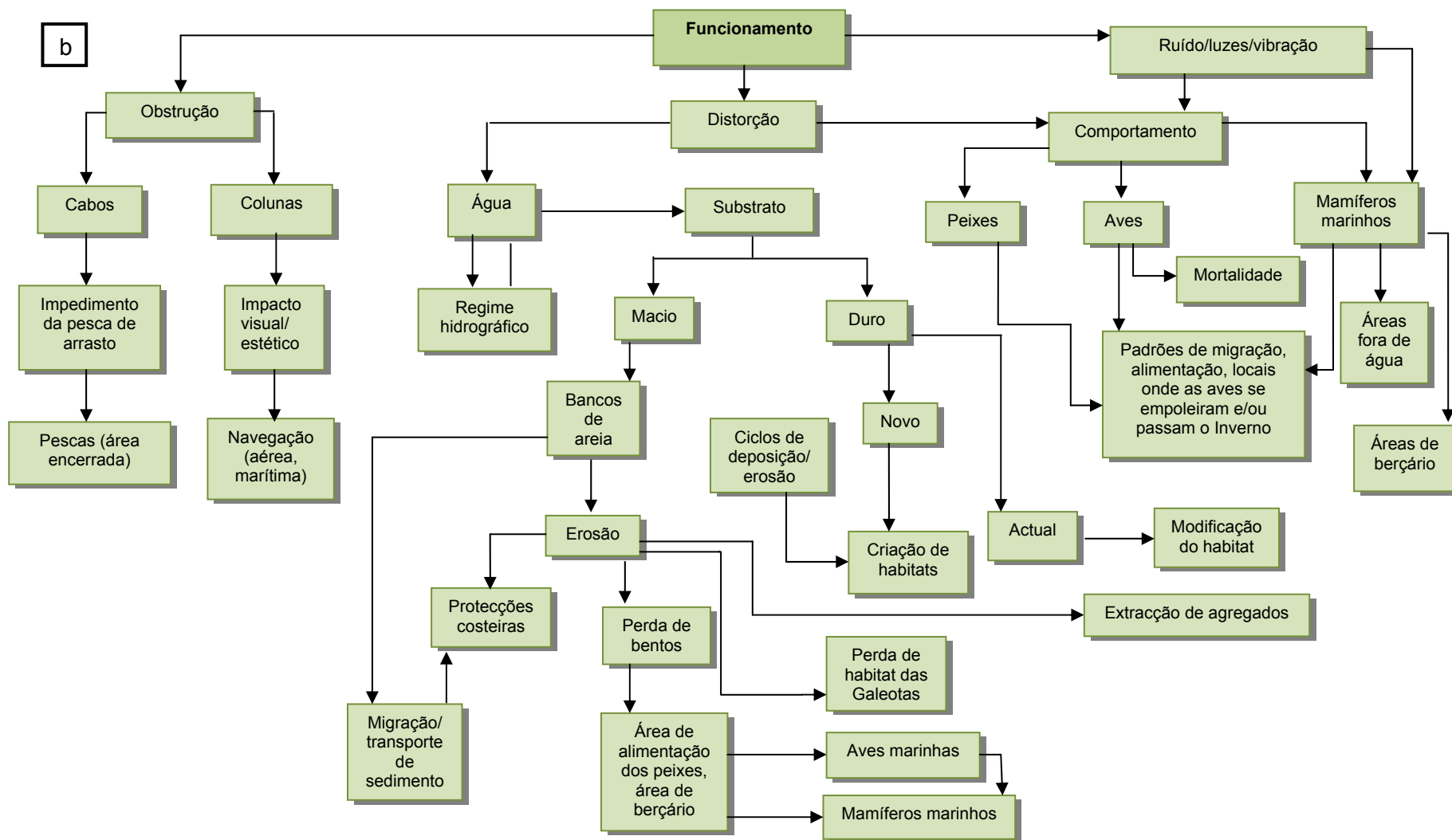


Figura 5a e b – Consequências ambientais da exploração, construção (a) e funcionamento (b) de centrais eólicas em massas de água. (adaptado de Aubry e Elliott, 2005)

2.1.11. Produção de energia convencional (nuclear, óleo, gás, carvão)

Para a produção de energia podem ser utilizados vários tipos de combustíveis fósseis, tais como o óleo, o carvão e o gás, energia nuclear ou energia renovável (ex. energia eólica).

A construção de centrais energéticas pelo homem constitui uma fonte de perturbação para os ecossistemas, isto porque, através do sistema de refrigeração é perdido um grande número de organismos sugados pelas águas de refrigeração. Os organismos de maiores dimensões (ex. 1cm²), tais como lavagantes, caranguejos, chocos, polvos, algas, entre outros, são sugados para o interior dos sistemas de refrigeração, ficando retidos no sistema de filtragem. Os organismos com dimensões inferiores irão avançar para a fracção principal do sistema de refrigeração no qual são aplicados biocidas, produtos anti-incrustantes e tratamentos anticorrosivos (Elliott e McLusky, 2004).

A água de refrigeração utilizada pelas centrais energéticas é novamente descarregada nos cursos de água ou no mar a temperaturas, por vezes, 10°C acima da temperatura ambiente. Alterações na temperatura da água podem afectar a composição específica de um ecossistema, na medida em que a tolerância das diferentes espécies às variações da temperatura não é a mesma. Este tipo de poluição térmica pode também afectar o comportamento migratório de algumas espécies, nomeadamente da lampreia, dado tratar-se de uma espécie altamente sensível a aumentos da temperatura da água (Aubry e Elliott, 2005). Para além dos impactos já referidos, o grande fluxo de descarga de águas de refrigeração pode levar à erosão dos fundos e à perturbação do substrato, assim como à dispersão de resíduos de cloro e organoalogenados que posteriormente irão dar origem a fenómenos de bioacumulação e, conseqüentemente, causar efeitos celulares e fisiológicos nocivos nos organismos (Elliott e McLusky, 2004).

Além da poluição térmica e das descargas de compostos químicos na água, verificam-se, também, emissões aéreas com libertação de CO₂, NO_x, SO_x, etc. (Elliott e McLusky, op. cit.).

2.1.12. Eutrofização

A eutrofização é um fenómeno que afecta inúmeros estuários, lagos, albufeiras, rios e mesmo zonas marinhas costeiras de todo o mundo, alterando o equilíbrio do ecossistema.

A eutrofização pode ser definida como um aumento da quantidade de nutrientes e/ou matéria orgânica num ecossistema aquático que tem como consequência a rápida multiplicação de algas verdes, algumas das quais tóxicas (ex. *Alexandrium* sp. e *Dinophysis* sp.), e cianobactérias (algas azuis) que podem atingir concentrações muito elevadas levando à formação de *blooms*. Os *blooms*, definem-se como um elevado número de células com baixa diversidade de espécies numa determinada parcela de água, sendo um *bloom* de algas tóxicas um evento em que a concentração de uma ou algumas espécies tóxicas de algas atinge níveis que podem causar efeitos nocivos nos organismos (Levinton, 2001). A perda de transparência da água, a alteração da sua coloração, odor e sabor são também algumas consequências resultantes do surgimento de *blooms* (Aubry e Elliott, 2005).

As plantas aquáticas necessitam de uma grande variedade de constituintes químicos para crescerem mas, geralmente, apenas o fósforo e/ou o azoto estão em défice nos sistemas aquáticos sendo, por isso, os factores que limitam o seu crescimento (Levinton, 2001). Deste modo, a eutrofização resulta, na maioria das vezes, do aumento destes nutrientes (sobretudo do fósforo) que permite a multiplicação descontrolada das algas (Levinton, op. cit.).

A eutrofização pode ter origem natural ou ser uma consequência da actividade humana. Quando a origem é natural, o sistema aquático torna-se eutrófico muito lentamente e o ecossistema mantém-se em equilíbrio (Levinton, op. cit.). Geralmente, a água mantém-se com boa qualidade para o consumo humano e a biodiversidade mantém-se estável. Nos casos em que a eutrofização resulta de actividades humanas, o processo é bastante mais acelerado, os ciclos biológicos e químicos podem ser interrompidos e, na maior parte dos casos, o sistema entra num rápido processo de decadência (Levinton, op. cit.).

As fontes mais comuns de nutrientes geradas pelas actividades humanas são a lixiviação dos campos agrícolas (devido à utilização de fertilizantes), os efluentes industriais, os efluentes das áreas urbanas e a desflorestação. Todas elas provocam a libertação para os ecossistemas aquáticos de grandes quantidades de nutrientes que ficam disponíveis para o crescimento do fitoplâncton (algas verdes e cianobactérias) (Levinton, op. cit.). À medida que a produtividade do fitoplâncton aumenta a turbidez da água aumenta, provocando uma diminuição na penetração da luz, o que afecta a comunidade de macrófitas submersas. Deste modo, a diversidade do habitat diminui, deixando de haver refúgios e/ou alimento para muitos organismos, o que empobrece as comunidades de invertebrados e vertebrados (Levinton, op. cit.).

Outra consequência do aumento da biomassa algal é a diminuição da capacidade de auto-depuração do sistema, ou seja, o poder de reciclar a matéria orgânica diminui, levando à acumulação de detritos e sedimentos. Num estado mais avançado a concentração de oxigénio vai diminuindo, a profundidade de compensação (profundidade à qual o consumo de oxigénio iguala a sua produção) diminui e as espécies que não conseguem tolerar concentrações de oxigénio baixas tendem a desaparecer, levando à redução da biodiversidade (Levinton, 2001). O pH também se altera, passando de neutro ou ligeiramente alcalino a ácido, o que pode afectar algumas espécies (Levinton, op. cit.).

Por último, pode também ocorrer uma grande acumulação de toxinas produzidas pelas cianobactérias e de parasitas, o que pode produzir grandes impactos ao nível da saúde pública (Levinton, op. cit.).

3. INICIATIVAS TOMADAS SOBRE AS ZONAS COSTEIRAS

3.1. Iniciativas Nacionais sobre Zonas Costeiras

São muitas as iniciativas Nacionais sobre a Zona Costeira (Anónimo, 2007):

O Regime Jurídico do Domínio Público Hídrico (DPM) que remonta a 1864 e que na actualidade está alicerçado na Lei da Titularidade dos Recursos Hídricos (Lei 54/2005 de 15 Novembro).

A Carta Europeia do Litoral, adoptada em 1991, possibilitou que o litoral fosse reconhecido como unidade de planeamento de abordagem integrada.

O Decreto-Lei Nº 302/90, de 26 de Setembro que estabelece princípios a que devia obedecer a ocupação, uso e transformação da faixa costeira (então considerada como uma faixa com 2km de largura).

O Decreto-Lei Nº 451/91, de 4 de Dezembro (Lei Orgânica) que transfere a jurisdição do Domínio Público Marítimo “sem interesse portuário” (até então sob a alçada da Direcção Geral de Portos, para o então recém-criado Ministério do Ambiente e Recursos Naturais).

O Decreto-Lei Nº 309/93, de 2 de Setembro, o Decreto-Lei 218/94 de 20 de Agosto e a Portaria Nº 767/96, de 30 de Dezembro, referem-se aos Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOCs). A incidência territorial das acções de planeamento foi considerada numa faixa terrestre de protecção de 500 m para além da linha que delimita a margem e a uma faixa marítima de protecção até à batimétrica dos 30 metros.

As “Cartas de Risco do Litoral” editadas pelo INAG em 1999 para “dez trechos ou células sedimentares costeiras” constituem cartas preliminares de vulnerabilidade contendo um zonamento segundo classes de vulnerabilidade (baixa, média e alta).

O Decreto-Lei Nº 151/95, de 24 de Junho, regula a elaboração dos Planos Especiais de Ordenamento do Território.

O Livro Branco da Política Marítima – Portuária Rumo ao Século XXI, editado em 1997 pelo Ministério do Equipamento.

No âmbito da Estratégia Nacional da Conservação da Natureza, adoptada pela resolução do Conselho de Ministros N.º152/2001, de 11 de Outubro, a política do litoral, nas suas vertentes terrestre e marinha, é assumida como de crucial importância para a prossecução dos seus objectivos.

A Resolução do Conselho de Ministros N.º 86/98, de 10 de Julho, aprova a Estratégia para a Orla Costeira (Programa Litoral - 1998), definindo linhas de orientação e clarificando os propósitos de intervenção neste espaço, através da definição dos domínios prioritários de actuação.

A Lei de Bases da Política de Ordenamento do Território e de Urbanismo (Lei n.º 48/98, de 11 de Agosto). O respectivo regime jurídico foi desenvolvido no Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 de Setembro.

O Plano Nacional de Política do Território (PNPOT).

O Programa FINISTERRA (criado através da Resolução do Conselho de Ministros N.º 22/2003 de 18-02-2003, que estabelecia um Programa de Intervenção na Orla Costeira Continental que visa a requalificação e reordenamento do litoral português, através da adopção de um conjunto integrado de medidas e intervenções estruturantes).

A Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável (ENDS) estabelecida em torno de quatro grandes Domínios estratégicos (garantir o desenvolvimento equilibrado do território, melhorar a qualidade do ambiente, produção e consumo sustentáveis das actividades económicas, em direcção a uma sociedade solidária e do conhecimento). Estes Domínios Estratégicos, foram consignados em doze grandes Linhas de Orientação, incluindo a promoção de uma utilização mais eficiente dos recursos naturais e de uma política de ordenamento do território sustentável, a protecção e valorização do património natural e paisagístico e a biodiversidade, a qualidade do ambiente numa perspectiva transversal e integrada e a promoção da integração do ambiente nas políticas sectoriais.

O Projecto “Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures” (SIAM) que teve como objectivo a realização da primeira avaliação integrada dos impactos e medidas de adaptação às alterações climáticas em Portugal Continental no século XXI e o Projecto Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures II” (SIAM II) que focou o estudo do caso do Estuário do Sado, tendo os estudos sido alargados às Regiões Autónomas da Madeira e dos Açores.

Os Planos de Bacia Hidrográfica (PBHs) (Decreto-Lei nº 45/94, de 22 de Fevereiro, concluídos e aprovados para todo o território do continente português).

O Plano Nacional da Água (PNA), aprovado pelo Decreto-Lei nº 112/2002, de 17 de Abril. Nos Açores, o Plano Regional da Água foi aprovado pelo DLR 19/2003/A de 23 de Abril.

A Secção de Municípios com Actividade Piscatória e Portos da Associação Nacional de Municípios Portugueses elaborou um Memorando 2004 que contempla propostas nas seguintes temáticas: Ambiente e Ordenamento do Território, Áreas Costeiras e Áreas Portuárias).

O relatório O Oceano. Um Desígnio Nacional Para O Século XXI (Março de 2004).

O projecto TICOR promovido pelo INAG em 2002 para produzir uma interpretação nacional da aplicação da Directiva 2000/60/CE às águas de transição e costeiras.

O projecto MONAE promovido pelo INAG em 2004 para traçar as linhas de orientação da monitorização de qualidade da água e ecologia da zona costeira, nos termos da Directiva 2000/60/CE (DQA).

O Programa do XVII Governo exprime uma visão estratégica de gestão integrada do litoral, para as zonas costeiras o desenvolvimento de uma política integrada e coordenada, em articulação com a política do Mar, que favoreça a protecção ambiental e a valorização paisagística mas que enquadre, também, a sustentabilidade e qualificação da actividades económicas que aí se desenvolvem. Estabelece ainda que sejam intensificadas as medidas de salvaguarda dos riscos naturais na faixa costeira, designadamente por via de operações de monitorização e identificação de zonas de risco

aptas a fundamentar os planos de acção necessários a uma adequada protecção, prevenção e socorro.

A Lei da Água (Lei 58/2005, de 29 de Dezembro) e a Lei da Titularidade dos Recursos Hídricos (Lei 54/2005, de 15 Novembro) transpõem para a ordem jurídica nacional a Directiva nº 2000/60/CE (Directiva Quadro Água), do Parlamento Europeu e do Conselho, estabelecendo as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas.

As Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDRs) elaboram, em Novembro de 2005, documentos relativos aos principais problemas e constrangimentos detectados na aplicação dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira, bem como dados estatísticos relativos á sua execução.

O Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais (PEAASAR II), o Plano Sectorial da Rede Natura 2000 e a Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ENCNB 2005 – 2007) constituem outros marcos relevantes.

O Plano Sectorial da Rede Natura 2000.

O Plano de Acção do ICN para a Implementação da Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ENCNB) 2005-2007.

O Enquadramento Estratégico do Turismo de Natureza, visa enquadrar as principais potencialidades para o desenvolvimento de turismo de natureza em áreas protegidas, em cumprimento do artigo 5º da Portaria N°1214-B/2000 de 27 de Dezembro (SIVETUR).

3.2. Iniciativas Internacionais sobre Zonas Costeiras

A nível internacional e, em particular a nível europeu, destacam-se algumas das Convenções, Programas, Directivas e Recomendações (Anónimo, 2007):

A Carta Europeia do Litoral (década de 80), enuncia um conjunto de princípios destinados a salvaguardar e valorizar o litoral europeu, através de uma acção coordenada das instituições com intervenção nesta área.

A Agenda 21 (1992), no âmbito da Conferência das nações Unidas sobre o Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, realizada no Rio de Janeiro em 1992, segundo a qual, os países com zonas costeiras, incluindo os da União Europeia, comprometem-se a promover a gestão integrada e o desenvolvimento sustentável das zonas costeiras e marinhas.

A Convenção MARPOL para a Prevenção da Poluição Proveniente de Navios (73/78).

A Convenção OSPAR sobre a Protecção do Ambiente Marinho no Atlântico Nordeste.

O Acordo de Lisboa (1990), sobre a Poluição por Hidrocarbonetos e Outras Substâncias Perigosas.

A Convenção sobre Biodiversidade.

A Convenção de Berna sobre a Conservação da Vida Selvagem e Habitats Naturais na Europa.

A Convenção para a Prevenção da Poluição Marinha pela Deposição de Resíduos.

A Convenção das Nações Unidas sobre a Lei do Mar (UNCLOS).

O Protocolo de Kyoto.

A Directiva Aves (1979/409/EEC),

A Directiva sobre Águas Residuais Urbanas (91/271/EEC).

A Directiva Habitat sobre a Conservação dos Habitats Naturais e da Fauna e Flora Selvagens (1992/43/EEC).

A Política Comum da UE para as Pescas (CR 2371/ 2002/EC).

As Directivas para os Portos (1995/21/ EC e 2000/59/EC).

O “Guide Méthodologique d’Aide a la Gestion Integrée de la Zone Côtière” editado pela UNESCO em 1997 (Barousseau, et. al., 1997).

O Programa de Demonstração da Comissão Europeia sobre Gestão Integrada das Zonas Costeiras (1996-1999) identifica princípios da boa gestão da zona costeira, tendo sido editado o documento “Para uma Estratégia Europeia de Gestão Integrada das Zonas Costeira (GIZC). Princípios Gerais e Opções Políticas”.

A Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu relativamente à Gestão Integrada da Zona Costeira: Uma Estratégia para a Europa (COM/2000/547, adoptada em Setembro de 2000) observa a necessidade de realização de acções estratégicas, coordenadas e concertadas ao nível local e regional, guiadas e apoiadas por um quadro adequado ao nível nacional.

A Directiva Quadro da Água (2000/61/ECA) estabelece (art.º1) como objectivo a protecção das águas interiores, águas de transição, águas costeiras e águas subterrâneas.

A Recomendação 2002/539/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à Estratégia para a Protecção e Conservação do Ambiente Marinho revê as políticas actuais e a legislação sobre a protecção do ambiente marinho, destacando-se as temáticas da perda de biodiversidade e destruição de habitats, substâncias perigosas, eutroficação, poluição e lixos, transportes marítimos, saúde, alterações climáticas, cooperação, conhecimento

A Recomendação 2002/413/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de Maio de 2002, relativa à Execução da Gestão Integrada da Zona Costeira na Europa indica os seguintes princípios gerais da Gestão Integrada da Zona Costeira:

- a) Uma perspectiva geral ampla (temática e geográfica) que tenha em conta a interdependência e a disparidade dos sistemas naturais e das actividades humanas com impacto sobre as zonas costeiras;
- b) Uma perspectiva a longo prazo que tenha em conta o princípio da precaução e as necessidades das gerações actuais e futuras;

- c) Uma gestão adaptativa durante um processo gradual que facilite os ajustamentos em função da evolução dos problemas e dos conhecimentos. Tal implica a necessidade de uma base científica sólida no que se refere à evolução da zona costeira;
- d) A especificidade local e a grande diversidade das zonas costeiras europeias, que permita dar resposta às suas necessidades concretas com soluções específicas e medidas flexíveis;
- e) O trabalho com processos naturais respeitando a capacidade dos ecossistemas, tornando, deste modo, as actividades humanas mais compatíveis com o ambiente, socialmente responsáveis e economicamente sólidas a longo prazo;
- f) O envolvimento de todas as partes interessadas [parceiros económicos e sociais, organizações que representam os residentes de zonas costeiras, organizações não governamentais (ONG) e sector empresarial no processo de gestão, por exemplo através de acordos e com base em responsabilidades partilhadas;
- g) O apoio e envolvimento de todas as entidades administrativas competentes a nível nacional, regional ou local, entre as quais se deverão estabelecer ou manter ligações adequadas de forma a melhorar a coordenação das várias políticas existentes. A parceria com e entre as autoridades regionais e locais que deverá ser aplicada sempre que oportuno;
- h) Utilização de uma combinação de instrumentos concebidos para facilitar a coerência entre os objectivos políticos sectoriais e a coerência entre o planeamento e a gestão.

A Recomendação 160/2005 do Conselho da Europa que consubstancia a Recomendação 2002/413/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, convidando os Estados membros a estabelecer os fundamentos de tal estratégia, a qual deverá garantir a protecção e requalificação do litoral, o seu desenvolvimento económico e social, bem como a coordenação de políticas com incidência na orla costeira.

O Projecto EUROSION da Comissão Europeia (2004) apresentou quatro recomendações principais relacionadas com a melhoria da gestão da erosão costeira a uma escala europeia:

- a) O estabelecimento dos balanços sedimentares e a disponibilização de faixas para possibilitar a dinâmica costeira;
- b) quantificar as medidas de resposta à erosão costeira e internalizar os custos e riscos associáveis à erosão costeira, no planeamento e nas decisões sobre investimentos;
- c) A preparação de Planos de Gestão de Sedimentos costeiros;

d) O reforço do conhecimento de base para o planeamento e gestão dos problemas da erosão.

Em Outubro de 2005 foi elaborada pela Comissão das Comunidades Europeias uma proposta “Establishing a Framework for Community Action in the Field of Marine Environmental Policy (Marine Strategic Directive)”.

Foi também apresentada em 2005 uma Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu intitulada “Thematic Strategy on the Protection and Conservation of the Marine Environment” (SEC(2005) 1290).

4. INTRODUÇÃO AOS INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL

4.1. Indicadores de Qualidade Ambiental

Os ecossistemas costeiros estão sujeitos a uma vasta gama de alterações resultantes da combinação das actividades antrópicas e dos processos naturais. O crescente interesse do homem pelas questões ambientais e a necessidade de avaliar a condição dos ecossistemas levou ao desenvolvimento de indicadores que permitissem avaliar o impacto da acção humana ao nível dos ecossistemas com o recurso a Indicadores de Qualidade Ambiental.

Um indicador consiste num parâmetro cujo valor pode ser medido a partir do ambiente e posteriormente utilizado na caracterização de uma componente particular desse mesmo ambiente. Os indicadores podem representar um grau de mudança e/ou uma intensidade de utilização (Aubry e Elliott, 2005).

Os Indicadores de Qualidade Ambiental possuem três funções essenciais (Aubry e Elliott, op. cit.):

- (i) Simplificar: de entre os diversos componentes de um ecossistema, apenas alguns são seleccionados de acordo com a sua aplicabilidade na caracterização do estado global do ecossistema. Os indicadores refinam a informação convertendo-a numa forma mais clara e facilmente interpretável;
- (ii) Quantificar: o valor do indicador é comparado com valores de referência considerados como sendo característicos de ecossistemas não perturbados ou de ecossistemas sujeitos a um grande impacto ambiental;
- (iii) Comunicar e informar: a utilização de indicadores facilita a comunicação sobre questões ambientais, promovendo a troca de informação e a comparação de padrões temporais e espaciais. Além disso, os indicadores permitem a criação de uma “linguagem universal”, quebrando a barreira muitas vezes existente entre os cientistas, as organizações e o público em geral, tornando a informação acessível a todos.

Dentro da sua tipologia, a Agência Ambiental Europeia distinguiu três tipos de indicadores ambientais (Smeets e Wetering, 1999):

- (i) Indicadores descritivos: descrevem as situações ambientais actuais;
- (ii) Indicadores de desempenho: comparam as condições actuais com um valor específico de condições de referência de modo a medir os progressos em direcção aos objectivos ambientais definidos;
- (iii) Indicadores de eficiência: relacionados com a eficiência da sociedade em termos dos recursos utilizados ou desperdiçados, produzidos por unidade de produção desejada.

4.2. Indicadores Integrativos Ambientais

Regra geral, o número de indicadores envolvidos na caracterização de um ecossistema é bastante elevado, dificultando a apreciação global da performance ambiental face à imensa quantidade de informação disponível. Perante esta situação é comum agrupar os indicadores num indicador principal denominado Índice ou Indicador Integrativo. Cada indicador individual utilizado em combinação com outros indicadores para obter um Indicador Integrativo é referenciado como Indicador Componente. Os índices resultantes são designados por Indicadores Integrativos, pelo facto de caracterizarem o estado global, pressão e/ou impacto resultantes das várias actividades e processos que ocorrem num determinado sistema (Aubry e Elliott, 2005).

No presente estudo os Indicadores Componentes estão agrupados em três Indicadores Integrativos Ambientais (Aubry e Elliott, op. cit.):

- (i) Alteração morfológica da linha costeira
- (ii) Intensidade de utilização dos recursos
- (iii) Qualidade ambiental

Apesar de, numa abordagem comum, ser dado o mesmo valor a cada um dos diferentes Indicadores Componentes, é de salientar que cada um deles representa diferentes alterações que geram impactos de diferente natureza e severidade. Por este motivo, torna-se necessário atribuir um “peso” a cada Indicador Componente de modo a que este reflecta a sua importância relativa no ecossistema. A atribuição de “pesos” aos

Indicadores Componentes é feita com o recurso ao parecer de peritos (alínea 7.5 pág.115) (Aubry e Elliott, 2005).

4.3. Critérios de selecção dos Indicadores Componentes

Para a selecção dos Indicadores Componentes são tidos em consideração cinco critérios que não entram em conflito entre si e cujos requisitos deverão ser satisfeitos). No caso de um Indicador Componente não satisfazer um ou mais critérios deverá ser eliminado ou readaptado de forma tornar-se aplicável à situação em estudo. As decisões são tomadas com base em bibliografia existente e no julgamento de peritos (Aubry e Elliott, 2005).

Critério 1: Aplicabilidade

O indicador deve abordar as consequências e os objectivos para os quais foi desenvolvido e deve reflectir uma causa para uma determinada perturbação, impacto ou reacções da sociedade (Aubry e Elliott, 2005).

Critério 2: Medição exequível

O indicador deve ser facilmente obtido, sendo os métodos necessários para a sua obtenção claramente definidos e aplicáveis à área estudada. Deve ser robusto e capaz de mostrar tendências espaciais e temporais, o que requer consistência nos métodos usados para a obtenção do indicador de forma a assegurar reprodutibilidade. Os indicadores devem, também, poder ser actualizados com uma frequência regular e ser objectivos, independentemente do tipo de informação recolhida e, sempre que possível, quantitativos de modo a torná-los o menos subjectivos possível (Aubry e Elliott, 2005).

Critério 3: Aplicabilidade à actual legislação e gestão

Os indicadores devem estar em conformidade com as exigências e directivas das orientações políticas vigentes, de modo a assegurar a sua credibilidade e utilização (Aubry e Elliott, 2005).

Critério 4: Interpretação fácil

Os indicadores devem produzir resultados inteligíveis e de fácil interpretação. Para tal, torna-se essencial que haja um bom entendimento das relações entre a intensidade das variáveis ambientais e os parâmetros medidos através dos indicadores (Aubry e Elliott, 2005).

Critério 5: Praticabilidade e/ou possibilidade de medição na área de estudo

Um indicador pode ser relevante de acordo com todos os restantes critérios mas não estar determinado na área de estudo por múltiplas razões, entre as quais se podem referir a inexistência de um historial de informação ou a não ocorrência na área de estudo do fenómeno que se pretende medir (Aubry e Elliott, 2005).

4.4. Indicadores Componentes a considerar num estudo de Qualidade Ambiental

Aquando do desenvolvimento de um estudo de Qualidade Ambiental é importante considerar um vasto leque de Indicadores Componentes de modo a se avaliar o mais fidedignamente a condição em que um ecossistema se encontra.

Assim, os Indicadores Componentes a considerar são agrupados em três Indicadores Integrativos Ambientais (Alteração morfológica da linha costeira, Intensidade de utilização dos recursos e Qualidade ambiental) e descritos nas alíneas 4.4.1, 4.4.2 e 4.4.3.

4.4.1. Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Alteração morfológica da linha costeira

O Indicador Integrativo Ambiental relativo à Alteração morfológica da linha costeira é um indicador de condição e impacto, proporcionando uma indicação da forma como a linha costeira tem sido modificada morfológicamente pelas actividades próximas da costa, utilizando essencialmente características físicas. Para além disso, fornece informação acerca da variação ambiental, incluindo a subida do nível do mar, de modo a reflectir o dinamismo natural da área (Aubry e Elliott, 2005).

É importante referir que, a “alteração” da zona costeira pode ser induzida pela actividade humana ou ser o resultado de um processo natural, podendo ser caracterizada como (i) alteração na forma (perfil), (ii) alteração na extensão da área intertidal e (iii) alteração da utilização da terra. Esta última não envolve necessariamente uma alteração morfológica da linha costeira e, por conseguinte, é coberta pelo Indicador Integrativo - Intensidade de utilização dos recursos (pág.48).

Relativamente à legislação envolvida, este indicador sintetiza a alteração física (morfológica) das linhas costeiras e, por conseguinte, reflecte as estratégias de defesa costeira. A caracterização da alteração morfológica da costa constitui, também, um importante requisito da Directiva Quadro da Água (2000/60/CE), especialmente no que respeita à designação das Massas de Água Fortemente Modificadas.

As alterações geomorfológicas podem alterar significativamente a natureza física de um canal e, consequentemente, o habitat e toda a biota a ele associada, mas não necessariamente. Assim, este Indicador Integrativo abrange assuntos que dizem respeito a outra legislação, a Directiva dos Habitats (92/43/CEE).

1A: Esquemas de remodelação

Um esquema de remodelação consiste na mudança em direcção a terra das linhas de defesa contra cheias para uma nova linha de defesa. Este tipo de actuação visa compensar a perda de habitats intertidais resultante quer da acção humana (actividades/construções) quer de processos naturais. Os esquemas de remodelação visam, também, providenciar uma linha de defesa contra cheias mais adequada para a área adjacente em geral e podem atenuar, significativamente, o impacto da subida do nível do mar. A colocação de linhas de defesa altera a morfologia local da linha costeira, o que pode induzir a alteração dos padrões de corrente e, consequentemente, afectar as comunidades biológicas dos habitats intertidais (Aubry e Elliott, 2005).

1B: Perda de área intertidal

Este indicador pretende considerar alterações na zona costeira, com especial referência às alterações na área intertidal, uma vez que, as alterações da linha costeira

são incluídas no Indicador Componente 1F:Alteração grosseira da forma da linha costeira (pág.44). Assim, este indicador pretende quantificar a área coberta por habitats intertidais (incluindo sapais) perdida ao longo das últimas décadas (Aubry e Elliott, 2005).

A perda (ou ganho) de áreas intertidais pode resultar do aumento do nível do mar, de fenómenos de erosão ou acreção e de alterações nos ciclos das marés, apesar dos factores humanos poderem influenciar indirectamente estes fenómenos através, por exemplo, da reclamação de terras e construção de defesas costeiras (Aubry e Elliott, op. cit.).

Na Ria de Aveiro...

Os bancos intertidais apresentam uma extraordinária riqueza específica ao nível de fauna bentónica, sobretudo nas zonas de maior influência marinha, constituindo áreas de alimentação para as aves, essencialmente limícolas. Os bancos intertidais mais extensos encontram-se na zona central da laguna, em associação com o delta do rio Vouga (Vários, 2006).

Para as comunidades ribeirinhas os bancos intertidais também constituem uma fonte de rendimento, uma vez que os profissionais da pesca e a população em geral, os utilizam para a recolha de várias espécies de bivalves e isco (Vários, op. cit.).

Relativamente às áreas de sapal, estas compreendem as margens de uma grande parte dos canais da Ria e cobrem muitas das ilhas existentes na laguna. Os sapais, pelo facto de constituírem zonas altamente produtivas albergam uma grande diversidade de espécies de aves tais como garças (*Ardea purpurea*, *Ardea cinerea* e *Egretta egretta*), aves de rapina (Milhafre-preto e Águia-sapeira), e Passeriformes. As zonas de sapal são também utilizadas pelas garças como dormitórios e como refúgio de maré alta pelas limícolas (Vários, op. cit.).

1C: Índice de compressão costeira

A compressão costeira ocorre quando as defesas costeiras rígidas (de natureza artificial) impedem a migração natural em direcção a terra dos habitats intertidais quando o nível do mar sobe (Aubry e Elliott, 2005).

1D: Variação ambiental

A variação ambiental produz um grande impacto na morfologia da linha costeira. Um exemplo disso é o aumento da intensidade e frequência dos temporais que pode resultar na acentuação do processo de erosão devido a alterações dos regimes de ondulação e vento. Além de que, o aumento da precipitação poderá levar a períodos de cheias mais longos e de maior intensidade, sendo por isso, necessário aplicar novas estratégias de defesa (Aubry e Elliott, 2005).

1E: Alteração grosseira da batimetria

As alterações da quantidade e natureza dos sedimentos reflectem uma perturbação gerada por processos naturais ou induzida pela acção do homem. Por exemplo, a colocação de grandes blocos de pedra nos rios pode alterar significativamente os regimes das correntes e conseqüentemente o regime de transporte dos sedimentos, o que pode agravar os processos de erosão ou acreção (Aubry e Elliott, 2005).

A existência de dados de boa qualidade é útil para a compreensão dos processos costeiros e, conseqüentemente, para a previsão de alterações futuras que irão determinar as medidas que será necessário tomar no sentido de proteger a zona costeira de acordo com as práticas de gestão vigentes. Além disso, as alterações batimétricas podem assumir um especial relevo aquando da implementação da Directiva Quadro da Água (2000/60/CE), especialmente no processo de designação de Massas de Água Fortemente Modificadas.

1F: Alteração grosseira da forma da linha costeira

A alteração mais evidente da forma (perfil) natural da zona costeira deve-se à construção de defesas costeiras. Este Indicador Componente faz referência a extensões de costa onde defesas costeiras tenham sido recuadas ou elevadas ocorrendo reclamação de terra (Aubry e Elliott, 2005).

Tal como foi referido na alínea 2.1.3 (pág.14) o impacto causado pela presença de protecções costeiras é complexo e depende de inúmeros factores locais. No entanto, as protecções costeiras podem acompanhar a linha de costa original e, desta forma, não causarem qualquer alteração na forma da linha costeira. Apesar disso, as defesas costeiras, uma vez erguidas, irão condicionar a evolução e as variações naturais (Aubry e Elliott, 2005).

Este indicador é relevante aquando da implementação da Directiva Quadro da Água (2000/60/CE), nomeadamente no processo de designação das Massas de Água Fortemente Modificadas, uma vez que está relacionado com a gestão da zona costeira.

1G: Regime hidrográfico

O estudo da interferência com o regime hidrográfico está relacionado com a perturbação do regime hidrodinâmico (marés, ondulação e padrões de correntes) e dos padrões de distribuição/transporte de sedimento (Aubry e Elliott, 2005).

Tal como foi referido na alínea 2.1.1 (pág.12), as infra-estruturas construídas pelo homem abaixo do nível médio de preia-mar podem afectar os padrões das correntes, com o conseqüente efeito sobre o regime da ondulação e a distribuição do sedimento.

A interferência que uma infra-estrutura exerce sobre o regime hidrográfico de uma área é mais facilmente determinada a uma escala pequena do que a ao nível global. Além de que, o padrão global de correntes é, muitas vezes, bastante variável, sendo, desta forma, difícil diferenciar as variações naturais das variações induzidas pela acção humana (Aubry e Elliott, 2005).

O impacto que uma infra-estrutura exerce depende, também, do tipo de substrato sobre o qual está construída, ou seja, quando o substrato é móvel, este é mais susceptível à erosão, o que também terá influência sobre o padrão das correntes (Aubry e Elliott, op. cit.).

O registo das infra-estruturas construídas pelo homem e que interfiram com o regime hidrográfico é relevante para a Directiva Quadro da Água (2000/60/CE), nomeadamente no que respeita ao processo de designação das Massas de Água Fortemente Modificadas. Antes da implementação de qualquer tipo de infra-estrutura deve proceder-se a uma Avaliação do Impacto Ambiental que essa mesma infra-estrutura

possa vir a causar ao nível do regime hidrográfico e, em particular, ao nível das comunidades biológicas.

1H: Subida relativa do nível do mar

A alteração relativa do nível do mar resulta da combinação de vários factores, dos quais se destacam (Aubry e Elliott, 2005):

- (i) Modificações tectónicas;
- (ii) Alterações eustáticas do nível do mar, o que resulta das alterações dos ciclos das marés e das condições climatéricas, incluindo a pressão atmosférica e o regime de ventos;
- (iii) Respostas hidrológicas a alterações morfológicas locais.

A estimativa da variação do nível do mar é importante na medida em que, normalmente, se reflecte no estreitamento da zona costeira onde são colocadas protecções para evitar as cheias. Assim, os aumentos do nível médio do mar justificam a perda de algumas áreas de habitats intertidais que necessitam de ser compensadas. Além disso, o aumento do nível do mar determina o grau de exposição das populações ao risco de cheias e permite fazer uma estimativa do nível de protecção necessário.

Apesar das consideráveis variações espaciais, verifica-se uma tendência global para a subida do nível do mar, sendo difícil determinar o efeito que cada um dos possíveis factores responsáveis pela subida do nível do mar possa causar (Aubry e Elliott, 2005).

A resposta dos sistemas costeiros às variações do nível do mar é de extrema importância no que respeita à gestão desses mesmos sistemas. No entanto, apesar das alterações do nível do mar exercerem uma significativa influência na evolução dos sistemas estuarinos, outros processos, tais como as alterações batimétricas resultantes da erosão dos sapais, zonas intertidais e salinas inactivadas, do alargamento da maioria dos canais e da actividade antrópica, podem constituir o principal factor responsável pela

alteração das marés nos estuários. Estas alterações tornam o sistema mais propenso à subida do nível da água e à ocorrência de inundações (Araújo et. al, 2008).

Assim, uma vez que a variação do nível do mar não é, por si só, a causa da variação do nível da água no interior dos estuários, torna-se mais coerente avaliar a variação da amplitude da maré ao longo dos anos como um indicador da subida do nível da água (Araújo et al, op cit).

O conhecimento do aumento do nível do mar é de particular interesse no sentido de poderem ser tomadas precauções relativamente a eventuais cheias.

Na Ria de Aveiro...

A evolução morfológica natural da Ria de Aveiro foi afectada com a construção de uma barra artificial na entrada da laguna em 1808. No entanto, devido à acção da deriva litoral a tendência para o assoreamento da laguna e da embocadura manteve-se, sendo o seu controle efectuado através da implementação de obras costeiras e da realização de dragagens na região da embocadura de modo a manter a profundidade para a navegação em direcção ao Porto de Aveiro (Rodrigues, 2007).

Como consequência das várias intervenções antrópicas na zona da embocadura, a amplitude das marés no interior da Ria registaram um aumento imediato superior a 1m. Registos anteriores a 1936 revelaram que a amplitude das marés vivas variava em mais de 2m na zona próxima ao oceano, até cerca de 1,1m a uma distância de 3Km para montante. Estudos mais recentes demonstraram um aumento generalizado da amplitude dos componentes M2 (componente lunar semi-diurno), S2 (componente solar semi-diurno) e K2 (componente lunar-solar semi-diurno) da maré, com especial aumento entre 1930 e 1953 (Araújo et al., 2008).

Actualmente, a variação média da maré é de 2,0m, com um mínimo de variação de 0,6m nas marés mortas e um máximo de 3,2m nas marés vivas (Araújo et al., op cit).

Na Ria de Aveiro a circulação da água é dominada pela maré e influenciada sobretudo pelo componente lunar semi-diurno (M2), que corresponde a 88% da energia total da maré (Araújo et al., op cit.).

11: Reivindicação da terra

Tal como foi referido na alínea 2.1.2 (pág.13), a reclamação de terras causa uma perturbação significativa ao nível dos ecossistemas.

Quando se pretende determinar perdas de terras ao longo de um longo período de tempo é necessário ter especial atenção no que respeita à perda de terras devido a processos naturais. Além disso, a reclamação de terras derivada da acção humana pode gerar uma posterior acreção natural devida a processos geológicos que induzem a ocorrência de erosão e, conseqüentemente, a reclamação de terras (Aubry e Elliott, 2005).

O registo da extensão de terra perdida devido à sua reclamação é relevante para a Directiva Quadro da Água (2000/60/CE), nomeadamente para o processo de designação das Massas de Água Fortemente Modificadas.

4.4.2. Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Intensidade de utilização dos recursos

O Indicador Integrativo Ambiental relativo à Intensidade de utilização dos recursos é um indicador de pressões, destacando as principais actividades antrópicas responsáveis pela perturbação dos ecossistemas costeiros.

A grande parte dos Indicadores Componentes que integram este Indicador Integrativo Ambiental está relacionada com actividades que requerem a requisição de uma licença, o que leva a que este indicador esteja intimamente relacionado com a aplicação de licenças de acordo com a orientação política vigente.

2A: Zona costeira antropicamente afectada

As alterações antrópicas da linha costeira podem resultar de (Aubry e Elliott, 2005):

- (i) Alterações na utilização dos terrenos, isto é, quando um terreno natural é convertido em terreno urbano ou industrial;
- (ii) Alterações do perfil da linha costeira, isto é, quando a forma natural da linha costeira é modificada.

Este Indicador Componente apenas diz respeito às alterações dos padrões de utilização dos terrenos, uma vez que o último item é avaliado pelos indicadores referentes à Alteração grosseira da forma da linha costeira (1F) (pág.44) e à Reivindicação de terras (1I) (pág.47) descritos no Indicador Integrativo Ambiental relativo à Alteração morfológica da linha costeira.

Este indicador visa determinar o impacto causado pela área coberta por infra-estruturas ao longo da costa. No entanto, os campos agrícolas, apesar de serem considerados como “não desenvolvidos”, podem ser considerados como pressões antrópicas, uma vez que são uma fonte difusora de poluição. Os sapais, também eles considerados como áreas não desenvolvidas, devem ser considerados como zonas não naturais no caso de serem utilizadas como áreas de pastagem.

2B: Dragagem de manutenção – volume dragado

As dragagens de manutenção, como já foi referido na alínea 2.1.5 (pág.16), afectam directamente os fundos e as comunidades bentónicas que neles habitam, assim como a qualidade físico-química da coluna de água.

A monitorização das dragagens de manutenção é relevante no que respeita à implementação da Directiva Quadro da Água (2000/60/CE), nomeadamente no processo de designação das Massas de Água Fortemente Modificadas.

Na Ria de Aveiro...

A manutenção da navegabilidade dos canais portuários e da barra afigura-se vital para a segurança da navegação e indispensável à operacionalidade do Porto de Aveiro, tendo sido iniciadas em finais de 1979, com pouca expressão, as dragagens de inertes no leito da Ria para manutenção dos canais portuários mais próximos da embocadura (APA, S.A., com. pessoal)

O incremento verificado nestas dragagens de manutenção permitiu dispensar desde 1993, ano em que se atingiu um valor de extracção da ordem dos 500.000 m³, as dragagens periódicas de manutenção da barra (APA, S.A., com. pessoal)

2C: Dragagem de manutenção – área dragada e área de deposição

Os impactos causados pelas dragagens de manutenção e pela deposição do material dragado são referidos na alínea 2.1.5 (pág.16).

Na Ria de Aveiro...

Com o intuito de se manter a navegabilidade dos canais portuários e da barra é vital a execução de dragagens de manutenção. Os dragados resultantes das dragagens de manutenção são imersos no mar, a 6 milhas a sul do molhe sul da costa (anteriormente a 1,75 milhas a sul do molhe sul da costa); colocados em depósito em terra, para posterior utilização ou utilizados no enchimento de praias e reforço do cordão dunar (APA, S.A., com. pessoal)

As áreas sujeitas a dragagens têm variado ao longo dos anos, consoante as necessidades, mas têm-se restringido ao Canal de Mira, no acesso ao Porto de Pesca Costeira, na darsena do Terminal Norte e no canal principal de navegação, desde o Terminal de Granéis Líquidos até ao Terminal Sul (APA, S.A., com. pessoal)

2D: Dragagem capital

As dragagens capitais, tal como as dragagens de manutenção, afectam directamente os fundos e as comunidades bentónicas que neles habitam, assim como a qualidade físico-química da coluna de água.

2E: Número de licenças de dragagem capital

O número de licenças em curso, e não apenas as licenças emitidas num único ano, constitui um indicador das pressões indutoras de mudança.

A monitorização das dragagens capitais é relevante no que respeita à implementação da Directiva Quadro da Água (2000/60/CE), nomeadamente no processo de designação das Massas de Água Fortemente Modificadas.

2F: Materiais de utilização proveitosa

Tal como foi referido na alínea 2.1.5 (pág.16) as utilizações proveitosas dos materiais dragados visam mitigar a perturbação causada pelas dragagens e reduzir o volume de material dragado depositado no mar.

Contrariamente aos restantes Indicadores Componentes, que representam pressões humanas no ecossistema, este indicador é considerado benéfico para o ambiente.

Na Ria de Aveiro...

Na Ria de Aveiro a maior parte das dragagens efectuadas dizem respeito aos canais de navegação. Assim, a localização do Porto de Aveiro no interior da Ria justifica as características estuarinas dos sedimentos a dragar, constituídos essencialmente por areias finas a médias com conchas, podendo conter, em menor quantidade, areias muito finas e silte + argila, bem como areias grossas e cascalho (APA, S.A., com. pessoal).

Desta forma, dentro dos inertes dragados, há uma fracção com potencial para reutilização na construção civil e também como inertes de aterro, remanescendo, contudo, uma parcela importante de areias lodosas/lodo, para os quais haverá que encontrar um destino economicamente viável que permita a sua valorização (incorporação em argilas, etc.) (APA, S.A., com. pessoal).

Relativamente à sua qualidade química, estes inertes classificam-se entre as classes 1 a 3, sendo a classe predominante a classe 2 (segundo o Despacho Conjunto dos Ministérios do Ambiente e Recursos Naturais e do Mar, DR n.º 141, II Série, de 21/05/1995, entretanto substituído pela Portaria n.º 1450/2007, de 12 de Novembro (ANEXO II) (APA, S.A., com. pessoal).

A sua deposição no sistema costeiro está, assim, condicionada pelas características físicas e químicas dos sedimentos a dragar. Salienta-se que, nos termos dos princípios que têm vindo a ser aplicados, o material de classe 2 ou superior não pode ser repostado em locais sujeitos a erosão ou utilizado para alimentação de praias (APA, S.A., com. pessoal).

Ora, cumulativamente, a classificação de toda a área costeira na influência do Porto de Aveiro, como área de Protecção de Bivalves, conduz a que os dragados só possam ser imersos a partir da batimétrica dos 40 metros, ou seja, a mais de 6 milhas da costa e, portanto, sem qualquer mais-valia para a protecção costeira. A remobilização de sedimentos ocorre, no máximo, até aos -12/-15 metros (APA, S.A., com. pessoal).

2G: Licenças de construção

A construção de infra-estruturas pelo homem ao longo da costa pode exercer um impacto significativo no ecossistema. O objectivo deste Indicador Componente é avaliar as alterações na solicitação de licenças para a construção de estruturas abaixo do nível médio de preia-mar. Outros Indicadores Componentes consideram as estruturas já existentes e o respectivo impacto (ex. 1G: Interferência com o regime hidrográfico (pág.45) e 2M: Área coberta por condutas e cabos submarinos (pág.56)).

2H: Intensidade de aquacultura

A aquacultura, assim como foi referido Secção 2.1.6 (pág.20), pode ter um impacto significativo ao nível do ecossistema.

A aquacultura está relacionada com a Directiva 91/492/CEE que estabelece as normas sanitárias que regem a produção e a colocação no mercado de moluscos bivalves vivos.

Na Ria de Aveiro...

Na Ria de Aveiro, a utilização de marinhas de sal para a criação de peixes data de 1858. Na maior parte dos casos, a criação de peixes nas marinhas constituía uma actividade complementar à extracção de sal, uma vez que apenas decorria no Inverno, período durante o qual as marinhas se encontravam inactivas (Carrabau, 2005).

Com o decorrer do tempo, a actividade salícola entrou em decadência e muitas das marinhas foram desactivadas e convertidas em pisciculturas controladas (Carrabau, op. cit.).

Apesar da piscicultura acarretar benefícios económicos para a região e impedir a destruição dos muros das salinas, o que levaria quer ao aumento acentuado da salinidade da água com consequências graves para o ecossistema em geral e para a agricultura quer à formação de aterros, este tipo de actividade também pode causar alguns problemas, nomeadamente, o aumento da poluição orgânica resultante das rações fornecidas aos peixes e das suas fezes e a diminuição da área de alimentação e nidificação das aves limícolas resultante da transformação das salinas em pisciculturas (Carrabau, op. cit.).

Na Ria de Aveiro... (continuação)

Os estabelecimentos de piscicultura e moluscicultura activos localizados na Ria de Aveiro utilizam água salgada e funcionam em regime semi-intensivo e extensivo, uma vez que o regime intensivo não é permitido na Ria de Aveiro. Nas pisciculturas a funcionar em regime semi-intensivo é feito, predominantemente, o crescimento e engorda das espécies robalo e dourada, enquanto nos estabelecimentos a funcionar em regime extensivo predominam as espécies enguia, linguado e tainha. Relativamente à moluscicultura, os viveiros localizados no concelho de Ílhavo, freguesia da Gafanha da Encarnação (Figura 6), funcionam em regime extensivo e destinam-se ao crescimento e engorda de ostra, amêijo-a-bona, amêijo-a-macha e berbigão, ao passo que o estabelecimento constituído por estruturas flutuantes localizado no concelho de Aveiro, freguesia da Vera Cruz, funciona em regime extensivo e destina-se ao crescimento e engorda de mexilhão (DRAPC - Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Centro - Divisão Sub-Regional de Aveiro, com. pessoal).



Figura 6 - Localização dos talhões de bivalves na Gafanha da Encarnação. (CCDRC - Divisão Sub-Regional de Aveiro)

2I: Outras colheitas e outras actividades piscatórias

A apanha de amêijoas e berbigão, a apanha de isco, a pesca com uma malha reduzida e a pesca à linha podem causar perturbações ao nível do ecossistema. Este tipo de actividades afecta o ecossistema natural através da remoção de peixes, incluindo espécimes juvenis, crustáceos, bivalves, poliquetas, entre outros invertebrados e da criação de instabilidade nos sedimentos revolvidos, o que afecta a totalidade das espécies aí existentes, não apenas as removidas.

Este indicador está relacionado com a Directiva 91/492/CEE que estabelece as normas sanitárias que regem a produção e a colocação no mercado de moluscos bivalves vivos.

Na Ria de Aveiro...

Na Ria de Aveiro, a fauna piscícola é bastante diversificada, tendo sido identificadas 64 espécies, das quais a solha (*Platichthys flesus*), o linguado (*Solea vulgaris*), o robalo (*Dicentrarchus labrax*), a tainha (*Oedalechilus*) e a enguia (*Anguilla anguilla*) têm uma grande importância económica. À excepção da enguia (espécie migradora), todas as restantes espécies utilizam a laguna como berçário, entrando na Ria onde permanecem um ou mais anos, após os quais regressam definitivamente ao mar. A enguia tem sofrido uma redução significativa na sua abundância devido à captura intensa de espécimes juvenis e à poluição química (Carrabau, 2005).

A apanha de bivalves, tais como berbigão, amêijoas-macha, amêijoas-rainha, cadelinha, navalha, mexilhão e ostra, associada à pesca efectuada em bateiras constitui, também ela, uma importante fonte de rendimento para a população. O berbigão e as amêijoas são as espécies mais capturadas sendo, a maior parte, para exportação, especialmente para Espanha (Carrabau, op. cit.).

O caranguejo-verde (*Carcinus maenas* L.) é capturado na Ria de Aveiro desde tempos remotos. Antes do surgimento dos fertilizantes químicos, o caranguejo-verde era utilizado, sobretudo, como fertilizante para os campos ribeirinhos. Após se ter registado um decréscimo na sua captura esta espécie voltou a prosperar na década de 80 devido ao interesse de intermediários da indústria alimentar espanhola (Carrabau, op. cit.).

Para além do caranguejo-verde, outras espécies de crustáceos, tais como a artemia e os camarões (cabra) são também explorados pelas populações ribeirinhas (Carrabau, op. cit.).

2J: Intensidade do desenvolvimento de centrais eólicas

O impacto causado desenvolvimento de centrais eólicas encontra-se descrito na alínea 2.1.10 (pág.24).

2K: Intensidade do desenvolvimento de marinas

O efeito ambiental da construção de marinas pode ser a perda física através da remoção de habitats e da fauna a eles associada e a erosão ou sufocamento dos organismos bentónicos devido à ressuspensão do sedimento. A ancoragem dos barcos nas marinas pode também afectar o fundo e a qualidade da água através do aumento da poluição (lixos, óleo dos motores). Este Indicador Componente apenas considera uma marina como tal caso esta possua ancoradouros para albergar no mínimo 50 embarcações.

A ancoragem de barcos em ancoradouros também afecta o ambiente (ex. erosão causada pela ancoragem e passagem pelas margens). No entanto, este tipo de perturbação é considerado no Indicador Componente 2O: Turismo e recreio (pág.57).

O desenvolvimento de marinas está relacionado com os sectores da indústria, navegação e recreação. Além de que, a intensidade deste tipo de desenvolvimento é relevante aquando da implementação da Directiva Quadro da Água (2000/60/CE), nomeadamente no processo de designação das Massas de Água Fortemente Modificadas.

2L: Intensidade do desenvolvimento de portos

Tal como foi referido na alínea 2.1.4 (pág.15) os portos exercem um impacto negativo nos ecossistemas a vários níveis, nomeadamente no que se refere à alteração do regime hidrográfico, à poluição inerente ao tráfego de embarcações, acidentes ambientais e introdução de novas espécies nos ecossistemas.

O desenvolvimento dos portos está relacionado com os sectores da indústria, navegação e recreação. Além de que, a intensidade deste tipo de desenvolvimento é

relevante aquando da implementação da Directiva Quadro da Água (2000/60/CE), nomeadamente no processo de designação das Massas de Água Fortemente Modificadas.

Na Ria de Aveiro...

O porto de Aveiro, administrado pela Administração do Porto de Aveiro, S.A. (APA, S.A.), situa-se no distrito de Aveiro, e está inserido numa zona classificada como Zona de Protecção Especial (ZPE). Este porto tem por objectivo a movimentação de vários tipos de mercadorias, dispõe de vários terminais, onde se faz a movimentação de granéis sólidos ou líquidos, carga geral, entre outras mercadorias. Possui ainda terminais destinados à movimentação de pescado (APA, S.A. com. pessoal).

A transformação e a redinamização da Ria de Aveiro foram possíveis através do desenvolvimento da actividade portuária. Os portos, sendo entidades prestadoras de serviços, permitem criar um elo de ligação entre a via marítima e as vias terrestres para actividades ligadas ao comércio, à construção naval, ao recreio náutico e à pesca (Vários, 2006).

A construção de dois novos portos nos últimos anos, o porto de pesca e o porto comercial, teve um impacto positivo a nível económico na região. No entanto, este tipo de infra-estruturas acarreta um conjunto de intervenções que, de alguma forma, são prejudiciais para ecossistema lagunar. Um exemplo disso são as frequentes dragagens de manutenção efectuadas no sentido de manter a profundidade dos canais de navegação. Assim, as obras associadas às zonas portuárias repercutem-se ao nível de toda a laguna, aumentando a intensidade das correntes no seu interior, com a circulação de um maior volume de água, aumentando a salinidade global. O aumento da salinidade, para além de surtir efeitos negativos sobre algumas espécies de fauna e flora, também causa danos significativos nos terrenos agrícolas. O aumento do volume de água induz o aumento do fenómeno de erosão quer das margens dos canais quer dos muros das salinas (uma das principais causas do seu abandono) (Carrabau, 2005).

2M: Área coberta por condutas e cabos submarinos

O termo “conduta” pode remeter para estruturas que transportam óleo (oleoduto), gás (gasoduto), águas residuais ou resíduos industriais. As condutas podem modificar a estrutura local dos fundos através da perturbação hidrofísica podendo, também, constituir um obstáculo para os invertebrados bentónicos. Os cabos estão, na maior parte dos

casos, soterrados e podem estar blindados por uma superfície de protecção que, tal como as condutas, afecta as comunidades bentónicas e o regime hidrofísico (Aubry e Elliott, 2005).

Os principais impactos das condutas são devidos a eventuais descargas dos contaminantes potencialmente perigosos que transportam e ao aumento do risco de ocorrência de acidentes ambientais devido a fugas nas condutas. No entanto, este indicador apenas pretende determinar o impacto físico das condutas e cabos, incluindo as suas consequências ao nível da restrição de algumas actividades (Aubry e Elliott, op. cit.).

2N: Apreciação estética

A apreciação estética de uma área em particular, de um ponto de vista económico, é muitas vezes baseada no potencial recreativo e turístico. A quantidade de dinheiro que as pessoas efectivamente gastam para visitar um determinado local é proporcional ao valor estético que esses mesmos visitantes atribuem ao local que visitam. No entanto, muitas razões quer de cariz prático quer de cariz subjectivo influenciam a escolha das pessoas para visitarem um determinado local com fins recreativos (ex. publicitar o potencial recreativo de um local). É sabido que a qualidade estética seria melhor avaliada com o recurso a indicadores ambientais mais objectivos, tais como a presença de lixo, a diversidade de habitats ou a presença de vida selvagem. Vários Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental - Qualidade ambiental focam este tipo de parâmetros (Aubry e Elliott, 2005).

Não obstante, é importante considerar as actividades de recreio como potenciais fontes de perturbação, de tal forma que o presente estudo sugere um indicador que abrange este assunto (Indicador Componente 2O-Turismo e recreio).

2O: Turismo e recreio

Tal como já foi discutido na Secção 2.1.7 (pág.23), as actividades ligadas ao turismo e recreio são potenciais fontes de perturbação para os ecossistemas costeiros.

Na Ria de Aveiro...

A Ria de Aveiro apresenta um grande potencial quer ao nível de recreio quer ao nível de turismo. Os desportos náuticos, sobretudo os não motorizados, como é o caso da vela, da prancha à vela, da canoagem e do remo são praticados em vários pontos da Ria. A utilização balnear constitui outra forma de recreio potencial, sobretudo nos canais mais próximos da embocadura da laguna (Carrabau, 2005)

A grande diversidade ecológica (biótopos, fauna e flora), etográfica e cultural constituem um grande atractivo para inúmeras actividades de lazer.

O turismo deve ser feito de uma forma cautelosa de modo a evitar uma sobrecarga humana, sobretudo, durante o Verão. Esta sobrecarga reflecte-se no aumento das descargas dos efluentes domésticos e no aumento da perturbação das espécies da laguna. Além disso, o aumento da atracção turística leva à construção de infra-estruturas, subtraindo à laguna porções do habitat de grande importância para o ecossistema e à degradação da paisagem lagunar (Carrabau, 2005)

2P: Descargas directas

Tal como já foi referido na Secção 2.1.1 (pág.12), as descargas de efluentes podem conter elevados níveis de metais, nutrientes e matéria orgânica que podem afectar a qualidade da água e do sedimento e as comunidades biológicas que neles habitam. A poluição térmica é outro tipo de poluição a considerar e resulta da descarga de águas de refrigeração por estações geradoras de energia. O conhecimento da fonte e do tipo de poluentes descarregados nas águas é de importância fundamental quando se pretende avaliar o seu grau de perturbação, uma vez que nos revelam a intensidade da pressão exercida sobre o ambiente que recebe essas mesmas descargas, assim como a origem e o tipo de contaminantes acumulados (Aubry e Elliott, 2005).

No entanto, é importante considerar que a informação relativa ao número, tipo e localização dos pontos de descarga não é suficiente. A área realmente afectada deve ser determinada. Uma área com apenas uma descarga pode ser alvo de uma poluição mais severa do que uma área com duas descargas cujos tipos de descargas são menos poluentes, ou seja, o impacto das descargas depende da toxicidade das substâncias que são descarregadas (Aubry e Elliott, op. cit.).

O levantamento regular das comunidades bentónicas junto dos locais de descarga pode oferecer uma boa apreciação do impacto que estas exercem sobre os organismos. No entanto, é necessário criar uma orientação clara sobre a forma como os resultados devem ser interpretados de modo a se ser coerente aquando da determinação dos níveis de perturbação (Aubry e Elliott, 2005).

Assim, o número de descargas por Km de linha de costa pode ser, também, considerado um indicador da pressão exercida sobre um ecossistema.

A descarga de águas de refrigeração não representam o mesmo tipo de impacto sobre o ecossistema e, desta forma, um outro Indicador Componente deveria abranger este tipo de impacto.

Este indicador Componente está relacionado com a Legislação Europeia, nomeadamente com a Directiva relativa ao tratamento de águas residuais urbanas (91/271/CEE), com a Directiva 76/464/CEE relativa à poluição causada por determinadas substâncias perigosas lançadas no meio aquático da Comunidade e com a Directiva 96/61/CE relativa à prevenção e controlo integrado da poluição.

2Q: Exploração e produção de gás e óleo

Tal como já foi referido na Secção 2.1.9 (pág.24), a exploração de gás ou óleo induz perturbações significativas nos fundos e nos organismos que habitam nas áreas próximas sujeitas a estes tipos de exploração.

2R: Acidentes ambientais

A ocorrência de acidentes ambientais deve-se a uma vasta gama de factores, tais como o derrame ou vazamento de produtos nocivos, a lixiviação dos solos agrícolas, as descargas de efluentes, entre outros. A gravidade de um acidente ambiental para o meio ambiente é determinada por uma série de factores, nomeadamente, a vulnerabilidade e sensibilidade do local da ocorrência, as características dos produtos derramados, as quantidades envolvidas, as características climáticas no momento da ocorrência e a eficiência e rapidez do combate.

De entre a vasta gama de impactos que os acidentes ambientais podem causar, destacam-se os danos que estes induzem ao nível da qualidade da água e, conseqüentemente, na fauna e flora que nela habitam.

4.4.3. Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Qualidade ambiental

O Indicador Integrativo Ambiental relativo à Qualidade ambiental é um indicador de condição e impacto. Este indicador reflecte o estado do ambiente e permite avaliar os impactos resultantes das alterações/actividades contempladas pelos Indicadores Integrativos Ambientais relativos à Alteração morfológica da linha costeira e à Intensidade de utilização dos recursos. Alguns Indicadores Componentes estão relacionados com a “qualidade” da água e do sedimento (concentração de poluentes), enquanto outros dizem respeito às condições dos habitats e à sua capacidade para manterem populações viáveis.

Este Indicador Integrativo Ambiental inclui informações quer quantitativas quer qualitativas e está relacionado com iniciativas relativas à qualidade das águas costeiras a nível local, nacional, europeu e internacional.

3A: Qualidade da água - matéria particulada em suspensão

De entre as substâncias transportadas nos estuários assume grande importância o material particulado que pode ter origem no exterior do estuário: sedimento transportado pelos rios, sedimento proveniente da zona costeira, material particulado de efluentes líquidos ou ainda proveniente da atmosfera. Podem também existir fontes internas: material resultante da erosão do fundo, material coloidal que floccula no estuário, e material produzido por processos biológicos (Silva, 1994). Actividades que envolvam a perturbação do sedimento, como é o caso das dragagens, podem levar ao aumento da concentração de sólidos em suspensão. Nos locais onde a concentração de matéria particulada em suspensão é naturalmente baixa, um aumento da concentração de matéria particulada em suspensão, mesmo localmente, pode afectar a distribuição de algumas espécies de peixes. O efeito subletal para os peixes surge com níveis de matéria particulada em suspensão superiores a 14g/L. No entanto, um aumento da quantidade de matéria particulada em suspensão pode também causar graves danos nas

comunidades bentónicas, bloqueando os seus órgãos respiratórios e de alimentação (Aubry e Elliott, 2005).

3B: Qualidade da água – análises químicas

Várias substâncias potencialmente perigosas podem alcançar os estuários após as suas descargas ou perdas a partir das indústrias, portos, áreas urbanas e agrícolas.

Assim, a determinação da qualidade da água torna-se essencial, permitindo o rastreamento de contaminantes através do ecossistema, a avaliação de áreas que podem estar em risco de não reunirem os padrões de qualidade e a avaliação da eficácia das medidas de controlo da poluição.

Este Indicador Componente está relacionado com a Legislação Europeia, nomeadamente com a Directiva 76/464/CEE relativa à poluição causada por determinadas substâncias perigosas lançadas no meio aquático (Lista I e Lista II).

3C: Qualidade da água – utilizando bioensaios

Ao passo que o Indicador Componente relativo à Qualidade química da água (3B) refere a natureza da poluição, os bioensaios avaliam o impacto da poluição em elementos específicos da biota.

Os metais pesados, tais como o arsénio, cádmio, cobre, chumbo, mercúrio, níquel e zinco são componentes naturais do ambiente, onde surgem naturalmente em quantidades vestigiais. O cobre e o zinco são um exemplo de dois metais pesados que, em quantidades reduzidas, constituem micronutrientes essenciais para a vida das plantas e animais (Carrabau, 2005).

No entanto, o que tem levantado sérias preocupações são os elevados níveis de metais pesados que se têm vindo a registar ao nível da atmosfera, do solo e dos sistemas hídricos. Muitos metais pesados diferem dos componentes orgânicos tóxicos pelo facto de não serem degradáveis e, conseqüentemente, acumuláveis no ambiente.

Assim, os metais pesados entram na cadeia trófica por bioacumulação, afectando todos os organismos que dela façam parte, incluindo o homem. Alguns metais são potencialmente cancerígenos (níquel, arsénio, cádmio e crómio), outros podem causar

lesões hepáticas e/ou renais e perturbações no Sistema Nervoso Central (arsénio, cádmio e chumbo) (Carrabau, 2005).

Este Indicador Componente está relacionado com a Convenção de Paris e com a Directiva 93/351/CEE que fixa os métodos de análise, os planos de colheita de amostras e os teores máximos de mercúrio para os produtos da pesca.

De acordo com a Convenção de Paris, o músculo do peixe não deve conter mais do que 0,3 mg Hg/Kg peso fresco mas, segundo a directiva 93/351/CEE admitem-se concentrações de 0,5 mg Hg/Kg peso fresco nas partes comestíveis dos produtos da pesca podendo, todavia, este teor ser aumentado para 1,0 mg Hg/Kg peso fresco no que se refere às partes comestíveis das espécies de topo da cadeia trófica, nas quais estão incluídas, entre outras, o robalo e a enguia.

3D: Qualidade da água – análises microbianas

A actividade humana ao longo das margens dos estuários constitui uma fonte de poluição para o ecossistema, nomeadamente devido às suas descargas, pondo em causa a qualidade da água e do sedimento (Aubry e Elliott, 2005).

As bactérias são utilizadas frequentemente como indicadores em programas de monitorização da qualidade das águas. Os Coliformes Fecais são considerados um indicador da qualidade sanitária da água, estando associados à poluição por águas residuais. Assim, a presença de valores de Coliformes em conformidade com os valores estabelecidos pela Directiva 2006/7/CE são indicadores de um bom controlo das descargas de águas residuais que se encontrem na proximidade de Zonas Balneares (Aubry e Elliott, op. cit.).

3E: Qualidade química do sedimento

Quando se procede ao estudo da quantidade de metais pesados existente no sedimento é essencial ter em consideração a hipotética origem dos metais, ou seja, nem sempre é fácil determinar se as concentrações de metais são o resultado de processos geológicos ou da actividade humana (Aubry e Elliott, 2005).

Por outro lado, as causas das tendências espaciais e temporais das concentrações de metais são difíceis de determinar, na medida em que vários factores podem afectar o padrão de transporte dos sedimentos e a libertação de contaminantes. Processos físicos e biológicos podem ter, também, interferência na distribuição vertical dos contaminantes no sedimento. Além disso, é necessário considerar que, apesar de haver uma redução na descarga de metais, esta apenas pode ser registada em análises efectuadas ao sedimento vários anos depois. Os contaminantes existentes no sedimento com origem em fontes de poluição já erradicadas podem vir a causar novos episódios de poluição da água alguns anos mais tarde na sequência da perturbação do sedimento (Aubry e Elliott, 2005).

O conteúdo em argilas e o tipo de minerais argilosos existentes nos sedimentos influenciam a capacidade de retenção e fixação de metais pesados. A elevada superfície específica e a capacidade de troca iónica que caracterizam este tipo de minerais facilitam o processo de retenção. No entanto, para além do tipo de sedimento, a salinidade, o hidrodinamismo e a quantidade de matéria orgânica têm, também, influência na fixação dos metais pesados (Carrabau, 2005). Assim, quando se pretende comparar amostras é importante ter em consideração que ambas possuem partículas de dimensões semelhantes (Aubry e Elliott, 2005).

Os metais pesados são transportados em suspensão ou fixos em colóides (argilas e matéria orgânica). Quando chegam à laguna ocorre uma mudança na salinidade, o que faz com que se dê a floculação dos colóides e a sua conseqüente integração nos fundos. Em algumas zonas, devido à presença de H₂S libertado por bactérias sulfato-redutoras dos fundos, os metais poderão permanecer imobilizados por longos períodos de tempo sob a forma de sulforetos (Carrabau, 2005).

Portugal ainda não desenvolveu Padrões de Qualidade Ambiental para os sedimentos. No entanto, como é referido por Swindon (1999) as concentrações de metais pesados nos sedimentos podem ser comparadas com os Níveis de Efeito Limítrofe (TEL) e os Níveis de Efeito Provável (PEL) adoptados pelo *Environmental Canada*. As concentrações de sedimentos são consideradas como uma razão para preocupação quando se encontram próximas ou acima dos Níveis de Efeito Provável, ou seja, quando se considera que o contaminante é susceptível de causar efeitos adversos numa vasta gama de organismos.

Com o intuito de dar cumprimento à Directiva 76/464/CEE relativa à poluição causada por determinadas substâncias perigosas lançadas no meio aquático, torna-se

pertinente um conhecimento detalhado do grau de contaminação dos sedimentos pelas substâncias da Lista I e da Lista II contempladas por esta mesma Directiva.

3F: Qualidade biológica do sedimento – utilizando bioensaios

Atendendo a que o Indicador Componente relativo à Qualidade química do sedimento (3E) se refere a natureza da poluição, os bioensaios avaliam o impacto da poluição em elementos específicos da biota.

3G: Qualidade biológica do sedimento

Ao passo que o Indicador Componente relativo à Qualidade química do sedimento (3E) refere a natureza da poluição, este indicador pretende avaliar o impacto da poluição nas comunidades bentónicas. O facto dos macroinvertebrados possuírem uma mobilidade bastante mais reduzida comparativamente com outros animais, como por exemplo os peixes, e uma extrema sensibilidade aos poluentes, fazem com que sejam frequentemente utilizados em estudos de qualidade química do sedimento (Aubry e Elliott, 2005). Os macroinvertebrados bentónicos são, também eles, causadores ao longo do tempo de alterações ao nível do sedimento (Aubry e Elliott, op. cit.).

A necessidade de avaliar a qualidade do ambiente dos ecossistemas marinhos de acordo com a Directiva Quadro da Água levou ao desenvolvimento de índices bióticos e que permitem avaliar a resposta das comunidades bentónicas face às alterações induzidas na qualidade da água pela acção humana.

O índice AMBI (AZTI Marine Biotic Index) e a ferramenta M-AMBI (Multivariate-AMBI), desenvolvidos pelos técnicos da AZTI-Tecnalia, constituem ferramentas que exploram a resposta das comunidades bentónicas face às alterações naturais ou induzidas pela acção humana da qualidade da água, nomeadamente no que respeita ao enriquecimento orgânico. A ferramenta AMBI tem em consideração a riqueza e diversidade em espécies e inclui mais de 4.400 taxas representativos das comunidades mais importantes presentes nos estuários e sistemas costeiros da Europa, desde o Mar do Norte ao Mediterrâneo, e da América do Norte à América do Sul (Site 1). A ferramenta M-AMBI conjuga a diversidade e abundância de espécies com o Índice de Shannon,

proporcionando uma visão mais objectiva do estado ecológico de uma área (Bald, et. al., 2007).

Com base na sensibilidade/tolerância das espécies ao enriquecimento orgânico, podem ser estabelecidos seis grupos ecológicos (Borja et al, 2000):

Grupo I – Espécies muito sensíveis ao enriquecimento orgânico, estando presentes em ambientes não poluídos (estado inicial).

Grupo II – Espécies insensíveis ao enriquecimento orgânico, sempre presentes em baixas densidades com variações temporais pouco significativas.

Grupo III – Espécies tolerantes ao excesso de enriquecimento orgânico. Estas espécies podem ocorrer sob condições normais, apesar de as suas populações serem estimuladas pelo enriquecimento orgânico (situação ligeiramente desequilibrada).

Grupo IV – Espécies oportunistas de segunda-ordem (de situações ligeiramente perturbadas a situações nitidamente perturbadas).

Grupo V - Espécies oportunistas de primeira-ordem (situações nitidamente perturbadas).

A Directiva Quadro da Água requer a avaliação das condições dos invertebrados bentónicos ao nível da sua composição e abundância (Anexo V da Directiva 2000/60/CE), com o intuito de estabelecer a qualidade ecológica dos estuários.

3H: Qualidade dos moluscos bivalves

A condição das comunidades de moluscos bivalves que habitam nos fundos pode ser afectada quer ao nível da qualidade quer ao nível da abundância pela poluição e pela predação, incluindo a exploração para consumo humano.

Este Indicador Componente está directamente relacionado com a Directiva 79/923/CE relativa à qualidade exigida das águas conquícolas e com a Directiva

91/492/CEE que estabelece as normas sanitárias que regem a produção e a colocação no mercado de moluscos bivalves vivos.

Na Ria de Aveiro...

A Ria de Aveiro compreende quatro zonas de apanha e cultivo de moluscos bivalves (Diário da República, 2ª série – N.º 101 – 25 de Maio de 2007): **RIA1** - triângulo das Correntes-Moacha - zona compreendida entre a barra e o navio *Santo André* (no canal de Mira) e a Sacor (no canal principal), prolongando-se pelo canal de São Jacinto até à Moacha, incluindo ainda a baía de São Jacinto e a parte terminal da Cale do Ouro (embocadura); **RIA2** - canal de Mira - troço do canal de Mira entre a Costa Nova (limite sul dos viveiros) e o navio *Santo André*; **RIA3** - canal principal - Espinheiro - zona a montante da Sacor, prolongando-se no canal do Espinheiro até à confluência com a Cale do Parrachil e no canal principal até ao Esteiro dos Romanos; **RIA4** - canal de Ílhavo - troço do canal entre a ponte de Ílhavo e o Esteiro dos Romanos, prolongando-se pelo canal principal até ao terminal sul.

3I: Interferência com a capacidade de transporte de uma área

A capacidade de transporte de uma área pode ser definida como o número máximo de indivíduos de uma população em particular que uma área e os seus recursos podem suportar. As zonas intertidais, em particular, constituem importantes áreas de refúgio e alimentação para uma grande diversidade de aves, de tal forma que, no caso de alguns factores afectarem a extensão ou a “qualidade” destes habitats estarão, também, a afectar a sua capacidade de albergar uma densidade ideal de animais (Aubry e Elliott, 2005).

3J: Mistura de biótopos

A combinação de todas as pressões antrópicas ao longo da costa pode impedir uma zona protegida de se encontrar num estado favorável.

3K: Perturbação dos sistemas predador/presa

Qualquer factor humano ou ambiental que afecte a extensão ou “qualidade” dos habitats costeiros pode, igualmente, influenciar os organismos que habitam nesses mesmos habitats e alterar as interacções entre as espécies, nomeadamente, as interacções predador-presa. Uma vez que a redução da população de presas de um determinado predador é um indício da redução da capacidade de transporte desse mesmo predador, este indicador pode coincidir com a capacidade de transporte de densidade populacional de uma determinada área (Aubry e Elliott, 2005).

Na Ria de Aveiro...

Na Ria de Aveiro, a abundância de peixe, nomeadamente de pequenas dimensões, como é o caso de espécies sedentárias, representa um factor importante na manutenção de populações viáveis de aves e mamíferos que dependem essencialmente deste tipo de alimento. Este é o caso de espécies de garças, de andorinhas-do-mar e da lontra. Os organismos bentónicos também assumem grande importância no ecossistema, como fonte de alimento para outros níveis tróficos (Vários, 2006).

O nécton é bastante diversificado na Ria de Aveiro, tendo sido identificadas cerca de 64 espécies de peixes na década de 80. A ictiofauna encontra-se distribuída por quatro categorias ecológicas que merecem especial destaque pela diversidade em número de espécies e/ou abundância que apresentam (Vários, op. cit.):

- as espécies marinhas ocasionais que entram na laguna com as marés. Deste grupo são de salientar *Sardina pilchardus*, *Gobius niger*, *Symphodus bailoni*, *Sparus aurata*, *Trigla lucerna*, *Callionymus lyra*, *Scophtalmus rhombus*, *Ammodytes tobianus*;

- as espécies marinhas dependentes do meio lagunar que tiram proveito do alimento fornecido pela laguna, assim como da protecção que a laguna proporciona durante as fases juvenis do seu ciclo de vida, no caso dos Mugilídeos (*Lisa aurata* e *L. saliens*), *Dicentrarchus labrax* e *Platichthys flesus*;

- as espécies sedentárias adaptadas às características abióticas bastante instáveis que caracterizam este sistema lagunar, destacando-se *Atherina presbyter* e *A. boyeri*;

- as espécies migradoras destacando-se a enguia (*Anguilla anguilla*).

A comunidade de macrobentos é constituída sobretudo por poliquetas, moluscos e crustáceos (decápodes, isópodes e anfípodes) (Vários, 2006).

3L: Estrutura taxonómica

Qualquer factor humano ou ambiental que afecte a extensão ou “qualidade” dos habitats costeiros pode influenciar os organismos que vivem nesses mesmos habitats e alterar as interacções entre as espécies. Esta cadeia de acontecimentos pode desencadear uma alteração da estrutura taxonómica nestes habitats (ex. introdução de novas espécies). A introdução de novas espécies num ecossistema pode ter consequências significativas ao nível da estrutura taxonómica das comunidades residentes (Aubry e Elliott, 2005).

3M: Perda de habitats

A perda de habitats pode resultar de perturbações naturais ou humanas. Atendendo a que o indicador de 1B: Perda de área intertidal (pág.42) do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Alteração morfológica da linha costeira considera todos os tipos de habitats intertidais, o presente indicador faz a distinção dos habitats perdidos. Os habitats envolvidos são de importância funcional para a saúde do ecossistema, não só em termos da sua capacidade para suportar as populações naturais, mas também em termos da sua capacidade para manter os processos geomorfológicos naturais (Aubry e Elliott, 2005).

Este Indicador Componente está intimamente relacionado com a avaliação das alterações da capacidade de transporte de uma área (Aubry e Elliott, op. cit.).

3N: Poluição estética

Algumas actividades humanas podem gerar lixo ou derrames de óleo que, para além de causarem incómodo visual, podem afectar os organismos aquáticos. Os maus odores causados pela poluição não são considerados.

3O: Interferência com rotas de migração – barreiras físicas

Os recursos utilizados para controlar as águas sujeitas a marés e os mecanismos de drenagem podem impedir a movimentação dos peixes e reduzir a extensão das áreas intertidais que constituem o habitat de uma vasta gama de organismos e, conseqüentemente, zonas de alimentação de várias espécies de aves. Este estudo considera como barreiras físicas apenas aquelas que constituam estruturas construídas pelo homem em cursos de água naturais e que realmente obstruam a migração dos peixes (Aubry e Elliott, 2005).

3P: Interferência com rotas de migração – barreiras químicas

As barreiras químicas, tais como a diminuição acentuada da concentração de oxigênio na água resultam, na maior parte dos casos, da acumulação excessiva de poluentes orgânicos. Tal como as barreiras físicas, as barreiras químicas podem induzir interferências significativas nas rotas migratórias de algumas espécies de peixes (Aubry e Elliott, 2005).

No que respeita às barreiras químicas, existem vários esquemas de classificação que permitem monitorizar os resultados em termos dos valores de Saturação de Oxigênio Dissolvido (%) (ANEXO III) ou das concentrações de Oxigênio Dissolvido (mg/L) (ANEXO IV). Os Padrões de Qualidade Ambiental para o Oxigênio Dissolvido exigem que os rios contenham, pelo menos, 40% de saturação de Oxigênio Dissolvido em 95% do tempo e os estuários apresentem valores de Saturação de Oxigênio Dissolvido na ordem dos 55% em 95% do tempo (Aubry e Elliott, op. cit.).

5. RIA DE AVEIRO

5.1. Evolução morfológica da Ria de Aveiro

A Ria de Aveiro encontra-se localizada na costa noroeste de Portugal, numa região denominada Orla mesozóica ocidental portuguesa que constitui uma vasta bacia sedimentar depositada sobre um solo Paleozóico (Luís, 1998).

Em termos históricos, a Ria de Aveiro é relativamente recente, tendo iniciado a sua formação no século X, na sequência de um processo de intensa deposição de sedimentos transportados pelas correntes costeiras e pelos rios numa extensa baía que se desenvolvia, sensivelmente, entre Espinho e a Serra da Boa Viagem (Luís, op. cit.). Este processo terá tido início com a formação de dois cabedelos, no extremo norte e sul da baía, e de um cordão dunar que se desenvolveu gradualmente para sul a partir da região de Ovar, separando-se da costa e interpondo-se entre a baía e o mar (Luís, op. cit.) (Figura 7 B). No séc. XIV a costa formava um recorte curvilíneo colocando algumas povoações, como é o caso de Ovar, Salreu, Estarreja, Cacia, Angeja, Aveiro, Ílhavo, Portomar, Mira e Vagos em contacto directo com o mar. Diversos cursos de água, como por exemplo o rio Vouga, Águeda e Antuã também desaguavam directamente no mar (Carrabau, 2005). A evolução para sul do cordão litoral terá continuado até ao século XVII, altura em que a barra, relativamente instável, se situava próxima da zona conhecida como a Quinta do Inglês (Luís, 1998). Devido às fracas correntes que se faziam sentir na zona central da antiga baía, agora protegida da influência directa do mar, iniciou-se um processo de deposição de sedimentos, com a consequente diminuição da profundidade e a formação de um sistema de ilhas (Figura 7C) (Carrabau, 2005).

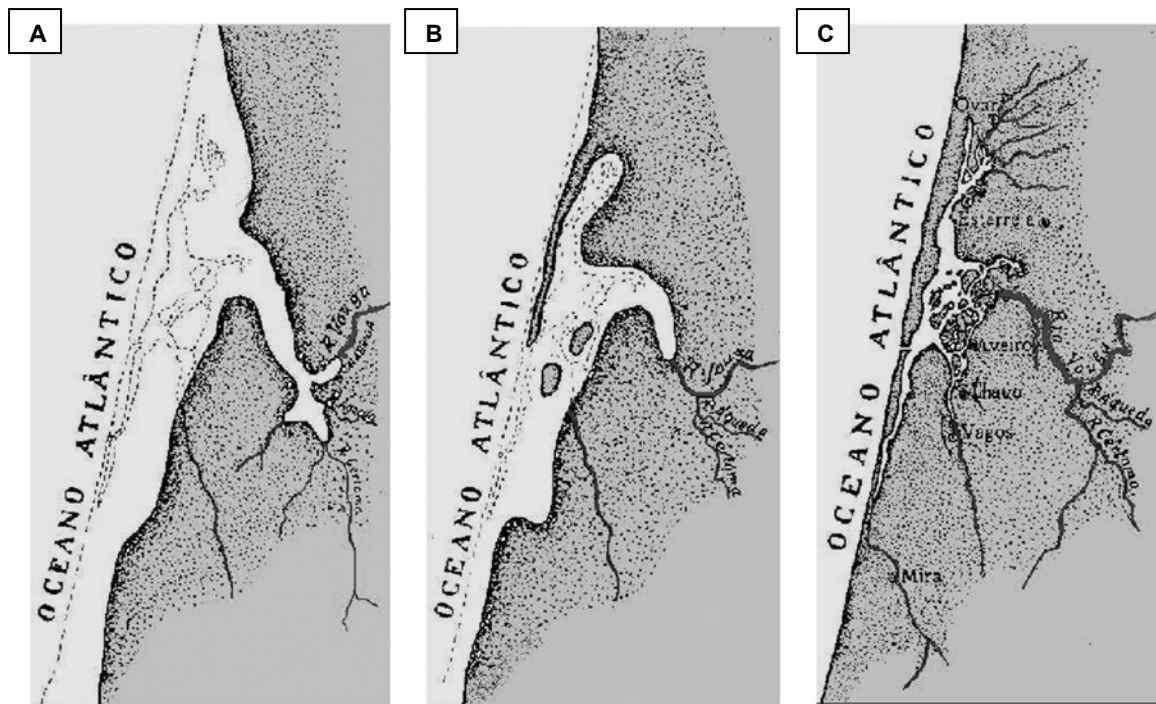


Figura 7 - Fases da evolução da Ria de Aveiro A – Baía formada pela linha costeira onde desaguava o rio Vouga. B – Início do processo de intensa deposição de sedimentos transportados pelas correntes costeiras e pelos rios. C – Morfologia actual da laguna de Aveiro. (Site 2).

Por volta de 1800 a barra encontrava-se quase totalmente encerrada, condicionando a comunicação entre a Ria de Aveiro e o Oceano Atlântico (Carrabau, 2005). A diminuição da influência marinha e o progressivo assoreamento foram-se acentuando, induzindo significativas alterações nas características ecológicas e sócio-económicas da laguna (Carrabau, op. cit.).

Desta forma, o dinamismo associado ao sistema lagunar da Ria de Aveiro levou a que o seu equilíbrio tivesse que ser mantido de forma artificial, tendo-se iniciado a partir dos finais do século XVI a criação de embocaduras artificiais de modo a se manter a ligação entre a laguna e o mar (Rodrigues, 2007). No entanto, estas aberturas artificiais não se revelaram eficazes, mantendo a barra aberta apenas temporariamente. Após várias tentativas, no século XIX, a 3 de Abril de 1808, a barra foi fixada definitivamente no local onde se encontra actualmente, marcando o fim de um processo de evolução natural da laguna (Figura 8 a e b) (Rodrigues, op. cit.).

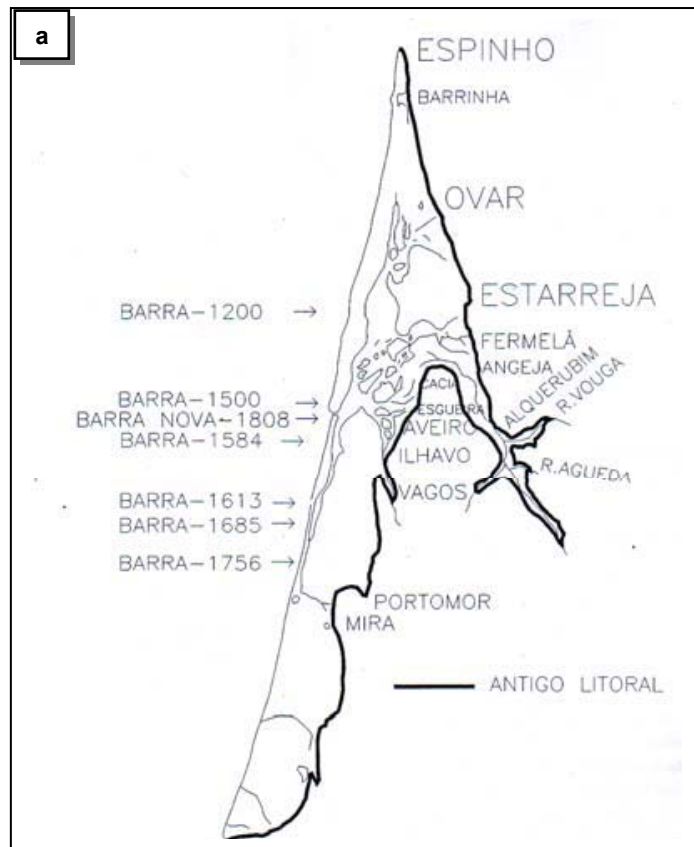


Figura 8 – a - Esquematização da localização da barra em épocas anteriores à sua fixação em 1808. b - Abertura da Barra Nova da Ria de Aveiro. (Rodrigues, 2007 e Site 3)

Para além da fixação da barra, a construção de um canal artificial com 1,3 km de comprimento e 350 m de largura permitiu o aumento da amplitude das marés na Ria, facilitando a comunicação com o mar (Rodrigues, 2007). O recurso a dragagens frequentes do canal permite manter a profundidade necessária para a navegação em direcção ao porto de Aveiro, assim como controlar a evolução da Ria. Além disso, as alterações no regime hidrológico também permitiram uma descarga rápida do escoamento dos rios, prevenindo a ocorrência de cheias e a acumulação de sedimentos a montante (Borrego et. al., 2006).

Entre 1949 e 1958 a barra artificial foi sujeita a várias reformulações e o molhe Norte foi prolongado em 500 metros (1983-1987). Estas intervenções permitiram melhorar as condições de navegabilidade da barra, apesar do prolongamento dos molhes ter vindo a condicionar toda a dinâmica sedimentar local, induzindo modificações na deriva litoral e na evolução da linha de costa, bem como na própria geomorfologia da região. Das alterações induzidas pelos molhes é de salientar a acumulação de sedimentos a Norte de S. Jacinto, o desenvolvimento de um banco externo à Ria e a intensificação do recuo da linha de costa a Sul da barra (Rodrigues, 2007).

O aumento progressivo do prisma da maré levou a um aumento da salinidade na Ria, de tal forma que, no Inverno durante a maré-alta, a água marinha atinge uma distância de mais 3 Km a montante do ecossistema da Ria comparativamente a 1980 (Borrego et. al., 2006).

A barra artificial, que se mantém no mesmo local até hoje, continua a ser uma fonte de problemas, na medida em que permanece a tendência para o assoreamento da laguna e da embocadura por acção da deriva litoral que tende a repor os fundos aprofundados artificialmente (Borrego et al., op. cit.).

Desta forma, as actuais condições da Ria de Aveiro não são mais do que o produto da acção do homem sobre este sistema lagunar ao longo dos séculos.

Sob o ponto de vista hidráulico, a Ria de Aveiro é uma laguna e não uma ria como vulgarmente é designada. Numa ria o mar penetra através de uma passagem franca, por terra a dentro, preenchendo vales profundos, enquanto no acidente geográfico aveirense o mar penetra com alguma dificuldade através de uma passagem mais ou menos estreita (barra artificial) para o interior de uma lagoa com pouca profundidade e onde a afluência de água doce tem um papel importante no comportamento hidráulico da laguna (Carrabau, 2005 e Luís, 1998).

5.2. Enquadramento geográfico

Os dez Municípios (Ovar, Murtosa, Estarreja, Aveiro, Albergaria-a-Velha, Ílhavo, Vagos, Oliveira do Bairro, Águeda e Mira) abrangidos pela Ria de Aveiro, localizada entre os paralelos 40° 52' e 40° 30' N, inserem-se na Região Centro de Portugal e na Sub-Região do Baixo Vouga, à excepção de Município de Mira, inserido na Sub-Região do Baixo Mondego (Vários, 2006 e Carrabau, 2005).

Actualmente, a Ria de Aveiro constitui o maior sistema lagunar do país, abrangendo 11 000 hectares, dos quais, cerca de 6 000 estão permanentemente alagados. A Ria é formada por cinco canais principais, o canal de S. Jacinto/Ovar, o canal de Mira, o canal do Espinheiro, o canal da Murtosa e o canal de Ílhavo que se ramificam em esteiros que circundam inúmeras ilhas e ilhotas (Fig. 9a). Nestes canais desaguam diversas linhas de água, das quais se destacam as valas de Mira, os Rios Caster (área de bacia – 86km²; extensão – 20,5Km), Antuã (área de bacia – 149,2km²; extensão – 38,3Km), Vouga (área de bacia – 3636km²; extensão – 147,9Km) e Boco (área de bacia – 207km²; extensão – 30,0Km) (Figura 9 b). Para além destes fluxos principais, vários riachos e inúmeras correntes pluviais correm igualmente para a laguna (ANEXO V) (Borrego et al., 2006).

A única comunicação deste sistema lagunar com o mar é feita através de um canal que corta o cordão litoral entre a Barra e São Jacinto (Borrego et al., op. cit.). Também fazendo parte da Ria de Aveiro, a Pateira de Fermentelos situada no Município de Águeda, constitui uma lagoa com pouca profundidade e com mais de 4 km de comprimento e 2 km de largura, no sentido norte-sul. A Pateira de Fermentelos é alimentada pelas águas do rio Cértima, correndo os excedentes para o rio Águeda (Cartas Militares de Portugal, 2002, Folhas 174 e 186 e Cartas Militares de Portugal, 2001, Folhas 185 e 197).

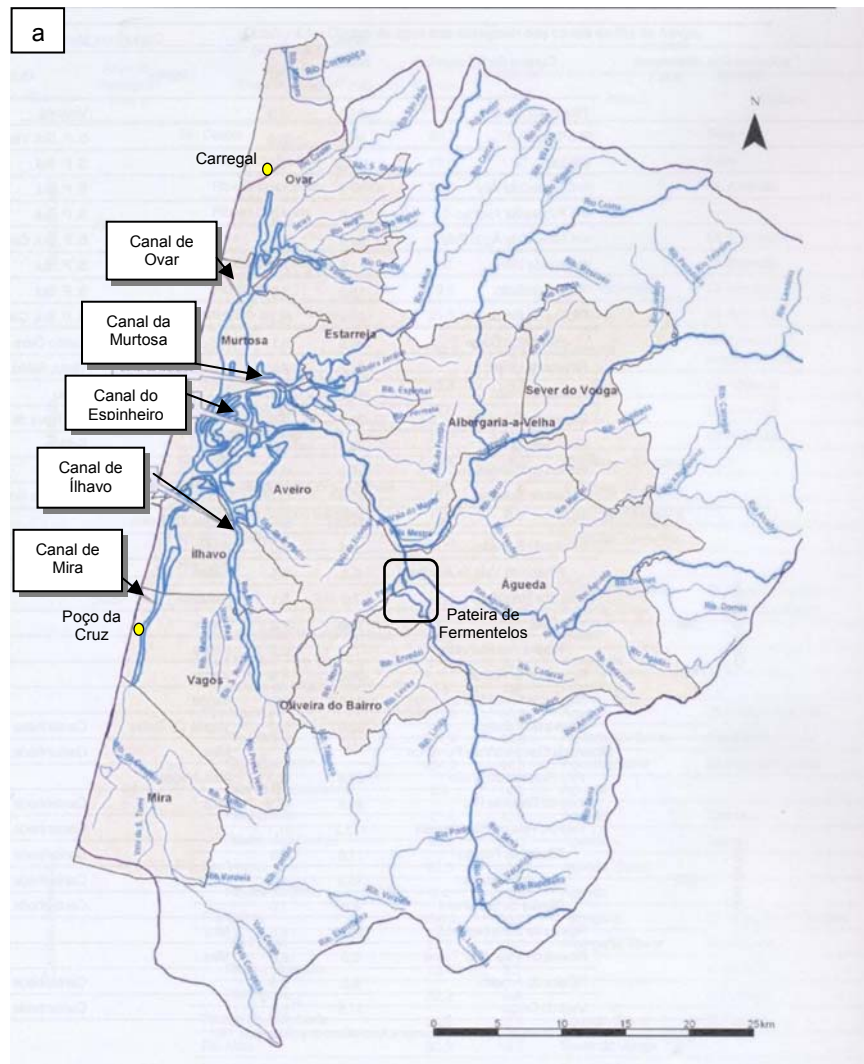


Figura 9a e b - Canais da Ria de Aveiro (a) e respectivos cursos de água que desaguam nos canais da Ria (b). (adaptado de Borrego et. al., 2006 e Saraiva, 2005).

Tendo como base o cordão litoral entre o Carregal (Ovar) e o Poço da Cruz (Mira) (Figura 9a), a Ria de Aveiro apresenta um comprimento máximo de 45Km. A largura máxima atingida pela Ria de Aveiro é de 11Km sendo, no entanto, a sua largura média de apenas 2Km (Borrego et al., 2006). A área total da Ria que se encontra coberta durante a preia-mar varia entre 83km² em maré viva e 66km² em maré morta. Apesar da elevada contribuição de água marinha e dos fortes caudais de água doce, a profundidade média da laguna é de aproximadamente 1m. Nos canais de navegação e na entrada da barra a profundidade é de cerca de 7m e 30m, respectivamente, sendo mantida com o recurso a processos de dragagem (Araújo et al, 2008).

A caracterização hidrológica da Ria de Aveiro revela que esta apresenta uma homogeneidade vertical em praticamente toda a sua extensão, com excepção dos cursos de água doce mais fortes e da zona da embocadura, nos quais a laguna se revela ligeiramente estratificada (padrões de estratificação na salinidade e temperatura da água). Esta estratificação verifica-se, sobretudo, durante os períodos em que a entrada de água doce na Ria (proveniente dos rios) é mais intensa (Dias et. al., 2005).

5.3. Ria de Aveiro – Zona de Protecção Especial

A Ria de Aveiro é caracterizada pela existência de extensas áreas de sapal, salinas, áreas significativas de caniço e importantes áreas de bocage associadas a áreas agrícolas, onde se incluem as abrangidas pelo Aproveitamento Hidro-Agrícola do Vouga (ICN, 2006). Estas áreas apresentam-se como importantes locais de alimentação e reprodução para diversas espécies de aves, sendo que, a área alberga regularmente mais de 20 000 aves aquáticas e um total de cerca de 173 espécies, com particular destaque para o elevado número de aves limícolas (ICN, op. cit.).

O Decreto-Lei nº 384-B/99, de 23 de Setembro, criou a Zona de Protecção Especial (ZPE) da Ria de Aveiro com uma área de 51 152 hectares, cujos limites constam do seu Anexo IV.

Entre outros objectivos inerentes à criação das Zonas de Protecção Especial estão a conservação de todas as espécies de aves constantes do Anexo A-I do Decreto-Lei nº 140/99, de 24 de Abril, que estabelece na ordem jurídica interna o conjunto de normativos constantes das Directivas relativas à conservação das aves selvagens e à preservação dos habitats naturais e da fauna e flora selvagens. É, igualmente, objectivo indissociável das Zonas de Protecção Especial (ZPE), a conservação das espécies de

aves migratórias não referidas no anexo citado, mas cuja ocorrência no território nacional seja regular. Finalmente, incumbe às ZPE a protecção, gestão e controlo de todas as espécies atrás referidas por forma a garantir a sua sobrevivência e a sua reprodução.

É de realçar que a ZPE da Ria de Aveiro suporta, regularmente, mais do que 1% da população de Alfaiate (*Recurvirostra avosetta*), de Negrola (*Melanitta nigra*), de Borrelho-grande-de-coleira (*Charadrius hiaticula*) e de Borrelho-de-coleira-interrompida (*Charadrius alexandrinus*) e alberga ainda concentrações significativas de espécies de importância comunitária. Refere-se, ainda, a importância da Ria de Aveiro para várias espécies de passeriformes migradores (ICN, 2006).

A 6 de Março de 1979 foi estabelecido o Decreto-Lei nº 41/79 que determina a criação da Reserva Natural das Dunas de S. Jacinto localizadas a norte de S. Jacinto, tendo o oceano Atlântico a poente e um dos braços da Ria de Aveiro a nascente. As Dunas de S. Jacinto consistem numa extensa zona de areias com cerca de 700 ha, tendo sido iniciada, há algumas décadas atrás, a fixação das Dunas pelos Serviços Florestais, com a plantação de algumas espécies como pinheiro-bravo, acácias e samouco. As formações dunares constituem zonas altamente sensíveis devido à sua constituição arenosa, pelo que há todo o interesse na sua protecção e fixação como forma de impedir o avanço do mar, a salvaguarda dos terrenos de cultura e, também, a conservação do património faunístico, onde se destaca a colónia de garças mais setentrional do país, bem como a conservação do património florístico próprio das dunas, consideradas das mais bem conservadas da Europa (Site 4).

Em 1997, o Decreto Regulamentar nº 46/97, estabelece a reclassificação das Dunas de S. Jacinto, integrando-as na Rede Nacional de Áreas Protegidas, passando a ser coordenada e representada internacionalmente pelo Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade (ICNB).

5.4. Implementação da Directiva Quadro da Água na Ria de Aveiro

A Directiva 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, que estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água, designada resumidamente por Directiva-Quadro da Água (DQA), entrou em vigor no dia 22 de Dezembro de 2000. A DQA preconiza uma abordagem abrangente e integrada de protecção e gestão da água, tendo em vista alcançar o bom estado de todas as águas de superfície (rios, lagos, águas costeiras e de transição) e subterrâneas em 2015 (INAG, 2006).

Para as águas de superfície o bom estado é definido pelo bom estado ecológico e químico. O estado ecológico de uma massa de água de superfície é definido tendo em consideração o desvio entre as características das comunidades de organismos aquáticos (flora aquática, invertebrados bentónicos e peixes) que estão presentes em condições naturais (condições de referência) e as características dessas mesmas comunidades quando sujeitas a uma pressão (ex. descarga de efluentes urbanos, extracção de areias). O estado ecológico é ainda caracterizado por parâmetros físico-químicos (temperatura, oxigénio dissolvido e nutrientes, entre outros), e por características hidromorfológicas (vegetação ribeirinha, caudal, profundidade do rio, etc.) (INAG, op. cit.).

O estado químico depende da presença em quantidades significativas de substâncias denominadas substâncias prioritárias, tais como metais pesados, hidrocarbonetos persistentes e alguns pesticidas, das quais se destacam as designadas por substâncias perigosas prioritárias, cuja concentração no meio hídrico se pretende eliminar totalmente (INAG, op. cit.).

As massas de água de superfície incluem também as massas de água fortemente modificadas e as massas de água artificiais. Uma massa de água pode ser designada como fortemente modificada quando, em resultado de alterações físicas resultantes da actividade humana, adquiriu características substancialmente diferentes do seu estado natural. As massas de água artificiais são massas de água criadas pela actividade humana (ex. canal de rega). Estas massas de água (fortemente modificadas e artificiais) terão que atingir o bom potencial ecológico em vez do bom estado ecológico. A definição do bom potencial ecológico tem que considerar as medidas mitigadoras que não têm efeitos negativos nos usos a que se destina a massa de água e no ambiente em geral (INAG, op. cit.).

Em 2006, o INAG (Instituto da Água), organismo do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional em Portugal, procedeu à classificação das várias regiões hidrográficas, tendo a Ria de Aveiro sido avaliada como encontrando-se em risco de não atingir o bom estado ecológico; a zona portuária foi classificada como uma massa de água fortemente modificada (Figura 10) (INAG, 2006).

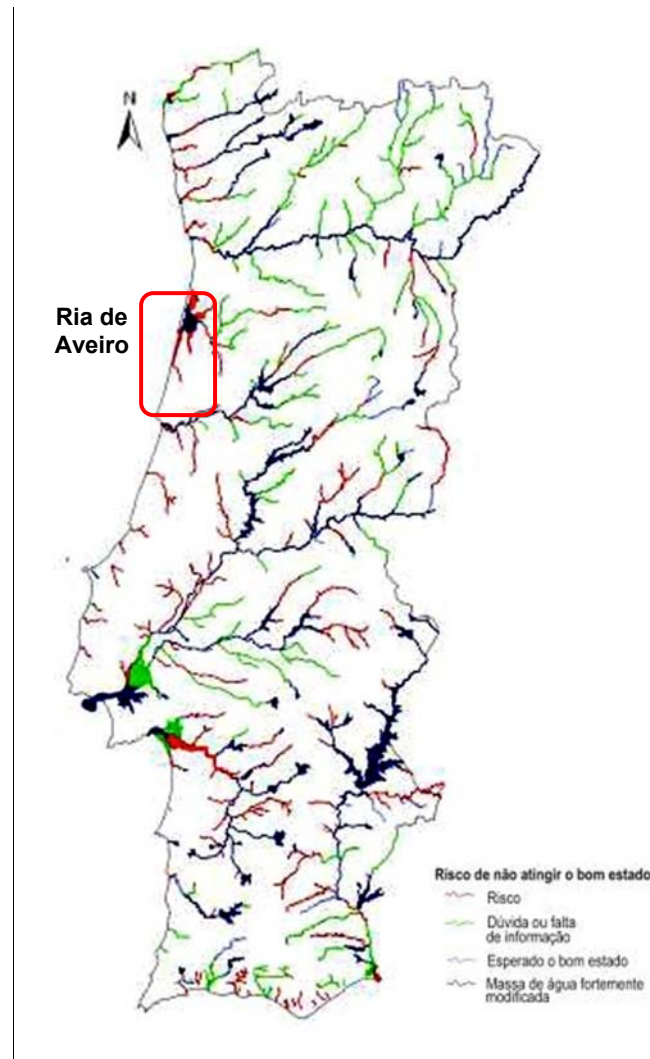


Figura 10 - Análise de risco das águas superficiais em Portugal Continental. (INAG, 2006)

5.5. Entidades intervenientes na área de estudo

As entidades intervenientes na Ria de Aveiro são:

- ✓ Associação de Municípios da Ria
- ✓ Dez Câmaras Municipais (Ovar, Murtosa, Estarreja, Albergaria-a-Velha, Aveiro, Ílhavo, Vagos, Oliveira do Bairro, Águeda e Mira)
- ✓ Direcção-Geral do Ordenamento do Território e desenvolvimento Urbano (DGOT-DU)
- ✓ Administração da Região Hidrográfica do Centro

- ✓ Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional – Centro (CCDR-C)
- ✓ Administração do Porto de Aveiro (APA, SA)
- ✓ Direcção Regional de Agricultura da Beira Litoral (DRABL) e o Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica (IDRHA) enquanto organismos do Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas
- ✓ Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ICNB)
- ✓ Direcção-Geral do Turismo (DGT)
- ✓ Instituto da Água (INAG)
- ✓ Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos (IPTM)
- ✓ Direcção-Geral das Pescas e Aquicultura (DGPA), Direcção das Pescas e Aquicultura do Centro (DRPAC) e o Centro de Investigação Pesqueira do Centro (INIAP ex-IPIMAR) enquanto organismos do Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e Pescas
- ✓ Universidade de Aveiro
- ✓ Investidores Privados
- ✓ Associação Industrial do Distrito de Aveiro (AIDA)
- ✓ Região de Turismo da Rota da Luz
- ✓ Estradas de Portugal (EP)

Pelo facto de intervirem na Ria de Aveiro várias entidades com jurisdições e objectivos próprios é posta em causa uma intervenção eficaz e enquadrada numa visão sobre a Ria como um todo, na medida em que, cada entidade aplica políticas de intervenção sectoriais ou, até mesmo, de carácter meramente local (Vários, 2006).

6. OBJECTIVOS

O presente estudo tem estabelecidos os seguintes objectivos:

O1. Identificar e classificar as principais pressões exercidas pela actividade humana sobre a Ria de Aveiro. Este objectivo é conseguido através da aquisição de informação relativa a vários indicadores (Indicadores Componentes). Nesta fase é fundamental determinar a disponibilidade de dados, as unidades para medir e descrever os Indicadores Componentes, os critérios temporais, os critérios para caracterizar a extensão e severidade das pressões e impactos e o peso atribuído a cada Indicador Componente de acordo com a sua importância. Existe também a necessidade de considerar, se possível, a distinção entre as alterações induzidas pelo homem e as alterações naturais.

O2. Definir os Indicadores Componentes apropriados à Ria de Aveiro.

O3. Caracterizar o estado de qualidade ambiental do sistema lagunar da Ria de Aveiro face às pressões induzidas pela acção humana a que se encontra sujeito. Para a concretização deste objectivo é necessário analisar os dados obtidos após a concretização dos objectivos O1 e O2, de modo a obter os resultados para os Indicadores Integrativos Ambientais Alteração morfológica da linha costeira, Intensidade de utilização dos recursos e Qualidade ambiental.

7. METODOLOGIA

7.1. Definição dos limites e sectores geográficos da área de estudo

O estudo das perturbações nas zonas intertidal e subtidal da Ria de Aveiro é o ponto central do trabalho que se pretende desenvolver, de modo que, quer os sedimentos quer os organismos (fauna e flora) que habitem sobre ou no interior do sedimento deverão ser tidos em consideração, assim como a água circundante, cuja qualidade afecta os processos ecológicos do fundo. Alguns indicadores podem aplicar-se em áreas em direcção a terra, numa extensão que deve ser devidamente clarificada aquando da definição do Indicador Componente (Aubry e Elliott, 2005).

Apesar das várias definições para a área intertidal, segundo Levinton (2001), esta pode ser definida como a “faixa do fundo em direcção a terra situada entre a maior e a menor amplitude de marés”, correspondendo o limite em direcção a terra à altura da Menor Maré Astronómica, que consiste na maré mais baixa possível sob as condições meteorológicas médias.

A área estabelecida como área de estudo para o presente trabalho inclui a Ria de Aveiro (área subtidal e intertidal), o seu prolongamento pela bacia hidrográfica do rio Vouga até à Pateira de Fermentelos, assim como uma faixa de terra de 2Km de largura que acompanha todo o perímetro das áreas anteriormente referidas. Esta faixa foi pontualmente aferida, sempre que viável, pelos limites das freguesias abrangidas (ex. Pardilhó, Bunheiros, Veiros, São Salvador e Santo André). Em alguns casos, foram incluídas áreas que, apesar de ultrapassarem os 2Km de largura estabelecidos, constituem territórios contíguos (ex. território entre o canal de Mira e o canal de Ílhavo ou do interior dos concelhos de Aveiro e Ílhavo, com a inclusão de freguesias “de transição” como é o caso de Oliveirinha, em Aveiro) (Figura 11).

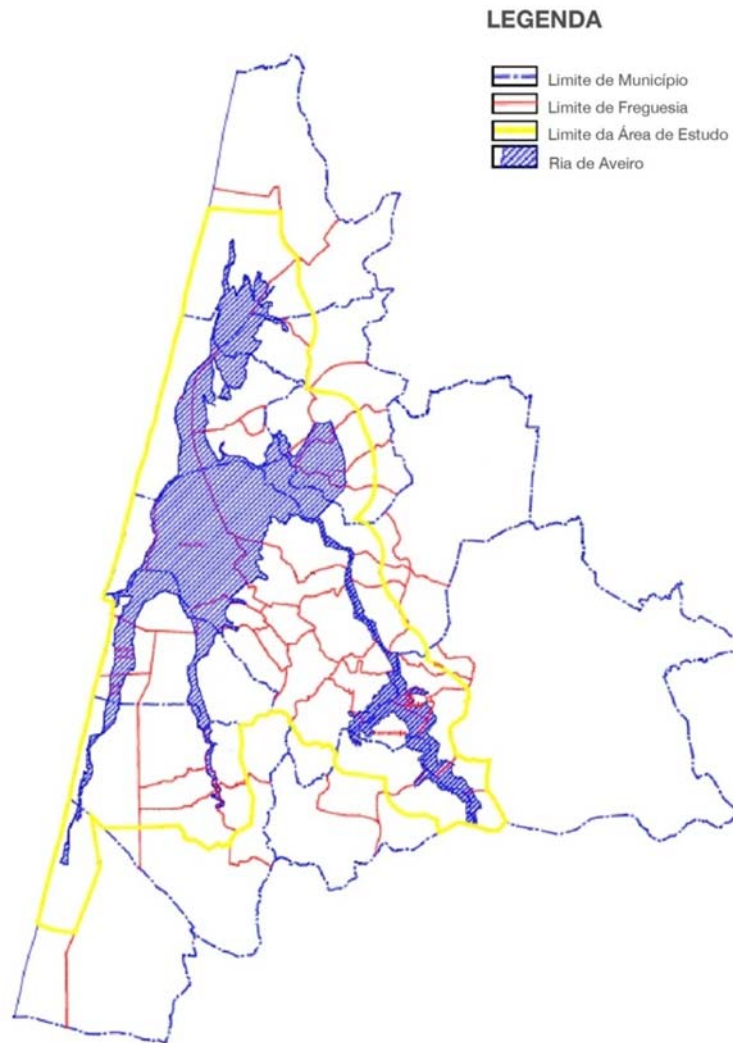


Figura 11 – Delimitação da área de estudo estabelecida para o presente trabalho. (Adaptado de Vários, 2006)

A faixa de terra de 2Km de largura para além de abranger os vários habitats da Ria de Aveiro de interesse para o presente estudo inclui, também, as áreas de intervenção que a AMRia considera como áreas de influência directa da Ria de Aveiro, tendo em vista a identificação das vocações e a definição dos usos preferenciais para a concepção de um modelo estratégico de ordenamento, orientador da ocupação do território envolvente da Ria de Aveiro e um instrumento de apoio à gestão da área em causa (AMRia, com. pessoal).

No presente estudo, o sistema lagunar da Ria de Aveiro foi dividido em vários sectores geográficos, sendo um sector geográfico uma área sobre a qual se aplicam os vários Indicadores Componentes.

Numa primeira abordagem, os sectores geográficos foram estabelecidos de acordo com a organização administrativa da Ria de Aveiro, de tal forma que cada Município corresponde a um sector geográfico (Figura 12). Esta divisão pretende assegurar que a informação relativa a cada sector geográfico possa ser útil para o sistema de gestão existente. No entanto, a criação de sectores geográficos com base apenas na organização administrativa do sistema lagunar não se revelou minimamente satisfatória pelas seguintes razões:

- (i) Os Municípios de Albergaria-a-Velha, Aveiro, Estarreja, Ílhavo, Murtosa e Vagos abrangem porções da Ria de Aveiro com características completamente distintas, o que poria em causa a classificação do sector e a identificação das pressões a que áreas tão distintas estão sujeitas;
- (ii) A Pateira de Fermentelos fica distribuída por três sectores distintos (Águeda, Aveiro e Oliveira do Bairro);
- (iii) A ligação entre a Ria e a Pateira de Fermentelos fica dividida pelos Municípios de Aveiro e Albergaria-a-Velha.

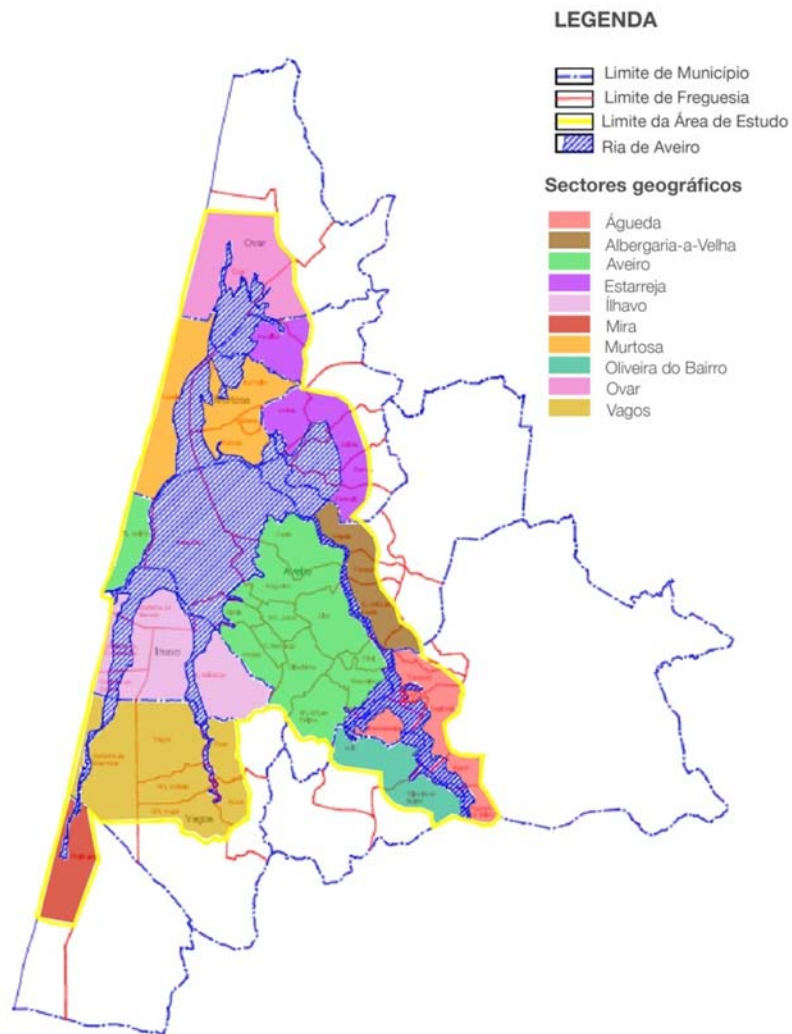


Figura 12 - Sectores geográficos da Ria de Aveiro estabelecidos com base nos Municípios (organização administrativa). (Adaptado de Vários, 2006).

No caso particular da Ria de Aveiro, tendo em consideração a sua estrutura arborescente formada por canais de grande desenvolvimento longitudinal que se ligam a uma canal principal entre a Barra e Aveiro; o desenvolvimento, sobretudo, industrial e portuário; e as características inerentes aos diferentes canais conhecidas *a priori* (pelos diferentes estudos realizados), levou a que os sectores geográficos na área de estudo fossem estabelecidos como é ilustrado na Figura 13.

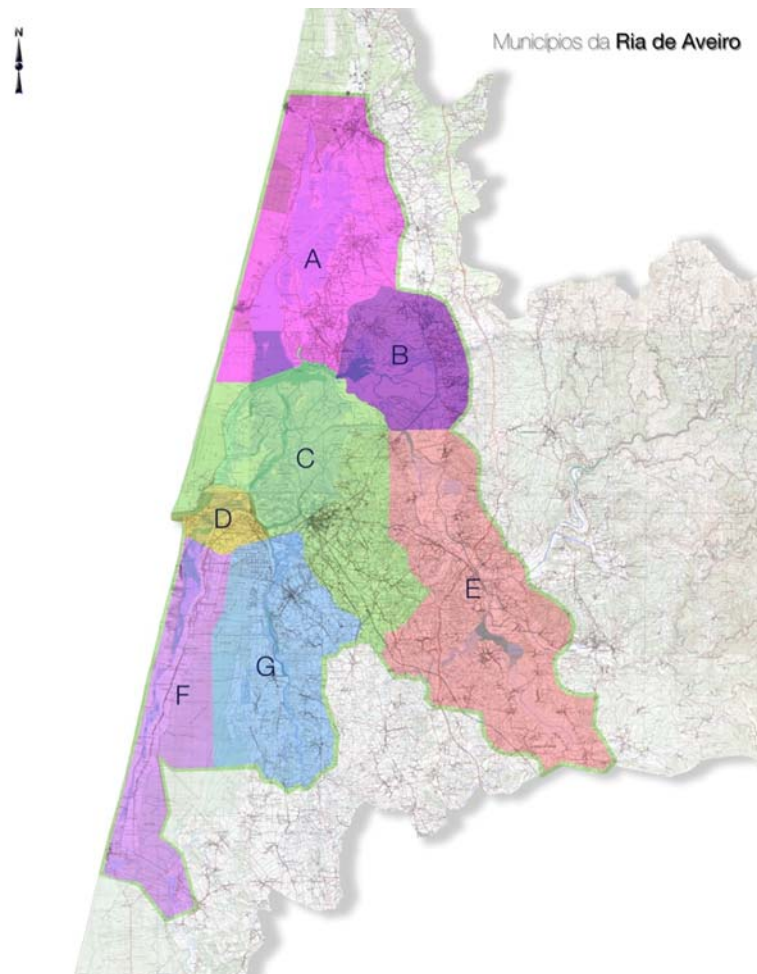


Figura 13 - Sectores geográficos da Ria de Aveiro estabelecidos para o presente estudo.
(Adaptado de Vários, 2006)

Assim, para o presente estudo foram estabelecidos sete sectores geográficos:

- Sector geográfico A - abrange a porção Norte do canal de Ovar;
- Sector geográfico B – inclui o Largo do Laranjo (canal da Murtosa)
- Sector geográfico C - abrange uma porção do canal da Murtosa e do canal do Espinheiro
- Sector geográfico D – engloba a zona portuária (canal do Espinheiro) e uma porção do canal de Ílhavo
- Sector geográfico E – abrange a Pateira de Fermentelos e o Rio Vouga
- Sector geográfico F - abrange uma porção do canal de Mira;
- Sector geográfico G - inclui uma porção do canal de Ílhavo

7.2. Selecção dos Indicadores Componentes

Para a selecção de cada um dos Indicadores Componentes são tidos em consideração os cinco critérios referidos na alínea 4.3 (pág.40). Os resultados obtidos são expressos nas Tabelas 1-3 (págs.88, 90 e 93).

A Tabela 1 apresenta os resultados do processo de selecção dos Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Alteração morfológica da linha costeira.

Pelo facto de obedecerem aos cinco critérios de selecção, os Indicadores Componentes Alteração grosseira da batimetria, Alteração grosseira da forma da linha costeira, Regime hidrográfico, Subida relativa do nível do mar e Reivindicação de terras foram incluídos no presente estudo.

Os Indicadores Componentes Esquemas de remodelação, Perda de área intertidal, Índice de compressão costeira e Variação ambiental não obedecem a todos os critérios de selecção tendo, por isso, sido excluídos. As razões que levaram à exclusão destes indicadores são descritas nos parágrafos seguintes.

O fenómeno contemplado pelo Indicador Componente Esquemas de remodelação não se verifica na área abrangida pelo presente estudo, razão pela qual foi excluído.

O Indicador Componente relativo à Perda de área intertidal foi rejeitado pelo facto do fenómeno contemplado por este indicador não ser de medição exequível na área contemplada pelo presente estudo, uma vez que as fotografias aéreas utilizadas na elaboração das Cartas Militares de Portugal (escala 1:25000) potencialmente utilizadas na determinação deste indicador não terem sido tiradas no mesmo estado de maré (baixa-mar ou preia-mar), impossibilitando a comparação entre Cartas Militares de Portugal (escala 1:25000) de diferentes anos com o intuito de determinar a perda de área intertidal.

Para além de ainda se encontrarem em curso investigações no sentido de se aperfeiçoar o conhecimento relativamente às causas da compressão costeira e respectivas consequências, não foi encontrada informação específica relativa a este Indicador Componente.

Não é possível aplicar o Indicador Componente Variação ambiental à Ria de Aveiro pelo facto de não existir qualquer definição no que respeita á forma como este indicador deve ser interpretado.

Tabela 1 - Selecção dos Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Alteração morfológica da linha costeira.

Indicadores iniciais	Critérios					Seleccionado	Novo código / Novo indicador
	1	2	3	4	5		
Esquemas de remodelação	V	V	V	V	X	X	
Perda de área intertidal	V	V	V	V	X	X	
Índice de compressão costeira	V	V	V	X		X	
Variação ambiental	V	V	V	X		X	
Alteração grosseira da batimetria	V	V	V	V	V	V	1.1
Alteração grosseira da forma da linha costeira	V	V	V	V	V	V	1.2
Interferência com o regime hidrográfico	V	V	V	V	V	V	1.3
Subida relativa do nível do mar	V	V	V	V	V	V	1.5
Reivindicação de terra	V	V	V	V	V	V	1.4

A Tabela 2 apresenta os resultados do processo de selecção dos Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Intensidade de utilização dos recursos.

Pelo facto de obedecerem aos cinco critérios de selecção, os Indicadores Componentes Dragagens de manutenção – volume dragado, Dragagens capitais – volume dragado, Número de licenças de dragagem capital, Utilização benéfica do material dragado, Intensidade da aquacultura, Outras colheitas e outras actividades piscatórias, Intensidade do desenvolvimento de marinas, Intensidade do desenvolvimento de portos e Descargas directas foram incluídos no presente estudo.

Os restantes indicadores, Zona costeira antropicamente afectada, Dragagens de manutenção – área dragada e área de deposição, Licenças de construção, Intensidade do desenvolvimento de centrais eólicas, Área coberta por condutas e cabos submarinos, Apreciação estética, Exploração e produção de gás e óleo, Turismo e recreio e Acidentes ambientais, foram excluídos visto não obedecerem a todos os critérios de selecção. As

razões que levaram à exclusão de vários Indicadores Componentes são descritas nos parágrafos seguintes.

Devido à impossibilidade de obter a informação necessária à aplicação do Indicador Componente relativo à Zona costeira antropicamente afectada na Ria de Aveiro, este não foi incluído no presente estudo.

Os Indicadores Componentes Dragagens de manutenção – área dragada e área de deposição, Licenças de construção e Área coberta por condutas e cabos submarinos não foram incluídos no presente estudo pelo facto de não ter sido possível obter a informação requerida no tempo útil necessário à concretização deste trabalho. No entanto, a informação relativa às Dragagens de manutenção – área dragada e área de deposição e às Área coberta por condutas e cabos submarinos pode ser obtida junto da Administração do Porto de Aveiro, S.A. (APA, S.A.), ao passo que a informação respeitante às Licenças de construção é disponibilizada pela Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro (CCDRC).

Na Ria de Aveiro não se verifica a presença de centrais eólicas nem a exploração e produção de gás e óleo, não tendo, por isso, sido incluídos no presente estudo os referidos indicadores.

Relativamente ao indicador Apreciação estética de uma área em particular, considera-se que a qualidade estética seria melhor avaliada com o recurso a indicadores ambientais mais objectivos, tais como a presença de lixo, a diversidade de habitats ou a presença de vida selvagem. Deste modo, vários Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Qualidade ambiental focam este tipo de parâmetros.

Não obstante, é importante considerar as actividades de recreio como potenciais fontes de perturbação, de tal forma que, o presente estudo sugere um Indicador Componente que abrange este assunto, o Indicador Componente 20: Turismo e recreio (pág.57). No entanto, este indicador não foi considerado para o presente estudo pelo facto de não ser possível determinar com exactidão a extensão de costa afectada pelo turismo e por actividades de recreio.

A ocorrência de Acidentes ambientais na Ria de Aveiro não se encontra devidamente documentada, de tal forma que não é possível aceder a esta informação.

Tabela 2 - Selecção dos Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Intensidade de utilização dos recursos.

Indicadores iniciais	Critérios					Seleccionado	Novo código / Novo indicador
	1	2	3	4	5		
Zona costeira antropicamente afectada	V	V	V	V	X	X	
Dragagens de manutenção – área dragada e área de deposição	V	V	V	V	V	X	
Dragagens de manutenção – volume dragado	V	V	V	V	V	V	2.2
Dragagens capitais – volume dragado	V	V	V	V	V	V	2.3
Número de licenças de dragagem capital	V	V	V	V	V	V	2.3
Utilização benéfica do material dragado	V	V	V	V	V	V	2.4
Licenças de construção	V	V	V	V	V	X	
Intensidade da aquacultura	V	V	V	V	V	V	2.5
Outras colheitas e outras actividades piscatórias	V	V	V	V	V	V	2.6
Intensidade do desenvolvimento de centrais eólicas	V	V	V	V	X	X	
Intensidade do desenvolvimento de marinas	V	V	V	V	V	V	2.7
Intensidade do desenvolvimento de portos	V	V	V	V	V	V	2.8
Área coberta por condutas e cabos submarinos	V	V	V	V	V	X	
Apreciação estética	X					X	
Descargas directas	V	V	V	V	V	V	2.1
Exploração e produção de gás e óleo	V	V	V	V	X	X	
Turismo e recreio	V	V	V	V	X	X	
Acidentes ambientais	V	V	V	V	X	X	

A Tabela 3 apresenta os resultados do processo de selecção dos Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Qualidade ambiental.

Pelo facto de obedecerem aos cinco critérios de selecção, os Indicadores Componentes Qualidade da água - análises químicas, Qualidade da água - utilizando bioensaios, Qualidade da água - análises microbianas, Qualidade química do sedimento,

Qualidade biológica do sedimento, Qualidade dos moluscos bivalves comercializáveis e Interferência com rotas de migração – barreiras químicas foram incluídos no presente estudo.

Por outro lado, os Indicadores Componentes Qualidade da água - concentrações de sedimentos em suspensão, Qualidade biológica do sedimento – utilizando um bioensaio, Interferência com a capacidade de transporte de uma área, Mistura de biótopos, Perturbação dos sistemas predador/presa, Estrutura taxonómica, Perda de habitats, Poluição estética e Interferência com rotas de migração – barreiras físicas não obedecem a um ou mais critérios de selecção, razão pela qual foram excluídos. As razões que levaram à exclusão dos Indicadores Componentes referidos anteriormente são descritas nos parágrafos seguintes.

O Indicador Componente relativo à Qualidade da água - concentrações de sedimentos em suspensão foi excluído deste estudo pelo facto de nem sempre ser possível determinar se a causa da perturbação na Ria de Aveiro é antrópica ou natural.

Devido á inexistência de um acordo relativamente às técnicas mais apropriadas a utilizar e à forma como os resultados devem ser interpretados/classificados, o indicador Qualidade biológica do sedimento – utilizando um bioensaio não foi incluído no presente estudo.

A dificuldade inerente à definição da capacidade de transporte de uma área inviabiliza a aplicação do indicador relativo à Interferência com a capacidade de transporte de uma área na Ria de Aveiro.

A impossibilidade de implementação do Indicador Componente Perturbação dos sistemas predador-presa à Ria de Aveiro deve-se à necessidade de fornecimento de orientações suplementares relativamente aos parâmetros que podem ser utilizados para avaliar a perturbação dos sistemas predador-presa de modo a assegurar uma interpretação consistente e objectiva das condições ambientais dos habitats, ou seja, a monitorização deste indicador requer a definição de condições de referência (condições que não se encontrem sob perturbação) com as quais seja possível comparar as condições actuais e, assim, determinar se o sistema predador-presa se encontra num estado “normal” ou modificado.

O indicador Mistura de biótopos não pode ser aplicado á Ria de Aveiro pelo facto de ser necessário o fornecimento de orientações suplementares que permitam implementar e interpretar programas de monitorização que serão utilizados na determinação do estado de conservação de um determinado habitat.

Apesar da sua importância na avaliação da perturbação do ecossistema o Indicador Componente relativo à Estrutura taxonómica não pode ser aplicado na Ria de Aveiro, uma vez que não obedece ao 4º critério de classificação (Interpretação fácil e plena). Este Indicador Componente pode ser incorporado nos Indicadores Componentes relativos à qualidade biológica dos sedimentos e da água (indicadores 3C - Qualidade da água – utilizando bioensaios (pág.61) e 3G - Qualidade biológica do sedimento (pág.64)).

A informação disponível não se revela suficiente de modo a permitir a aplicação do Indicador Componente Perda de habitats à Ria de Aveiro.

O Indicador Componente Poluição estética não pode ser aplicado à Ria de Aveiro pelo facto de não ser contemplado pela legislação portuguesa, não havendo, por isso, nenhum tipo de classificação baseado na poluição estética.

Uma vez que não existem barreiras físicas na Ria de Aveiro, o indicador Interferência com rotas de migração – barreiras físicas foi excluído do presente estudo.

Tabela 3- Selecção dos Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Qualidade ambiental.

Indicadores iniciais	Critérios					Seleccionado	Novo código / Novo indicador
	1	2	3	4	5		
Qualidade da água - concentrações de sedimentos em suspensão	V	V	V	X	X	X	
Qualidade da água - análises químicas	V	V	V	V	V	V	3.1
Qualidade da água - utilizando bioensaios	V	V	V	V	V	V	3.3
Qualidade da água - análises microbianas	V	V	V	V	V	V	3.4
Qualidade química do sedimento	V	V	V	V	V	V	3.2
Qualidade biológica do sedimento – utilizando bioensaios	V	V	V	X	X	X	
Qualidade biológica do sedimento	V	V	V	V	V	V	3.5
Qualidade dos moluscos bivalves comercializáveis	V	V	V	V	V	V	3.6
Interferência com a capacidade de transporte de uma área	V	V	V	X		X	
Mistura de biótopos	V	V	V	X		X	
Perturbação dos sistemas predador/presa	V	X				X	
Estrutura taxonómica	V	V	V	X		X	
Perda de habitats	V	V	V	V	X	X	
Poluição estética	V	V	V	V	X	X	
Interferência com rotas de migração – barreiras físicas	V	V	V	V	X	X	
Interferência com rotas de migração – barreiras químicas	V	V	V	V	V	V	3.7

Nota: A designação deste Indicador Componente 3.5. Qualidade biológica do sedimento foi alterada para Comunidades de Macroinvertebrados Bentónicos uma vez que este indicador apenas considera as comunidades de Macroinvertebrados Bentónicos.

7.3. Relação entre os Indicadores Componentes utilizados no presente estudo

A identificação de ligações entre os diferentes Indicadores Componentes é importante no sentido de explicar os valores e/ou tendências dos indicadores interligados através do estabelecimento de cadeias de causalidade. Informação a respeito das ligações entre os indicadores pode revelar uma qualquer redundância aparente entre alguns indicadores, o que pode conduzir à exclusão de um ou mais indicadores. Além disso, também auxilia no estabelecimento de prioridades no que respeita às acções correctivas que devem ser levadas a cabo para melhorar a qualidade do ecossistema.

Assim, foi criada uma matriz (Tabela 4) na qual são estabelecidas as ligações existentes entre os Indicadores Componentes. A construção dessa mesma matriz foi efectuada com base na análise realizada aquando da selecção dos indicadores.

As relações entre os Indicadores Componentes considerados no presente estudo estão assinaladas na Tabela 4 pelas quadrículas a cinzento. A criação desta tabela tem por base informação literária consultada.

- Os Indicadores Componentes que compõem o Indicador Integrativo Ambiental relativo à Alteração morfológica da linha costeira estão relacionados entre si, verificando-se uma relação entre os indicadores 1.1. Alteração grosseira da batimetria e 1.5. Subida relativa do nível do mar; e entre os indicadores 1.2. Alteração grosseira da linha da costa, 1.3. Regime hidrográfico, 1.4. Reivindicação de terras e 1.5. Subida relativa do nível do mar.

Para além destas relações verificam-se também relações com alguns dos Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Intensidade de utilização dos recursos, nomeadamente entre o indicador 1.2. Alteração grosseira da linha da costa e os indicadores 2.7. Intensidade do desenvolvimento das marinas, 2.8. Intensidade do desenvolvimento dos portos; e entre o indicador 1.3. Regime hidrográfico e os indicadores 2.2. Dragagens de manutenção – volume dragado, 2.3. Dragagens capitais – volume dragado / Número de licenças de dragagens capitais e 2.4. Utilização benéfica do material dragado.

- Os Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Intensidade de utilização dos recursos para além de estarem relacionados com

alguns dos Indicadores Componentes que compõem o Indicador Integrativo Ambiental relativo à Alteração morfológica da linha costeira (como já foi referido no item anterior) estão, também, relacionados entre si, estabelecendo-se relações entre o indicador 2.2.Dragagens de manutenção – volume dragado e os indicadores 2.3.Dragagens capitais – volume dragado / Número de licenças de dragagens capitais e 2.4.Utilização benéfica do material dragado; entre o indicador 2.3.Dragagens capitais – volume dragado / Número de licenças de dragagens capitais e os indicadores 2.4.Utilização benéfica do material dragado, 2.5.Intensidade de aquacultura e 2.6.Outras colheitas e outras actividades piscatórias; e entre o indicador 2.7. Intensidade do desenvolvimento das marinas e o indicador 2.8.Intensidade do desenvolvimento dos portos.

As relações estabelecidas entre os Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Intensidade de utilização dos recursos e os Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Qualidade ambiental verificam-se entre o indicador 2.1.Descargas directas e os indicadores 3.1.Qualidade da água – análises químicas, 3.2.Qualidade química do sedimento, 3.3.Qualidade da água – utilizando bioensaios, 3.4.Qualidade da água – análises microbianas, 3.5.Comunidades de macroinvertebrados bentónicos e 3.6.Qualidade dos moluscos bivalves comercializáveis; entre o indicador 2.5.Intensidade de aquacultura e o indicador 3.6.Qualidade dos moluscos bivalves comercializáveis; e entre o indicador 2.6.Outras colheitas e outras actividades piscatórias e os indicadores 3.5. Comunidades de macroinvertebrados bentónicos e 3.6.Qualidade dos moluscos bivalves comercializáveis.

- Os Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Qualidade ambiental para além de se encontrarem relacionados com alguns Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Intensidade de utilização dos recursos (alínea anterior), também se relacionam entre si. Estas relações estão patentes entre o indicador 3.1.Qualidade da água – análises químicas e os indicadores 3.2.Qualidade química do sedimento, 3.3.Qualidade da água – utilizando bioensaios, 3.4.Qualidade da água – análises microbianas, 3.5. Comunidades de macroinvertebrados bentónicos, 3.6.Qualidade dos moluscos bivalves comercializáveis e 3.7.Interferência com rotas de migração – barreiras químicas; entre o indicador 3.2.Qualidade química do sedimento e os indicadores 3.3.Qualidade da água – utilizando bioensaios,

3.5. Comunidades de macroinvertebrados bentônicos e 3.6. Qualidade dos moluscos bivalves comercializáveis; entre o indicador 3.3. Qualidade da água – utilizando bioensaios e os indicadores 3.4. Qualidade da água – análises microbianas, 3.5. Comunidades de macroinvertebrados bentônicos e 3.6. Qualidade dos moluscos bivalves comercializáveis; e entre o indicador 3.4. Qualidade da água – análises microbianas e os indicadores 3.5. Comunidades de macroinvertebrados bentônicos e 3.6. Qualidade dos moluscos bivalves comercializáveis.

Tabela 4 - Relações entre os Indicadores Componentes considerados para o presente estudo.

1.1. Alteração grosseira da batimetria, 1.2.Alteração grosseira da linha da costa, 1.3. Regime hidrográfico, 1.4.Reivindicação de terras, 1.5.Subida relativa do nível do mar, 2.1.Descargas directas, 2.2.Dragagens de manutenção – volume dragado, 2.3.Dragagens capitais – volume dragado / Número de licenças de dragagens capitais, 2.4.Utilização benéfica do material dragado, 2.5.Intensidade de aquacultura, 2.6.Outras colheitas e outras actividades piscatórias, 2.7. Intensidade do desenvolvimento das marinas, 2.8.Intensidade do desenvolvimento dos portos, 3.1.Qualidade da água – análises químicas, 3.2.Qualidade química do sedimento, 3.3.Qualidade da água – utilizando bioensaios, 3.4.Qualidade da água – análises microbianas, 3.5.Qualidade biológica do sedimento, 3.6.Qualidade dos moluscos bivalves comercializáveis, 3.7.Interferência com rotas de migração – barreiras químicas ■ - Indicadores Componentes relacionados.

	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7			
1.1					■																	1.1	
1.2			■	■	■							■	■										1.2
1.3							■	■	■														1.3
1.4																							1.4
1.5																							1.5
2.1														■	■	■	■	■	■	■			2.1
2.2								■	■														2.2
2.3																							2.3
2.4																							2.4
2.5											■										■		2.5
2.6																					■	■	2.6
2.7													■										2.7
2.8																							2.8
3.1															■	■	■	■	■	■	■	■	3.1
3.2																■				■	■		3.2
3.3																					■	■	3.3
3.4																					■	■	3.4
3.5																							3.5
3.6																							3.6
3.7																							3.7

7.4. Definição das classes dos Indicadores Componentes

Após a selecção dos Indicadores Componentes que integram o presente estudo (alínea 7.2 pág.87), estabeleceu-se um critério de modo a abranger os valores de todos os indicadores.

Uma vez que os indicadores são expressos de forma qualitativa e quantitativa (ex. Km, Km², número,...) a sua comparação é simplificada com o recurso a uma escala comum. Desta forma, foram definidas cinco classes desde um nível de perturbação (ou qualidade) “Muito Baixo” a um nível de perturbação (ou qualidade) “Muito Alto”, intercalados por três classes intermédias: classe “Baixo”, classe “Médio” e classe “Alto”.

Para alguns indicadores, a classe “Nula” corresponde aos casos nos quais existem evidências suficientes para afirmar que o parâmetro reflectido pelo indicador está ausente ou não se aplica à área em estudo. A classe “Muito Alto” não corresponde, necessariamente, ao nível de perturbação máximo possível mas é, normalmente, expresso como sendo “mais de 90% da área afectada” (Aubry e Elliott, 2005).

A determinação dos limites das classes de cada Indicador Componente para o presente estudo baseou-se num outro efectuado por Aubry e Elliott (2005) (no estuário de Humber, Reino Unido), cujas características são distintas das da Ria de Aveiro. Assim, o critério de classificação de alguns Indicadores Componentes foi alterado e adaptado ao caso de estudo da Ria de Aveiro. Exemplos disso são o Indicador Componente 3.3 relativo à Qualidade da água – utilizando bioensaios, cujos limites das classes foram readaptados e estipulados de acordo com a Convenção de Paris e a Directiva 93/351/CEE que fixa os métodos de análise, os planos de colheita de amostras e os teores máximos de mercúrio para os produtos da pesca e o indicador 3.5.Comunidades de macroinvertebrados bentónicos cujas classes foram determinadas com recurso ao índice AMBI (AZTI Marine Biotic Index) e à ferramenta M-AMBI (Multivariate-AMBI).

Os limites para as cinco classes definidas para cada Indicador Componente (Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto) foram estabelecidos com base nos seguintes critérios:

- (i) Literatura
- (ii) Valores já estabelecidos (ex. Programa de Classificação dos Estuários (SEPA, 1995) (ANEXO IV))
- (iii) Directivas (ex. Directiva 76/169/CEE relativa à qualidade das águas balneares)

- (iv) Divisão linear do máximo valor possível a considerar pelas várias classes

- (v) Divisão não-linear do máximo valor possível a considerar pelas várias classes, isto porque, em alguns casos verifica-se que um ligeiro “aumento” do agente causador de stress tem um impacto bastante significativo ao nível do ecossistema

À definição dos limites das várias classes está, muitas vezes, subjacente o parecer de peritos havendo, de alguma forma, uma certa subjectividade na definição desses mesmos limites.

Na Tabela 5 estão expressos os limites das classes dos Indicadores Componentes relativos ao Indicador Integrativo Ambiental - Alteração morfológica da linha costeira.

Os limites das classes do indicador relativo à **Reivindicação de terras** foram estabelecidos com base na designação de Massas de Água Fortemente Modificadas que considera um estado ecológico moderado quando a área intertidal da massa de água afectada pela reclamação se encontra entre os 5% e 15% (Aubry e Elliott, 2005). Além disso, de acordo com a designação de Massas de Água Fortemente Modificadas, uma massa de água é considerada altamente modificada quando mais de 50% da área intertidal é afectada pela reclamação de terras (Aubry e Elliott, op. cit.).

No presente estudo considerou-se que uma reclamação de terras superior a 30% reflecte um nível de perturbação muito elevado. Assim, assumiu-se que o grau de alteração é Muito Baixo quando a perda de área intertidal é inferior a 1%, Baixo quando a perda de área intertidal é $\geq 1\%$ e $< 5\%$, Médio para perdas $\geq 5\%$ e $< 15\%$, Alto para perdas $\geq 15\%$ e $< 30\%$ e Muito Alto quando a área intertidal perdida é superior a 30%. O nível de alteração foi considerado nulo quando não se verifica perda de área intertidal.

Relativamente à **Interferência com o regime hidrográfico**, a designação de Massas de Água Fortemente Modificadas considera que as massas de água nas quais a construção de infra-estruturas afecte mais de 50% da sua área podem ser designadas como Massas de Água Fortemente Modificadas (Aubry e Elliott, 2005). Assim,

considerou-se que nos casos em que a área afectada ultrapassa os 40% o nível de perturbação é muito elevado (Aubry e Elliott, op. cit.).

Deste modo, o impacto causado pela construção de infra-estruturas ao nível do regime hidrográfico é Muito Baixo quando a área intertidal e subtidal afectada é <5%, Baixo quando a área afectada é $\geq 5\%$ e <10%, Médio quando a área afectada é $\geq 10\%$ e <20%, Alto quando a área afectada é $\geq 20\%$ e <40% e Muito Alto quando a área afectada é $\geq 40\%$. O nível de alteração foi considerado nulo quando não se verifica a presença de infra-estruturas.

Relativamente à Alteração grosseira da forma da linha costeira, à Alteração grosseira da batimetria e à Subida relativa do nível do mar as suas classes foram determinadas com base no parecer de peritos, segundo os quais (Aubry e Elliott, 2005):

- A **Alteração grosseira da forma da linha costeira** é Muito Baixa quando a extensão da costa com defesas costeiras inferior a 5%, Baixa quando a extensão da costa com defesas costeiras é $\geq 5\%$ e <20%, Média quando a extensão da costa com defesas costeiras é $\geq 20\%$ e <50%, Alta quando a extensão da costa com defesas costeiras $\geq 50\%$ e <80% e Muito Alta quando a extensão da costa com defesas costeiras $\geq 80\%$;

- A **Alteração grosseira da batimetria** é Muito Baixa quando não se verificam alterações significativas das áreas intertidal e subtidal, Baixa quando as áreas intertidal e subtidal modificadas correspondem a menos de 5%, Média quando as áreas intertidal e subtidal modificadas são $\geq 5\%$ e <10%, Alta quando as áreas intertidal e subtidal modificadas são $\geq 10\%$ e <30% e Muito Alta quando a percentagem de áreas intertidal e subtidal modificadas é $\geq 30\%$.

- A **Subida relativa do nível do mar** assume um nível de alteração Muito Baixo quando a situação é estável, Baixo em situações em que o aumento da amplitude da maré é <0,5mm por ano e a variação do Nível Médio do Mar previsto é similar ou inferior, Médio quando o aumento da amplitude da maré é <0,5mm por ano e o aumento do Nível Médio do Mar previsto é superior ou quando o aumento da amplitude da maré é $\geq 0,5\text{mm}$ e <2mm por ano e o aumento do Nível Médio do Mar previsto é similar, Alto quando o aumento da amplitude da maré é $\geq 0,5\text{mm}$ e <2mm por ano e o aumento do Nível Médio do Mar previsto é superior ou o aumento da amplitude da maré é $\geq 2\text{mm}$ e <5mm por ano

e a variação do Nível Médio do Mar previsto é similar e Muito Alto quando o aumento da amplitude da maré é $\geq 2\text{mm}$ e $<5\text{mm}$ por ano e o aumento do Nível Médio do Mar previsto é superior ou o aumento da amplitude da maré por ano é $\geq 5\text{mm}$.

Tabela 5 – Critério de classificação para os Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental – Alteração morfológica da linha costeira. (adaptado de Aubry e Elliott, 2005)

IIA1: Alteração Morfológica da Linha Costeira		Grau de alteração					
Código	Indicador	Sem alteração	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
1.1	Alteração grosseira da batimetria	Não incluído	Sem alterações significativas das áreas intertidal e subtidal.	Áreas intertidal e subtidal modificadas <5%	Áreas intertidal e subtidal modificadas ≥5% e <10%	Áreas intertidal e subtidal modificadas ≥10% e <30%	Áreas intertidal e subtidal modificadas ≥30%
1.2	Alteração grosseira da forma da linha costeira	Ausência de defesas costeiras	Extensão da costa com defesas costeiras <5%	Extensão da costa com defesas costeiras ≥5% e <20%	Extensão da costa com defesas costeiras ≥20% e <50%	Extensão da costa com defesas costeiras ≥50% e <80%	Extensão da costa com defesas costeiras ≥80%
1.3	Interferência com o regime hidrográfico	Ausência de construções	Áreas intertidal e subtidal afectadas <5%	Áreas intertidal e subtidal afectadas ≥5% e <10%	Áreas intertidal e subtidal afectadas ≥10% e <20%	Áreas intertidal e subtidal afectadas ≥20% e <40%	Áreas intertidal e subtidal afectadas ≥40%
1.4	Reivindicação de terras	0 ha	<1% da área intertidal actual	≥1% e <5% da área intertidal actual	≥5% e <15% da área intertidal actual	≥15% e <30% da área intertidal actual	≥30% da área intertidal actual

Tabela 5 (continuação) – Critério de classificação para os Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental – Alteração morfológica da linha costeira. (adaptado de Aubry e Elliott, 2005)

IIA1: Alteração Morfológica da Linha Costeira		Grau de alteração					
Código	Indicador	Sem alteração	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
1.5	Subida relativa do nível do mar	Diminuição	Situação estável	Aumento da amplitude da maré <0,5mm por ano E a variação do Nível Médio do Mar previsto seja similar ou inferior	Aumento da amplitude da maré <0,5mm por ano E o aumento do Nível Médio do Mar previsto seja superior OU Aumento da amplitude da maré ≥ 0,5mm e <2mm por ano E o aumento do Nível Médio do Mar previsto seja similar	Aumento da amplitude da maré ≥ 0,5mm e <2mm por ano E o aumento do Nível Médio do Mar previsto seja superior OU Aumento da amplitude da maré ≥2mm e <5mm por ano E a variação do Nível Médio do Mar previsto seja similar	Aumento da amplitude da maré ≥ 2mm e <5mm por ano E o aumento do Nível Médio do Mar previsto seja superior OU Aumento da amplitude da maré por ano ≥5mm

A Tabela 6 define os limites das classes dos Indicadores Componentes relativos ao Indicador Integrativo Ambiental - Intensidade de utilização dos recursos.

No que respeita às **Dragagens de manutenção – volume dragado**, a informação relativa à tonelage depositada em diferentes locais no Reino Unido foi utilizada na definição das classes deste indicador. A tonelage de material dragado (dragagens de manutenção) disposta no mar e estuários anualmente em Inglaterra e em Gales, variou entre 17.6 e 34.1 milhões de toneladas (peso molhado) entre 1985 e 1993 (Aubry e Elliott, 2005). Uma vez que os dados disponíveis para a Ria de Aveiro se encontram em m³ e não em toneladas, estes foram convertidas em m³, assumindo que a densidade do sedimento (seco) é de 2,65 (Mike Elliott, com. pessoal).

Assim, tal como mostra a Tabela 6, considerou-se que, se o volume médio dragado ao longo dos últimos 10 anos for <13 250 m³ a intensidade de utilização do recurso é Muito Baixa, se for ≥13 250 m³ e <265 000 m³ é Baixa, valores ≥265 000 m³ e <2,65 milhões de m³ correspondem a uma intensidade de utilização do recurso Média, valores ≥ 2,65 milhões de m³ e <10,6 milhões de m³ correspondem a uma intensidade de utilização do recurso Alta e valores ≥ 10,6 milhões de m³ correspondem a uma intensidade de utilização do recurso Muito Alta.

O critério de classificação utilizado para as **Dragagens capitais – volume dragado** é idêntico ao utilizado nas dragagens de manutenção. No entanto, é dado maior relevo às dragagens capitais, considerando o volume total de material dragado ao longo dos últimos 10 anos, ao passo que, nas dragagens de manutenção foi considerado o volume médio dragado nos últimos 10 anos. Este procedimento deve-se ao facto de as dragagens capitais serem consideradas como uma perturbação relativamente recente, quando comparada com as dragagens de manutenção. Assim, as dragagens de manutenção podem ser perspectivadas como fazendo parte do dinamismo de uma área, sem que com isso deixem de ser consideradas como uma fonte de perturbação (Aubry e Elliott, 2005).

Assim, tal como mostra a Tabela 6, considerou-se que o impacto causado pelas dragagens capitais no ecossistema é Muito Baixo quando o volume dragado nos últimos 10 anos é <13 250 m³, Baixo quando o volume dragado é ≥13 250 m³ e <265 000 m³, Médio para valores ≥265 000 m³ e <2,65 milhões de m³, Alto quando o volume dragado é ≥ 2,65 milhões de m³ e <10,6 milhões de m³ e Muito Alto quando o volume dragado é ≥ 10,6 milhões de m³.

No estabelecimento dos limites das classes do Indicador Componente relativo à **Utilização benéfica do material dragado** considerou-se que, a deposição no mar de uma quantidade de material dragado $\geq 90\%$ representa um grau de impacto Muito Alto.

Assim, tal como se pode observar na Tabela 6, quando $< 10\%$ do material dragado é depositado no mar o impacto no ecossistema é Muito Baixo, quando $\geq 10\%$ e $< 30\%$ do material dragado é depositado no mar o impacto no ecossistema é Baixo, quando $\geq 30\%$ e $< 60\%$ do material dragado é depositado no mar o impacto no ecossistema é Médio, quando $\geq 60\%$ e $< 90\%$ do material dragado é depositado no mar o impacto no ecossistema é Alto e quando $\geq 90\%$ do material dragado é depositado no mar o impacto no ecossistema é Muito Alto. Nos casos em que não se verifica deposição de materiais dragados no mar o impacto é nulo.

Os limites das classes considerados para os indicadores Descargas directas, Intensidade da aquacultura, Outras colheitas e outras actividades piscatórias, Intensidade do desenvolvimento de marinas e Intensidade do desenvolvimento de portos foram estabelecidos com base no parecer de peritos, segundo os quais (Aubry e Elliott, 2005):

- A intensidade de utilização das **descargas directas** é Muito Baixo quando existem menos de 0,1 pontos de descarga por Km de linha costeira, Baixo quando o número de pontos de descargas directas por Km de linha costeira é $\geq 0,1$ e $< 0,4$, Médio quando o número de pontos de descargas directas por Km de linha costeira é $\geq 0,4$ e $< 0,8$, Alto quando o número de pontos de descargas directas por Km de linha costeira é $\geq 0,8$ e < 2 e Muito Alto quando o número de pontos de descargas directas por Km de linha costeira é ≥ 2 .

- A **Intensidade de aquaculturas** é Muito Baixa quando $< 1\%$ da área intertidal e subtidal se encontra cobertas por aquaculturas, Baixa quando a área intertidal e subtidal coberta por aquaculturas é $\geq 1\%$ e $< 10\%$, Média quando a área intertidal e subtidal coberta por aquaculturas é $\geq 10\%$ e $< 30\%$, Alta quando a área intertidal e subtidal coberta por aquaculturas é $\geq 30\%$ e $< 50\%$ e Muito Alta quando a área intertidal e subtidal coberta por aquaculturas é $\geq 50\%$.

- A intensidade de utilização do recurso relativo a **Colheitas e outras actividades piscatórias** é Muito baixa quando a extensão da costa afectada por estas actividades é <10%, Baixa quando a extensão da costa afectada por estas actividades é ≥10% e <30%, Média quando a extensão da costa afectada por estas actividades é ≥30% e <60%, Alta quando a extensão da costa afectada por estas actividades é ≥60% e <90% e Muito Alta quando a extensão da costa afectada por estas actividades é ≥90%.

- A **Intensidade do desenvolvimento de marinas** é Muito Alta quando o número de ancoradouros é <100, Baixa quando o número de ancoradouros é ≥100 e <150, Média quando o número de ancoradouros é ≥150 e <300, Alta quando o número de ancoradouros é ≥300 e <500 e Muito Alta quando o número de ancoradouros é ≥500.

- A **Intensidade do desenvolvimento de portos** é Muito baixa quando o comprimento do cais é <500m, Baixa quando o comprimento do cais é ≥ 500m e <2000m, Média quando o comprimento do cais é ≥ 2000m e < 5000m, Alta quando o comprimento do cais é ≥ 5000m e < 10000m e Muito Alta quando o comprimento do cais é ≥ 10000m.

Tabela 6 - Critério de classificação para os Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental – Intensidade de utilização dos recursos. (adaptado de Aubry e Elliott, 2005)

IIA2: Intensidade de utilização dos recursos		Intensidade de utilização do recurso					
Código	Indicador	Não se verifica a utilização do recurso	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
2.1	Descargas directas	Ausência de descargas	<0,1 pontos de descarga por Km de linha costeira	≥0,1 e <0.4 pontos de descarga por Km de linha costeira	≥0.4 e <0.8 pontos de descarga por Km de linha costeira	≥0,8 e <2 pontos de descarga por Km de linha costeira	≥2 pontos de descarga por Km de linha costeira
2.2	Dragagem de manutenção – volume dragado	Ausência de deposição	<13 250 m ³	≥13 250 e < 265 000 m ³	≥ 265 000 e < 2.65 milhões de m ³	≥ 2,65 e 10,6 milhões de m ³	≥ 10,6 milhões de m ³
2.3	Dragagem capital – volume dragado	Ausência de deposição	<13 250 m ³	≥13 250 e < 265 000 m ³	≥ 265 000 e < 2.65 milhões de m ³	≥ 2,65 e 10,6 milhões de m ³	≥ 10,6 milhões de m ³
2.4	Utilização benéfica do material dragado	Ausência de deposição	<10%do material dragado é depositado no mar	≥10% e <30% do material dragado é depositado no mar	≥30% e <60% do material dragado é depositado no mar	≥60% e <90% do material dragado é depositado no mar	≥90% do material dragado é depositado no mar

Tabela 6 (continuação) - Critério de classificação para os Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental — Intensidade de utilização dos recursos. (adaptado de Aubry e Elliott, 2005)

IIA2: Intensidade de utilização dos recursos		Intensidade de utilização do recurso					
Código	Indicador	Não se verifica a utilização do recurso	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
2.5	Intensidade da aquacultura	Ausência de aquaculturas	<1% das áreas intertidal e subtidal cobertas por aquaculturas	≥1% e <10% das áreas intertidal e subtidal cobertas por aquaculturas	≥10% e <30% das áreas intertidal e subtidal cobertas por aquaculturas	≥30% e <50% das áreas intertidal e subtidal cobertas por aquaculturas	≥50% das áreas intertidal e subtidal cobertas por aquaculturas
2.6	Outras colheitas e outras actividades piscatórias	Não incluído	<10% da extensão da costa é afectada por estas actividades	≥10% e <30% extensão da costa é afectada por estas actividades	≥30% e <60% extensão da costa é afectada por estas actividades	≥60% e <90% extensão da costa é afectada por estas actividades	≥90% extensão da costa é afectada por estas actividades
2.7	Intensidade do desenvolvimento de marinas	Ausência de marinas	<100 ancoradouros	≥100 e <150 ancoradouros	≥150 e <300 ancoradouros	≥300 e <500 ancoradouros	≥500 ancoradouros
2.8	Intensidade do desenvolvimento de portos	Ausência de porto	Cais com comprimento < 500m	Cais com comprimento ≥ 500m e < 2000m	Cais com comprimento ≥ 2000m e < 5000m	Cais com comprimento ≥ 5000m e < 10000m	Cais com comprimento ≥ 10000m

A Tabela 7 define os limites das classes dos Indicadores Componentes relativos ao Indicador Integrativo Ambiental - Qualidade ambiental.

As classes do Indicador **Qualidade da água - efeitos biológicos** foram definidas com base na Convenção de Paris e na Directiva 93/351/CEE. De acordo com a Convenção de Paris o músculo do peixe não deve conter mais do que 0,3 mg Hg/Kg peso fresco, no entanto, segundo a Directiva 93/351/CEE admitem-se concentrações de 0,5 mg Hg/Kg peso fresco nas partes comestíveis dos produtos da pesca podendo, todavia, este teor ser aumentado para 1,0 mg Hg/Kg peso fresco no que se refere às partes comestíveis das espécies de topo da cadeia trófica, das quais fazem parte, entre outras, o robalo e a enguia. Assim, considerou-se que uma concentração de mercúrio (mgHg/Kg peso fresco) inferior ao limite de detecção corresponde a um nível de qualidade Muito Alto, uma concentração inferior a 0,3mg corresponde a uma qualidade Alta, uma concentração superior a 0,3mg e inferior a 0,5mg equivale a um nível de qualidade Médio, uma concentração superior a 0,5mg e inferior a 1,0mg corresponde a uma qualidade Baixa e, por último, concentrações superiores a 1,0mg são sinónimo de uma qualidade Muito Baixa.

As classes do **Indicador Qualidade da água – análises microbianas** foram estabelecidas com base na Directiva 2006/7/CE relativa à gestão da qualidade das águas balneares. Assim, considerou-se que uma zona balnear apresenta uma qualidade Muito Alta quando todas as zonas balneares apresentam classificação Boa, Alta quando mais e 40% das praias são classificadas como Boas e não se verificam zonas balneares Más ou Interditas, Média quando menos de 40% das praias apresentam uma classificação Má e não se verificam praias Interditas, Baixa quando mais e 40% das praias são classificadas como Más ou menos de 60% estão Interditas e Muito Baixa quando se verifica que mais de 60% das praias estão Interditas.

As classes do Indicador Componente **Comunidades de macroinvertebrados bentónicos** foram estabelecidas com base no índice M-AMBI (Multivariate-AMBI), desenvolvido pelos técnicos da AZTI-Tecnalia, que conjuga a diversidade e abundância de espécies (índice AMBI) com o Índice de Shannon, proporcionando uma visão mais objectiva do estado ecológico de uma área (Bald, et. al., 2007). Assim, considerou-se que, para valores de M-AMBI $\geq 0,77$ o estado de qualidade ambiental é Muito Alto, para valores $\geq 0,53$ e $< 0,7$ o nível de qualidade ambiental é Alto, para valores $\geq 0,39$ e $< 0,53$ o grau de qualidade ambiental é Médio, para valores $\geq 0,2$ e

<0,39 a qualidade ambiental é Baixa e, por último, valores <0,2 representam um nível de qualidade ambiental Muito Baixo.

No presente estudo as classes relativas à **Qualidade dos moluscos bivalves comercializáveis** da Ria de Aveiro foram determinadas com base na Directiva 91/492/CEE que estabelece as normas sanitárias que regem a produção e a colocação no mercado de moluscos bivalves vivos. Esta Directiva estabelece três classes (classe A, B e C) que permitem classificar as áreas de apanha e cultivo de moluscos bivalves vivos. Assim, estabeleceu-se que uma área apresenta uma qualidade ambiental Muito Alta quando todas as áreas de colheita são de Classe A, Alta quando mais de 40% das áreas de colheita são de classe A e não se encontram áreas de classe C, Média quando menos de 40% das áreas de colheita são de classe A e não se verificam áreas de classe C, Baixa quando menos de 60% das áreas de colheita são de classe C e Muito Baixa quando mais de 60% das áreas de colheita são de classe C.

Os limites das classes considerados no presente estudo para os indicadores Qualidade química da água, Qualidade química do sedimento e Interferência com rotas de migração – barreiras químicas foram estabelecidos com base no parecer de peritos, segundo os quais (Aubry e Elliott, 2005):

- A **Qualidade química da água** é Muito Alta quando se verifica 100% de concordância com os Padrões de Qualidade Ambiental para todas as substâncias, Alta quando uma substância da Lista I não obedece aos Padrões de Qualidade Ambiental e não se verifica um aumento significativo na concentração desta substância, Média quando (i) Uma substância da Lista II não obedece aos Padrões de Qualidade Ambiental e se verifica um aumento significativo na concentração desta substância ou (ii) Mais do que uma substância da Lista II não obedece aos Padrões de Qualidade Ambiental e não se verifica um aumento significativo na concentração destas substâncias, Baixa quando (i) Uma ou mais substâncias da Lista II não obedecem aos Padrões de Qualidade Ambiental e se verifica um aumento significativo na concentração desta substância ou (ii) Uma substância da Lista I não obedece aos Padrões de Qualidade Ambiental e Muito Baixa quando mais do que uma substância da Lista I não obedece aos Padrões de Qualidade Ambiental.

Para avaliar a tendência da concentração das substâncias ao longo do tempo deve ter-se em consideração, sempre que possível, pelo menos os dados relativos a cinco anos. Caso não existam valores históricos deve ter-se alguma precaução na abordagem a seguir e as classes devem apresentar um nível de qualidade Médio caso uma substância da Lista II não obedeça aos Padrões de Qualidade Ambiental e Baixo se mais do que uma substância da Lista II não obedecer aos Padrões de Qualidade Ambiental.

- A **Qualidade química do sedimento** é Muito Alta quando a concentração para todos os metais é $<TEL$ (Nível de Efeitos Limitrofes), Alta quando a concentração para um metal é $\geq TEL$ e $< PEL$ (Nível de Efeitos Provável), Média quando a concentração para mais do que um metal é $\geq TEL$ e $< PEL$, Baixa quando a concentração para um metal é $\geq PEL$ e Muito Baixa quando a concentração para mais do que um metal é $\geq PEL$.

- A **Interferência com rotas de migração – barreiras químicas** é Muito Alta quando a Saturação de Oxigênio Dissolvido é $\geq 80\%$ em 95% do tempo, Alta quando a Saturação de Oxigênio Dissolvido é $\geq 70\%$ em 95% do tempo, Média quando a Saturação de Oxigênio Dissolvido $\geq 50\%$ em 95% do tempo, Baixa quando a Saturação de Oxigênio Dissolvido é $> 20\%$ em 95% do tempo e Muito Baixa quando a Saturação de Oxigênio Dissolvido $\leq 20\%$ em 95% do tempo.

Tabela 7 - Critério de classificação para os Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental – Qualidade Ambiental. (adaptado de Aubry e Elliott, 2005)

IIA3: Qualidade Ambiental		Qualidade				
Código	Indicador	Muito alta	Alta	Média	Baixa	Muito baixa
3.1	Qualidade química da água	100% de concordância com os Padrões de Qualidade Ambiental para todas as substâncias	Uma substância da Lista I não obedece aos Padrões de Qualidade Ambiental E não se verifica um aumento significativo na concentração desta substância	(i) Uma substância da Lista II não obedece aos Padrões de Qualidade Ambiental E verifica -se um aumento significativo na concentração desta substância OU (ii) Mais do que uma substância da Lista II não obedece aos Padrões de Qualidade Ambiental E não se verifica um aumento significativo na concentração destas substâncias	(i) Uma ou mais substâncias da Lista II não obedecem aos Padrões de Qualidade Ambiental E verifica -se um aumento significativo na concentração desta substância OU (ii) Uma substância da Lista I não obedece aos Padrões de Qualidade Ambiental	Mais do que uma substância da Lista I não obedece aos Padrões de Qualidade Ambiental

Tabela 7 (continuação) - Critério de classificação para os Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental – Qualidade Ambiental. (adaptado de Aubry e Elliott, 2005)

IIA3: Qualidade Ambiental		Qualidade				
Código	Indicador	Muito alta	Alta	Média	Baixa	Muito baixa
3.2	Qualidade química do sedimento	A concentração para todos os metais é <TEL (Nível de Efeitos Limítrofes)	A concentração para um metal é \geq TEL e < PEL (Nível de Efeitos Provável)	A concentração para mais do que um metal é \geq TEL e < PEL	A concentração para um metal é \geq PEL	A concentração para mais do que um metal é \geq PEL
3.3	Qualidade da água - efeitos biológicos	A concentração de mercúrio (mgHg/Kg peso fresco) é < limite de detecção.	A concentração de mercúrio (mgHg/Kg peso fresco) é <0,3mg.	A concentração de mercúrio (mgHg/Kg peso fresco) é \geq 0,3mg e <0,5mg.	A concentração de mercúrio (mgHg/Kg peso fresco) é \geq 0,5mg e <1,0mg.	A concentração de mercúrio (mgHg/Kg peso fresco) é \geq 1,0mg.
3.4	Qualidade da água – análises microbianas	Classe A (Boa) para todas as praias.	Classe A (Boa) para mais de 40% das praias e ausência de classes C (Má) ou D (Interdita).	Classe C (Má) para menos de 40% das praias e ausência de classe D (Interdita).	Classe C (Má) para mais de 40% das praias ou classe D (Interdita) para menos de 60% das praias.	Classe D (Interdita) para mais de 60% das praias.
3.5	Comunidades de macroinvertebrados bentônicos	M-AMBI \geq 0,77	M-AMBI \geq 0,53 e <0,7	M-AMBI \geq 0,39 e <0,53	M-AMBI \geq 0,2 e <0,39	M-AMBI <0,2

Tabela 7 (continuação) - Critério de classificação para os Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental – Qualidade Ambiental. (adaptado de Aubry e Elliott, 2005)

IIA3: Qualidade Ambiental		Qualidade				
Código	Indicador	Muito alta	Alta	Média	Baixa	Muito baixa
3.6	Qualidade dos moluscos bivalves	Classe A para todas as áreas de colheita designadas	Classe A para mais de 40% das áreas de colheita designadas E inexistência de classe C	Classe A para menos de 40% das áreas de colheita designadas E inexistência de classe C	Classe C para menos de 60% das áreas de colheita designadas	Classe C para mais de 60% das áreas de colheita designadas
3.7	Interferência com rotas de migração – barreiras químicas (apenas para estuários)	Saturação de Oxigénio Dissolvido $\geq 80\%$ em 95% do tempo	Saturação de Oxigénio Dissolvido $\geq 70\%$ em 95% do tempo	Saturação de Oxigénio Dissolvido $\geq 50\%$ em 95% do tempo	Saturação de Oxigénio Dissolvido $> 20\%$ em 95% do tempo	Saturação de Oxigénio Dissolvido $\leq 20\%$ em 95% do tempo

7.5. Atribuição de “pesos” e integração dos Indicadores Componentes

Os Indicadores Componentes abordam problemas que geram impactos de natureza e severidade distintas sendo, por este motivo, necessário atribuir a cada indicador um “peso” que reflecta a sua importância relativa no ecossistema.

Os pesos atribuídos aos indicadores no presente estudo foram os utilizados por Aubry e Elliott (2005) no estudo realizado do estuário de Humber (Reino Unido). Estes autores recolheram a informação relativa aos pesos dos indicadores enviando um questionário a 50 participantes do “Seabed Disturbance Indicators Workshop” solicitando-lhes que atribuíssem a cada indicador o respectivo peso consoante a importância do impacto que considerassem que esse mesmo indicador exercia sobre o ecossistema utilizando, para tal, uma escala de 9-pontos definida da seguinte forma: 1 - muito baixo, 3 – baixo, 5 – moderado, 7 – alto e 9 – muito alto (ANEXO VI). Dos 50 questionários enviados apenas houve retorno de 13, uma vez que nem todos os participantes se encontravam suficientemente familiarizados com alguns dos assuntos abrangidos pelos indicadores.

Relativamente ao Indicador Componente Interferência com rotas de migração, 7 dos 13 questionários recebidos não incluíam opinião relativamente a este indicador.

De modo a se ter em consideração a falta de informação (valores) inerente a alguns dos questionários, os pesos relativos dos Indicadores Componentes foram determinados da seguinte forma (Aubry e Elliott, 2005):

$$p_i = \frac{100 \times \text{média das classificações dadas ao indicador } i}{\text{somatório de } n \text{ valores valores médios das classificações atribuídas a cada um dos } n \text{ indicadores}}$$

onde n é o número de indicadores

Os resultados são expressos em percentagem como é ilustrado na Tabela 8 (Aubry e Elliott, 2005):

Tabela 8 – Cálculo do peso atribuído a cada Indicador Componente. (Aubry e Elliott, 2005)

Indicador Componente	Participante 1	Participante 2	Participante 3	Total	Média	Peso
Indicador 1	9	7	9	25	$25/3=8.3$	$100 \times 8.3 / 26.3 = 32$
Indicador 2	7	ausência de dados	9	16	$16/2=8$	$100 \times 8 / 26.3 = 30$
Indicador 3	3	3	5	11	$11/3=3.7$	$100 \times 3.7 / 26.3 = 14$
Indicador 4	7	5	7	19	$19/3=6.3$	$100 \times 6.3 / 26.3 = 24$
					26.3	100%

Os resultados do peso atribuído a cada Indicador Componente obtidos e utilizados no presente estudo encontram-se nas Tabelas 9-11.

Tabela 9 – Pesos relativos dos Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental – Alteração morfológica da linha costeira.

Indicadores Componentes	Inquiridos													Mín.	Máx.	Média	Desvio Padrão	Peso
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13					
1.1	3	5	6	3	4	7	5	7	7	9	5	9	7	3	9	5,9	2,0	21
1.2	9	3	5	5	9	5	5	5	7	5	5	7	5	3	9	5,8	1,7	20
1.3	7	3	7	5	5	9	9	3	7	5	3	5	7	3	9	5,8	2,1	20
1.4	5	7	6	3	5	9	5	5		7	7	9	7	3	9	6,3	1,8	22
1.5	3	5	7	1	1	4	7	3	7	3	3	9	5	1	9	4,5	2,5	16
Média	5,4	4,6	6,2	3,4	4,8	6,8	6,2	4,6	7,0	5,8	4,6	7,8	6,2	28,2			100	
DP	2,6	1,7	0,8	1,7	2,9	2,3	1,8	1,7	0,0	2,3	1,7	1,8	1,1					

Tabela 10 - Pesos relativos dos Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental – Intensidade de utilização dos recursos.

Indicadores Componentes	Inquiridos													Mín.	Máx.	Média	Desvio Padrão	Peso
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13					
2.1	7	3	5	7	3	7	3	3	7	7	5	3	3	3	7	4,8	1,9	12
2.2	1,75	1,25	1	1,25	1,25	1,75	1,5	1,25	1,25	0,75	1,25	1,75	7	0,75	7	1,8	1,6	4
2.3	3	9	8	9	5	7	7	5	5	5	5	7	5	3	9	6,2	1,8	15
2.4	1	1	5	5	1	5	1	5	3	7	3	5	1	1	7	3,3	2,1	8
2.5	3	1	4	7	7	5	5	7	5	5	5	7	3	1	7	4,9	1,8	12
2.6	7	7	7	7	4	5	7	5	5	5	5	7	7	4	7	6,0	1,2	15
2.7	7	9	5	5	7	5	7	5	7	7	5	7	5	5	9	6,2	1,3	16
2.8	7	9	5	5	7	5	7	7	7	7	7	7	5	5	9	6,5	1,2	16
Média	4,6	5,0	5,0	5,8	4,4	5,1	4,8	4,8	5,0	5,5	4,5	5,6	4,5	39,8			100	
DP	2,7	3,8	2,1	2,3	2,5	1,6	2,6	1,9	2,1	2,1	1,7	2,1	2,1					

Tabela 11 - Pesos relativos dos Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental – Qualidade ambiental.

Indicadores Componentes	Inquiridos													Mín.	Máx.	Média	Desvio Padrão	Peso
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13					
3.1	3	7	7	5	7	7	9	5	5	5	7	9	5	3	9	6,2	1,7	15
3.2	7	7	7	7	5	7	9	5	5	5	9	7	5	5	9	6,5	1,5	15
3.3	5	5	8	7	3	9	7	3	7	5	7	7	1	1	9	5,7	2,3	13
3.4	3	5	6	5	4	7	7	3	5	7	9	9	1	1	9	5,5	2,4	13
3.5	5	9	5	9	3	7	9	7	7	7	9	7	5	3	9	6,8	1,9	16
3.6	3	7	5	3	7	7	9	5	5	5	9	9	3	3	9	5,9	2,3	14
3.7								5	3	9	7	9	3	3	9	6,0	2,8	14
Média	4,3	6,7	6,3	6,0	4,8	7,3	8,3	4,7	5,3	6,1	8,1	8,1	3,3	42,7			100	
Desvio padrão	1,6	1,5	1,2	2,1	1,8	0,8	1,0	1,4	1,4	1,6	1,1	1,1	1,8					

Por último, é necessário integrar os vários Indicadores Componentes. Assim, tal como Aubry e Elliott (2005), no presente estudo optou-se por utilizar uma escala de 9-pontos na determinação das classes dos Indicadores Integrativos, estando os intervalos de cada classe definidos na Tabela 12. Os intervalos das classes foram obtidos através da divisão da escala de 9-pontos pelas cinco classes (Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto). Nos casos em que não existe perturbação é atribuído o valor zero ao indicador.

Tabela 12 - Classes dos Indicadores Integrativos Ambientais e seus valores numéricos. (Aubry e Elliott, 2005)

Valores dos indicadores (v)	v=0	0>v<2	2≥v<4	4≥v<6	6≥v<8	8≥v≤9
Classe (pressão ou impacto)	Sem perturbação	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Classe (qualidade)	Não se aplica	Muito Alto	Alto	Médio	Baixo	Muito Baixo

Quando a informação relativa ao peso e à classe atribuídos a cada um dos Indicadores Componentes se encontra disponível, o valor do Indicador Integrativo Ambiental é obtido de acordo com a seguinte equação (Aubry e Elliott, 2005):

$$\text{Indicador Integrativo Ambiental} = \frac{\sum_i (p_i \times c_i)}{\sum_i p_i} \quad \text{onde } p_i \text{ é o peso relativo do Indicador Componente } C_i$$

O modo de integração dos Indicadores Componentes é exemplificado na Tabela 13.

Tabela 13 – Cálculo do Indicador Integrativo. (Aubry e Elliott, 2005)

Indicador Componente	Peso	Classe (nível de perturbação)					
		Sem perturbação	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
		0	1	3	5	7	9
Indicador 1	10						
Indicador 2	10						
Indicador 3	20						
Indicador 4	40						
Indicador 5	20						
∑ Pesos	100						

$$\begin{aligned}
 \text{Indicador Integrativo} &= \frac{(10 \times 3) + (10 \times 5) + (20 \times 9) + (40 \times 7) + (20 \times 3)}{100} \\
 &= \frac{30 + 50 + 180 + 280 + 60}{100} \\
 &= \frac{600}{100} \\
 &= 6
 \end{aligned}$$

Com recurso à equação referida anteriormente, a média aritmética ponderada fornece o valor 6 para o Indicador Integrativo Ambiental, o que, de acordo com a Tabela 12, corresponde à classe “Alto”, apesar do valor se encontrar na fronteira entre as classes “Médio” e “Alto”. No exemplo acima indicado dois Indicadores Componentes relativamente importantes com pesos de 20 e 40 são classificados como “Alto” e “Muito alto”, daí o elevado valor de 6 atribuído ao Indicador Integrativo.

7.6. Colecta e tratamento da informação relativa aos Indicadores Componentes considerados para o presente estudo

7.6.1. Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Alteração morfológica da linha costeira

1.1. Alteração grosseira da batimetria

As variações de profundidade estão registadas em Cartas Marítimas. No entanto, o conteúdo das Cartas Marítimas diz respeito essencialmente aos níveis dos fundos nos canais de navegação, sendo escassa a informação relativa aos níveis dos fundos das áreas intertidais. Além disso, a análise de Cartas Marítimas antigas deve ser efectuada com alguma precaução, uma vez que as técnicas utilizadas na sua elaboração poderão não corresponder às técnicas utilizadas na concretização de Cartas Marítimas mais recentes. Antes de 1950 a profundidade da água era determinada, na maior parte dos casos, utilizando um prumo, não resultando, por isso, uma medida de grande precisão nomeadamente em águas de grande profundidade uma vez que a linha poderia curvar. Actualmente, as medições da profundidade da água são mais precisas uma vez que se recorre a eco-sondas para a sua determinação (Aubry e Elliott, 2005).

Para além das zonas sujeitas a dragagens que segundo a Administração do Porto de Aveiro, S.A. (APA, S.A.) correspondem à zona portuária e canais de navegação, as áreas de salinas foram, também, incluídas neste Indicador Componente uma vez que a construção das salinas se reflecte na alteração da batimetria das áreas intertidais.

A informação necessária para a aplicação deste Indicador Componente à Ria de Aveiro foi obtida a partir de Cartas Militares de Portugal de 1998, 2001 e 2002 (escala 1:25000) correspondentes à área de estudo. As Cartas Militares de Portugal foram digitalizadas à escala e, com o auxílio do programa de desenho técnico AutoCAD 2008, foi medida a área dos locais sujeitos a dragagens e a área ocupada por salinas de cada sector geográfico. A área intertidal e subtidal de cada sector geográfico foi também determinada pelo mesmo processo referido anteriormente. Uma vez que as Cartas Militares de Portugal se encontram a uma escala de 1:25000 foi necessário converter os valores para a escala real (Km²). Após se obter esta informação determinou-se a percentagem de área intertidal e subtidal sujeita a alterações.

Ao longo do mesmo ano podem ocorrer variações da batimetria numa determinada área resultante das variações climáticas sazonais. Assim, este Indicador Componente recai apenas sobre as áreas sujeitas a uma acreção ou erosão significativa.

1.2. Alteração grosseira da forma da linha costeira

A informação necessária para a aplicação deste Indicador Componente à Ria de Aveiro foi obtida a partir de Cartas Militares de Portugal de 1998, 2001 e 2002 (escala 1:25000) correspondentes à área de estudo. As Cartas Militares de Portugal foram digitalizadas à escala e, com o auxílio do programa de desenho técnico AutoCAD 2008, foi medida a extensão total de costa de cada sector geográfico, assim como a extensão de costa artificial. Uma vez que as Cartas Militares de Portugal se encontram a uma escala de 1:25000 foi necessário converter os valores para a escala real (Km). Após se obter esta informação determinou-se a percentagem de extensão de costa artificial.

1.3. Regime hidrográfico

A informação necessária para a aplicação deste Indicador Componente à Ria de Aveiro foi obtida a partir de Cartas Militares de Portugal de 1998, 2001 e 2002 (escala 1:25000) correspondentes à área de estudo. As Cartas Militares de Portugal foram digitalizadas à escala e, com o auxílio do programa de desenho técnico AutoCAD 2008, foi medida a área intertidal e subtidal total de cada sector geográfico, assim como a área intertidal e subtidal sujeita a alteração do regime hidrográfico. As fronteiras da área afectada correspondem à distância na linha da costa de cinco vezes a extensão da estrutura em cada um dos seus lados e uma distância na direcção à água igual à extensão da estrutura.

Uma vez que as Cartas Militares de Portugal se encontram a uma escala de 1:25000 foi necessário converter os valores para a escala real (Km²). Após se obter esta informação determinou-se a percentagem de área intertidal e subtidal afectada.

1.4. Reivindicação da terra

A informação necessária para a aplicação deste Indicador Componente à Ria de Aveiro foi obtida a partir de Cartas Militares de Portugal de 1976 (escala 1:25000) e Cartas Militares de Portugal de 1998, 2001 e 2002 (escala 1:25000) correspondentes à área de estudo. As Cartas Militares de Portugal foram digitalizadas à escala e sobrepostas com o auxílio do programa de tratamento de imagem Adobe Fotoshop CS2

de modo a se determinarem as áreas reclamadas entre 1976 e 1998-2002. De seguida, com o auxílio do programa de desenho técnico AutoCAD 2008, foi medida a área correspondente às áreas reclamadas e à área intertidal e subtidal de cada sector geográfico. Uma vez que as Cartas Militares de Portugal se encontram a uma escala de 1:25000 foi necessário converter os valores obtidos para a escala real (ha). Após se obter esta informação determinou-se a percentagem de área intertidal e subtidal reclamada.

1.5. Subida relativa do nível do mar

Os dados necessários para a implementação deste Indicador Componente à área de estudo provêm de um estudo efectuado por Araújo (2005) no qual foi utilizado o Modelo hidrodinâmico bidimensionais na horizontal ou modelo em planta (2DH) na determinação da amplitude do componente lunar semi-diurno (M2) da maré (mm) em vários locais da Ria de Aveiro em 1987/88 e 2002/03 (Araújo, 2005).

O Modelo hidrodinâmico bidimensionais na horizontal (2DH) utiliza como variáveis as medidas na vertical, ou seja, possui somente as dimensões (x,y,t) e é aplicável a corpos de água pouco estratificados, tendendo a verticalmente homogéneos (Amaral, 2003). Desta forma, a utilização do modelo 2DH permite avaliar de que forma as alterações batimétricas se reflectem nas características da maré (Araújo et al, 2008).

A partir dos dados relativos à amplitude do componente M2 da maré em 1987/88 e 2002/03 foi possível determinar a variação da amplitude do componente M2 da maré (mm) durante esse período, o aumento da amplitude do componente M2 da maré por ano em cada local de amostragem (mm) e o aumento da amplitude do componente M2 da maré por ano em cada sector (mm).

A determinação da subida do Nível Médio do Mar nos próximos anos foi feita com base nas previsões da estação maregráfica de Cascais, segundo a qual, em 2100 o Nível Médio do Mar estará entre 140 e 572mm mais elevado do que o nível verificado em 2001 (Dias, com. pessoal). Desta forma, considerando os 99 anos que distanciam o ano de 2001 e o ano de 2100, o aumento do NMM será de 1,4mm/ano ou 5,8mm/ano no caso de este aumentar 140 ou 572mm, respectivamente. Considerando um valor médio, o aumento do NMM previsto para 2100 é de 3,6mm/ano. O facto do aumento do NMM previsto para 2100 e dos valores da amplitude da maré considerados para o caso particular da Ria de Aveiro não terem sido obtidos segundo o mesmo método e os valores da Ria de Aveiro corresponderem apenas à componente M2 da maré, faz com o

aumento do NMM de 3,6mm/ano previsto para 2100 (considerado como valor de referência para o presente estudo) seja, meramente, teórico.

7.6.2. Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Intensidade de utilização dos recursos

2.1. Descargas directas

A informação necessária para a aplicação deste indicador à Ria de Aveiro foi obtida junto da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro (CCDR) e consistiu na localização, número e tipo de descargas (industriais e agro-alimentares) efectuadas na Ria de Aveiro. Tendo em consideração que a informação final pretendida é o número de descargas directas por Km de extensão de costa em cada sector geográfico, foi necessário determinar a extensão de costa de cada sector. Para tal, recorreu-se a Cartas Militares de Portugal de 1998, 2001 e 2002 (escala 1:25000) correspondentes à área de estudo. As Cartas Militares de Portugal foram digitalizadas à escala e, com o auxílio do programa de desenho técnico AutoCAD 2008, foi medida a extensão total de costa de cada sector geográfico. Uma vez que as Cartas Militares de Portugal se encontram a uma escala de 1:25000 foi necessário converter os valores para a escala real (Km). Após se obter esta informação determinou-se o número de descargas directas por Km de costa em cada sector.

2.2. Dragagem de manutenção – volume dragado

O volume de dragados (m^3) correspondente a dragagens de manutenção efectuadas entre 1997 e 2007, foi disponibilizado pela APA, S.A. - Administração do Porto de Aveiro, S.A..

O impacto causado na Ria de Aveiro considerando o volume de dragados foi avaliada tendo por base o volume médio de dragados extraídos da Ria entre 1997 e 2007.

2.3. Dragagem capital / Número de licenças de dragagem capital

A informação necessária à aplicação deste indicador à Ria de Aveiro, ou seja, o volume de dragados (m^3) correspondente a dragagens capitais efectuadas entre 1997 e 2007 e o número de licenças de dragagens capitais emitidas no mesmo período de tempo foi obtida junto da APA, S.A. - Administração do Porto de Aveiro, S.A..

O impacto causado na Ria de Aveiro considerando o volume de dragados foi avaliada tendo por base o volume total de dragados extraídos da Ria entre 1997 e 2007.

2.4. Utilização benéfica do material dragado

No presente estudo, qualquer tipo de deposição do material dragado, com excepção da deposição no mar, é considerada como benéfica para o estuário.

Assim, a informação relativa ao volume (m^3) de material dragado depositado na área de estudo, com excepção do material depositado no mar, foi obtida junto da APA, S.A. - Administração do Porto de Aveiro, S.A.

2.5. Intensidade de aquacultura

A informação necessária para a aplicação deste indicador à Ria de Aveiro foi obtida junto da DRAPC – Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Centro. A informação foi disponibilizada tendo em consideração a localização (concelho e freguesia) das pisciculturas e molusciculturas, o número de estabelecimentos existente em cada freguesia, diferenciando os estabelecimentos com regime semi-intensivo e extensivo e a área de cada estabelecimento (ha). Os dados foram tratados em Km^2 .

Tendo em consideração a área intertidal e subtidal (km^2) de cada sector geográfico e a área total ocupada por pisciculturas e/ou molusciculturas (km^2) de cada sector geográfico foi possível determinar a percentagem da área de cada sector ocupada por estas actividades. Assim, a área ocupada por aquacultura pode ser considerada como um indicador da pressão que este tipo de actividade exerce sobre o ecossistema.

A área intertidal e subtidal de cada sector geográfico foi determinada a partir das Cartas Militares de Portugal de 1998, 2001 e 2002 (escala 1:25000) correspondentes à área de estudo, com o auxílio do programa de desenho técnico AutoCAD 2008. Uma vez

que as Cartas Militares de Portugal se encontram a uma escala de 1:25000 foi necessário converter os valores obtidos para a escala real (Km²).

2.6. Outras colheitas e outras actividades piscatórias

A extensão da costa sujeita a estas actividades constitui um indicador da pressão que estas actividades exercem sobre o ecossistema.

A informação necessária para a aplicação deste indicador à Ria de Aveiro foi obtida a partir do Edital Nº 01/2007 do Ministério da Defesa Nacional Marinha, Autoridade Marítima Nacional, Capitania do Porto de Aveiro no qual é feita referência às áreas da Ria de Aveiro restritas à actividade de pesca lúdica e comercial. Este Edital pode ser adquirido junto da Capitania do Porto de Aveiro ou através do site do Porto de Aveiro (www.portodeaveiro.pt).

Para a determinação da extensão de costa na qual é praticada pesca lúdica e comercial foram digitalizadas à escala as cartas Militares de Portugal de 1998, 2001 e 2002 (escala de 1:25000) correspondentes à área de estudo e demarcadas, no programa de tratamento de imagem Adobe Fotoshop CS2, as áreas onde estas actividades são restritas. De seguida, com o auxílio do programa de desenho técnico AutoCAD 2008, foi medida a extensão de costa fora das áreas assinaladas como restritas à actividade de pesca lúdica e comercial de cada sector geográfico. Uma vez que as Cartas Militares de Portugal se encontram a uma escala de 1:25000 foi necessário converter os valores obtidos para a escala real (Km).

2.7. Intensidade do desenvolvimento de marinas

No presente estudo considerou-se que o número de ancoradouros das marinas é proporcional à extensão da sua actividade e, conseqüentemente, ao impacto que estas podem causar no ecossistema.

Os dados necessários para a implementação deste Indicador Componente à área de estudo provêm do Plano Intermunicipal de Ordenamento da Ria de Aveiro (Vários, 2006) no qual é feita referência ao nome, localização e tipo de marinas existentes na Ria

de Aveiro e respectivo número de ancoradouros. No presente estudo apenas foram tidas em consideração as marinas com 50 ou mais ancoradouros.

2.8. Intensidade do desenvolvimento de portos

A informação relativa ao comprimento do cais (m) dos cinco terminais do Porto de Aveiro foi obtida junto da APA, S.A. – Administração do Porto de Aveiro, S.A.

No presente estudo considerou-se que a dimensão dos portos, nomeadamente o comprimento do cais, é proporcional à extensão da sua actividade e, conseqüentemente, ao impacto que estes podem causar no ecossistema.

7.6.3. Indicadores Componentes do Indicador Integrativo Ambiental relativo à Qualidade ambiental

3.1. Qualidade da água – análises químicas

O Instituto Hidrográfico possui um sistema de monitorização da qualidade da água na Ria de Aveiro, no entanto, pelo facto de não ter sido possível facultar os dados em tempo útil à concretização deste estudo, não foi possível utilizar essa informação.

Assim, foram utilizados os dados disponíveis no estudo efectuado por Monterroso (2005) que remontam aos anos de 1987-1990. Esses dados consistem na concentração ($\mu\text{g/L}$) de metais pesados, como o cádmio, chumbo, cobre e zinco, na coluna de água em vários locais da Ria de Aveiro.

Os níveis de tolerância da fauna e flora aquáticas relativamente à toxicidade das substâncias químicas contempladas pela Lista I (inclui o cádmio) e Lista II (inclui o chumbo, o zinco e o cobre) da Directiva 76/464/CEE relativa à poluição causada por determinadas substâncias perigosas lançadas no meio aquático podem ser facilmente determinados em laboratório, estando, no entanto, disponíveis na base de dados compilada por Swindon (1999).

3.2. Qualidade química do sedimento

Os dados necessários à implementação deste indicador à Ria de Aveiro provêm dos estudos efectuados por Vinhas e Shirley (1989) e Valença e Vinhas (1990) nos quais foi determinada a concentração (mg/kg de peso seco) de metais pesados (crómio, chumbo, cobre, zinco e níquel) no sedimento com granulometria <63µm em vários locais da Ria.

A concentração de cada metal pesado em cada local foi comparada com o Nível de Efeito Limiar (TEL) e o Nível de Efeito Provável (PEL) adoptados pelo *Environment Canada* (Swindon, 1999) de modo a ser possível atribuir-lhe uma classificação (A: A concentração é <TEL, B: A concentração é ≥ TEL e < PEL, C: A concentração é ≥ PEL).

3.3. Qualidade da água – utilizando bioensaios

Os dados necessários para a implementação deste Indicador Componente à Ria de Aveiro provêm de um estudo efectuado por Borrego et al. (1990). A informação utilizada neste indicador consiste na concentração de mercúrio (mg/Kg de peso fresco) existente em várias espécies de peixes como a solha-das-pedras (*Platichthys flesus*), a enguia (*Anguilla anguilla*), o peixe-rei (*Atherina presbyteri*), o linguado (*Solea senegalensis*), o robalo (*Dicentrarchus labrax*), o caboz-da-rocha (*Gobius paganellus*) o caboz (*pomatoschistus ainueus*) e duas espécies de tainha (*Mugil auratus* e *Mugil ramada*).

3.4. Qualidade da água – análises microbianas

A classificação das zonas balneares da Ria de Aveiro foi obtida através do SNIRH – Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos acessível através do site <http://snirh.pt> e do Plano Municipal da Água – Diagnóstico (Borrego et. al. 2006).

A qualidade da água das zonas balneares é classificada de acordo com quatro classes: classe A – Boa, classe B – Aceitável, classe C – Má e classe D – Interdita.

3.5. Comunidades de macroinvertebrados bentónicos

Para a implementação deste indicador à Ria de Aveiro recorreu-se ao índice M-AMBI (Multivariate-AMBI) que conjuga a diversidade e abundância de espécies com o Índice de Shannon, proporcionando uma visão mais objectiva do estado ecológico de uma área (Bald, et. al., 2007). Os dados utilizados foram fornecidos por estudos efectuados na Ria de Aveiro relativos à fauna de macroinvertebrados bentónicos.

3.6. Qualidade dos moluscos bivalves

A informação necessária para a aplicação deste indicador à Ria de Aveiro foi obtida no Diário da República, 2º série – Nº 101 de 25 de Maio de 2007, no qual são referenciadas e classificadas as áreas de apanha e cultivo de moluscos bivalves.

A classificação atribuída às zonas de produção estuarino-lagunares de moluscos bivalves sob a Directiva 91/492/CEE reflecte directamente a qualidade dos moluscos bivalves, na medida em que está relacionada com o nível de tratamento que estes requerem antes de se encontrarem em condições de serem consumidos (ex. dependendo dos níveis de coliformes fecais e salmonelas). Esta Directiva estabelece três classes que permitem classificar as áreas de apanha e cultivo de moluscos bivalves vivos: **Classe A** - os bivalves podem ser apanhados e comercializados para consumo humano directo; **Classe B** - os bivalves podem ser apanhados e destinados a depuração, transposição ou transformação em unidade industrial; **Classe C** - os bivalves podem ser apanhados e destinados a transposição prolongada ou transformação em unidade industrial.

Assim, com base na classe atribuída às áreas de apanha e cultivo de molusco bivalves correspondentes a cada sector geográfico foi possível classificar os vários sectores de acordo com as classes determinadas na Tabela 7 (pág.112).

3.7. Interferência com rotas de migração – barreiras químicas

Os dados necessários à implementação deste indicador à Ria de Aveiro provêm de um estudo efectuado por Valença e Vinhas (1990), no qual é indicada a percentagem de Saturação de Oxigénio Dissolvido em vários locais de amostragem na Ria, assim como o número de amostras colhidas por local de amostragem.

Quando o número de amostras recolhidas num determinado local é pequeno, em vez de se utilizar o valor de 5%ile deve fazer-se uso do valor mínimo de Saturação de Oxigénio Dissolvido de modo a evitar a ocorrência de erros. De acordo com os Programas de classificação da qualidade da água estabelecidos pela Scottish Environment Protection Agency (SEPA, 1995), caso sejam recolhidas menos de 20 amostras por local de amostragem deve ser tido em consideração o valor mínimo. Assim, no presente estudo, uma vez que o número de amostras recolhidas em cada local de amostragem foi de 6 amostras (com excepção de um local de amostragem no qual apenas existiam dados relativos a 5 amostras), foi utilizado o valor mínimo de percentagem de Saturação de Oxigénio Dissolvido.

8. RESULTADOS

8.1. Resultados obtidos para os Indicadores Componentes seleccionados

Os resultados obtidos para cada Indicador Componente estão expressos nas Tabelas 14 – 36 (pág.131-158).

A Tabela 14 relativa à Alteração grosseira da batimetria mostra que a área com maior impacto corresponde à zona portuária e respectivos canais de navegação (sector D), sendo-lhe atribuído um grau de impacto ambiental Muito Alto. Aos sectores C (porção do canal da Murtosa e do canal do Espinheiro) e G (parte do canal de Ílhavo) é-lhes atribuída um nível de perturbação Médio e Baixo, respectivamente.

A classe “Sem alteração” não pode ser atribuída a este indicador uma vez que a batimetria em sistemas costeiros e de transição está constantemente a sofrer alterações. Desta forma, os sectores para os quais não existem registos de alterações significativas da batimetria (sectores A – porção norte do canal de Ovar, B – Largo do Laranjo, E – Pateira de Fermentelos e Rio Vouga e F – Porção do canal de Mira) são classificados com um grau de impacto Muito Baixo.

Tabela 14 - Alteração grosseira da batimetria.

Sector geográfico	Área sujeita a alteração km ²	Área intertidal e subtidal do sector km ²	Alteração %	Classe
A				Muito Baixo
B				Muito Baixo
C	1,73	29,01	6,0	Médio
D	5,36	5,38	99,6	Muito Alto
E				Muito Baixo
F				Muito Baixo
G	0,10	5,39	1,9	Baixo

Na Ria de Aveiro a alteração grosseira da forma da linha costeira (Tabela 15) é mais intensa no sector D (zona portuária e parte do canal de Ílhavo), classificada com um nível de impacto Muito Alto, seguida pelo sector C (porção do canal da Murtosa e do canal do Espinheiro) com um grau de impacto Médio. Os restantes sectores assumem uma classificação Baixa (sectores B – Largo do Laranjo, F – Porção do

canal de Mira e G – porção do canal de Ílhavo) e Muito Baixa (sector A – porção norte do canal de Ovar). No sector E (Pateira de Fermentelos e Rio Vouga) não se verifica a existência de linha costeira artificial.

Tabela 15 - Alteração grosseira da forma da linha costeira.

Sector geográfico	Extensão de costa do sector km	Extensão de costa artificial km	Extensão de costa artificial %	Classe
A	56,6	0,8	1,4	Muito Baixo
B	14,0	1,1	7,9	Baixo
C	33,3	16,3	48,9	Médio
D	23,8	19,7	82,8	Muito Alto
E	15,1	0	0	0
F	48,3	2,7	5,6	Baixo
G	43,7	3,9	8,9	Baixo

A interferência com o regime hidrográfico (Tabela 16) é mais evidente no sector D (zona portuária e parte do canal de Ílhavo) classificado com um nível de impacto ambiental Muito Alto. Os sectores F e G (parte do canal de Mira e parte do canal de Ílhavo) são classificados com um nível de perturbação Alto. Aos sectores A e C (porção norte do canal de Ovar e parte do canal da Murtosa e do canal do Espinheiro) é-lhes atribuído, respectivamente, um nível de impacto Muito Baixo e Baixo. O Largo do Laranjo (sector B), a Pateira de Fermentelos e Rio Vouga (sector E) não apresentam infra-estruturas que interfiram com o regime hidrográfico.

Tabela 16 - Interferência com o regime hidrográfico.

Sector geográfico	Área intertidal e subtidal afectada km ²	Área intertidal e subtidal do sector km ²	Área afectada %	Classe
A	0,06	31,54	0,2	Muito Baixo
B	0	4,21	0	0
C	1,73	29,01	6,0	Baixo
D	5,36	5,38	99,6	Muito Alto
E	0	43,00	0	0
F	2,46	6,65	37,0	Alto
G	1,08	5,39	20,0	Alto

A Tabela 17 relativa à Reivindicação de terras mostra que os únicos sectores afectados pela reivindicação de terras entre 1976 e 2002 são os sectores D (zona portuária e uma porção do canal de Ílhavo) e F (parte do canal de Mira), classificados, respectivamente, com um grau de alteração Alto e Muito Baixo. Na restante porção da Ria de Aveiro não se verificam perdas de área intertidal e subtidal durante este período.

Tabela 17 - Reivindicação de terras.

Sector geográfico	Área intertidal e subtidal (2002) ha	Área Intertidal reclamada 1976-2002 ha	% de área reclamada	Classe
A	3154	0	0	Sem Alteração
B	421	0	0	Sem Alteração
C	2901	0	0	Sem Alteração
D	538	224	29	Alto
E	4300	0	0	Sem Alteração
F	1422	29	2	Muito Baixo
G	539	0	0	Sem Alteração

Tal como se verifica na Tabela 18, de acordo com subida relativa do nível do mar verificada entre 1987/88 e 2002/03 e com os aumentos previstos até 2100, os sectores mais afectados são o sector D, F e G (zona portuária, canal de Ílhavo e parte do canal de Mira), classificados com um grau de alteração Muito Alto. Os sectores C e E (porção do canal da Murtosa e do canal do Espinheiro, Pateira de Fermentelos e Rio Vouga) são classificados com um nível de alteração Alto. O sector A (porção norte do canal de Ovar) surge com um grau de alteração Médio.

Devido à ausência de informação, não foi possível determinar o impacto que a subida relativa do nível do mar exerce sobre o sector B (Largo do Laranjo).

Tabela 18 - Subida relativa do nível do mar.  Não existe informação disponível.

Variação da amplitude do componente M2 da maré								
Sector geográfico	Estação	Amplitude do componente M2 da maré obtida com recurso ao Modelo hidrodinâmico bi-dimensional na horizontal (2DH) (mm)		Variação da amplitude do componente M2 da maré entre 1987/8 e 2002/3 (mm)	Aumento da amplitude do componente M2 da maré por ano (mm)	Aumento médio da amplitude do componente M2 da maré/ano/sector (mm)	Projeção do aumento do Nível Médio do Mar para 2100* (mm)	Classe
		1987/1988	2002/2003					
A	Carregal	415	414	-1	-0,1	0,4	3,6	Médio
	Ovar	411	411	0	0,0			
	Puxadouro	373	380	7	0,4			
	Pardilhó	406	409	3	0,2			
	Manchão	336	344	8	0,5			
	Torreira	478	503	25	1,6			
B								
C	Cais do Bico	617	706	89	5,6	4,4	3,6	Alto
	Rio Novo	609	675	66	4,1			
	Lota	935	992	57	3,6			

Tabela 18 (continuação) - Subida relativa do nível do mar.

Variação da amplitude do componente M2 da maré								
Sector geográfico	Estação	Amplitude do componente M2 da maré obtida com recurso ao Modelo hidrodinâmico bi-dimensional na horizontal (2DH) (mm)		Variação da amplitude do componente M2 da maré entre 1987/8 e 2002/3 (mm)	Aumento da amplitude do componente M2 da maré por ano (mm)	Aumento médio da amplitude do componente M2 da maré/ano/sector (mm)	Projecção do aumento do Nível Médio do Mar para 2100* (mm)	Classe
		1987/1988	2002/2003					
D	São Jacinto	903	974	71	4,4	7,5	3,6	Muito Alto
	Sacor	918	986	68	4,3			
	Ponte Cais II	771	993	222	13,9			
E	Cacia	606	677	71	4,4	4,4	3,6	Alto
F	Costa Nova	939	987	48	3,0	8,1	3,6	Muito Alto
	Vagueira	598	809	211	13,2			
G	Vista Alegre	660	873	213	13,3	9,4	3,6	Muito Alto
	Cais da Pedra	577	663	86	5,4			

Tal como mostra a Tabela 19, o impacto causado pelas descargas directas na Ria de Aveiro é Muito Baixo nos sectores A e C (porção norte do canal de Ovar e parte do canal da Murtosa e do canal do Espinheiro) e Baixo nos sectores B e G (Largo do Laranjo e parte do canal de Ílhavo). Na restante porção da Ria de Aveiro (sectores D – zona portuária e uma porção do canal de Ílhavo, E – Pateira de Fermentelos e Rio Vouga e F – uma porção do canal de Mira) não se verifica a presença de descargas directas.

Tabela 19 - Descargas directas.

Sector geográfico	Concelho	Freguesia	Local de descarga	Tipo de descarga	Número de descargas	Número total de descargas	Extensão de costa do sector (Km)	Número de Descargas directas/Km	Classe
A	Ovar	S. João	Rio da Graça	Industrial	1	1	56,6	0,02	Muito Baixo
B	Estarreja	Beduído	Esteiro de Estarreja	Industrial	2	3	14,0	0,21	Baixo
				Industrial	1				
C	Aveiro	Aveiro	Vala do Braga	Industrial	1	3	33,3	0,09	Muito Baixo
		Aradas	Ria de Aveiro	Industrial	1				
		Cacia	Vala do Vero	Industrial	1				
D	-----	-----	-----	-----	-----	0	23,8	0	0
E	-----	-----	-----	-----	-----	0	15,1	0	0
F	-----	-----	-----	-----	-----	0	48,3	0	0

Tabela 19 (continuação) - Descargas directas.

Sector geográfico	Concelho	Freguesia	Local de descarga	Tipo de descarga	Número de descargas	Número total de descargas	Extensão de costa do sector (Km)	Número de Descargas directas/Km	Classe
G	Ílhavo	Gafanha da Nazaré	Ria de Aveiro	Agro-alimentar	2	12	43,7	0,27	Baixo
		S. Salvador	Ria de Aveiro	Agro-alimentar	1				
		Ílhavo	Ria de Aveiro	Agro-alimentar	1				
		S. Salvador	Vala da Mota	Industrial	1				
		S. Salvador	Ria de Aveiro	Industrial	1				
		S. Salvador	Rio Boco	Industrial	1				
		S. Salvador	Vala da Amaroná	Industrial	1				
		Gafanha da Nazaré	Esteiro de Oudinot	Industrial	1				
	Vagos	Vagos		Industrial	2				
			Vala das Malhadas	Industrial	1				

Tal como mostra a Tabela 20, a área correspondente à zona portuária é a única porção da Ria de Aveiro na qual ocorreram dragagens de manutenção entre 1997 e 2007. Este facto leva a que a intensidade de utilização deste recurso no sector D seja Média.

Relativamente às dragagens capitais efectuadas durante o mesmo período de tempo (Tabela 21), verifica-se que estas ocorreram apenas nos sectores A, D e F (porção norte do canal de Ovar, zona portuária, parte do canal de Ílhavo e parte do canal de Mira), com uma intensidade de utilização deste recurso Média. Nos sectores B – Largo do Laranjo, C - porção do canal da Murtosa e do canal do Espinheiro, E – Pateira de Fermentelos e Rio Vouga e G – uma porção do canal de Ílhavo, não ocorreram dragagens capitais.


Tabela 20 – Volume de dragados resultantes de dragagens de manutenção efectuadas na Ria de Aveiro entre 1997 e 2007.


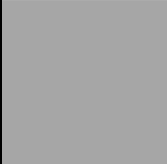


Sector geográfico	Local	Dragagem de manutenção (Volume (m ³) de material dragado entre 1997 e 2007)			Classe
		Total	Média	Desvio Padrão	
A		0	0		0
B		0	0		0
C		0	0		0
D	Canais portuários	7 824 968	711 361	430 775	Médio
E		0	0		0
F		0	0		0
G		0	0		0

Tabela 21 – Volume de dragados resultantes de dragagens capitais efectuadas na Ria de Aveiro entre 1997 e 2007.

Sector geográfico	Local	Dragagem Capital (Volume (m ³) de material dragado entre 1997 e 2007)			Número de licenças de dragagens capitais entre 1997 e 2007	Classe
		Total	Média	Desvio Padrão		
A	Canal de Ovar e canal da Murtosa	551 475	427 803	177 899	1	Médio
B	-----	0	0			0
C	-----	0	0			0
D	Canais portuários	8 480 041	610 180	1 982 730	9	Médio
E	-----	0	0			0
F	Canal de Mira	663 126	60 284		1	Médio
G	-----	0	0			0

A Tabela 22 mostra que 66,7% do material dragado no sector D (zona portuária) é depositado no mar, levando a que o impacto causado no ecossistema seja Alto. Devido à ausência de informação não foi possível determinar qual o volume (m³) de material dragado entre 1997 e 2007 nos sectores A e F (porção norte do canal de Ovar e parte do canal de Mira) depositado no mar. Nos sectores B, C, E e G (Largo do Laranjo, uma porção do canal da Murtosa e do canal do Espinheiro, Pateira de Fermentelos e Rio Vouga e parte do canal de Ílhavo) não se verifica a ocorrência de dragagens.

Tabela 22 – Utilização benéfica do material dragado na Ria de Aveiro entre 1997 e 2007.  Ausência de informação

Sector geográfico	Local	Volume (m ³) de material dragado entre 1997 e 2007			Volume (m ³) de material dragado entre 1997 e 2007 depositado no mar	Percentagem de material dragado entre 1997 e 2007 depositado no mar	Classe
		Dragagens de manutenção	Dragagens capitais	Total			
A	Canal de Ovar e canal da Murtosa	0	551 475	551 475			
B	-----	0	0	0	0	0	0
C	-----	0	0	0	0	0	0
D	Canais portuários	7 824 968	6 940 041	14 765 009	9 848 337	66,7	Alto
E	-----	0	0	0	0	0	0
F	Canal de Mira	0	663 126	663 126			
G	-----	0	0	0	0	0	0

Tal como mostra a Tabela 23, a actividade aquícola (piscicultura e moluscicultura) apenas se verifica nos sectores C, F e G (uma porção do canal da Murtosa e do canal do Espinheiro, parte do canal de Mira e parte do canal de Ílhavo), verificando-se uma Baixa intensidade de utilização deste recurso.

Tabela 23 - Intensidade de aquicultura.

Sector geográfico	Piscicultura				Moluscicultura				Área total afectada (Km ²)	Área intertidal e subtidal do sector (Km ²)	Área do sector ocupada por Piscicultura e/ou Moluscicultura (%)	Classe
	Freguesia	Número de estabelecimentos	Regime	Área (Km ²)	Freguesia	Número de estabelecimentos	Regime	Área (Km ²)				
A	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0
B	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0
C	Glória	2	Semi-intensivo	0,17	Vera Cruz	1	Extensivo*	0,023	1,06	29,01	3,7	Baixo
		2	Extensivo	0,15								
	Vera Cruz	3	Semi-intensivo	0,55								
		1	Extensivo	0,11								
Aradas	1	Semi-intensivo	0,06									
D	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0
E	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0
F					Gafanhada da Encarnação	46	Extensivo**	0,24	0,24	14,22	1,7	Baixo
G	São Salvador	5	Semi-intensivo	0,27								Baixo
		2	Extensivo	0,20					0,47	5,39	8,7	

Relativamente às colheitas e outras actividades piscatórias (Tabela 24), a Ria de Aveiro apresenta uma intensidade de utilização destes recursos Muito Alta nos sectores A, B, C, E e G (parte norte do canal de Ovar, Largo do Laranjo, uma porção do canal da Murtosa e do canal do Espinheiro, Pateira de Fermentelos, Rio Vouga e parte do canal de Ílhavo), na medida em que é possível pescar e apanhar bivalves ou isca em praticamente toda a extensão de costa destes sectores. Os sectores D e F (zona portuária, parte do canal de Ílhavo, e parte do canal de Mira) apresentam, respectivamente, uma intensidade de utilização destes recursos Muito Baixa e Alta.

Tabela 24 - Outras colheitas e outras actividades piscatórias.

Sector geográfico	Extensão de costa do sector	Extensão afectada		Classe
	Km	Km	%	
A	56,6	56,6	100,0	Muito Alto
B	14,0	14,0	100,0	Muito Alto
C	33,3	30,3	91,0	Muito Alto
D	23,8	0,0	0,0	Muito Baixo
E	15,1	15,1	100,0	Muito Alto
F	48,3	43,4	89,9	Alto
G	43,7	43,4	99,3	Muito Alto

Tal como mostra a Tabela 25, a Ria de Aveiro apenas apresenta marinas nos sectores A, B, D e F, sendo que, o sector mais afectado é o sector F (parte do canal de Mira) classificado com uma intensidade de utilização deste recurso Alta, seguido pelo sector A (porção norte do canal de Ovar), com uma classificação Média. Os sectores B e D (Largo do Laranjo, zona portuária e parte do canal de Ílhavo) apresentam uma intensidade de utilização deste recurso Muito Baixa.

Tabela 25 - Intensidade do desenvolvimento de marinas.

Sector geográfico	Nome	Localização	Tipo	Número de ancoradouros em passadiços flutuantes	Número total de ancoradouros	Classe
A	Porto de Recreio do Carregal	Ovar – Carregal do Sul	Marina de Campo	199	199	Médio
B	Porto de Recreio da Torreira	Murtosa - Torreira	Marina Urbana	97	97	Muito Baixo
C	-----	-----	-----	0	0	0
D	Porto de Recreio da Gafanha da Nazaré	Aveiro – Gafanha da Nazaré	Marina Portuária	80	80	Muito Baixo
E	-----	-----	-----	0	0	0
F	Porto de Recreio da Gafanha da Encarnação (ANGE)	Ílhavo – Gafanha da Encarnação (Cais da Mota)	Marina Urbana	112	345	Alto
	Porto de Recreio do Clube de Vela da Costa Nova	Ílhavo – Costa Nova	Marina Urbana	153		
	Porto de Recreio da Gafanha da Encarnação (MCG)	Ílhavo – Gafanha da Encarnação (Caminho do Praiã)	Marinha Urbana	80		
G	-----	-----	-----	0	0	0

Tal como mostra a Tabela 26, a Ria de Aveiro apenas possui um porto, o Porto de Aveiro, localizado no sector D, classificado com um grau de intensidade de utilização deste recurso Médio.

Tabela 26 - Intensidade do desenvolvimento de portos.

Sector geográfico	Nome	Terminal	Comprimento do cais m	Comprimento total de cais m	Classe
A	-----	-----	-----	-----	0
B	-----	-----	-----	-----	0
C	-----	-----	-----	-----	0
D	Porto de Aveiro	Terminal Norte	900	2900	Médio
			250		
		Terminal Sul	400		
		Terminal de Granéis Líquidos	50		
			50		
		50			
		Terminal Roll on Roll off	450		
Terminal de Granéis Sólidos	750				
E	-----	-----	-----	-----	0
F	-----	-----	-----	-----	0
G	-----	-----	-----	-----	0

A Tabela 27, relativa à Qualidade da água – análises químicas, mostra que o sector mais afectado é o sector A (porção norte do canal de Ovar), com um nível de qualidade ambiental Baixo, seguido pelo sector B (Largo do Laranjo) com um nível de qualidade ambiental Médio. Os sectores D e F (zona portuária, parte do canal de Ílhavo e parte do canal de Mira) apresentam um nível de qualidade ambiental Muito Alto.

Devido à ausência de informação os sectores C - parte do canal da Murtosa e do canal do Espinheiro, E – Pateira de Fermentelos e Rio Vouga e G – parte do canal de Ílhavo não foram classificados.

Tabela 27 - Qualidade da água - análises químicas.  Sem informação  Não respeita os Padrões de Qualidade Ambiental

Sector geográfico	Local	1987				1988				1989				1990				Classe
		Cd	Pb	Cu	Zn	Cd	Pb	Cu	Zn	Cd	Pb	Cu	Zn	Cd	Pb	Cu	Zn	
		µg/L				µg/L				µg/L				µg/L				
A	Largo da Coroa	1,7	1,1	11	196	4,6	7,3	51	808	1,3	3,6	27	220	2,9	1,9	40	501	Baixa
B	Largo do Laranjo	2,3	0,8	8	35	2,7	5,8	3	83	0,9	1,4	3	23	2,1	1,1	4	14	Média
C																		
D	Barra Cais dos Bacalhoeiros	0,6	0,5	1	5	2,2	2,8	3	11	1,2	0,9	2	10	0,7	0,6	2	2	Muito Alta
E																		
F	Costa Nova	0,9	0,5	1	10	3,0	5,7	1	15	1,3	1,0	2	11	0,7	0,5	2	2	Muito Alta
G																		

No que respeita à qualidade química do sedimento (Tabela 28), o sector A (porção norte do canal de Ovar) é o mais afectado, apresentando um nível de qualidade ambiental Muito Baixo. O sector F (parte do canal de Mira) surge com um grau de qualidade ambiental Médio. A restante porção da Ria de Aveiro (sectores B – Largo do Laranjo, C – uma porção do canal da Murtosa e do canal do Espinheiro, D - zona portuária e parte do canal de Ílhavo e E – Pateira de Fermentelos e Rio Vouga) é classificada com um nível de qualidade ambiental Baixo.

Tabela 28 - Qualidade química do sedimento. A: A concentração é < TEL (Nível de Efeitos Limítrofes), B: A concentração é ≥ TEL e < PEL (Nível de Efeitos Provável), C: A concentração é ≥ PEL

Sector geográfico	Teores de metais pesados no sedimento										Classe	Classe do sector geográfico
	Local	Cr (mg/Kg peso seco)	Classe	Pb (mg/Kg peso seco)	Classe	Cu (mg/Kg peso seco)	Classe	Zn (mg/Kg peso seco)	Classe	Ni (mg/Kg peso seco)		
A	Largo da Coroa	29,5	A	47,1	B	306,0	C	4008	C	22,6	B	Muito Baixa
	15*	32,4	A	37,0	B	1347	C	16825	C	68,1	C	
B	Largo do Laranjo	32,9	A	54,2	B	58,5	B	386	C	21,1	B	Baixa
	2*	47,6	A	59,6	B	44,0	B	403	C	60,2	C	
C	Chegado	22,1	A	38,9	B	28,5	B	248	B	16,6	B	Baixa
	4*	44,7	A	35,6	B	32,2	B	176	B	58,7	C	
	5*	29,5	A	21,9	A	14,7	A	57	B	62,9	C	
	6-A*	39,5	A	39,0	B	39,1	B	124	B	54,9	C	
D	6*	46,3	A	45,0	B	34,5	B	141	B	66,2	C	Baixa
	7*	52,2	A	65,5	B	37,4	B	176	B	65,5	C	
	8*	40,4	A	40,4	B	43,0	B	158	B	63,5	C	
	9*	47,5	A	40,2	B	26,0	B	118	A	66,3	C	
E	11*	63,2	B	96,4	B	95,2	B	218	B	80,0	C	Baixa
F	Canal de Mira	25,5	A	31,8	B	20,6	B	99	A	16,5	B	Média
G	12*	26,3	A	47,4	B	23,8	B	40	A	62,7	C	Baixa
	20*	43,3	A	43,0	B	77,5	B	163	A	73,5	C	

Nota: A localização geográfica dos locais referenciados na Tabela 28 por números está expressa na Figura 14.

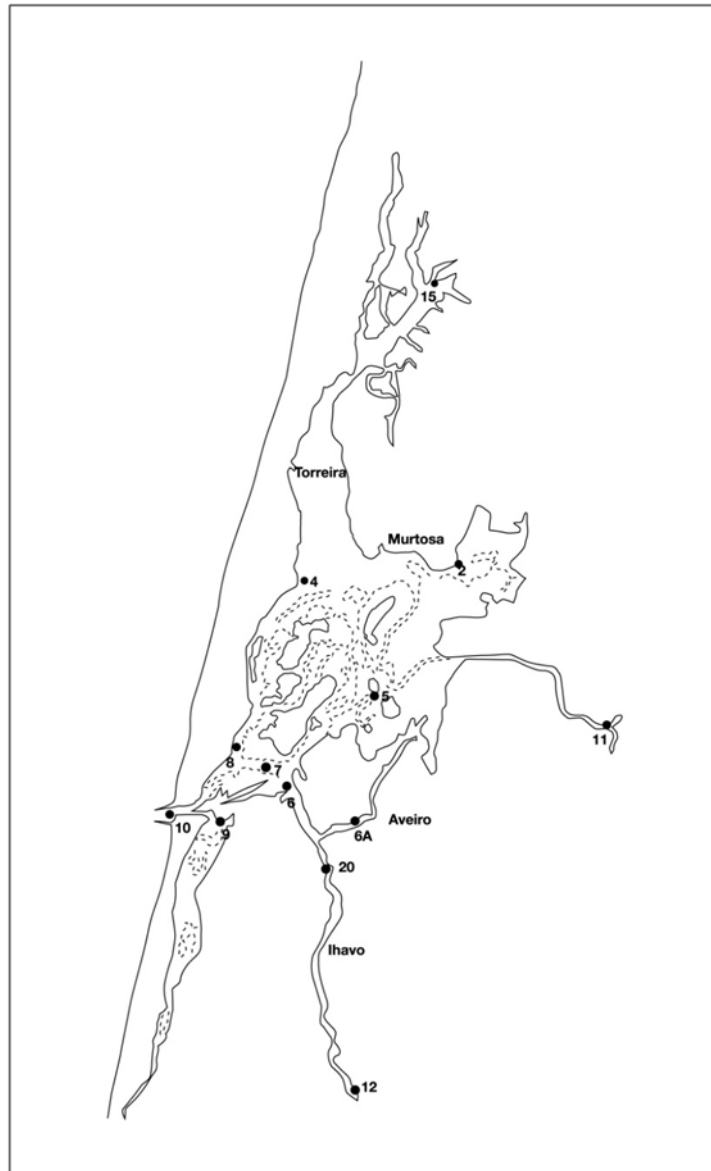


Figura 14 - Localização geográfica dos locais referenciados por números na Tabela 28.
(Valença e Vinhas, 1990)

Com base na informação fornecida pelas Tabelas 29-32, verifica-se que a qualidade química da água utilizando bioensaios é Baixa no sector B (Largo do Laranjo) e Média nos sectores A e C (porção norte do canal de Ovar e uma porção do canal da Murtosa e do canal do Espinheiro). Nos sectores F e G (parte do canal de Mira e parte do canal de Ílhavo) a qualidade química da água utilizando bioensaios é Alta.

Devido à ausência de informação não foi possível classificar os sectores D e E (zona portuária, parte do canal de Ílhavo, Pateira de Fermentelos e Rio Vouga).

Tabela 29 - Qualidade química da água utilizando bioensaios – resultados de bioacumulação em Solha-das-pedras, Enguia e Peixe-rei.

Sector geográfico	Resultados de bioacumulação em <i>Platichthys flesus</i> (Solha-das-pedras)			Resultados de bioacumulação em <i>Anguilla anguilla</i> (Enguia)			Resultados de bioacumulação em <i>Atherina presbyter</i> (Peixe-rei)		
	Local	Hg mg/Kg peso fresco	Valor médio de Hg mg/Kg peso fresco	Local	Hg mg/Kg peso fresco	Valor médio de Hg mg/Kg peso fresco	Local	Hg mg/Kg peso fresco	Valor médio de Hg mg/Kg peso fresco
A	Canal de Ovar/Norte	0,21	0,2	Canal do Carregal Sul	0,22	0,3	Canal de Ovar (Pousada da Juventude)	0,14	0,1
					0,29				
	Canal de Ovar (Pousada da Juventude)	0,07		0,03	Torreira – Ponte da Varela		0,13	0,14	
							0,04		
							Canal do Carregal Norte		
	Canal do Carregal Sul	0,25		0,25	Frente à Insua			0,33	

Tabela 29 (continuação) - Qualidade química da água utilizando bioensaios – resultados de bioacumulação em Solha-das-pedras, Enguia e Peixe-rei.

Sector geográfico	Resultados de bioacumulação em <i>Platichthys flesus</i> (Solha-das-pedras)			Resultados de bioacumulação em <i>Anguilla anguilla</i> (Enguia)			Resultados de bioacumulação em <i>Atherina presbyter</i> (Peixe-rei)		
	Local	Hg mg/Kg peso fresco	Valor médio de Hg mg/Kg peso fresco	Local	Hg mg/Kg peso fresco	Valor médio de Hg mg/Kg peso fresco	Local	Hg mg/Kg peso fresco	Valor médio de Hg mg/Kg peso fresco
A	Torreira	0,13	0,2						
		0,13							
		0,12							
		0,13							
		0,10							
		0,12							
	Bico da Murtosa	0,41							
		0,29							
Largo da Coroa	0,81								
B	Largo do Laranjo	1,67	1,0	Largo do Laranjo (Canto Veiros)	1,00	1,0			
		1,22							
	Canal de ligação do Largo do Laranjo aos Esteiros de Salreu e Canelas	0,71							

Tabela 29 (continuação) - Qualidade química da água utilizando bioensaios – resultados de bioacumulação em Solha-das-pedras, Enguia e Peixe-rei.

Sector geográfico	Resultados de bioacumulação em <i>Platichthys flesus</i> (Solha-das-pedras)			Resultados de bioacumulação em <i>Anguilla anguilla</i> (Enguia)			Resultados de bioacumulação em <i>Atherina presbyter</i> (Peixe-rei)		
	Local	Hg mg/Kg peso fresco	Valor médio de Hg mg/Kg peso fresco	Local	Hg mg/Kg peso fresco	Valor médio de Hg mg/Kg peso fresco	Local	Hg mg/Kg peso fresco	Valor médio de Hg mg/Kg peso fresco
B	Esteiros de Salreu e Canelas	0,31	1,0						
C	Canal de S. Jacinto	0,06	0,2	Marinha “Ratinha”	0,33	0,3	Marinha “Passa”	0,51	0,4
		0,09		Marinha “Corim”	0,32		Carnota	0,23	
		0,06		Marinha “Passa”	0,37				
		0,10							
		0,13							
	Bico do Chegado	0,91							
D									
E									

Tabela 29 (continuação) - Qualidade química da água utilizando bioensaios – resultados de bioacumulação em Solha-das-pedras, Enguia e Peixe-rei.


Sector geográfico	Resultados de bioacumulação em <i>Platichthys flesus</i> (Solha-das-pedras)			Resultados de bioacumulação em <i>Anguilla anguilla</i> (Enguia)			Resultados de bioacumulação em <i>Atherina presbyter</i> (Peixe-rei)		
	Local	Hg mg/Kg peso fresco	Valor médio de Hg mg/Kg peso fresco	Local	Hg mg/Kg peso fresco	Valor médio de Hg mg/Kg peso fresco	Local	Hg mg/Kg peso fresco	Valor médio de Hg mg/Kg peso fresco
F	Barra - Costa Nova	0,21	0,1	Barrinha de Mira	0.04	0,0	Costa Nova	0,21	0,2
		0,09							
		0,15							
		0,17							
		0,06							
G	Canal de Ílhavo	0,09	0,1						
		0,14							

Tabela 30 - Qualidade química da água utilizando bioensaios – resultados de bioacumulação no Robalo, Caboz-da-rocha, Tainhas e Caboz.

Sector geográfico	Resultados de bioacumulação em <i>Dicentrarchus labrax</i> (Robalo)			Resultados de bioacumulação em <i>Gobius paganellus</i> (Caboz-da-rocha)			Resultados de bioacumulação em <i>Mugil auratus</i> e <i>Mugil ramada</i> (Tainhas)			Resultados de bioacumulação em <i>Pomatoschistus ainutus</i> (Caboz)		
	Local	Hg mg/Kg peso fresco	Valor médio de Hg mg/Kg peso fresco	Local	Hg mg/Kg peso fresco	Valor médio de Hg mg/Kg peso fresco	Local	Hg mg/Kg peso fresco	Valor médio de Hg mg/Kg peso fresco	Local	Hg mg/Kg peso fresco	Valor médio de Hg mg/Kg peso fresco
A												
B	Largo do Laranjo	0,51 0,27	0,4									
C	Marinha "Corim"	0,20	0,2				Marinha "Corim"	0,03	0,0			
							Carnota	0,01 0,03				
D												
E												
F	Costa Nova	0,17	0,2	Costa Nova	0,02	0,0	Costa Nova	0,12	0,1	Costa Nova	0,12	0,1
G	Canal de Ílhavo	0,24	0,2									


Tabela 31 - Qualidade química da água utilizando bioensaios – resultados de bioacumulação no Linguado.

Sector geográfico	Resultados de bioacumulação em <i>Solea solea</i> e <i>Solea senegalensis</i> (Linguados)		
	Local	Hg mg/Kg peso fresco	Valor médio de Hg mg/Kg peso fresco
A			
B	Largo do Laranjo	0,01	0,0
C	Marinha "Ratinha"	0,09	0,1
	Marinha "Corim"	0,15	
	Carnota	0,01	
D			
E			
F			
G			

Tabela 32 – Resultados da bioacumulação de mercúrio em várias espécies de peixes da Ria de Aveiro.  Ausência de informação

Resultados da bioacumulação de mercúrio (mg Hg/Kg peso fresco)									
Classes									Classe do sector geográfico
Sector geográfico	<i>Platichthys flesus</i> (Solha-das-pedras)	<i>Anguilla anguilla</i> (Enguia)	<i>Atherina presbyter</i> (Peixe-rei)	<i>Dicentrarchus labrax</i> (Robalo)	<i>Gobius paganellus</i> (Caboz-da-rocha)	<i>Mugil auratus</i> e <i>Mugil ramada</i> (Tainhas)	<i>Pomatoschistus ainutus</i> (Caboz)	<i>Solea solea</i> e <i>Solea senegalensis</i> (Linguados)	
A	Alta	Média	Alta						Média
B	Baixa	Baixa		Média				Muito Alta	Baixa
C	Alta	Média	Média	Alta		Muito Alta		Alta	Média
D									
E									
F	Alta	Muito Alta	Alta	Alta	Muito Alta	Alta	Alta		Alta
G	Alta			Alta					Alta

As zonas balneares fluviais da Ria de Aveiro estão localizadas no Concelho de Mira (sector F) e, tal como mostra a Tabela 33, estão classificadas com um nível de qualidade Baixo.

Tabela 33 - Qualidade da água – análises microbianas. Classe A - Boa, Classe B - Aceitável, Classe C - Má, Classe D – Interdita  Dados não disponíveis.

Zonas Balneares Fluviais												
Sector geográfico	Concelho	Zona Balnear	Ano									Classe
			1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
A												
B												
C												
D												
E												
F	Mira	Barrinha de Mira	C	A	C	C	C	C	C			Baixa
		Lagoa de Mira					C	C	C			
G												

Tal como mostra a Tabela 34, a qualidade biológica do sedimento é Muito Alta nos sectores A, C e D (parte do canal de Ovar, uma porção do canal da Murtosa e do canal do Espinheiro, zona portuária e parte do canal de Ílhavo), Alta nos sectores F e G (parte do canal de Mira e parte do canal de Ílhavo), Média no sector B (Largo do Laranjo) e Baixa no sector E (Pateira de Fermentelos e Rio Vouga).

Tabela 34 - Qualidade biológica do sedimento.

Sector geográfico	A	B	C	D	E	F	G
Nº estações	63	27	99	25	3	40	32
% de espécies do grupo I *	8,4	0,5	3,1	11,6	0,0	1,6	0,2
% de espécies do grupo II *	5,3	0,1	4,1	23,5	0,0	0,7	0,2
% de espécies do grupo III *	40,6	56,3	56,4	22,0	3,3	68,2	55,2
% de espécies do grupo IV *	26,1	4,1	19,9	26,4	0,4	8,6	9,7
% de espécies do grupo V *	19,6	39,1	16,6	16,5	96,3	20,8	34,6
% de espécies do grupo VI *	0,6	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
M-AMBI	0,87818	0,49412	0,89079	0,97517	0,05668	0,65288	0,55235
Índice de Shannon	2,842	1,694	2,665	3,166	0,2106	1,899	1,827
Índice de Margalef	8,085	3,018	8,772	9,295	0,9096	4,966	4,132
Abundância média	319	204	258	273	191	323	242
Abundância total	20089	5512	25517	6837	573	12909	7758
S total	88	27	98	88	7	48	40
S média	1	1	1	4	2	1	1
Número de espécies exclusivas	5	0	7	13	1	1	2
Classe	Muito Alta	Média	Muito Alta	Muito Alta	Baixa	Alta	Alta

Relativamente à qualidade dos moluscos bivalves comercializáveis (Tabela 35), esta revela-se Muito Baixa no sector G (parte do canal de Ílhavo), Baixa nos sectores C e D (uma porção do canal da Murtosa e do canal do Espinheiro, zona portuária e parte do canal de Ílhavo) e Média no sector F (parte do canal de Mira). Os sectores A, B e E (porção norte do canal de Ovar, Largo do Laranjo, Pateira de Fermentelos e Rio Vouga) não abrangem nenhuma área de produção de moluscos bivalves.

Tabela 35 - Qualidade dos moluscos bivalves comercializáveis.

Sector geográfico	Localização	Classificação das áreas de produção de moluscos bivalves (91/492/CEE) 2007	Classe do sector geográfico
A	-----	-----	-----
B	-----	-----	-----
C	RIA1 – Triângulo das Correntes – Moacha RIA3 – Canal principal - Espinheiro	RIA1 – Classe B RIA3 – Classe C	Baixa
D	RIA1 – Triângulo das Correntes – Moacha RIA4 - Canal de Ílhavo	RIA1 – Classe B RIA4 – Classe C	Baixa
E	-----	-----	-----
F	RIA1 – Triângulo das Correntes - Moacha RIA2 – Canal de Mira	RIA1 – Classe B RIA2 – Classe B	Média
G	RIA4 - Canal de Ílhavo	RIA4 – Classe C	Muito Baixa

A Tabela 36 relativa à Interferência com as rotas de migração – barreiras químicas mostra que os sectores A e E (porção norte do canal de Ovar, Pateira de Fermentelos e Rio Vouga) são os sectores com a menor percentagem de saturação de oxigénio dissolvido, classificando-se com um grau de qualidade ambiental Baixo. O sector G (parte do canal de Ílhavo) surge com um nível de qualidade ambiental Médio, o sector B (Largo do Laranjo) Alto e os sectores C e D (uma porção do canal da Murtoza e do canal do Espinheiro, zona portuária e parte do canal de Ílhavo) Muito Alto. Devido à ausência de informação não foi possível classificar o estado de qualidade ambiental do sector F (parte do canal de Mira).

Tabela 36 - Interferência com rotas de migração – barreiras químicas.

Sector geográfico	Saturação de Oxigénio Dissolvido (%)						
	Local de amostragem	Ano de amostragem	Número de amostras	Mínimo	Máximo	Valor mínimo	Classe
A	15	1990	6	23	101	23	Baixa
B	2 (Laranjo)	1990	6	58	92	58	Alta
C	4	1990	6	83	139	83	Muito Alta
	5	1990	6	52	123	52	
	6-A	1990	6	76	96	76	
D	6	1990	6	82	122	82	Muito Alta
	7	1990	6	90	111	90	
	8	1990	6	88	112	88	
	9	1990	6	92	122	92	
	10	1990	5	102	119	102	
E	11	1990	6	29	82	29	Baixa
F	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
G	12	1990	6	57	88	57	Média
	20	1990	6	46	59	46	

8.2. Integração dos Indicadores Componentes

A Tabela 37 exhibe as classes dos vários Indicadores Componentes resultantes do conjunto de informação recolhido na alínea 8.1. dos sete sectores geográficos em que a Ria de Aveiro foi dividida (Figura 13 pág.86), considerando os critérios de classificação previamente definidos nas Tabelas 5-7 (págs.102, 107 e 112).

Tabela 37 – Classes dos Indicadores Componentes na Ria de Aveiro.

Células vazias: não existem dados disponíveis para a Ria de Aveiro. Células com cruz: não ocorre na Ria de Aveiro. As classes são representadas por 0 – Nulo, MB – Muito Baixo, B – Baixo, M – Médio, A – Alto e MA – Muito Alto. Os sectores são referenciados de acordo com a designação atribuída na Figura 13 (pág.86).

Código	Indicadores	Sectores						
		A	B	C	D	E	F	G
IIA1 - Alteração morfológica da linha costeira								
1.1	Alteração grosseira da batimetria	MB	MB	M	MA	MB	MB	B
1.2	Alteração grosseira da forma da linha costeira	MB	B	M	MA	0	B	B
1.3	Interferência com o regime hidrográfico	MB	0	B	MA	0	A	A
1.4	Reivindicação de terras	0	0	0	A	0	MB	0
1.5	Subida relativa do nível do mar	M		A	MA	A	MA	MA
IIA2 – Intensidade de utilização dos Recursos								
2.1	Descargas directas	MB	B	MB	0	0	0	B
2.2	Dragagens de manutenção – quantidade transferida	0	0	0	M	0	0	0
2.3	Dragagem capital /Número de licenças de dragagens capitais	M	0	0	M	0	M	0
2.4	Utilização benéfica do material dragado		0	0	A	0		0
2.5	Intensidade de aquacultura	0	0	B	0	0	B	B
2.6	Outras colheitas e outras actividades piscatórias	MA	MA	MA	MB	MA	A	MA

Tabela 37 (continuação) – Classes dos Indicadores Componentes na Ria de Aveiro.

Código	Indicadores	Sectores						
		A	B	C	D	E	F	G
2.7	Intensidade do desenvolvimento de marinas	M	MB	0	MB	0	A	0
2.8	Intensidade do desenvolvimento de portos	0	0	0	M	0	0	0
IIA3 - Qualidade ambiental								
3.1	Qualidade química da água	B	M		MA		MA	
3.2	Teores de metais pesados no sedimento	MB	B	B	B	B	M	B
3.3	Qualidade biológica da água – utilizando bioensaios	M	B	M			A	A
3.4	Qualidade da água – análises microbianas	X	X	X	X	X	B	X
3.5	Comunidades de macroinvertebrados bentónicos	MA	M	MA	MA	B	A	A
3.6	Qualidade dos moluscos bivalves comercializáveis	X	X	B	B	X	M	MB
3.7	Interferência com rotas de migração – barreiras químicas	B	A	MA	MA	B		M

Quando uma acção ou fenómeno em particular não ocorre (células com cruz) ou quando não existem dados disponíveis (células vazias) o Indicador Componente não é incluído no cálculo do Indicador Integrativo Ambiental.

Os resultados obtidos após o cálculo dos Indicadores Integrativos Ambientais são expressos nas Tabelas 38 e 39 e representados nas Figuras 15-17.

Relativamente ao Indicador Integrativo Ambiental – Alteração morfológica da linha costeira os sectores A, B e E (porção norte do canal de Ovar, Largo do Laranjo, Pateira de Fermentelos e Rio Vouga) apresentam uma intensidade de alteração Muito Baixa, os sectores C e F (uma porção do canal da Murtoza e do canal do Espinheiro e parte do canal de Mira) Baixa, o sector G (parte do canal de Ílhavo) Média e o sector D (zona portuária e parte do canal de Ílhavo) Muito Alta.

O Indicador Integrativo Ambiental relativo à intensidade de utilização dos recursos revela que os sectores mais afectados são os sectores A, D, F e G (porção norte do canal de Ovar, zona portuária, parte do canal de Mira e o canal de Ílhavo), com uma intensidade de utilização dos recursos Baixa, seguidos pelos sectores B, C e E (Largo do

Laranjo, uma porção do canal da Murtosa e do canal do Espinheiro Pateira de Fermentelos e Rio Vouga), com uma intensidade de utilização dos recursos Muito Baixa.

No que respeita à Qualidade ambiental, o sector E (Pateira de Fermentelos e Rio Vouga) é o mais afectado, com um nível de qualidade Baixo, seguido pelos sectores A, B e G (porção norte do canal de Ovar, Largo do Laranjo e parte do canal de Ílhavo), com um nível de qualidade ambiental Médio. Os sectores C, D e F (uma porção do canal da Murtosa e do canal do Espinheiro, zona portuária, parte do canal de Ílhavo e parte do canal de Mira) surgem com um grau de qualidade ambiental Alto.

Tabela 38 – Valores dos Indicadores Integrativos Ambientais para a Ria de Aveiro.

Sector geográfico	Indicador Integrativo Ambiental relativo à Alteração morfológica da linha costeira		Indicador Integrativo Ambiental relativo à Intensidade de utilização dos recursos		Indicador Integrativo Ambiental relativo à Qualidade Ambiental	
	Média com os pesos	Média sem os pesos	Média com os pesos	Média sem os pesos	Média com os pesos	Média sem os pesos
A	1,4	1,6	3,3	2,9	5,7	5,8
B	1,0	1,0	1,9	1,6	5,4	5,4
C	3,8	4,0	1,8	1,6	3,7	4,2
D	8,5	8,6	2,6	3,0	2,9	3,4
E	1,3	1,6	1,4	1,1	6,3	7,0
F	3,9	4,2	3,6	3,1	3,9	4,0
G	4,1	4,4	2,1	1,9	5,3	5,4
Média	3,43	3,63	2,39	2,17	4,74	5,03
Desvio Padrão	2,62	2,61	0,82	0,81	1,24	1,24

Tabela 39 – Classes dos Indicadores Integrativos Ambientais para a Ria de Aveiro.

Sector geográfico	Indicador Integrativo Ambiental relativo à Alteração morfológica da linha costeira		Indicador Integrativo Ambiental relativo à Intensidade de utilização dos recursos		Indicador Integrativo Ambiental relativo à Qualidade Ambiental	
	Média com os pesos	Média sem os pesos	Média com os pesos	Média sem os pesos	Média com os pesos	Média sem os pesos
A	MB	MB	B	B	M	M
B	MB	MB	MB	MB	M	M
C	B	M	MB	MB	A	M
D	MA	MA	B	B	A	A
E	MB	MB	MB	MB	B	B
F	B	M	B	B	A	M
G	M	M	B	MB	M	M

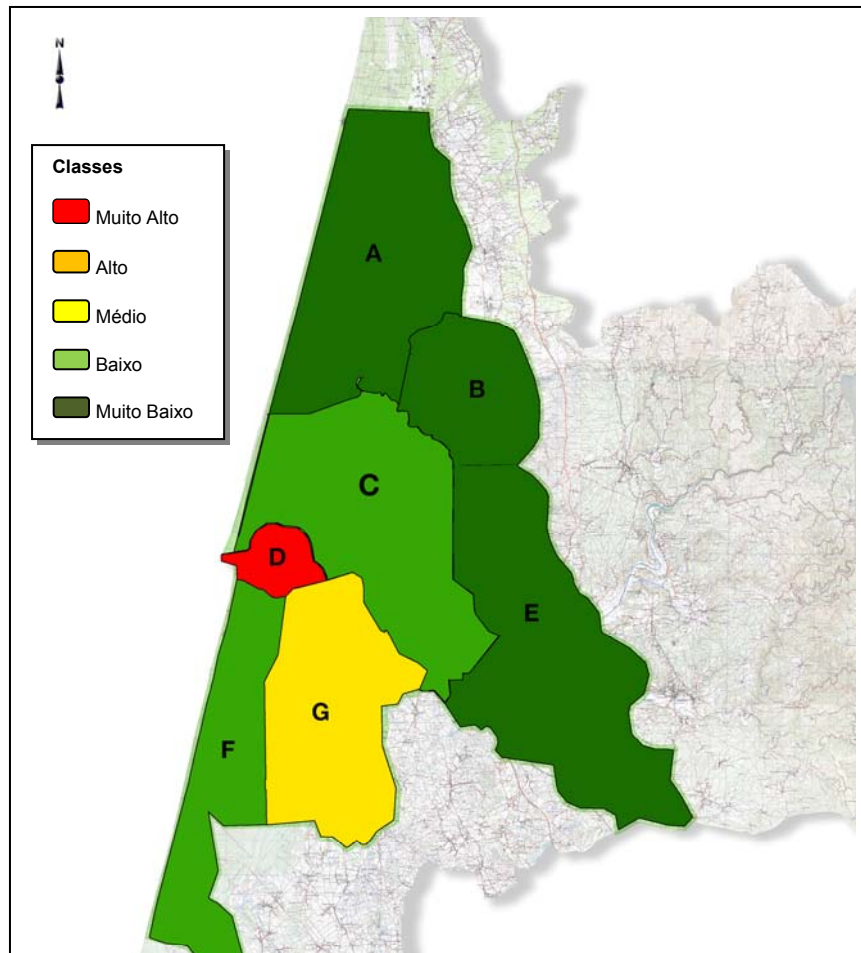


Figura 15 - Classificação relativa à aplicação do Indicador Integrativo Ambiental - Alteração morfológica da linha costeira, aos diferentes sectores definidos para a Ria de Aveiro.

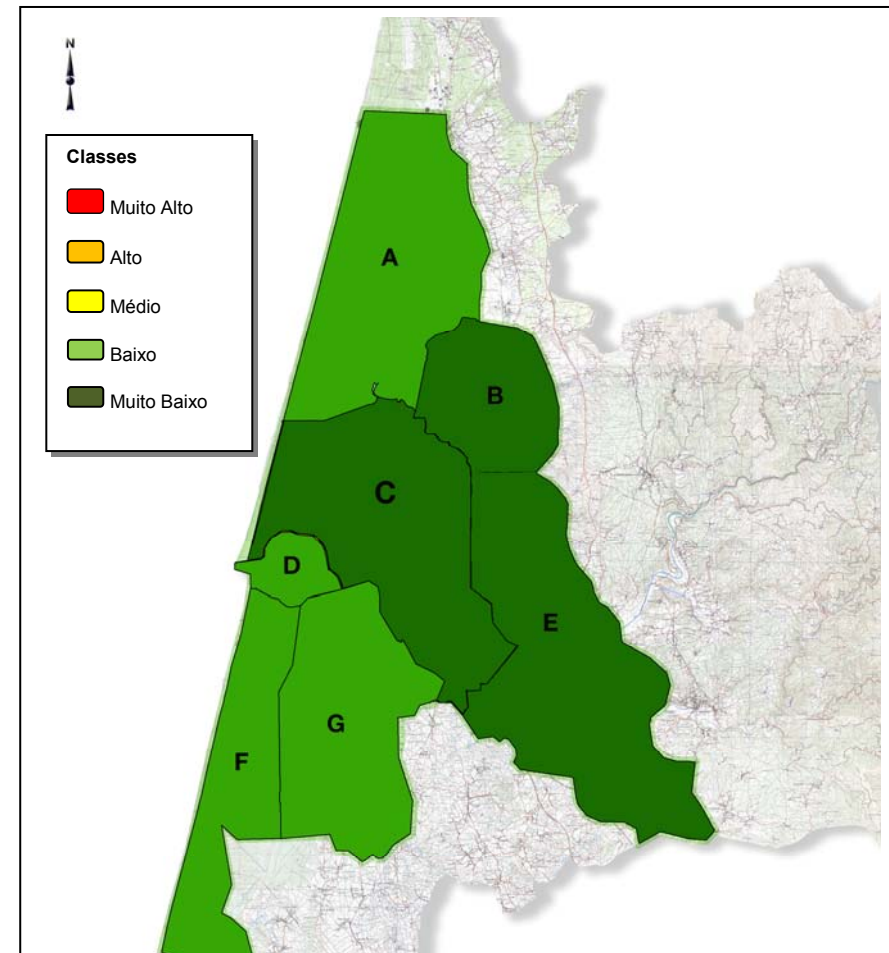
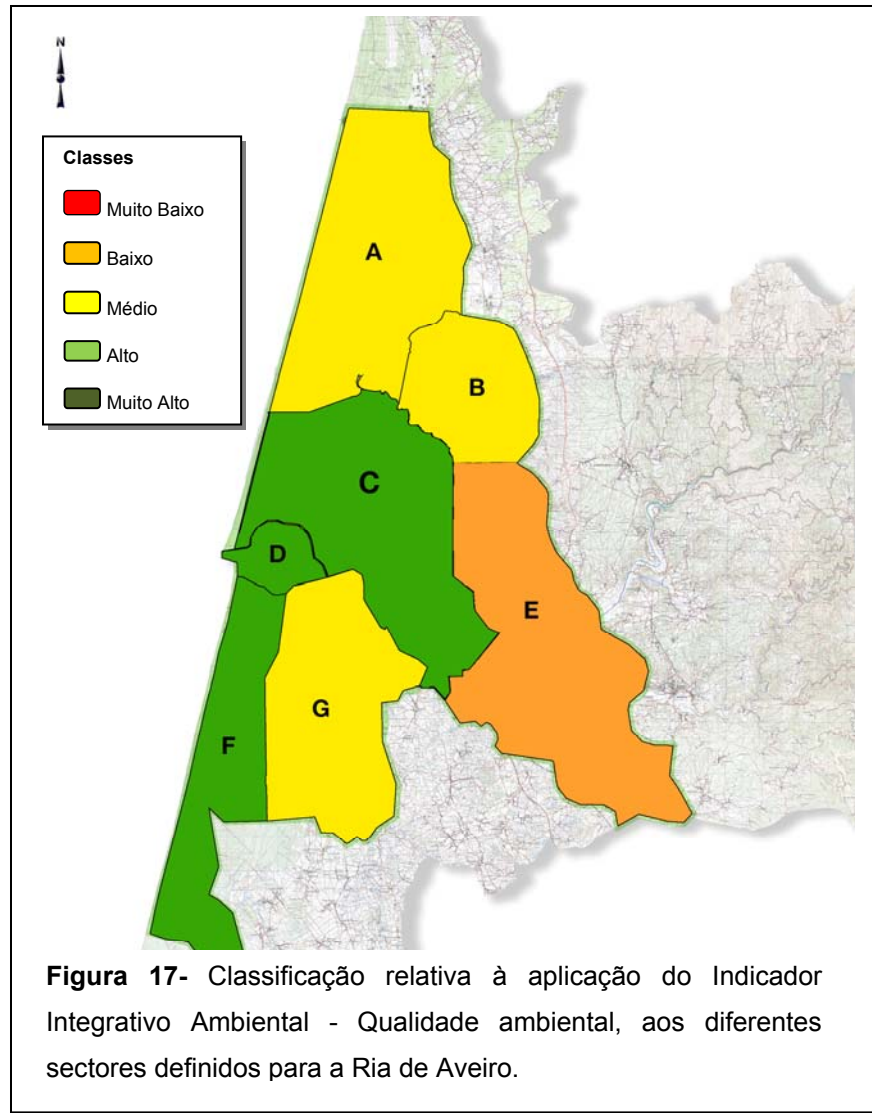


Figura 16 - Classificação relativa à aplicação do Indicador Integrativo Ambiental - Intensidade de utilização dos recursos, aos diferentes sectores definidos para a Ria de Aveiro.



9. DISCUSSÃO

9.1. Discussão dos resultados

O esquema de classificação adoptado no presente estudo permite avaliar o estado da Ria de Aveiro ao nível da sua qualidade ambiental e perceber quais as principais pressões a que se encontra sujeita.

De um modo geral, as classes atribuídas a cada sector geográfico vão ao encontro do que seria de esperar tendo em consideração os conhecimentos *a priori* adquiridos relativamente à Ria de Aveiro.

No que respeita ao Indicador Integrativo relativo às Alteração morfológica da linha costeira, tem especial destaque o sector geográfico D, que abrange a zona portuária, classificado com um nível de impacto ambiental Muito Alto. Esta classificação vem ao encontro da classificação atribuída pelo Instituto da Água (INAG) (2006) aquando da implementação da Directiva Quadro da Água à Ria de Aveiro, que classificou a zona portuária como uma massa de água fortemente modificada. Os restantes sectores geográficos, à excepção do sector G (porção do canal de Ílhavo), são classificados com um nível de impacto Muito Baixo e Baixo. O sector G apresenta um nível de perturbação Médio devido, sobretudo, às interferências com o regime hidrográfico que se fazem sentir neste sector, reflexo das infra-estruturas portuárias do sector D e à subida do nível do mar.

O Indicador Integrativo relacionado com a Intensidade de utilização dos recursos, aparentemente subestima a verdadeira intensidade das pressões antrópicas exercidas sobre a Ria de Aveiro, na medida em que os vários sectores geográficos são classificados com um nível de intensidade de utilização dos recursos Muito Baixa (sectores B – Largo do Laranjo, C - uma porção do canal da Murtosa e do canal do Espinheiro e E – Pateira de Fermentelos e Rio Vouga) e Baixa (sectores A - porção norte do canal de Ovar, D – zona portuária e uma porção do canal de Ílhavo, F - parte do canal de Mira e G – uma porção do canal de Ílhavo).

Relativamente ao Indicador Integrativo - Qualidade ambiental, verificou-se que o sector geográfico E (Pateira de Fermentelos e Rio Vouga) é o mais afectado, estando-lhe associado um nível de qualidade ambiental Baixo. Os sectores geográficos A (Porção norte do canal de Ovar), B (Largo de Laranjo) e G (uma porção do canal de Ílhavo) apresentam-se com um nível de qualidade Médio devido, sobretudo, à presença de actividade industrial, nomeadamente na zona de Estarreja na qual tem especial relevo a

indústria química (Carrabau, 2005). A presença de actividade industrial nesta área poderá reflectir-se na qualidade química da água e do sedimento (na qualidade química da água (Tabela 27 pág.145), nos teores de metais pesados no sedimento (Tabela 28 pág.146) e bioacumulação de mercúrio nos peixes (Tabelas 29 a 32 págs.148-154). A classificação do sector E aparenta ser o reflexo do nível de qualidade dos sectores A e B aliado a outros factores, como por exemplo a salinidade, o hidrodinamismo e o tipo de sedimento que caracterizam este sector, reflectindo-se, por exemplo, ao nível da riqueza e abundância de macroinvertebrados bentónicos (Tabela 34 pág.156) (Quintino e Rodrigues, com. pessoal). Os restantes sectores geográficos assumem um estado de qualidade Alto.

9.2. Critica à metodologia

9.2.1. Selecção dos Indicadores Componentes

A decisão de aceitar ou rejeitar um Indicador Componente baseia-se, sobretudo, numa avaliação individualista de cada indicador, incorrendo-se, por vezes, no risco de se verificar alguma redundância entre os indicadores.

Dos 41 Indicadores Componentes avaliados no presente estudo, 8 foram rejeitados devido à ausência de informação relativamente aos assuntos abordados e à necessidade de se desenvolverem critérios que permitam a sua monitorização.

O desenvolvimento e a pertinência de um indicador são, muitas vezes, limitados pela qualidade e disponibilidade da informação. Apesar da informação relativa aos vários indicadores seleccionados para o presente estudo estar disponível, esta nem sempre é de fácil acesso e, por vezes, a informação a que é possível aceder não é a de melhor qualidade pelo facto dos dados não serem os mais actuais e/ou não serem tão detalhados como o pretendido. Além disso, uma vez que em grande parte dos casos a disponibilização da informação está dependente das entidades gestoras, nem sempre foi possível aceder atempadamente à informação requerida de modo a esta poder ser utilizada no presente estudo.

Assim, quando se analisam os resultados obtidos pelos Indicadores Integrativos é importante considerar que estes podem não estar a representar todas as pressões a que um ecossistema está sujeito pelo facto de nem todos os Indicadores Componentes terem

sido considerados devido à incapacidade de obter a informação necessária à sua implementação.

9.2.2. Critério de classificação

No presente estudo, a cada valor observado para um Indicador Componente corresponde apenas uma única classe. Por este motivo, não são tidos em consideração eventuais processos de mitigação empreendidos no sentido de minimizar os impactos causados no ecossistema pelas acções antrópicas.

Por outro lado, é necessário ter em consideração que diferentes áreas podem exhibir sensibilidades distintas face ao mesmo tipo de impacto ou modificação. Exemplos disso são as descargas directas cujos impactos sobre a qualidade da água e os organismos que nela habitam são mais significativos em zonas de menor energia onde o material não é rapidamente disperso e o volume de material dragado. Deve, também, ter-se em atenção a disponibilidade da informação e a sua precisão quando se define o esquema de classificação, uma vez que, quando a precisão da informação é sistematicamente pobre, as classes devem corresponder a uma gama mais vasta de valores possíveis (Aubry e Elliott, 2005).

A aplicação dos Indicadores Componentes a outras áreas com diferentes níveis de perturbação pode justificar a alteração do critério de classificação para determinados Indicadores Componentes, de modo a que estes reflectam os níveis de perturbação observados. Por exemplo, se o Indicador Componente 1.3 - Interferência com o regime hidrográfico assumir frequentemente valores abaixo de 5% (classe Muito Baixo) poderá ser mais apropriado considerar valores abaixo de 2,5% para a classe Muito Baixo e valores entre 2,5% e 5% para a classe Baixo, permitindo, desta forma, estabelecer uma diferenciação do impacto causado por este indicador nos vários sectores geográficos (Aubry e Elliott, op. cit.).

9.2.3. Atribuição de pesos aos Indicadores Componentes

A atribuição de pesos aos Indicadores Componentes é feita com o recurso ao parecer de peritos, o que faz com que esteja subjacente um certo grau de subjectividade. Além disso, os peritos poderão não dominar de igual forma todos os assuntos abrangidos pelos vários indicadores, o que irá condicionar a sua avaliação.

Assim, em futuros trabalhos deverá ser feita a revisão dos pesos atribuídos aos vários Indicadores Componentes, devendo ser disponibilizada aos peritos mais informação relativa aos vários indicadores para que a avaliação do seu impacto seja feita com maior rigor.

9.3. Utilização dos resultados dos Indicadores Integrativos pelas entidades intervenientes na Ria de Aveiro

A aplicação de Indicadores Integrativos Ambientais aos vários sectores geográficos da Ria de Aveiro permite ter uma visão das pressões a que os vários sectores estão sujeitos (Alteração morfológica da linha costeira e Intensidade de utilização dos recursos) e do impacto que estas causam no ecossistema (Qualidade ambiental).

A implementação ao longo de vários anos dos Indicadores Integrativos permite pôr em prática acções pró-activas nas áreas mais afectadas e, desta forma, reduzir ou limitar as pressões sobre o ecossistema antes que estas conduzam a níveis de impacto demasiado elevados ou mesmo irreversíveis.

O Indicador Integrativo relativo à Qualidade ambiental pode, também, ser utilizado no controlo da eficácia das medidas utilizadas para reduzir os níveis de perturbação ao se implementar antes e após se porem em prática essas mesmas medidas.

Além disso, a implementação dos vários Indicadores Componentes utilizados no presente estudo permite ter uma noção de quais os níveis de perturbação causados pelos diferentes indicadores e, desta forma, estabelecer prioridades no que respeita à tomada de decisões no sentido de reduzir ou limitar esses mesmos impactos.

10. CONCLUSÃO

A ausência e a dificuldade na obtenção dos dados necessários à aplicação dos indicadores à Ria de Aveiro constituíram os principais problemas na realização deste trabalho.

No entanto, esta metodologia mostrou-se bastante interessante para identificar as principais pressões antrópicas, de uma forma integrada, apesar de se considerar ser necessário melhorar alguns aspectos. De facto, e como exemplo, o Indicador Integrativo Ambiental inerente à Intensidade de utilização dos recursos não parece reflectir o verdadeiro impacto da acção humana sobre a Ria de Aveiro.

Este trabalho constituiu uma primeira tentativa de aplicação deste tipo de ferramentas. A sua utilização rotineira tenderá a diminuir dificuldades agora existentes no acesso aos dados e, eventualmente, a implementar os estudos necessários à obtenção da informação.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anónimo.1995. Estuary Classification Scheme. SEPA Water Quality Classification Schemes

Anónimo, 2007. Gestão Integrada da Zona Costeira - Bases para a Estratégia de Gestão Integrada da Zona Costeira Nacional. 1ª edição. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. 110 pp.

Araújo, I. 2005. Sea Level Variability: Examples from the Atlantic Coast of Europe. Faculty of Science, University of Southampton, Southampton. 207pp.+Apendices

Araújo, I.B.; Dias, J.M., Pugh, D.T. 2008. Model simulations of tidal changes in a coastal lagoon, the Ria de Aveiro (Portugal). *Continental Shelf Research*, ISSN 0278-4343, 28 (8):1010-1025.

Aubry, A., Elliott, M. 2005. The use of Environmental Integrative Indicators to assess anthropogenic disturbance in estuaries and coasts - Application to the Humber Estuary, UK. University of Hull, United Kingdo. 208 pp.

Bald, J., Borja, A. Iñigo, M. 2007. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 55(1-6):16–29.

Barroso, C. M., Moreira, M. H., Gibbs, P.E. 2000. Comparison of imposex and intersex development in four prosobranch species for TBT monitoring of a southern European estuarine system (Ria de Aveiro, NW Portugal). *Marine Ecology Progress Series*, 201: 221–232.

Barroso, C. M., Reis-Henriques, M. A., Ferreira, M., Gibbs, P. E., Moreira, M. H. 2005. Organotin contamination, imposex and androgen/oestrogen ratios in natural populations of *Nassarius reticulatus* along a ship density gradient. *Speciation Analysis and Environment. Applied Organometallic Chemistry*, 19:1141–1148.

Barousseau, J.-P.; Brigand, L.; Denis, J.; Barousseau; Gérard, B.; Grignon-Logerot, C.; Henocque, Y.; Lointier, M. 1997. Guide Méthodologique d'aide a la gestion intégrée de la zone côtière. IOC Manuals and Guides, 36. UNESCO: Paris, France. 47 pp.

Belchior, C., Giancesella, S.M.F. 2006. Mediação entre Ciência e Sociedade na Gestão Integrada da Zonas Costeiras: Estudo de Caso na Região Estuarina de Santos (SP). Brasília – DF: III Encontro do Anppas. 13 pp.

Borja, A., Franco, J., Pérez, V. 2000. A Marine Biotic Index to establish the Ecological Quality of Soft-Botton Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments. *Marine Pollution Bulletin*, 40(12):1100-1114.

Borrego, C., Coutinho, M., Silva, M., Fidélis, T., Figueiredo, J., Leão, F., Pinho, R., Bento, S., Mata, P. 2006. Plano Municipal da Água – Diagnóstico. Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Aveiro, 267 pp.+ Anexo

Borrego, C., Pinho, R., Costa, F., Cardoso da Silva, M. 1990. The case os study of Ria de Aveiro, Aveiro, Portugal. GRIA – Gabinete da Ria de Aveiro, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal. 61pp + Anexos

Carrabau, M.E.M. 2005. Síntese e Análise Integrada dos Estudos Efectuados Sobre Recursos Naturais da Região da Ria de Aveiro. Tese de Mestrado, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal. 158 pp.

Diário da República, 2º série – Nº 101 de 25 de Maio de 2007

Dias, J. A. 2005. Evolução da Zona Costeira Portuguesa: Forçamentos Antrópicos e Naturais. *Revista Encontros Científicos – Turismo, Gestão, Fiscalidade*, 1:7- 27, Faro.

Dias, J.M., Leitão, P., Vaz, N. 2005. Horizontal patterns of water temperature and salinity in an estuarine tidal channel: Ria de Aveiro. *Ocean Dynamics*, 55:416-429.

Edital Nº 01/2007 do Ministério da Defesa Nacional marinha, Autoridade Marítima Naciona, Capitania do Porto de Aveiro. 11 pp.

Elliott, M. 2002. The role of DPSIR approach and conceptual models in marine environmental management: an example for offshore wind power. *Marine Pollution Bulletin* 44: iii-vii.

Elliott, M., McLusky, D.S. 2004. The estuarine ecosystem ecology, threats and management. 3rd Edition. OXFORD, New York. 214pp.

ICN. 2006. Zonas de Protecção Especial. Plano Sectorial da Rede Natura 2000

INAG (2006). Implementação da Directiva Quadro da Água. 2000 - 2005 - Instituto da Água (INAG). 16 pp.

Levinton, J. S. 2001. Marine Biology: Function, Biodiversity, Ecology. 2nd edition. Oxford University Press, 515 pp.

Luís, A. 1998. Influência de factores naturais e humanos nas limícolas (Aves, Charadrii) invernantes na Ria de Aveiro, com especial referência ao Pilrito-comum (*Calidris alpina* L...). Universidade de Aveiro, Aveiro. 222 pp.

Monterroso, P.A.C. 2005. Distribuição e comportamento do cádmio, chumbo, cobre e zinco nos sedimentos e coluna de água da Ria de Aveiro. Departamento de Química, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal. 219 pp.

Rodrigues, S. 2007. Variações da Batimetria e e Formas de Fundo na Embocadura da Ria de Aveiro. Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal. 52 pp.

Saraiva, A. 2005. Modelação Ecológica da Ria de Aveiro: o papel das Macroalgas. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. 127 pp. + Anexos

Silva, J.J.F. 1994. Circulação da Água na Ria de Aveiro - Contribuição Para o Estudo da Qualidade da Água. Departamento de Ambiente e Ordenamento. Universidade de Aveiro, Aveiro. 158 pp.

Smeets, E., Wetering, R. 1999. Environment indicators: typology and overview. Technical report No 25, European Environment Agency, Copenhagen. 19 pp.

Swindon, WRc. 1999. Guidelines for managing water quality impacts within UK European marine sites. English nature, UK Marine SACs Project. 449 pp.

Valença, M., Vinhas, T. 1990. Vigilância da Qualidade do Meio Ambiente da Ria de Aveiro. Divisão de Química e Poluição. Instituto Hidrográfico. Lisboa. 85 pp.

Vários, 2006. Plano Intermunicipal de Ordenamento da Ria de Aveiro - Relatório do Plano (Versão Final). CONSULMAR; CPU - Urbanistas e Arquitectos; IMPACTE - Ambiente e Desenvolvimento; TIS.pt. AMRia, Aveiro, 286 pp.

Vinhas, T., Shirley, M.L. 1989. Metais Pesados em enguias e sedimentos colhidos na Ria de Aveiro: relatório final de trabalho. Divisão de Química e Poluição. Instituto Hidrográfico. Lisboa. 149 pp.

Internet:

Site 1 - <http://www.azti.es/> (consultado a 16-07-2008)

Site 2 - www.prof2000.pt/users/hjco/aveirria/Pg000010.htm (consultado a 14-02-2008)

Site 3 - www.portodeaveiro.pt (consultado a 12-02-2008)

Site 4 - <http://camarinha.aveiro-digital.net/website/historia003.htm> (consultado a 20-08-2008)

Directivas e Decretos-Lei:

Directiva 76/464/CEE do Conselho, de 4 de Maio de 1976, relativa à poluição causada por determinadas substâncias perigosas lançadas no meio aquático da Comunidade

Directiva 1979/409/CEE do Conselho, de 2 de Abril de 1979, relativa à conservação das aves selvagens

Directiva 79/923/CEE do Conselho, de 30 de Outubro de 1979, relativa à qualidade exigida das águas conquícolas

Directiva 91/271/CEE do Conselho, de 21 de Maio de 1991, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas

Directiva 91/492/CEE do Conselho, de 15 de Julho de 1991, que estabelece as normas sanitárias que regem a produção e a colocação no mercado de moluscos bivalves vivos

Directiva 1992/43/CEE do Conselho, de 21 de Maio de 1992, relativa à preservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens

Directiva 93/351/CEE Decisão da Comissão, de 19 de Maio de 1993, que fixa os métodos de análise, os planos de colheita de amostras e os teores máximos de mercúrio para os produtos da pesca

Directiva 1995/21/ CE do Conselho, de 19 de Junho de 1995, relativa à aplicação, aos navios que escalem os portos da Comunidade ou naveguem em águas sob jurisdição dos Estados-membros, das normas internacionais respeitantes à segurança da navegação, à prevenção da poluição e às condições de vida e de trabalho a bordo dos navios (inspecção pelo Estado do porto)

Directiva 1999/51/CE da Comissão, de 26 de Maio de 1999, que adapta ao progresso técnico pela quinta vez o anexo I da Directiva 76/769/CEE do Conselho relativa à aproximação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas dos Estados-Membros respeitantes à limitação da colocação no mercado e da utilização de algumas substâncias e preparações perigosas (estanho, PCP e cádmio)

Directiva 96/61/CE do Conselho de 24 de Setembro de 1996 relativa à prevenção e controlo integrados da poluição

Directiva 2000/59/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Novembro de 2000, relativa aos meios portuários de recepção de resíduos gerados em navios e de resíduos da carga - Declaração da Comissão

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

Directiva 2006/7/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de Fevereiro de 2006, relativa à gestão da qualidade das águas balneares

Decreto-Lei nº 384-B/99 de 23 de Setembro de 1999, Diário da República nº 223 Série I Parte A de 23/09/1999 Suplemento 1

Decreto-Lei nº 140/99 de 24 de Abril de 1999, Diário da República 96/99 Série 1-A de 24/04/1999

Decreto-Lei nº 41/79, Diário da República 54/79 Série 1 de 06/03/1979

Decreto Regulamentar nº 46/97, Diário da República 266/97 Série 1-B de 17/11/1999

Cartas Militares de Portugal:

Carta Militar de Portugal. 1976. Ovar Folha 153. Escala 1:25000. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 1976. Torreira (Murtosa) Folha 162-A. Escala 1:25000. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 1976. Estarreja Folha 163. Escala 1:25000. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 1976. S. Jacinto (Aveiro) Folha 173. Escala 1:25000. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 1976. Murtosa Folha 174. Escala 1:25000. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 1976. Gafanha da Encarnação (Ílhavo) Folha 183. Escala 1:25000. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 1976. Aveiro Folha 185. Escala 1:25000. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 1976. Águeda Folha 186. Escala 1:25000. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 1976. Gafanha da Boa-Hora Folha 195. Escala 1:25000. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 1976. Vagos Folha 196. Escala 1:25000. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 1976. Oliveira do Bairro Folha 197. Escala 1:25000. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 1976. Mira Folha 206. Escala 1:25000. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 1998. Ovar Folha 153. Escala 1:25000. Edição 4. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 1998. Torreira (Murtosa) Folha 162-A. Escala 1:25000. Edição 3. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 1998. Estarreja Folha 163. Escala 1:25000. Edição 4. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 2001. S. Jacinto (Aveiro) Folha 173. Escala 1:25000. Edição 3. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 2002. Murtosa Folha 174. Escala 1:25000. Edição 4. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 2001. Gafanha da Encarnação (Ílhavo) Folha 183. Escala 1:25000. Edição 3. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 2001. Aveiro Folha 185. Escala 1:25000. Edição 4. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 2002. Águeda Folha 186. Escala 1:25000. Edição 3. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 2001. Gafanha da Boa-Hora Folha 195. Escala 1:25000. Edição 3. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 2002. Vagos Folha 196. Escala 1:25000. Edição 5. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 2001. Oliveira do Bairro Folha 197. Escala 1:25000. Edição 3. Instituto Geográfico do Exército

Carta Militar de Portugal. 2001. Mira Folha 206. Escala 1:25000. Edição 3. Instituto Geográfico do Exército

ANEXO I: Riscos associado à presença de substâncias tóxicas no meio aquático – informação relevante para o Indicador Integrativo relativo à Qualidade ambiental.

Anexo I – Riscos associado à presença de substâncias tóxicas no meio aquático. (Swindon, 1999)

Substância	Fontes		Destino e Comportamento	Persistência		Efeitos sobre a biota	
	Pontual	Difusa	Distribuição pelo ar, água e sedimentos	Água	Sedimentos	Bioacumulação	Toxicidade
Amónia	Descargas de águas residuais	Águas provenientes de zonas agrícolas	Encontra-se dissolvida na coluna de água	Variável (superior nos estuários)		Não é bioacumulável	Invertebrados: muito tóxica Peixes: muito tóxica
Mercúrio	Descargas industriais	Sedimentos	Pode ser encontrado dissolvido na coluna de água ou associado com sedimentos	Variável	Elevada	Mercúrio inorgânico: susceptível de bioacumulação Mercúrio orgânico: susceptível de bioacumulação significativa	Macrófitas: muito tóxico Invertebrados: muito tóxico Peixes: muito tóxico
Cádmio	Descargas industriais e águas drenadas de minas	Atmosfera	Pode ser encontrado dissolvido na coluna de água ou associado com sedimentos	Variável	Elevada	Susceptível de se bioacumular de forma significativa	Crustáceos: muito tóxico Peixes: muito tóxico

Anexo I (continuação) – Riscos associado à presença de substâncias tóxicas no meio aquático. (Swindon, 1999)

Substância	Fontes		Destino e Comportamento	Persistência		Efeitos sobre a biota	
	Pontual	Difusa	Distribuição pelo ar, água e sedimentos	Água	Sedimentos	Bioacumulação	Toxicidade
Chumbo	Descargas industriais e descargas de águas residuais	Atmosfera	Susceptível de se associar ao sedimento	Variável	Elevada	Susceptível à bioacumulação	Algas: muito tóxico Invertebrados: muito tóxico
Crómio	Descargas industriais	Atmosfera e águas provenientes de zonas agrícolas	Susceptível de se associar ao sedimento	Variável	Elevada		Invertebrados: tóxico Peixes: tóxico
Zinco	Descargas industriais, descargas de águas residuais e deterioração de lixo	Atmosfera	Susceptível de se associar ao sedimento	Variável	Elevada	Susceptível à bioacumulação	Algas: muito tóxico Invertebrados: muito tóxico Peixes: muito tóxico
Cobre	Descargas industriais, descargas de águas residuais e deterioração de lixo	Atmosfera e lixiviação dos solos	Susceptível de se associar ao sedimento. Pode estar presente em sob a forma de complexos na coluna de água	Variável	Elevada	Susceptível à bioacumulação	Invertebrados: muito tóxico Peixes: muito tóxico

Anexo I (continuação) – Riscos associado à presença de substâncias tóxicas no meio aquático. (Swindon, 1999)

Substância	Fontes		Destino e Comportamento	Persistência		Efeitos sobre a biota	
	Pontual	Difusa	Distribuição pelo ar, água e sedimentos	Água	Sedimentos	Bioacumulação	Toxicidade
Níquel	Descargas industriais, descargas de águas residuais e deterioração de lixo	Atmosfera e lixiviação dos solos	Susceptível de se associar ao sedimento. Pode estar presente sob a forma de complexos na coluna de água	Variável	Elevada	Não é susceptível à bioacumulação	Algas: muito tóxico Invertebrados: muito tóxico Peixes: muito tóxico
Arsénio	Descargas industriais	Sedimentos	Susceptível de se associar ao sedimento	Variável	Elevada	Não é susceptível à bioacumulação	Algas: muito tóxico Invertebrados: muito tóxico Peixes: muito tóxico
Vanádio	Descargas industriais de resíduos de carvão	Atmosfera	Susceptível de se associar ao sedimento	Variável	Elevada	Não é susceptível à bioacumulação	Invertebrados: improvavelmente tóxico
Boro	Descargas industriais e descargas de águas residuais		Susceptível de se associar ao sedimento	Variável	Elevada	Não é susceptível à bioacumulação	Invertebrados: improvavelmente tóxico
Ferro	Descargas industriais, descargas de águas residuais e descargas de explorações mineiras e seus despejos	Atmosfera	Susceptível de se associar ao sedimento	Variável	Elevada	Não é susceptível à bioacumulação	Invertebrados: improvavelmente tóxico

Anexo I (continuação) – Riscos associado à presença de substâncias tóxicas no meio aquático. (Swindon, 1999)

Substância	Fontes		Destino e Comportamento	Persistência		Efeitos sobre a biota	
	Pontual	Difusa	Distribuição pelo ar, água e sedimentos	Água	Sedimentos	Bioacumulação	Toxicidade
Químicos antitraça – PCSDs Ciflutrim Permetrim	Descargas industriais e descargas de águas residuais		Desconhecida	Desconhecida		Susceptível de bioacumulação significativa	Invertebrados: muito tóxicos Peixes: muito tóxicos
Anti-incrustantes - TBT (tri-butil-estanho)	Marinas, estaleiros, descargas de tratamentos químicos de madeira e pisciculturas	Lavagem de recipientes e pisciculturas	Susceptível de se associar aos sedimentos		Elevada	Potencial à bioacumulação significativa	Algas: muito tóxico Invertebrados: muito tóxicos Peixes: muito tóxicos Organismos que habitam no sedimento: muito tóxico
Etilenos clorinados	Descargas industriais e lixiviação de aterros	Atmosfera	Susceptível de se perder para a atmosfera	Baixa		Não se espera bioacumulação	Toxicidade baixa a moderada para os organismos aquáticos.

Anexo I (continuação) – Riscos associado à presença de substâncias tóxicas no meio aquático. (Swindon, 1999)

Substância	Fontes		Destino e Comportamento	Persistência		Efeitos sobre a biota	
	Pontual	Difusa	Distribuição pelo ar, água e sedimentos	Água	Sedimentos	Bioacumulação	Toxicidade
Benzeno	Descargas de águas residuais e descargas industriais	Atmosfera e águas provenientes de zonas urbanas	Susceptível de se perder para a atmosfera	Baixa a moderada		Potencial bioacumulação	Peixes: toxicidade moderada Outros: pensa-se ser de baixa toxicidade Ausência de informação relativa aos organismos que habitam no sedimento
Carbono tetracloreto	Descargas industriais	Atmosfera	Susceptível de se perder para a atmosfera	Baixa		Não se espera bioacumulação	Espera-se baixa toxicidade para os organismos aquáticos. Ausência de informação relativa aos organismos que habitam no sedimento
Etilenos clorinados	Descargas industriais e lixiviação de aterros	Atmosfera	Susceptível de se perder para a atmosfera	Baixa		Não se espera bioacumulação	Toxicidade baixa a moderada para os organismos aquáticos.

Anexo I (continuação) – Riscos associado à presença de substâncias tóxicas no meio aquático. (Swindon, 1999)

Substância	Fontes		Destino e Comportamento	Persistência		Efeitos sobre a biota	
	Pontual	Difusa	Distribuição pelo ar, água e sedimentos	Água	Sedimentos	Bioacumulação	Toxicidade
Cloronitrotoluenos	Descargas industriais		Susceptível de se perder para a atmosfera. Alguma adsorção para os sedimentos	Baixa		Potencial bioacumulação (pouca informação)	Toxicidade baixa a moderada para os organismos aquáticos. Ausência de informação relativa aos organismos marinhos.
Clorofenóis e diclorofenóis	Descargas industriais, descargas de fábricas de papel, produto da cloração das descargas industriais e de águas residuais		Susceptíveis de serem encontrados na coluna de água ou associados aos sedimentos	Baixa a moderada	Moderada	Não se espera bioacumulação	Toxicidade moderada a elevada para os organismos marinhos.
4-cloro-3-metilfenol	Descargas industriais		Susceptível de se dissolver na água	Baixa a moderada		Não se espera bioacumulação	Espera-se toxicidade moderada para os organismos aquáticos. Ausência de informação relativa aos organismos que habitam no sedimento

Anexo I (continuação) – Riscos associado à presença de substâncias tóxicas no meio aquático. (Swindon, 1999)

Substância	Fontes		Destino e Comportamento	Persistência		Efeitos sobre a biota	
	Pontual	Difusa	Distribuição pelo ar, água e sedimentos	Água	Sedimentos	Bioacumulação	Toxicidade
Biocidas utilizados na desinfecção de águas de refrigeração – Clorina Bromina	Descargas de estações hidroeléctricas		Susceptível de se encontrar na coluna de água	Baixa a moderada		Não se espera bioacumulação	Toxicidade improvável para os organismos marinhos
Diclorobenzenos	Descargas de águas residuais e descargas industriais	Atmosfera	Susceptíveis de se perderem para a atmosfera ou de se associarem aos sedimentos	Baixa a moderada	Elevada	Potencial bioacumulação	Toxicidade moderada para os invertebrados e peixes.
Endossulfano		Águas provenientes de zonas agrícolas	Susceptível de estar associado aos sedimentos	Baixa a moderada	Baixa a moderada	Potencial bioacumulação (particularmente nos peixes)	Algas: tóxico Moluscos: tóxico Crustáceos: tóxico Organismos que habitam no sedimento: tóxico

ANEXO II: Classificação de materiais de acordo com o grau de contaminação – informação relevante para o indicador relativo à Utilização benéfica do material dragado.

Anexo II - Classificação de materiais de acordo com o grau de contaminação: metais (mg/kg) e compostos orgânicos (ug/kg). (Portaria n.º 1450/2007 de 12 de Novembro)

Parâmetro	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
<u>Metais</u>					
Arsénio	<20	20-50	50 -100	100-500	>500
Cádmio	<1	1-3	3-5	5-10	>10
Crómio	<50	50-100	100-400	400-1000	>1000
Cobre	<35	35-150	150-300	300-500	>500
Mercúrio	<0,5	0,5-1,5	1,5-3,0	3,0-10	>10
Chumbo	<50	50-150	150-500	500-1000	>1000
Níquel	<30	30-75	75-125	125-250	>250
Zinco	<100	100-600	600-1500	1500-5000	>5000
<u>Compostos orgânicos</u>					
PCB (soma)	<5	5-25	25-100	100-300	>300
PAH (soma)	<300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000
HCB	<0,5	0,5-2,5	2,5-10	10-50	>50

A cada uma das classes de qualidade, identificada na tabela anterior, está associada a seguinte forma de eliminação dos materiais dragados (Portaria n.º 1450/2007 de 12 de Novembro):

Classe 1: Material dragado limpo — pode ser depositado no meio aquático ou repostado em locais sujeitos a erosão ou utilizado para alimentação de praias sem normas restritivas.

Classe 2: Material dragado com contaminação vestigiária pode ser imerso no meio aquático tendo em atenção as características do meio receptor e o uso legítimo do mesmo.

Classe 3: Material dragado ligeiramente contaminado pode ser utilizado para terraplenos ou no caso de imersão necessita de estudo aprofundado do local de deposição e monitorização posterior do mesmo.

Classe 4: Material dragado contaminado — deposição em terra, em local impermeabilizado, com a recomendação de posterior cobertura de solos impermeáveis.

Classe 5: Material muito contaminado — idealmente não deverá ser dragado e em caso imperativo, deverão os dragados ser encaminhados para tratamento prévio e ou deposição em aterro de resíduos devidamente autorizado, sendo proibida a sua imersão.

ANEXO III: Pontuações para a qualidade biológica, estética e química dos estuários – informação relevante para o indicador relativo à Interferência com rotas de migração – barreiras químicas

Anexo III – Pontuações para a qualidade biológica, estética e química dos estuários (a) e classes dos estuários (b). (Aubry e Elliott, 2005)

a

Description	Points
Biological quality (scores allocated are added together)	
(a) Allows the passage to and from fresh water of all relevant species of migratory fish, when this not prevented by physical barriers. Relevant species include salmonids, eels, flounders and cucumber smelts etc.	2
(b) Supports a residential fish population which is broadly consistent with the physical and hydrographical conditions	2
(c) Supports a benthic community which is broadly consistent with the physical and hydrographical conditions	2
(d) Absence of substantially elevated levels in the biota of persistent toxic or tainting substances from whatever source	4
Maximum number of points	10
Aesthetic quality (one score allocated)	
(a) Estuaries or zones of estuaries that either do not receive a significant polluting input or which receive inputs that do not cause significant aesthetic pollution	10
(b) Estuaries or zones of estuaries which inputs which cause a certain amount of aesthetic pollution but do not seriously interfere with estuary usage	6
(c) Estuaries or zones of estuaries which receive inputs which result in aesthetic pollution sufficiently serious to effect estuary usage	3
(d) Estuaries or zones of estuaries which receive inputs which cause widespread public nuisance	0
Water quality (one score allocated)	
Dissolved oxygen exceeds the following saturation values:	
60%	10
40%	6
30%	5
20%	4
10%	3
below 10%	0

b

Class	Quality	Number os points
A	Good	24 to 30
B	Fair	16 to 23
C	Poor	9 to 15
D	Bad	0 to 8

ANEXO IV: Programa de Classificação dos Estuários (SEPA, 1995)

Anexo IV – Programa de classificação dos estuários. (SEPA, 1995)

Class	Description	Aesthetic Condition	Fish Migration	Benthic Community and/or Bioassay	Resident Fish	Persistent Substances (Biota)	Water Chemistry	
							Dissolved Oxygen (DO)	EC Red List and Dangerous Substances
A	Excellent	Unpolluted	Water quality allows free passage	Normal	Resident fish community normal	<2X National background	Minimum DO >6mg/l	100% compliance of samples
B	Good	May show signs of contamination	Water quality allows free passage	Normal	Resident fish community normal	> or = 2X National background but < substantially elevated	Minimum DO < or = 6 mg/l but > 4 mg/l	Annual compliance of samples
C	Unsatisfactory	Occasional observations or substantiated complaints of pollution	Water quality restricts passage	Modified	Resident fish community modified	> or = substantially elevated but < grossly elevated	Minimum DO < or = 4mg/l but >2mg/l	One or more List II substances fail to comply. List I and Red List all comply
D	Seriously polluted	Frequent observations or substantiated complaints of pollution	Water quality allows NO passage	Impoverished or severely modified	Resident fish community impoverished	> or = Grossly elevated level	DO < 2mg/l	One or more List I or Red List substances fail to comply

ANEXO V: Cursos de água que desaguam nos canais da Ria de Aveiro – informação relevante para o Indicador Integrativo relativo à Qualidade Ambiental.

Anexo V - Cursos de água que desaguam nos canais da Ria de Aveiro. (Borrego, et al., 2006)

Canais	Área de drenagem (Km ²)	Cursos de água	Área da bacia (Km ²)	Extensão (Km ²)	Concelhos atravessados	
					AMRia	Outros
Canal de Ovar	225	Rio Caster	86,7	20,5	Ovar	Santa Maria da Feira
		Ribeira de S. João	26,0	11,0	Ovar	Santa Maria da Feira
		Ribeira da Senhora da Graça	20,0	11,5	Ovar	Oliveira de Azeméis
		Ribeira do Seixo	9,5	9,0	Ovar	
		Rio Negro	43,8	14,0	Ovar	Oliveira de Azeméis
		Ribeira de S. Miguel	5,0	7,0	Ovar	Oliveira de Azeméis
		Rio Gonde	19,6	11,0	Ovar, Estarreja	Oliveira de Azeméis
		Ribeira Nova ou da Fontela	21,3	9,5	Estarreja	Oliveira de Azeméis
Canal da Murtosa	266	Rio Antuã	149,2	38,3		Oliveira de Azeméis, S. João da Madeira, Santa Maria da Feira
		Rio Insua	43,3	23,0		Oliveira de Azeméis
		Ribeira do Cercal	11,0	7,5		Oliveira de Azeméis
		Ribeira do Pintor	10,2	7,1		Oliveira de Azeméis
		Rio Jardim	22,9	13,5	Estarreja, Albergaria-a-Velha	
		Ribeira do Regato do Corgo/Fermelã	19,3	7,3	Estarreja, Albergaria-a-Velha	
		Ribeira da Agra ou Espinhel	10,9	6,0	Estarreja, Albergaria-a-Velha	
		Rio Velho			Estarreja, Albergaria-a-Velha	

Anexo V (continuação) - Cursos de água que desaguam nos canais da Ria de Aveiro. (Borrego, et al., 2006)

Canais	Área de drenagem (Km ²)	Cursos de água	Área da bacia (Km ²)	Extensão (Km ²)	Concelhos atravessados	
					AMRia	Outros
Canal do Espinheiro	2425	Rio Vouga	3635	147,9	Aveiro, Albergaria-a-Velha, Águeda, Sever do Vouga	Oliveira de Frades, Vouzela, S. Pedro do Sul, Viseu, Sátão
		Vala da Eirinha/Ribeiro da Horta	45,9	14,4	Aveiro	
		Vala Mestra	17,1	5,1	Albergaria-a-Velha	
		Ribeira da Vala do Monte	8,8	5,9	Albergaria-a-Velha	
		Rio Águeda	971,8	50,8	Águeda	Oliveira de Frades, Vouzela
		Rio Cértima	541,4	43,0	Águeda, Oliveira do Bairro	Anadia, Mealhada
		Rio Alfusqueiro	204,8	49,3	Águeda, Sever do Vouga	Oliveira de Frades, Vouzela
		Ribeira de Belazaima	8,9	12,0	Águeda	
		Rio Agadão	47,4	22,8	Águeda	Tondela
		Ribeiro das Dornas	46,8	22,0	Águeda	Tondela
		Rio Marnel	63,5	20,0	Águeda, Sever do Vouga	
		Ribeira do Beco	6,4	12,3	Águeda	
		Rio Caima	196,4	50,0	Albergaria-a-Velha	Oliveira de Azeméis, Vale de Cambra
		Rio Filvida	27,6	15,0	Albergaria-a-Velha, Sever do Vouga	Oliveira de Azeméis
		Ribeira Moscoso	10,4	8,3		Vale de Cambra
		Rio Vignes	32,2	8,8		Vale de Cambra
Ribeira de Alombada	24,0	13,0	Águeda, Sever do Vouga	Oliveira de Frades		
Rio Mau	30,3	18,2	Sever do Vouga			

Anexo V (continuação) - Cursos de água que desaguam nos canais da Ria de Aveiro. (Borrego, et al., 2006)

Canais	Área de drenagem (Km ²)	Cursos de água	Área da bacia (Km ²)	Extensão (Km ²)	Concelhos atravessados	
					AMRia	Outros
Canal do Espinheiro	2425	Rio Lordelo	23,1	11,5	Sever do Vouga	Vale de Cambra
		Rio Teixeira	73,4	18,2	Sever do Vouga	Vale de Cambra, S. Pedro do Sul
		Ribeira de Peraduça	12,7	6,5		Vale de Cambra
		Ribeira de Perguinho	8,4	6,0		S. Pedro do Sul
		Rio Varôso	61,9	18,2		S. Pedro do Sul
		Ribeira da Landeira	19,8	7,0		S. Pedro do Sul
		Ribeira de Lafões	17,5	8,0		
		Rio Zela	18,5	9,0		
		Ribeira de Ribamá	34,8	13,5		Vouzela
		Rio Troço	35,9	18,5		S. Pedro do Sul, Viseu
		Rio Sul	114,9	10,0		S. Pedro do Sul
		Ribeira de Vilar	11,3	7,5		S. Pedro do Sul
		Ribeira de Aveloso	10,8	7,0		S. Pedro do Sul
		Ribeira de Água Fria	39,2	15,5		S. Pedro do Sul, Castro Daire
		Ribeira de Pinho	11,5	7,1		S. Pedro do Sul
		Ribeira do Soito	16,8	7,0		S. Pedro do Sul
		Ribeira do Rio de Mel	95,4	16,0		S. Pedro do Sul, Castro Daire
		Ribeira do Corgo	48,5	9,1		Castro Daire
		Ribeira da Igreja	21,6	7,8		Viseu, Sátão
		Ribeira do Pisão	16,0	6,0		Viseu
Ribeira do Rebentão	21,3	9,5		Vila Nova de Paiva		
Ribeira do Corga	23,4	8,5		Sátão		

Anexo V (continuação) - Cursos de água que desaguam nos canais da Ria de Aveiro. (Borrego, et al., 2006)

Canais	Área de drenagem (Km ²)	Cursos de água	Área da bacia (Km ²)	Extensão (Km ²)	Concelhos atravessados	
					AMRia	Outros
Canal do Espinheiro	2425	Ribeira do Convento	15,9	9,3		Sátão
		Ribeira da Brazela	23,5	12,0		Aguiar da Beira
Canal de Ílhavo	189	Rio Boco	207,6	30,0	Vagos, Oliveira do Bairro	
		Esteiro de S. Pedro	20,8	7,0	Aveiro	
		Ribeiro do Vale de Aradas	9,1	5,5	Aveiro	
		Vala dos Moleiros	7,0	5,1	Aveiro	
		Vala Real	15,8	7,0	Vagos	
		Ribeira das Malhadas	7,0	6,5	Vagos	
		Ribeira de S. Romão	24,0	6,9	Vagos	
		Ribeira da Presa Velha	21,5	9,0	Vagos	
		Ribeira do Tabuaço	32,0	9,0	Vagos, Oliveira do Bairro	Cantanhede
Canal de Mira	375	Ribeira da Corujeira/Vala Fervença			Mira	Cantanhede, Montemor
		Vala Florestal do Areão	23,6	12,3	Mira, Vagos	
		Vala do Regente Rei	49,8	15,2	Mira	Cantanhede
		Vala da Veia ou Ribeira da Varziela	113,2	21,1		Cantanhede
		Ribeira do Fontão	11,6	5,9		Cantanhede
		Vala dos Fujacos	10,8	9,0		Cantanhede
		Ribeira da Espinheira	8,8	7,0		Cantanhede
		Ribeira da barrinha de Mira	20,8	8,8	Mira	
		Ribeira ou Vala de S. Tomé	8,0	6,0	Mira	

Anexo V (continuação) - Cursos de água que desaguam nos canais da Ria de Aveiro. (Borrego, et al., 2006)

Canais	Área de drenagem (Km ²)	Cursos de água	Área da bacia (Km ²)	Extensão (Km ²)	Concelhos atravessados	
					AMRia	Outros
Canal de Mira	375	Ribeira do Arneiro	9,8	6,5		Cantanhede
		Vala do Corgo	11,5	6,8		Cantanhede

ANEXO VI: Questionários utilizados por Aubry e Elliott (2005) para a obtenção do peso dos Indicadores Componentes.

Dear XXX,

In February 2002, I understand that you participated in a workshop funded by DEFRA and organized by CEFAS at Five Lakes, Tollshunt Knights. The aim of the workshop was to develop marine indicators for seabed disturbance (aggregate extraction, disposal, fisheries and nearshore disturbance). I am currently working with Dr. Mike Elliott at the Institute of Estuarine and Coastal Studies (IECS), University of Hull. We are now further developing the indicators proposed for nearshore disturbance, and I am applying them in a case study of the Humber Estuary.

At the workshop, the working group dealing with nearshore disturbance identified 3 main integrative indicators (each of them comprising about 10 component indicators):

1. 'Coastline Morphological Change',
2. 'Resource Use Change'
3. 'Environmental Quality and its Perception'.

The geographical unit is set at about 10 km of coastline.

The application of these indicators to the Humber Estuary ecosystem requires that the importance of each of the component indicators be weighted relative to one another before they are integrated into each of the three indicators listed above. We realise that you have a full workload but, as a workshop participant, we would be extremely grateful if you could spare a few minutes of your time and offer your expert opinion on the appropriate weighting.

The list of indicators is given in the attached file. Could you give a rank to each of the component indicators, in order to reflect its relative importance in determining the integrative indicator. Please assign the ranks according to the following scale:

1: very low 3: low 5: moderate 7: high 9: very high

One rank (e.g. 7) can be assigned to more than one component indicator.

Your participation in this weighting process will help to further develop the scheme that was initiated during the last workshop. The present case study of the Humber Estuary allows the testing of many indicators, and enables the development of the weighting and integration process. Only then can we apply them as a tool for managing our coasts and estuaries.

You can return the replies to Aurélie AUBRY at a.e.aubry@biosci.hull.ac.uk or in the post to: Aurélie Aubry, IECS, University of Hull, Cottingham Road, Hull, HU6 7RX. If you would like more details about this work, or if you wish to discuss it further, please do not hesitate to contact me at the above email or by phone 01482 465661.

Thank you very much for your time,

Yours sincerely,

Aurélie.

Integrative Indicator 1: COASTLINE MORPHOLOGICAL CHANGE

Ranking table for estuaries and coasts

Indicator	Name	Your rank
1.1	Intertidal area lost	
1.2	Re-alignment schemes	
1.3	Land claim	
1.4	Gross change in the bathymetry and topography	
1.5	Interference with the hydrographic regime	
1.6	Gross change in coastline shape	
1.7	Climate variability	
1.8	Relative Sea Level Rise	

Ranks to assign depending on the **relative importance** of the indicator:

- 1: very low
- 3: low
- 5: moderate
- 7: high
- 9: very high

Definition of the indicators:

NB: We have the values for the indicators, the ranks you provide aim at weighting each value when calculating the integrative indicator.

1.1. Intertidal area lost

Net loss in the area covered by intertidal habitats (saltmarshes included) over the last few decades.

This indicator includes both the anthropogenically-induced changes and the natural variations.

1.2. Re-alignment schemes

Area created within re-alignment schemes (setting back of flood defences) over the last few decades.

1.3. Land claim

Intertidal area lost due to land claim over the last 200 years.

1.4. Gross change in the bathymetry and topography

% of the area (intertidal and subtidal) significantly modified (accretion/erosion) over the last century, resulting from both natural variations and human stressors.

1.5. Interference with the hydrographic regime

% of the area impacted (expert judgment) by man-made structures affecting the current patterns and wave regime (harbour, marina, jetty, bridge supports, groynes, wharves). Dams, weirs... are not included in this indicator (cf. indicator 'interference with migration routes - physical barriers').

1.6. Gross change in coastline shape

% of the length of coast with coastal defences (concrete walls, embankments with rock revetment...).

1.7. Climate variability

Recent trends in storminess (return period of extreme events).

This indicator reflects the cumulative effects of natural phenomena and human stressors.

1.8. Relative Sea Level rise

Recent sea level rise (over the last century) and projected trend for the coming years.

Integrative Indicator 2: RESOURCE USE CHANGE

Ranking table for estuaries and coasts:

Indicator	Name	Your rank
2.1	Anthropogenically affected coastline	
2.2	Construction licences	
2.3	Direct discharges	
2.4	Maintenance dredging (area dredged)	
2.5.a	Maintenance dredging (disposal area)	
2.5.b	Maintenance dredging (disposal amount)	
2.6.	Capital dredging (disposal)	
2.7.	Beneficial use	
2.8.	Intensity of windfarm development	
2.9.	Aquaculture	
2.10.	Other fisheries activities causing nearshore disturbance	
2.11.	Intensity of marina developments	
2.12.	Intensity of port developments	
2.13.	Area covered by pipelines and cables	
2.14.	Oil and Gas exploration	
2.15.	Pollution incidents	
2.16.	Tourism and recreation	

Ranks to assign depending on the **relative importance** of the indicator:

- 1: very low
- 3: low
- 5: moderate
- 7: high
- 9: very high

Definition of the indicators:

NB: We have the values for the indicators, the ranks you provide aim at weighting each value when calculating the integrative indicator.

2.1. Anthropogenically affected coastline

% of urban and industrial developments (considering 1 km landward from the High Water mark).

2.2. Construction licences

Evolution in the number of consents as a measure of the intensity of development below Mean High Water.

(Capital dredging licences not included)

2.3. Direct discharges

Number and type (STWs, industries...) of discharges.

2.4. Maintenance dredging

Dredging area

2.5. Maintenance dredging (disposal)

2.5.a: Disposal area: area designated for disposal

2.5.b: Disposal amount: annual tonnage of maintenance dredged material deposited.

2.6. Capital dredging (disposal)

Annual tonnage disposed (including beneficial uses) and number of licences for the last 10 years.

2.7. Beneficial use

Number of beneficial use licences for the last 10 years, and the % of dredged material (both capital and maintenance) being disposed that is going for beneficial placements (for estuaries: all placements but at sea).

2.8. Intensity of wind farm development

% of the subtidal area restricted due to wind farm developments.

Only the impacts on the seabed are considered, not the impacts on other fauna (birds, marine mammals...).

2.9. Aquaculture

% of the intertidal and subtidal area covered by the developments.

2.10. Other fisheries activities causing nearshore disturbance: Cockle gathering, Bait digging, Angling.

% of the length of coast affected by the activities and if available the number of permits delivered.

2.11. Intensity of marina developments

Extent of marinas (number of berths).

2.12. Intensity of port developments

Extent of ports (length of docks).

2.13. Area covered by pipelines and cables

% of the intertidal and subtidal area covered by pipelines and cables (area restricted to fishing and anchoring).

2.14. Oil and Gas exploration

% of the subtidal area explored for oil and gas production.

2.15. Pollution incidents

Number and severity of pollution incidents affecting the water body during a year, reported by the statutory environmental agencies.

2.16. Tourism and recreation

% of the length of coast covered by a site with recreational purposes (country parks, conservation areas, beaches, mooring sites, motorized access to the foreshore, wildfowl shooting).

Integrative Indicator 3: ENVIRONMENTAL QUALITY AND ITS PERCEPTION

Ranking table for estuaries and coasts:

Indicator	Name	Your rank
3.1	Water chemical quality	
3.2	Sediment chemical quality	
3.3	Water Quality - Biological effect	
3.4	Water quality - microbial assay	
3.5	Benthos	
3.6	Shellfish quality	
3.7	Loss of habitats	
3.8	Aesthetic pollution	
3.9	Interference with migration routes - Physical barriers	
3.10.	Interference with migration routes - Chemical barriers	

Ranks to assign depending on the **relative importance** of the indicator:

- 1: very low
- 3: low
- 5: moderate
- 7: high
- 9: very high

Definition of the indicators:

NB: We have the values for the indicators, the ranks you provide aim at weighting each value when calculating the integrative indicator.

3.1. Water chemical quality

List I and list II substances (metals, organic compounds, ammonia, drins, temperature) should comply with EQSs to be classified as 'excellent'.

If possible indication of the trends away or towards the EQS.

3.2. Sediment chemical quality

Concentrations of metals in sediments compared with the Threshold Effect Levels (TEL) and Probable Effect Levels (PEL) as adopted by Environment Canada.

3.3. Water Quality - Biological effect

The methods may vary according to the site.

Results of oyster embryo assays are classified according to the Percentage Net Response (% of embryos being affected by the contaminants in the samples).

Results of bioaccumulation surveys (in Fucus spp, brown shrimp...) are classified according to the concentrations of metals.

3.4. Water quality - microbial assay

% of beaches with good and excellent grades set under the Bathing Waters Directive.

Compliance with the coliform standards set under the Directive indicates a good control of any nearby sewage discharges.

3.5. Benthos

Intertidal and subtidal surveys.

Overall abundance, species richness and abundance of 'pollution indicator' species or groups such as *Capitella capitata* and oligochaetes.

3.6. Shellfish quality

Compliance with standards for growth under the Shellfish Waters Directive 79/923, and class of the designated harvesting area under the Shellfish Directive 91/942 (depending on faecal coliforms, salmonella...).

3.7. Loss of habitats

% of the area lost during the last few decades for habitats of conservation and functional importance to the health of the system (saltmarshes, coastal lagoons, sand and shingle habitats, reed beds, intertidal mud and sand flats).

3.8. Aesthetic pollution

Grade (A: very good to D: poor) of beaches under the Beach Aesthetic Quality Assessment implemented by NALG (National Aquatic Litter Group) for litter.

3.9. Interference with fish migration routes: physical barriers

Number of physical barriers (as a proportion of natural watercourses affected) and the significance of their impact on fish movements.

When possible, the significance of the impact should be based on the count of indicative species such as Salmon, Trout, or Lamprey.

3.10. Interference with fish migration routes: chemical barriers

A Dissolve Oxygen (DO) saturation between 50% and 70% for 95% of the time corresponds to a class 'medium' for this indicator.