



Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

Efeitos nefastos das descargas residuais nos mares e oceanos

Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico

As reservas marinhas

Projeto Final de Licenciatura

Elaborado por João José Gonçalves Afonso

Aluno nº 20131778

Orientador: Professora Doutora Sandra Félix

Barcarena

Junho de 2016

Universidade Atlântica

Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos

Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico

As reservas marinhas

Projeto Final de Licenciatura

Elaborado por João José Gonçalves Afonso

Aluno nº 20131778

Orientador: Professora Doutora Sandra Félix

Barcarena

Junho de 2016

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

O autor é o único responsável pelas ideias expressas neste relatório

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

Agradecimentos

A todos os professores que me acompanharam ao longo desta caminhada e com quem muito aprendi e a quem desejo expressar os meus sinceros agradecimentos.

Um especial agradecimento à orientadora e Grande Professora Doutora Sandra Félix, pela dedicação, disponibilidade e paciência demonstrada na orientação e no decorrer da elaboração do presente trabalho. A sua orientação e entusiasmo foram contagiantes em todo o percurso académico e em especial na temática e elaboração deste trabalho.

Tenho a agradecer aos colegas da Universidade que tive o prazer de conhecer, conviver e trabalhar, com muito sono pelo meio, mas sempre com muita motivação em todos os desafios que nos foram lançados pelos docentes ao longo desta caminhada.

Aos meus amigos pela paciência demonstrada nos momentos de indisponibilidade e de baixos níveis de humor, foram muitos os dias com poucas horas de sono, embora já fosse assim antes de dar início a este percurso.

Um especial agradecimento à minha amiga Ana pelo apoio moral e estímulo para que nunca desmoralizasse nos percalços que foram surgindo, pelas longas noites de trabalho árduo e com muito sono dedicadas à elaboração deste trabalho.

Um especial agradecimento ao meu amigo Bernardo pelo apoio e ajuda nas questões ligadas ao oceano e às áreas de proteção marinha. Temos que voltar ao mar muito em breve.

À minha família pelo apoio moral e estímulo de que fui alvo quando decidi dar início a esta aventura, com um especial obrigado aos putos meus sobrinhos (meninos e meninas) não só porque também me incentivaram, mas porque este Tio gosta muito, muito, muito deles.

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

Resumo

Efeitos nefastos das descargas residuais nos mares e oceanos

Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico

As reservas marinhas

Com o presente trabalho pretende-se estudar o efeito que as descargas residuais descontroladas provenientes das ribeiras costeiras marítimas e estuarinas exerceram no ecossistema marinho. Paralelamente, pretende-se avaliar o impacto da entrada em funcionamento das ETAR na zona do ecótono do estuário do Rio Tejo com o Oceano Atlântico, atendendo ao efluente final produzido, numa área compreendida entre Caxias (Ribeira de Barcarena), Cabo da Roca e o Cabo Espichel. Para tal, tem-se como principais objetivos:

Perceber e quantificar os efeitos nefastos de décadas de descargas sucessivas sem qualquer tratamento, que afetaram a qualidade da água e da areia das praias próximas da zona do ecótono, as consequências negativas sobre o ecossistema local, e igualmente o impacto para a saúde pública.

Avaliar a eficácia das ETAR na qualidade do efluente descarregado no meio marinho e estuarino, assim como também na qualidade da areia das praias na zona do ecótono, visando antever potenciais consequências para a saúde pública.

No que respeita à legislação adotada, dentro do quadro nacional e da União Europeia, perceber o seu cumprimento e implementação face aos resultados almejados. Serão igualmente consideradas possíveis consequências negativas que possam surgir face a medidas já implementadas e procurar-se-á alcançar soluções e sugestões, quando possível e fundamentadamente.

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

Perceber, monitorizar e avaliar as pressões antrópicas exercidas nos ecossistemas marinhos, em especial nas áreas protegidas próximas do ecótono do Rio Tejo com o oceano Atlântico, quer sejam consequência do efluente final produzido pelas ETAR locais bem como por atividades de pesca comercial e lúdica e ainda atividades diversas comerciais e de lazer que ocorram nestes locais.

Palavras-chave: ecótono, ecossistema marinho, efeitos nefastos antropogénicos, flora e fauna marinha, qualidade da água do mar e da areia, Diretiva Quadro da Água, monitorização, águas residuais, ETAR, efluente final, processamento e revalorização de resíduos, meio recetor, emissário submarino, Biota, Ecótono, tratamento primário, secundário e terciário, reservas marinhas, zonas de proteção e sustentabilidade, sistema de alerta e previsão, risco de contaminação, perfil de água balnear.

Abstract

Harmful effects of waste discharges in the seas and oceans

Ecotone of the Tagus River to the Atlantic Ocean

The marine reserves

The present work aims to evaluate the impact of uncontrolled discharges of coastal and estuarine creeks exercised in maritime marine ecosystem and also assess the impact of the entry into operation of wastewater treatment plants (WWTP) in the Ecotone of the estuary of the Tagus River with the Atlantic Ocean, taking into account that the final effluent produced, in an area between Caxias (Ribeira de Barcarena), Cabo da Roca and the Cabo Espichel. Understand and quantify anthropogenic adverse effects that during decades of successive discharges without any treatment affected the quality of the water and the sand on the beaches next Ecotone area as well as the negative consequences under the local ecosystem, both in scope of flora and marine fauna, the quality of sea water and the sand on the beaches and also under the public health impacts.

Also will focus on the implementation and effectiveness of marine reserves or protected areas, focusing on the ecosystem; quantify and qualify the benefits arising from the application of these under ecological, biological and commercial fishing. Extrapolate over the long term, quantitatively, the build-up from the final effluent in the receiving environment marine and estuarine, in view of the important fact that in some of the cases, while respecting the parameters provided, the WWTP (Wastewater treatment plant) (*ETAR*) just perform the primary treatment. Finally, according to the observed, reaching the conclusions possible given the available information, ask questions and point out new measures and projects to promote the sustainability of the marine

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

ecosystem in the environment of Ecotone of the Tagus River (Rio Tejo) with the Atlantic Ocean. Will be concluding observations which shall contain the main results of the comparisons and overlays of the elements examined in previous chapters.

Keywords: marine ecosystem, ecotone, anthropogenic adverse effects, marine flora and fauna, water quality of the sea and sand, water framework directive, monitoring, wastewater, wastewater treatment plant (ETAR), final effluent, waste processing and revaluation means receptor, outfall, Biota, Ecotone, primary, secondary and tertiary treatment, marine reserves, protection zones and sustainability, and forecast warning system, risk of contamination, bathing water profile.

Índice

Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract	ix
Índice	xi
Índice de figuras.....	xv
Lista de abreviaturas e siglas	xix
Glossário	xxi
Introdução	1
1. Ecossistema, ecótono, pressões antropogénicas	5
1.1. Enquadramento geral, caracterização da região do ecótono.	5
1.2. Topografia e Hidrologia	7
1.3. Fontes Poluidoras e consequências	9
2. Pressões Antropogénicas, poluição estuarina e marinha. Descarga de efluentes. ETAR, monitorização (1993 – 1997)	11
2.1. O emissário submarino da Guia, as ETAR e o meio recetor dos efluentes..	12
2.2. Metodologia - Amostragem e análise.....	12
2.3. Resultados das Análises à água do meio recetor, Ribeiras e Praias da linha de costa dos concelhos de Oeiras e Cascais. (1993/1997).....	14
2.4. A melhoria da qualidade da água	17

3. Águas Residuais. Monitorização da ETAR da Guia e emissário submarino entre 1997 e 2009, poluição estuarina e marinha.....	21
3.1. Enquadramento, A Diretiva-Quadro da Água.....	22
3.2. Águas Residuais. Integração na Diretiva-Quadro da Água e Diretiva 91/271/CEE.....	23
3.3. Monitorização: Metodologia e amostragem à entrada do intercetor de captação do efluente e em meio recetor (13 anos, de 1997 a 2009).	24
3.4. Composição química do efluente final. Amostragem em meio recetor (13 anos, de 1997 a 2009).	24
3.5. Resultados Microbiológicos (coliformes fecais e outras bactérias).	25
3.6. O meio recetor, resultados físico-químicos, (Metais pesados, Clorofila <i>a</i> , transparência, Oxigénio dissolvido e Nitrato).	26
4. O Ecótono do Rio Tejo, a legislação para a mitigação do risco pela monitorização e a qualidade das águas balneares das praias.	29
4.1. Monitorização, classificação e qualidade das águas balneares.....	31
4.2. Caracterização das praias junto ao ecótono e classificação das águas balneares. de acordo com a monitorização realizada pela APA, na zona de influencia da pluma do Rio Tejo e das ribeiras da linha de costa oceânica.....	32
4.3. Monitorização.....	34
4.4. Causas na saúde publica	35
5. Ecossistemas Marinhos.....	43
5.1. Pressões e consequências	43
5.2. Cardumes de peixes como indicadores de pressões antropogénicas.	45
5.3. Efeitos das pressões antropogénicas.....	46
5.4. Emissário, mudanças na taxocenose, estruturais e funcionais	48
6. Degradação do ecossistema marinho e Áreas Marinhas Protegidas (TPZ, PPZ e CPZ).....	49

6.1. A importância das Áreas Protegidas Marinhas	51
7. Conclusão e propostas	53
7.1. Conclusão	53
7.2. Propostas - Aumento e criação de novas áreas de proteção marinhas.	54
Bibliografia	63

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

Índice de figuras

Fig. 1 – Planta de localização dos pontos de recolha das amostras em meio marinho. Imediações do local de descarga do efluente do emissário da ETAR da Guia.....	17
Fig. 2 –Bactérias Coliformes. Coliformes Fecais, ECcoli e Enterococos (1997 / 2009)	27
Fig. 3 – CQO e CBO ₅ (1997 / 2009).....	28
Fig. 4 – Localização dos pontos de amostragem do Programa de Monitorização Ambiental do Estuário do Tejo (laranja) e localização das bóias (verde).	38
Fig. 5 – Planta de localização das praias junto ao ecótono.	38
Fig. 6 – Figura 4 – Simulação da distribuição das plumas das ribeiras, com todas as ribeiras a descarregar, num cenário típico de episódios de chuva.	42
Fig. 7 – Figura 5 – Representação da contaminação fecal, dos efluentes poluentes das ribeiras, ao longo da Costa do Estoril, num cenário de inverno ou em episódios de chuva.	42
Fig. 8 – Áreas protegidas 2000	58
Fig. 9 – Áreas de proteção marinha da Praia das Avencas na Parede e em baixo o Cabo da Roca.	59
Fig. 10 – Proposta para aumento das atuais faixas de proteção e.....	60

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

Índice de tabelas

Tabela 1 - Parâmetros para análise Físico-química	18
Tabela 2 – Ribeira de Caparide; sólidos suspensos comparação de resultados entre 1994 e 1997.....	18
Tabela 3 - Praias da linha de costa do concelho de Cascais e Oeiras; distribuição de bactérias Coliformes Totais / 100 ml (1993 - 1997).....	19
Tabela 4 - Praias da linha de costa do concelho de Cascais e Oeiras; Poluição entérica, Coliformes Fecais / 100 ml (1993 e 1997)	19
Tabela 5 - Praias da linha de costa do concelho de Cascais e Oeiras; Poluição entérica, distribuição de bactérias Estreptococos Fecais / 100mL (1993 e 1997).....	20
Tabela 6 – Metais pesados, concentrações elementares em µg/l. Amostras dos locais “M”, “5” e “8” a meia profundidade (1993 e 1997).	20
Tabela 7 - Média do desvio padrão da percentagem de saturação, Clorofila a, transparência e nitrato no Verão e Inverno (1997 a 2009).....	28
Tabela 8 - Valores limites da qualidade da água balnear.	39
Tabela 9 - Classificação das águas balneares.	39
Tabela 10 - Norma da qualidade das águas.	40
Tabela 11 - Limites de qualidade para a classificação da qualidade das águas, consideradas pela Nova Diretiva das Águas Balneares (anexo I do Decreto Lei nº 135/2009).	41
Tabela 12 - Limites de qualidade para a classificação das amostras pontuais.	41
Tabela 13 - Classificação segundo a legislação em vigor.	41
Tabela 14 - Classificação da qualidade da água balnear das praias de Carcavelos, Torre e Santo Amaro de Oeiras.	41
Tabela 15 - Ribeiras da margem norte do Ecótono do Rio Tejo (concelhos de Oeiras e Cascais).	62
Tabela 16 - Ribeiras da margem sul do Ecótono do Rio Tejo (Concelhos de Almada e Sesimbra).	62

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

Lista de abreviaturas e siglas

CBO_5 mg/ LO_2 - A Carência Bioquímica de Oxigénio define-se como a quantidade de oxigénio dissolvido. LO_2 – (liquid oxygen. (a liquid composed of the liquid phase of molecular oxygen (N_2)).

CF – Coliformes Fecais – São bactérias que estão presentes em grandes quantidades no intestino dos animais de sangue quente.

CFU – Colony Forming Unit

CQO mg/ LO_2 ----- carência química de oxigénio, parâmetro de avaliação da qualidade das águas que mede a quantidade de carga química.

CT – Coliformes Totais – Quantificação dos coliformes (*Escherichia coli* e/ou Enterococos).

EF – Estreptococos Fecais – são um género de bactérias com forma de coco gram-positivas que podem causar doenças no ser humano.

INAG – Instituto da água, organismo do Estado Português que tem como objetivo propor, acompanhar e assegurar a execução e cumprimento das Políticas Nacionais que regulam o sector dos recursos hídricos.

LP – libertação prolongada.

SST mg/LP – Sólidos suspensos totais.

UFC – Unidade de formação de colónias.

VMA – Valor máximo admitido.

VMR – Valor máximo recomendado.

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

Glossário

Azoto Amoniacal mg/L NH_4^+ – refere-se à existência do elemento azoto, sob a forma de amoníaco (NH_3) e/ou compostos de amónio (NH_4^+).

Azoto KJELDAHL mg/LN – O método de Kjeldahl, ou teste de Kjeldahl, é um método laboratorial para a determinação do azoto total em materiais biológicos e não-biológicos.

Bentónica – Zona Bentónica é uma zona do ambiente marinho situada próxima do fundo oceânico.

Biota – é o conjunto de todos seres vivos de um determinado ambiente ou de um determinado período.

Bloom – Bloom de algas – eflorescência; florescência ou bloom de algas é a proliferação, numa massa de águas de organismos planctónicos, em geral microalgas.

Ecótono – São áreas de transição ambiental, limite fronteiroço de ambientes diferentes.

Entérica - Dos intestinos ou a eles relativo - consiste no acesso, ingestão, digestão, absorção e metabolização de substâncias bioquímicas - os nutrientes - em quantidades e proporções tais que permitem a normal morfologia e funcionamento das estruturas subcelulares e celulares.

Fenóis mg/L $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ – Compostos orgânicos que contêm o grupo Hidroxilo (-OH) ligado diretamente a um carbono de anel aromático; fenol e seus derivados; o fenol é conhecido como ácido fénico é usado como desinfetante e na manufatura de plásticos.

Fosfatos mg/LP – Fosfato (PO_4^{3-}) é um ião poliatómico ou um radical constituído por um átomo de fósforo e quatro de oxigénio.

Ictiofauna – Conjunto das espécies de peixes que existem numa determinada região biogeográfica.

Intertidal (Zona intertidal) – Zona entre marés: fica coberta por água na maré-alta e descoberta na maré-baixa.

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

Nerítica (Zona Nerítica) – Região dos oceanos que corresponde ao relevo da plataforma continental e à camada de água situada sobre ela e que não sofre a influência das marés, é adjacente à zona litoral.

Subtidal (zona subtidal) – Permanece coberta pela água em qualquer maré. *“Tidal zones - Estuaries can also be divided into tidal zones (supratidal, intertidal and subtidal zone) subject to changing water levels, temperature, oxygen content and levels of light.”*

Supratidal (Zona supratidal) – Raramente coberta por água; molhada pelos salpicos das ondas.

Taxocenose – Grupo de espécies com identidade taxonómica que pode ou não possuir semelhanças geográficas ou ecológicas.

Táxon – Unidade taxonómica essencialmente associada a um sistema de classificação científica.

Taxonomia (Classificação biológica) – Área da Biologia que define os grupos de organismos biológicos; designa o modo como os biólogos categorizam as espécies de seres vivos. atribuindo-lhes nomes, com base nas características comuns.

Tensioativos mg/L LAS – Tensioativos são compostos orgânicos que possuem comportamento anfifílico, isto é, possuem duas regiões, hidrofóbica e hidrofílica.

Tratamento Primário – A matéria poluente é separada da água, é um processo exclusivamente de ação física, mas em alguns casos ser ajudado pela adição de agentes químicos.

Tratamento Secundário – Consiste num processo biológico, do tipo lodo ativado ou do tipo filtro biológico, em ambos os processos a matéria orgânica (poluente) é consumida por microrganismos.

Tratamento Terciário – Consiste em processos de desinfecção das águas residuais tratadas para a remoção dos organismos patogénicos ou, na remoção de determinados nutrientes, que podem potenciar a eutrofização das águas do meio recetor.

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

Introdução

Atualmente, são indiscutíveis as preocupações e os valores éticos e morais presentes nas sociedades mais desenvolvidas ao nível ambiental. Mas não chega, há muito ainda por fazer. A reeducação e sensibilização das populações e a interiorização e educação das novas gerações conduziu a uma nova e presente consciência ambiental.

É inquestionável que a preservação do meio ambiente é essencial para a humanidade presente e futura; sem descuidar as necessidades básicas do Homem e a sua procura incessante por melhores condições de vida e conforto, mas sem nunca obstruir o necessário avanço tecnológico e implícita ambição de qualidade de vida segundo padrões das sociedades mais desenvolvidas, deve-se, portanto, continuar a prevenir, cuidar e preservar o ecossistema.

Os Mares e Oceanos são dos locais no planeta Terra menos conhecidos do ponto de vista da ciência, ou seja, ainda há muito para aprender e explorar. Esta verdade é taxativamente aplicada a questões ambientais, em particular quando nos referimos ao meio marinho, todos os atos antropogénicos nefastos culminam em consequências graves nos mares e oceanos.

Estes, são vistos em todo o mundo, como filtradores, depuradores ou depósitos naturais de capacidade interminável, pois é para lá que enviamos a grande maioria dos nossos resíduos. Contudo, também é deles que a humanidade em muito depende, quer seja pelo ar que respiramos ou pelos alimentos que deles obtemos.

A destruição da camada de Ozono, maioritariamente devido à queima de combustíveis fósseis, e a consequente subida do nível médio das águas dos mares e oceanos constituem dois dos pontos de maior preocupação para a humanidade.

Se por um lado há muitos recursos marinhos ainda por descobrir, por outro presentemente, já são demasiadas as pressões ambientais neles exercidas, fazendo-se mesmo sentir algumas das suas limitações. O peso da estrutura trófica nos ecossistemas,

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

a exploração excessiva dos recursos económico-marinhos, bem como a dependência das populações locais residentes costeiras, que exercem as suas atividades económicas como se de microempresas se tratassem, têm levado à diminuição de alguns desses recursos, com diretas ou indiretas consequências também no âmbito da saúde pública.

Este trabalho focar-se-á essencialmente nas margens norte do ecótono do Rio Tejo com o oceano Atlântico atendendo que existe maior informação disponível, mas principalmente por se tratar de uma linha de costa que possui um relevo consideravelmente irregular, marcado por vários pequenos vales contendo linhas de água. No entanto a margem sul do ecótono não será esquecida embora não constitua uma ameaça ambiental de grau tão elevado como o da margem norte.

A área escolhida prende-se na essência com a influência do leque de dispersão no oceano Atlântico (meio recetor) das águas do Rio Tejo (meio transmissor), constituindo-se o próprio rio como meio recetor das descargas das ribeiras; em função destas transmissões procurar-se-á perceber qual a reação do ecossistema estuarino e marinho face aos poluentes que nestes locais ficam depositados, com especial destaque para as áreas marinhas protegidas ou reservas marinhas; para o efeito contemplar-se-ão estudos realizados tanto a montante como a jusante do ecótono.

São dois concelhos vizinhos de Lisboa (Oeiras e Almada), com elevada densidade populacional, mas é da capital que o Tejo recebe maior quantidade de poluentes, sejam de origem urbana, pluvial ou industrial; o curso natural do rio conduz este fluxo para a sua foz, o ecótono, juntando-se aos efluentes poluentes produzidos pelos conselhos periféricos.

O ecossistema é alvo de pressões bióticas, abióticas e antropogénicas desmesuradas que visão unicamente o bem-estar humano sendo na maioria dos casos desprezados os efeitos nefastos de tais pressões. As consequências daí resultantes são quase sempre apenas visíveis e sentidas a longo prazo, o que na maior parte das situações sejam lá quais forem as medidas que venham a ser implementadas para remediar os danos causados já irão ser pouco eficazes face à degradação então alcançada, estas poderão produzir resultados, mas serão sempre de implementação e consciência tardia.

Os problemas devem ser sempre abordados logo que surjam, não se deve assumir um papel despreocupado e de desleixo e indiferença. Muito pode e deve ser feito seja em prol do ecossistema ou da humanidade, urge a tomada de medidas para travar os danos decorrentes do desleixo e indiferença, mas principalmente e sempre que possível inverter ou mesmo aniquilar esses danos, mas se até mesmo esta postura não estiver ao alcance adotar medidas de prevenção e sustentabilidade para que futuras pressões não surjam.

A interferência antropogénica na zona de transição entre o estuário do Tejo e o oceano Atlântico, com a conseqüente proliferação e concentração de espécies, a composição química da água e índices de oxigénio são apenas alguns dos muitos aspetos largamente beneficiados com a implementação de algumas medidas, tais como, as ETAR, o tratamento e revalorização de resíduos urbanos e industriais, a criação de zonas marinhas protegidas, a definição de critérios delineadores de períodos sazonais de defeso para algumas das espécies marinhas mais apetecidas. Tudo e todos beneficiam e beneficiarão com estas e outras medidas que se venham a reajustar ou a adotar.

Tal como irá ser demonstrado nos próximos capítulos os estudos que servirão de base a este trabalho revelaram uma significativa melhoria da qualidade da água das praias, da qualidade da areia, aumento e ressurgimento de algumas espécies da fauna e flora sensíveis à poluição, aumento em numero e tamanho de indivíduos e até mesmo de espécies mais apetecidas comercialmente.

A humanidade industrializada e tecnológica tem de saber coexistir com a consciência ambiental, pois do ambiente também beneficia e beneficiará, deve visar o presente sem decorar o futuro.

É, portanto, imperativo que adotemos boas práticas ambientais em prol da sustentabilidade.

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

1. Ecossistema, ecótono, pressões antropogénicas

1.1. Enquadramento geral, caracterização da região do ecótono.

A localização geográfica do ecótono do Tejo com o oceano Atlântico é a condicionante principal que define a tipologia das suas características base ecológicas.

Oficialmente, os limites da foz do Rio Tejo (capítulo 4, figura 5) são compreendidos entre o farol do Forte de São Julião da Barra no limite do concelho de Oeiras (margem norte), passando pelo farol da ilha do Bugio (oceano Atlântico) e na margem sul na Cova do Vapor que pertence à freguesia da Trafaria concelho de Almada.

Desagua no Oceano Atlântico com uma orientação de nordeste (NE) para sudoeste (SO); a área ainda considerada como pertencente ao rio localiza-se a nordeste do referido limite e tem como referência mais notória o habitualmente designado por farol do Bugio.

O fundo do canal do rio é essencialmente composto por lodo ou areia, mas também possui afloramentos de rocha em locais mais próximos do fim do seu estuário. Já em ambiente marinho, o fundo oceânico é predominantemente rochoso nas margens norte, ao passo que a sul possui um vasto areal costeiro que se estende para além da Aldeia do Meco (concelho de Sesimbra) mas também bancos de areia marinhos de baixa profundidade. Merece especial destaque o grande banco de areia onde se situa o farol da ilha do Bugio, o qual se estende no sentido NE/SO, e que influencia fortemente a ondulação tão característica do Costa da Caparica.

A disposição topográfica e orográfica da zona do ecótono é fortemente influenciada pela amplitude das marés e pela pluma e caudal debitado pelo rio pelo que, dependendo do momento da maré e da estação do ano, a água, neste local, poderá exibir maior ou menor teor de salinidade e sedimentos em suspensão.

A massa de água em movimento é de tão grande dimensão que molda a orografia do fundo do canal e das margens tanto do rio como do oceano, influenciando fortemente as espécies marinhas e proporcionando locais ricos em nutrientes. São assim criadas condições únicas e especiais para algumas espécies da fauna e flora características das nossas águas que procuram o estuário do Tejo e em particular a zona do ecótono, não só para se alimentarem, mas também para se reproduzirem; algumas são migratórias e outras são autóctones.

A localização da cidade de Lisboa e a expansão demográfica dos concelhos vizinhos, a norte Oeiras e Cascais e a sul Almada, constituem uma forte componente antropogénica de pressão no ecótono. Embora inativos, os estaleiros navais de Almada foram durante décadas as principais fontes poluidoras do estuário assim como das ribeiras nas quais eram descarregados todo o tipo de resíduos sem qualquer tratamento.

Presentemente continuam a coexistir fatores de pressão sobre o ecossistema local exercidos por atividades antropogénicas como o turismo, os silos de cereais localizados na Trafaria, o intenso tráfego marítimo de passageiros e mercadorias com destino à capital (Porto de Lisboa), as descargas residuais das ribeiras concelhias, o turismo, as embarcações de recreio e o fluxo sazonal das praias.

As ETAR e a monitorização da água das ribeiras trouxeram uma significativa melhoria na qualidade da água e da areia, tal como se pretende demonstrar nos próximos capítulos, vindo a beneficiar com esta melhoria a fauna e flora marinha local, o turismo, as praias, as comunidades costeiras que dependem economicamente dos recursos marinhos e as atividades lúdicas marítimo-turísticas, ou seja, todo o ecossistema local incluindo o “homem”.

1.2. Topografia e Hidrologia

As entidades públicas destes concelhos em parcerias público-privadas têm vindo a promover projetos de Investigação e Desenvolvimento (I&D) com enfoque especial nas novas tecnologias de tratamento físico-químico das águas residuais, otimização da gestão operacional e dos sistemas de desodorização, e um uso sustentável da água. Realizaram-se sessões de trabalho visando o contributo das redes neuronais artificiais para a modelação de sistemas de digestão anaeróbica, na otimização operacional da ETAR da Guia. Desenvolveram ainda um projeto destinado a integrar o conhecimento, a informação e as ferramentas relevantes para a monitorização do estuário do Tejo assim como um sistema inteligente para a gestão energética das ETAR. (Águas de Lisboa e Vele do Tejo)

A linha de costa norte em estudo neste trabalho possui um número considerável de ribeiras que desaguam numa curta extensão costeira (aproximadamente 22 quilómetros de costa) situada entre a Ribeira de Barcarena (Caxias) e o Cabo Raso, abrangida pelos concelhos de Oeiras e Cascais. Estas ribeiras são transportadoras de poluentes muito diversificados, alguns de origem desconhecida outros provenientes da rede de saneamento básico urbano, industrial e pluvial e por isso são alvo de atenção e cuidados particulares por parte destes dois municípios; em muitas delas, se não mesmo em todas, foram instalados meios de monitorização de caudais e qualidade da água assim como ETAR.

O concelho de Oeiras possui uma linha de costa com apenas cerca de 9 quilómetros de extensão. Aqui desaguam cinco linhas de água de maior destaque, que correm de Norte para Sul, sendo consideradas as de maior relevância o Rio Jamor, a ribeira de Barcarena e a ribeira da Lage (praia de Sto. Amaro de Oeiras), (Tabela 15 do capítulo 7).

O concelho de Cascais possui uma frente marítima mais extensa e na qual desaguam doze linhas de água das quais se destacam as ribeiras de Sassoeiros e Marianas na praia de Carcavelos, Vinhas, e a ribeira de Mochos que se localiza no extremo norte da área alvo deste trabalho, ou seja, na ETAR da Guia localizada no Cabo Raso, (Tabela 15 do capítulo 7).

O concelho de Almada tem uma frente ribeirinha que se estende a norte na margem esquerda do Rio Tejo e a poente ao longo da costa Atlântica, numa extensão de 42 quilómetros de elevado interesse turístico e ecológico, pelo que a qualidade da água é fundamental para a preservação e desenvolvimento económico e ambiental do concelho. Na frente ribeirinha as linhas de água apresentam-se em maior concentração e com maiores dimensões devido às arribas que constituem a topografia e geologia desta zona, em oposição à frente da costa Atlântica na zona sul do concelho (voltada a Oeste), cujo relevo é predominantemente suave e aplanado, composto por uma larga extensão de areia. A linha de água de maior relevância é a Vala da Ribeira da Enxurrada (Trafaria); a Sul fica a ribeira da Foz do Rego e a Vala da Charneca, ambas se localizam sensivelmente a meio da Costa da Caparica; trata-se de uma extensão de areia com 13 quilómetros divididos em 23 praias cuja água balnear tem obtido uma classificação global “BOA” com a implícita atribuição de “Bandeira Azul” às praias (Tabela 16 do capítulo 7).

Embora já pertencente ao concelho de Sesimbra, concelho vizinho a sul de Almada, não pode ficar esquecida a influência da Lagoa de Albufeira, são três as ribeiras que debitam efluentes na Lagoa depois de processados pela ETAR nas fases de tratamento primário e secundário acabando por chegar ao oceano; tendo em conta também a pressão gerada pela agricultura local.

A captação das águas residuais das ribeiras para as diversas estações de tratamento (ETAR) bem como o emissário da Guia, demonstram ser equipamentos essenciais na melhoria e preservação do meio ambiente e ecossistema marinho local; os valores obtidos nas análises realizadas à água cumprem os dispostos no Decreto-Lei nº 70/90, relativo à água para recreio e contacto direto e indireto; no entanto, salienta-se o fato de procederem apenas ao tratamento primário o que significa que o efluente final ainda possui uma elevada carga poluente orgânica e inorgânica a qual acaba por ser descarregada no meio recetor marinho, mas não chega uma vez que também muitas das ETAR a montante do estuário só operam na primeira fase de tratamento, ou seja o tratamento primário.

1.3. Fontes Poluidoras e consequências

Os efeitos nefastos das descargas descontroladas nas linhas de água fazem-se sentir não no imediato, mas sim no médio e longo prazo. Efetivamente, bastam 4 décadas para que sejam facilmente observáveis as consequências provocadas por estas descargas, sendo os indícios mais notórios o odor emanado pela água, a cor e a opacidade gerada pelas partículas em suspensão. As pressões sobre o ecossistema são diversas, mas têm sempre o ser humano como sua principal fonte poluidora; são fatores de origem antropogénica, mas também abióticos e bióticos; a eutrofização generalizada dos ecossistemas pode levar à extinção de algumas espécies.

Os fatores de maior expressão surgem em consequência do crescente urbanismo e industrialização, a revolução industrial conjugada com a ausência de consciência ambiental e de falta de regulamentação conduziu em muitas regiões a calamidades ambientais irrecuperáveis, gerou negócios ligados ao tecido industrial com elevados índices de poluição. Sejam de origem urbana ou industrial, os efluentes produzidos acabam por depositar tanto nas linhas de água como nos oceanos, enquanto recetores finais, uma grande diversidade de poluentes tóxicos e contaminantes do solo e leito marinho, como Cálcio, Bário, Cádmió, Crómio, Cobre, Molibdénio, Níquel, Chumbo, Zinco, Arsénio, Mercúrio, Antimónio, Ião Cloretos, Ião Sulfato, Carbono orgânico, Ião Fluoreto e Arsénio. Vejamos alguns exemplos:

- A agricultura intensiva e a agropecuária, a indústria automóvel e a massiva utilização do automóvel com a inerente queima de combustíveis fósseis e libertação de dióxido de carbono (CO₂) para a atmosfera, a utilização generalizada de carvão mineral e vegetal, para consumo doméstico ou industrial, estão na lista dos maiores contributos para a degradação ambiental e têm como consequência as chuvas ácidas, e a elevação do pH dos solos.
- As descargas descontroladas de efluentes diversos levam, por outro lado, à deposição de microrganismos que podem ser patogénicos. Durante muito tempo a opção de depositar o lixo recaía em geral sobre os aterros sanitários a céu

aberto e sem qualquer isolamento do solo, pelo que, mais tarde ocorreria consequentemente a lixiviação e escorrências.

- Os derivados do crude, nomeadamente o petróleo, são dos mais visíveis e sentidos no meio ambiente enquanto poluidores, principalmente quando ocorrem naufrágios ou descargas ilegais de crude, óleos, combustíveis provenientes de lavagens ilegais de tanques de lastro sem esquecer os resíduos radioativos que são depositados nos mares e oceanos.

Estes contributos nefastos para o ambiente culminam em fenómenos como o efeito de estufa e a subida do nível médio das águas dos mares, face ao aumento da temperatura, e consequente degelo dos calotes polares. Todos eles afetam direta ou indiretamente a fauna e a flora e são os que constituem motivo maior de preocupação para o ser humano.

Muito tem sido feito para remediar os efeitos nefastos causados ao ambiente e tem-se apostado na prevenção, visando uma preservação ambiental e coexistência industrial de forma regulamentada, consciente e sustentável. Há que apontar no entanto um aspeto sobre o qual pouco ou nada tem sido feito, o tratamento das águas residuais pluviais proveniente dos meios urbanizados e das grandes vias de comunicação (estradas e autoestradas), que transportam borracha dos pneus dos automóveis, minerais provenientes dos veículos e do desgaste das próprias vias, óleos e gorduras de diversas origens, partículas em suspensão originadas pelos gases produzidos com a queima de combustíveis fósseis, e eventualmente outros materiais orgânicos e patogénicos, que posteriormente são depositados na superfície terrestre impermeabilizada das zonas urbanas e das vias de comunicação.

Todo este processo culmina em escorrências generalizadas para a rede de águas pluviais e que são descarregados diretamente nas linhas de água ou para os sistemas de coletores da rede de águas pluviais acabando por chegar aos mares e oceanos sem qualquer tipo de tratamento podendo constituir-se num sério processo de saúde pública.

2. Pressões Antropogénicas, poluição estuarina e marinha. Descarga de efluentes. ETAR, monitorização (1993 – 1997)

As descargas descontroladas de efluentes poluidores eram um cenário que se estendia a todo o território nacional até à década de 90; a designada Costa do Estoril não era exceção, a margem norte do Rio Tejo no concelho de Oeiras e a linha de costa Atlântica do concelho vizinho (Cascais) eram e são alvo de diversas descargas provenientes das ribeiras localizadas nos seus territórios. Este cenário era bem mais grave a montante, na extremidade norte da capital onde o tecido urbano e industrial era e é muito denso. Todos os tipos de resíduos eram descarregados descontroladamente no rio Trancão em Sacavém o qual recebia também efluentes poluentes provenientes dos concelhos vizinhos. Face à degradação alcançada, evidenciou-se a premente necessidade de que algo fosse feito relativamente à requalificação do espaço, mas acima de tudo por questões ambientais e de saúde pública, ecológicas, melhoria da qualidade das águas estuarinas e marinhas, económicas, das comunidades residentes locais, do ecossistema e recursos naturais; surge assim a ETAR de Beirolas e mais a jusante a ETAR de Alcântara e ETAR de Cascais, esta equipada com um emissário submarino (emissário da Guia), e ainda outras ETAR de menor dimensão nas ribeiras mais importantes da linha costeira dos concelhos de Almada, Oeiras e Cascais, todas elas constituíam e constituem ainda um foco recetor de efluentes urbanos e industriais.

A foz e o ecótono do Rio Tejo eram e são das zonas mais afetadas; qualquer potencial banhista nas praias destes concelhos pode ver e sentir durante muito tempo o odor emanado pela água do mar, exibia uma cor baça e acinzentada e repleta de partículas e sedimentos em suspensão, uns, parte integrante da mecânica natural do rio e outros provenientes dos agentes poluidores.

Presentemente, tanto Beirolas, Guia e Alcântara continuam inevitavelmente a realizar descargas dos seus efluentes para o Rio Tejo, embora já sujeitos a algum tipo de tratamento juntam-se ainda assim aos contributos das ribeiras e respetivas ETAR a montante, na sua maioria também já alvo de algum tratamento.

2.1. O emissário submarino da Guia, as ETAR e o meio recetor dos efluentes.

Os dados a que foi possível aceder são maioritariamente referentes ao emissário da Guia. No entanto, face à ausência de informação e com base nos resultados apurados, pretende-se estabelecer um paralelismo, por extrapolação e devidamente enquadrado, para a foz do Rio Tejo e para o oceano Atlântico (ecótono), tendo sempre presente que se trata de locais com características geomorfológicas, topográficas e ambientais diferentes. As condicionantes de maior destaque são desde logo o maior caudal de efluentes descarregados na foz do Tejo e a menor capacidade de dispersão e diluição face à localização geográfica deste meio recetor; encontra-se ladeado pela costa atlântica norte e a sul pelo grande banco de areia da ilha do Farol do Bugio e costa atlântica sul, ao contrário do local de descarga do emissário da Guia cuja dispersão e diluição ocorre em mar aberto.

A dispersão do efluente no meio recetor é igualmente facilitada uma vez que, após os primeiros 900m o emissário bifurca-se, possui difusores múltiplos de 400m e as duas extremidades encontram-se afastadas 200m; a descarga do efluente ocorre a 45m de profundidade. A sua localização geográfica faz com que seja pertinente perceber que tipo de influência exerce o seu leque de dispersão e considerando ainda o facto de que ao efluente da Guia juntar-se-á uma porção dos efluentes, também já diluídos, proveniente do leque de dispersão do estuário do Rio Tejo e das ribeiras costeiras do concelho de Cascais.

2.2. Metodologia - Amostragem e análise.

Para o efeito foi implementado pelo INETI, em 1993/1994, um plano de monitorização com o propósito de avaliar não somente a eficácia do emissário e de todo o sistema de tratamento de águas residuais na ETAR da Guia, mas também do impacto na qualidade da água no local de descarga, enquanto meio recetor. Procedeu-se à recolha de amostras de água do mar em pontos estratégicos e compararam-se com os valores obtidos antes

da entrada em funcionamento da ETAT, numa segunda campanha de recolha de amostras realizadas em 1994 já como sistema em funcionamento, e posteriormente em 1997 repetiu-se o mesmo procedimento. Com este estudo foi possível caracterizar o efluente final e a qualidade da água no meio recetor e a evolução do ecossistema envolvente nas componentes físico-químicas, biológicas e toxicológicas; esta abordagem estendeu-se às ribeiras dos concelhos vizinhos que contribuem com efluentes (zona Intertidal e Subtidal) para a zona do ecótono do Rio Tejo e toda a linha de costa norte (água e areia das praias).

Destaca-se que a estratégia adotada no estudo para a amostragem considerou o padrão de circulação da água do mar na zona do emissário, a qual é influenciada pelo ciclo das marés, pelos sedimentos e resíduos transportados e pelo ciclo natural do caudal do rio no seu estuário (ecótono).

Os parâmetros considerados pelo INETI para a caracterização Físico-química encontram-se discriminados no Tabela 1, e segundo este organismo todos os ensaios encontram-se acreditados no sistema Português excetuando os assinalados com *.

Segundo a mesma fonte, os metais pesados foram determinados pela técnica TXRF (fluorescência de raios X por reflexão total) e a nível microbiológico foram pesquisadas bactérias indicadoras de poluição entérica, ou seja, coliformes totais (CT), coliformes fecais (CF) e estreptococos fecais (EF) sendo os resultados expressos em número de microrganismos/100ml (Tabela 1).

A avaliação da toxicidade foi realizada através do teste Microtox segundo a norma AFNOR NFT 90-320 (1991) para águas do mar e teste DÁFNIA segundo o descrito na norma pr NP 4175, 1991 para os efluentes e ribeiras.

O doseamento da clorofila foi feito por espectrofotometria e a biomassa zooplânctónica foi determinada segundo OMORI e IKEDA (1984), citado por Frazão, A. et al., (INETI-ITA; data desconhecida).

2.3. Resultados das Análises à água do meio recetor, Ribeiras e Praias da linha de costa dos concelhos de Oeiras e Cascais. (1993/1997)

No âmbito deste trabalho, face aos resultados apurados, analisar-se-á apenas alguns considerados de maior relevância.

A captação dos efluentes da ribeira de Caparide, assume um papel de destaque no estudo do INETI. Os resultados resumidos na tabela 2 são referentes a duas campanhas diferentes, a primeira anterior à captação do efluente na ETAR da Guia (Verão de 1994) e a segunda já após a entrada em funcionamento da mesma (Verão de 1997).

Nas praias da linha de costa do concelho de Cascais e Oeiras foram realizadas colheitas pontuais entre 1993 e 1997. Após a captação dos efluentes para o intersector geral, verificou-se um decréscimo muito significativo das populações de microrganismos indicadores de poluição entérica. Na Tabela 3 encontram-se os resultados das análises relativas aos Coliformes Totais para as praias de Cascais, Estoril, Carcavelos e já a montante da zona do ecótono a praia de Sto. Amaro de Oeiras. O verão de 1997 obteve um registo que praticamente não exhibe presença deste tipo de microrganismos como é o caso da praia de Cascais, ou a de S. Pedro do Estoril que apresentou um decréscimo de 68%, face à campanha anterior.

Face aos resultados obtidos observa-se uma melhoria inquestionável relativamente à presença dos indicadores de poluição entérica assim como à presença de Coliformes Fecais com uma redução próxima dos valores de comparação de 1993 e 1997 tal como é observável na Tabela 4. Os *Streptococos Fecais* obtiveram igualmente um registo com decréscimos significativos atingindo mesmo em alguns casos os 100%, valor alcançado, por exemplo, na praia de Oeiras (Sto. Amaro de Oeiras) e na praia dos pescadores em Cascais; a praia de S. Pedro do Estoril obteve um decréscimo menor em torno dos 20% (Tabela 5) entre 1994 e 1997, ainda assim atingiu os parâmetros definidos para VMR consignado nas normas Portuguesas referidas no Decreto-Lei nº 74/90.

Os valores dos parâmetros físico-químicos analisados na região subtidal sob influência do emissário da Guia, após entrada em funcionamento do mesmo, constantes dos anexos XXI e XXII do Decreto-Lei anteriormente referido (pH, Oxigénio dissolvido, óleos, minerais, agentes tensoativos e fenóis) apresentam-se com valores satisfatórios face à exigência do referido Decreto-Lei (legislação em vigor a quando da realização do estudo do INETI-ITA – 1993). Foram ainda considerados importantes outros parâmetros, apesar de não estarem previstos no referido D.L., enquanto indicadores para melhoria da gestão ambiental do local; de igual modo foram feitas referências a metais pesados (Figura 1) igualmente recolhidos na zona de descarga do emissário e cujos resultados foram comparados com outra amostragem realizada fora da influência do emissário (amostra M), a cerca de 8800m para Oeste e aproximadamente a 50m de profundidade. Foram ainda realizadas recolhas em mais dois locais, um na extremidade do emissário (local 8) e o outro mais para Este (local 5) por se tratar de uma zona fortemente influenciada pela pluma do Rio Tejo, ambas a uma profundidade compreendida entre os 30m e os 50m (meia profundidade).

Segundo os dados do INETI, a amostra obtida na extremidade do emissário (local 8) exhibe valores intermédios entre o local da amostra mais distante (local M) e a amostra do local mais influenciado pela pluma de dispersão e diluição do Rio Tejo (local 5); as concentrações de metais pesados encontram-se representados na Tabela 6; como seria de esperar a amostra do local 8 exhibe teores mais elevados de metais pesados do que o local M, onde a capacidade de diluição do meio recetor é mais elevada e ocorre em mar aberto. Por outro lado, é notória a influência do leque de dispersão e diluição, debitado pelas descargas das ribeiras do concelho de Cascais e pelo caudal do Rio Tejo e respetivas ribeiras, enquanto recetor e transportador dos efluentes processados pelas ETAR; atendendo à maior concentração de contributos poluentes o local 5 exhibe valores mais elevados do que o local 8.

A melhor forma de atestar a capacidade de diluição do ecossistema do local de estudo é através da componente microbiológica principalmente do meio físico do mesmo, neste caso o meio aquático oceânico. Foram registados os indicadores de poluição fecal no efluente bruto da ETAR da Guia assim como na coluna de água do meio recetor; do

conjunto de amostras recolhidas no local 8 (Figura 1) selecionaram-se para análise o local e nível de profundidade onde foi detetada a concentração mais elevada para cada ano em estudo (1994, 1996 e 1997) permitindo assim estabelecer a relação entre a concentração bacteriana no efluente não tratado e no meio recetor (oceano Atlântico).

As amostras recolhidas em 1994, com o efluente em estado bruto, revelaram para os Coliformes Totais (CT), Coliformes Fecais (CF) e Estreptococos Fecais (EF), que a sua concentração era de respetivamente 70/100ml, 8/100ml e 6/100ml; mas no verão do mesmo ano e com o efluente já tratado (efluente final) os resultados foram respetivamente de $6,1 \times 10^{10}$, $2,7 \times 10^9$ e de $1,7 \times 10^9$.

No Outono de 1996 a segunda campanha de amostragem revelou que no efluente final e para os mesmos elementos concentrações de $2,0 \times 10^8$ (CT), $6,0 \times 10^6$ (CF) e de $8,0 \times 10^5$ (EF).

A terceira campanha de amostragem ocorreu em 1997 e os resultados apurados foram respetivamente de $3,1 \times 10^8$ (CT), $1,2 \times 10^7$ (CF) e de $2,1 \times 10^5$ (CT) face aos resultados obtidos nas duas últimas campanhas a comparação e a variação percentual a apurar deixa de ter significado atendendo à diferença da ordem de grandeza das unidades dos resultados.

A *Clorofila q* e a *Biomassa Zooplanctónica* também foram avaliadas, caracterizando-se a evolução mensalmente, entre Janeiro e Setembro de 1997, no Local 1 (Figura1). O padrão de distribuição das duas comunidades mostra uma evolução ao longo do tempo semelhante à que é característica de regiões temperadas em que ocorrem também dois picos de abundância, na Primavera e no Outono. As variáveis estudadas permitem concluir que o ciclo anual da comunidade zooplanctónica não foi afetado pela pluma de dispersão do emissário. Segundo ARFI E, R. e PATRITI, G., (1987), citado por Frazão, A. et al., (APRH e INETI-ITA; 1998), esta comunidade nerítica não é significativamente perturbada pela poluição, as alterações provocadas pelo emissário são menores do que a influência sazonal na organização da comunidade.

2.4. A melhoria da qualidade da água

Os valores de poluição entérica obtidos nas componentes físico-químicas evidenciam a significativa melhoria da qualidade da água das praias analisadas, constatando-se que os resultados obtidos cumprem o fixado no Decreto Lei nº 74/90 nos anexos XXI, XXII e XXIV (normas de qualidade da água) o qual vigorava à data da realização do estudo e monitorização levada a cabo pelo INETI; há que salientar que a melhoria da qualidade da água do efluente final beneficia todo o ecossistema do local da descarga . Assim e apenas com base no período estudado (1994 a 1997) é possível demonstrar a eficácia da captação dos efluentes para as ETAR e em especial do intersector geral da ETAR da Guia e da descarga no meio recetor realizada pelo emissário submarino, alcançando então os parâmetros dispostos na legislação.



Fig. 1 – Planta de localização dos pontos de recolha das amostras em meio marinho. Imediações do local de descarga do efluente do emissário da ETAR da Guia.

Fonte: João Afonso, 2016.

Tabela 1 - Parâmetros para análise Físico-química

Tabela 1	
Parâmetros para análise Físico-química	
pH	Azoto amoniacal (mar e ribeiras) *(A)
Cor	Azoto Kjeldahl
Transparência *	Cianetos
Temperatura *	Oxigénio dissolvido
Sólidos suspensos totais	CBO5
Silicatos	CQO
Fosfatos (mar e ribeiras) *(A)	Fenóis
Nitritos	Tensioativos aniónicos
	Óleos e gorduras
Nota: apenas um método dos dois utilizados para os Fosfatos e para o Azoto Amoniacal *(A)	

Fonte: INETI, Monitorização Ambiental do Emissário submarino da Guia: Qualidade da água do mar.

Tabela 2 – Ribeira de Caparide; sólidos suspensos, comparação de resultados entre 1994 e 1997.

Rib. Caparide	CBO ₅ mg/LO ₂	CQO mg/LO ₂	SST mg/L P	Fosfatos mg/ L P	Azoto Amoniacal mg/L NH ₄	Azoto Kjeldahl mg/L N	Fenóis mg/L C ₆ H ₅ OH	Tensioativos mg/L LAS	Óleos e Gorduras mg/L
1994	169,5	416	47,5	3,98	51,4	119	0,098	47,3	<10
1997	1,2	21	3	0,75	0,33	0,90	n.q (1)	n.q (2)	n.q (3)
Varição (%)	-99,3	-95,0	-93,7	-81,2	-99,4	-99,2	---	---	---

1) - n.q. (l.q.=0,01 mg/L) 2) - n.q. (l.q.=0,25 mg/L) 3) - n.d. (l.d.=0,01 mg/L)

Fonte: INETI, Monitorização Ambiental do Emissário submarino da Guia: Qualidade da água do mar.

Tabela 3 - Praias da linha de costa do concelho de Cascais e Oeiras; distribuição de bactérias Coliformes Totais / 100 ml (1993 - 1997).

Praias	Cascais (pescadores)	Monte Estoril	S. Pedro do Estoril	Carcavelos		Oeiras, Sto. Amaro de Oeiras
				(oeste)	(este)	
Outono/93	$3,8 \times 10^6$	$8,7 \times 10^5$	$9,5 \times 10^2$	$5,8 \times 10^4$	$7,0 \times 10^2$	$3,8 \times 10^4$
Inverno/94	$1,0 \times 10^6$	$2,0 \times 10^6$	$3,0 \times 10^3$	$2,0 \times 10^6$	$3,7 \times 10^5$	$8,8 \times 10^5$
Verão/94	$2,7 \times 10^2$	nd	$2,2 \times 10^2$	nd	$1,3 \times 10^2$	nd
Verão/97	6	0	$1,5 \times 10^2$	5	2	$2,1 \times 10^2$

nd - não determinado

Fonte: INETI, Monitorização Ambiental do Emissário submarino da Guia: Qualidade da água do mar.

Tabela 4 - Praias da linha de costa do concelho de Cascais e Oeiras; Poluição entérica, Coliformes Fecais / 100 ml (1993 e 1997).

Praias	Cascais (pescadores)	Monte Estoril	S. Pedro do Estoril	Carcavelos		Oeiras, Sto. Amaro de Oeiras
				(oeste)	(este)	
Outono/93	$2,1 \times 10^5$	$4,6 \times 10^3$	$2,0 \times 10^2$	$1,8 \times 10^4$	$7,0 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$
Inverno/94	$3,1 \times 10^5$	40	$1,5 \times 10^2$	$5,9 \times 10^5$	$5,0 \times 10^3$	$8,8 \times 10^4$
Verão/94	51	nd	10^2	nd	34	nd
Verão/97	6	0	4	0	1	0

nd - não determinado

Fonte: INETI, Monitorização Ambiental do Emissário submarino da Guia: Qualidade da água do mar.

Tabela 5 - Praias da linha de costa do concelho de Cascais e Oeiras; Poluição entérica, distribuição de bactérias *Estreptococos Fecais* / 100mL (1993 e 1997).

Praias	Cascais (pescadores)	Monte Estoril	S. Pedro do Estoril	Carcavelos		Oeiras, Sto.Amaro de Oeiras
				(oeste)	(este)	
Outono/93	$9,8 \times 10^4$	$7,6 \times 10^2$	$2,5 \times 10^3$	$1,6 \times 10^4$	$4,5 \times 10^2$	$4,3 \times 10^3$
Inverno/94	$2,0 \times 10^5$	$1,0 \times 10^2$	$6,5 \times 10^2$	$9,6 \times 10^5$	$3,1 \times 10^3$	$2,6 \times 10^4$
Verão/94	$2,0 \times 10^4$	Nd	$4,9 \times 10^2$	nd	$5,4 \times 10^3$	nd
Verão/97	0	1	$1,0 \times 10^2$	1	3	0

nd - não determinado

Fonte: INETI, Monitorização Ambiental do Emissário submarino da Guia: Qualidade da água do mar.

Tabela 6 – Metais pesados, concentrações elementares em µg/l. Amostras dos locais

	<i>Ti</i>	<i>V</i>	<i>Cr</i>	<i>Fe</i>	<i>Co</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>As</i>	<i>Se</i>	<i>Mo</i>	<i>Ag</i>	<i>Cd</i>	<i>Sn</i>	<i>Hg</i>	<i>Pb</i>
Local M	9,4	1,4	≤ 0,4	5,2	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4	7,5	1,3	≤ 0,1	11,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,2	2,2	1,4
Local 8	2,9	1,4	≤ 0,4	1,6	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4	4,3	≤ 0,6	≤ 0,1	11,9	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,2	≤ 1	≤ 0,7
Local 5	14	1,7	≤ 0,4	15,8	≤ 0,4	0,66	1,4	30,3	1,5	≤ 0,1	11,1	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,2	≤ 1	≤ 0,7
	<i>Titânio</i>	<i>Vanádio</i>	<i>Cromo</i>	<i>Ferro</i>	<i>Cobalto</i>	<i>Níquel</i>	<i>Cobre</i>	<i>Zinco</i>	<i>Arsénio</i>	<i>Selénio</i>	<i>Molibdénio</i>	<i>Prata</i>	<i>Cádmio</i>	<i>Estanho</i>	<i>Mercurio</i>	<i>Chumbo</i>

“M”, “5” e “8” a meia profundidade (1993 e 1997).

Fonte: INETI, Monitorização Ambiental do Emissário submarino da Guia: Qualidade da água do mar.

3. Águas Residuais. Monitorização da ETAR da Guia e emissário submarino entre 1997 e 2009, poluição estuarina e marinha.

No presente capítulo, analisa-se um estudo realizado pela mesma entidade nos mesmos locais e parâmetros, num período de vários anos compreendido entre 1997 e 2009. O Local 5, observável também na Figura 1, foi considerado no estudo do INETY como o que demonstra melhor a influência da pluma de dispersão e diluição do Rio Tejo pelo que é pertinente estudar a reação e estado de preservação do ecossistema deste local.

Em 1993 iniciou-se um programa de monitorização a nível nacional em zonas costeiras, muito antes da aprovação da diretiva da água (Diretiva Quadro da Água 2006/60/CE, ou DQA); após a entrada em funcionamento de diversas ETAR na orla costeira assim como do emissário submarino da Guia (1993/1994). O programa de monitorização que havia sido interrompido em 1996 foi retomado em 1997 e mantido durante 13 anos vindo a ser reajustado já ao abrigo da Diretiva-Quadro da Água (DQA) em 2006.

No âmbito da Diretiva da Água foi implementado um outro estudo por parte das autarquias em parcerias público-privadas, para que posteriormente fossem criados perfis de água balnear; este consistiu na implementação de um sistema de alerta e previsão associado a eventos de poluição, quando ocorressem súbitos aumentos dos caudais das ribeiras estuarinas e oceânicas dos dois concelhos da linha de costa norte do ecótono (Cascais e Oeiras); realizou-se em 2011 a fase de testes e a implementação efetiva do plano ocorreu em 2012 incidindo já também nos efluentes processados e tratados pelas ETAR entretanto instalados em algumas destas ribeiras.

Tal como já foi anteriormente referido muitas das ETAR apenas realizam o Tratamento Primário, a ETAR da Guia é uma delas e envia um fluxo continuado de efluente predominantemente urbano para o Oceano Atlântico, através do emissário submarino.

3.1. Enquadramento, A Diretiva-Quadro da Água.

A Diretiva-Quadro da Água (DQA) é um instrumento orientador na União Europeia para gestão de águas superficiais interiores, águas de transição, águas costeiras e águas subterrâneas e define três níveis para os programas de monitorização: (1) Monitorização de Vigilância orientada para a evolução a longo prazo, fornece informação sobre o estado da qualidade da água identificando a sua condição inicial e avaliar alterações de origem natural ou antropogénica a longo prazo; (2) Operacional orientada para as zonas cujo risco de não atingir os objetivos de qualidade requeridos pelo DQA se antevê serem mais elevados, avaliar o sucesso de medidas tomadas para melhorar uma situação; (3) Investigação para a compreensão e qualificação dos processos que estão na origem do incumprimento da DQA, avaliação de uma poluição accidental ou identificar causas de um problema.

Foi transportado para a normativa portuguesa pela Lei 58/2005 (Lei da Água) e Decreto-Lei 77/2006, tal como referido pela Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos no relatório do 10º Congresso da Água (Alvor, 2010).

A DQA tem como primordiais objetivos a prevenção da deterioração de todos os tipos de água, a proteção de todos os ecossistemas aquáticos, a utilização sustentável da água, adoção de medidas de controlo de poluição, e-redução ou eliminação de descargas e emissões, e a mitigação dos efeitos de seca e inundações.

São aspetos de elevada importância no fornecimento qualitativo e quantitativo da água superficial e subterrânea, e na proteção das águas marinhas e territoriais.

A monitorização ao abrigo da DQA contempla e contemplará parâmetros químicos e biológicos assim como estratégias previamente planeadas, integrando técnicas específicas analíticas e de amostragem, sem nunca esquecer as características da biota local.

Pretende-se conhecer e perceber os resultados com base no histórico da monitorização do INETI e a evolução dos mesmos ao longo dos 13 anos.

3.2. Águas Residuais. Integração na Diretiva-Quadro da Água e Diretiva 91/271/CEE.

O sistema de águas residuais localizado na Guia, em Cascais, é constituído por um interceptador de águas residuais com 25 km, uma estação de tratamento subterrânea e um emissário submarino com 2,8 km a descarregar no Oceano Atlântico a 40 m de profundidade. Este efluente apenas é alvo de tratamento primário facto que conduz a uma preocupação relativamente à composição química e orgânica do mesmo. Consequentemente a monitorização do meio recetor onde irá ser descarregado deverá ser orientada e adaptada às circunstâncias locais e condições do mesmo. A localização da descarga do emissário submarino foi alvo de estudo estratégico devido às condições hidrológicas da costa resultantes das marés, ventos e correntes costeiras e também à ação das ondas de vento pois são das mais favoráveis para a diluição e dispersão das águas residuais do efluente final.

Serve assim o propósito de despoluir as praias da Costa do Estoril na costa ocidental de Lisboa, mas não cumpria a Diretiva 91/271/CEE (relativa ao tratamento de águas residuais urbanas) por não aplicar tratamento secundário para águas residuais lançadas no Oceano Atlântico. No entanto por decisão da comissão 2001/720/CE o tratamento secundário não seria aplicado desde que fosse implementado um programa de monitorização mensal e caracterização aprovado pela EU o qual vincula o cumprimento de certos requisitos na qualidade da água descarregada, tratamento primário avançado seguido de desinfecção; monitorização e caracterização do efluente e meio recetor e o estudo da ictiofauna considerando parâmetros de natureza diversa (físico-químicos, microbiológicos e ecotoxicológicos) e será orientado e adaptado à tipologia do efluente fornecendo informação complementar para a validação do processo global de avaliação de impacte ambiental. Procura conjugar os requisitos legais com os conhecimentos existentes sobre o transporte e diluição da pluma do efluente lançado ao mar e das transformações bioquímicas dos poluentes.

3.3. Monitorização: Metodologia e amostragem à entrada do intercetor de captação do efluente e em meio recetor (13 anos, de 1997 a 2009).

No estudo realizado pela APRH (Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos) foram selecionados 7 locais para a realização das campanhas de recolha de amostras de superfície, num raio lateral máximo de 1 milha à saída de cada uma das extremidades do emissário, procedeu-se ainda à recolha de amostras à entrada e saída da ETAR da Guia.

Foram avaliados os parâmetros físicos, químicos, biológicos e microbiológicos das amostras recolhidas (Tabela 1 e 7).

Os resultados foram comparados com a composição química de águas residuais não tratadas e no âmbito deste trabalho comparar-se-ão com os valores obtidos nas campanhas de 1993 e 94 realizadas respetivamente antes e depois da implementação de diversas ETAR ao longo do Estuário do Rio Tejo e da costa norte e sul da sua foz, do Cabo Espichel ao Cabo da Roca.

3.4. Composição química do efluente final. Amostragem em meio recetor (13 anos, de 1997 a 2009).

A recolha no meio recetor, realizada durante o Verão de cada campanha (Julho), permitiu analisar a percentagem de Oxigénio Dissolvido e a Clorofila; de Inverno (Novembro) o teor em ião Nitrato e a transparência, de acordo com as recomendações do INAG (1998).

As amostras recolhidas exibiram valores de carga orgânica média para o CBO₅ compreendidos entre 210mg/L O₂ (2003) e de 314mg/L O₂ (2007). Os CQO exibiram valores médios anuais que variam entre 480mg/L O₂ (2003) e 648mg/L O₂ (2007).

Os teores em Azoto Kjeldahl apresentam uma média anual de 54,7mg/L N e o Azoto Amoniacal os valores médios são de 36,4mg/L.

Os Nitritos apresentam um valor médio de 0,10mg/L e os nitratos de 1,4mg/L.

Os valores obtidos mantêm uma uniformidade sem grandes variações quando comparados com 1993/1994 altura em que entrou em funcionamento a ETAR.

Em ambas as estações sazonais, foram avaliados os Coliformes fecais, os Metais Pesados e outros minerais (Tabela 6 do Capítulo 2).

3.5. Resultados Microbiológicos (coliformes fecais e outras bactérias).

A microbiologia assume uma importância de destaque neste tipo de monitorização, pois interfere diretamente com a saúde do ecossistema e com questões de saúde pública.

O efluente da Guia possui uma elevada carga microbiana (1007 UFC / 100 ml) de origem humana e de outros animais de sangue quente. Apesar destes microrganismos não demonstrarem um padrão evolutivo definido ao longo do tempo. Em oposição aos parâmetros químicos, os Coliformes Fecais (CF) também não apresentam diferenças significativas no decurso do mesmo período.

No entanto os estudos revelaram existirem diferenças significativas entre os níveis de meio-fundo e do fundo, permitindo supor que esta estratificação aprisiona a pluma do emissário a cerca de 20 m de profundidade; revela assim que é no nível do meio-fundo, nas proximidades do local de saída da descarga do efluente onde se encontra a maior concentração destes microrganismos.

A uma distância compreendida entre 1,5 a 2,5 km, observou-se que a população de CF atingiu o Valor Máximo Admitido (VMA = 200 CFU/100 ml), no entanto o Valor Máximo Recomendado (VMR = 100 CFU / 100 ml) só foi observado a cerca de 1,0 km mais para sudoeste; poder-se-á supor que esta variação se deve a um nível mais elevado de diluição e dispersão face às condições locais de hidrodinamismo.

A componente microbiológica não tem variado ao longo do período em monitorização, observou-se uma média de $2,09 \times 10^7$ ufc/100ml para as bactérias Coliformes e de $1,05 \times 10^7$ ufc/100ml para os coliformes fecais, para a *Escherichia coli* obteve-se uma média de $7,31 \times 10^6$ ufc/100ml e para os Enterococos de $2,19 \times 10^6$ ufc/100ml para o mesmo período.

Assim, segundo o INAG, é possível afirmar que nas águas superficiais do meio recetor não foi encontrado enriquecimento em nutrientes; segundo Fiúza et al (1998) é típico na costa ocidental de Portugal continental; em especial no Verão a ocorrência de enriquecimentos discretos possivelmente associados a episódios de RUNOFF, e UPWELLING durante a época das chuvas.

Todos os valores apresentados neste capítulo constam do relatório elaborado pela Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (Alvor, 2010) assim como os valores obtidos, no meio recetor (Figura 2).

Os resultados microbiológicos foram comparados com os valores de referência propostos pela Diretiva da Água 76/160/CEE para águas balneares, e os parâmetros químicos com os propostos pelo INAG (1998). Todas as análises foram realizadas em laboratórios acreditados pelo INETI.

3.6. O meio recetor, resultados físico-químicos, (Metais pesados, Clorofila *a*, transparência, Oxigénio dissolvido e Nitrato).

Ao longo do período em análise (1997 / 2009) apuraram-se a média e o desvio padrão para a percentagem de saturação e Clorofila *a* no Verão e a transparência e Nitrato no Inverno (INAG, Tabela 7).

A composição elementar em metais pesados foi analisada por espectrometria de Raios X de reflexão total, verificando-se para todos os elementos um teor bastante inferior aos valores máximos previstos nas Normas de Qualidade Ambiental (NQA), Diretiva 2008/105/CE ou no Decreto-Lei 236/98 – Anexo XXI. Segundo o INAG, as médias anuais de concentrações obtidas para o Níquel e Chumbo são inferiores aos previstos na referida Diretiva. Há que salientar que estes dois metais a par com o Mercúrio são dos mais nefastos para o meio ambiente constituindo mesmo em alguns casos, uma ameaça à Saúde Pública. Os valores do Mercúrio foram sempre inferiores ao limite de quantificação tendo que ser revisto o método analítico para este metal a quando da entrada em vigor da referida Diretiva de modo a cumprir as exigências das NQA.

Os teores dos metais pesados da ETAR da Guia nunca excederam os limites para águas residuais não sendo esperado contaminações nas imediações do emissário. A questão que mais uma vez se levanta é **Durante Quanto tempo? (50 ou 100 anos?)**.

A análise à Clorofila *a* revelou uma média de 1,7 mg/m³ sem nunca ter atingido o parâmetro máximo do INAG (Tabela 1). Em geral no Inverno a concentração da Clorofila foi cerca de metade (Tabela 7); todos os parâmetros analisados nas águas recetoras superficiais apresentam concentrações sempre inferiores aos estipulados para referência.

Sendo o Inverno a estação em que ocorre maior agitação marítima seria de esperar que ocorresse menor transparência já que seriam levantados sedimentos do fundo marinho combinados com sedimentos em suspensão libertados pelo efluente, no entanto tal não se verifica; os níveis de saturação de oxigénio mantiveram-se igualmente elevados, mas dentro dos parâmetros do INAG especialmente no Verão.

Relativamente a processos de eutrofização aparentemente o Nitrato não aparenta representar qualquer problema futuro (Paulo Martins et. Al., 2006, citado por Santos, C., e tal.; INAG, Alvor, 2010).

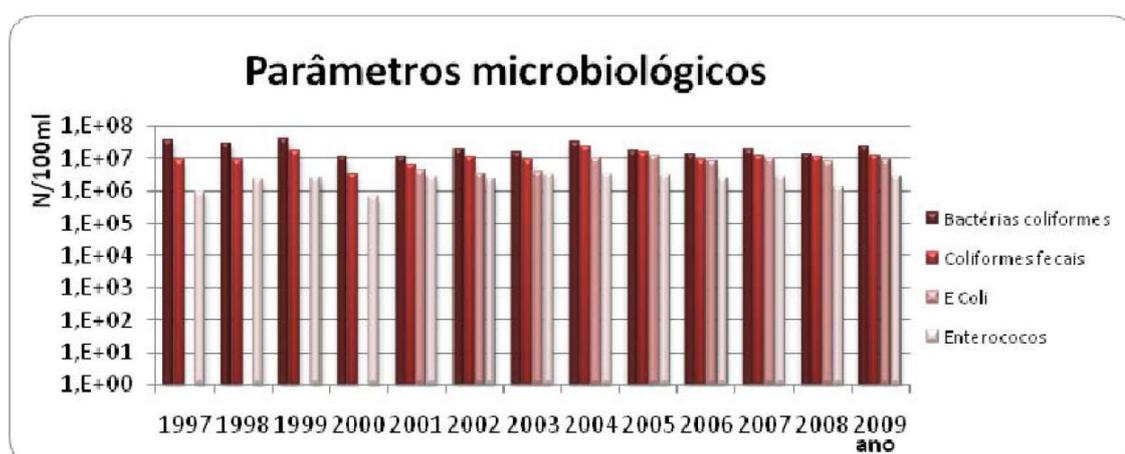


Fig. 2 –Bactérias Coliformes. Coliformes Fecais, ECcoli e Enterococos (1997 / 2009).

Fonte: Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, 10º Congresso da Água – Marcas d' Água. Algarve de 21 a 24 de Março de 2010.

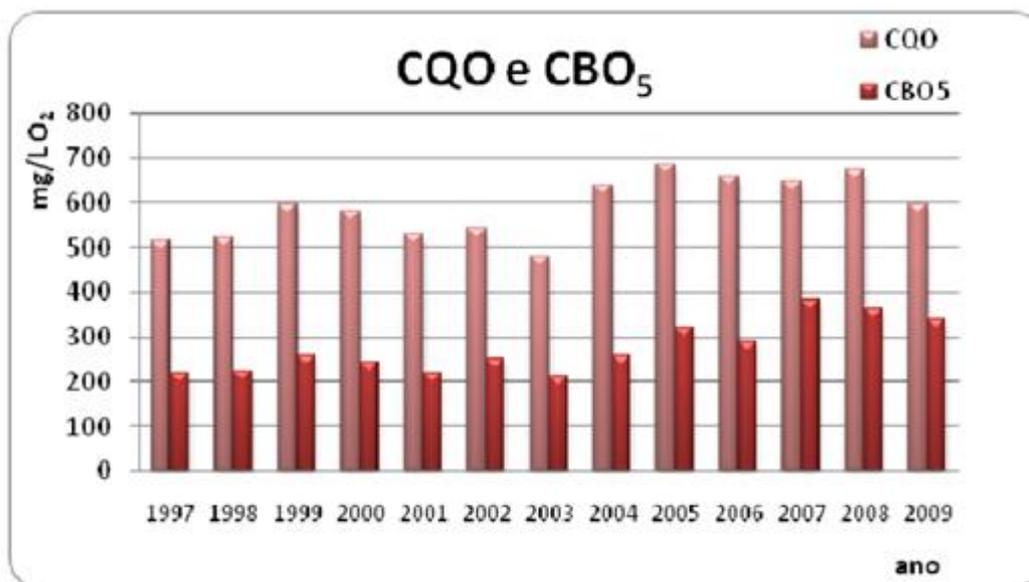


Fig. 3 – CQO e CBO₅ (1997 / 2009)

Fonte: Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, 10º Congresso da Água – Marcas d' Água. Algarve de 21 a 24 de Março de 2010.

Tabela 7 - Média do desvio padrão da percentagem de saturação, Clorofila a, transparência e nitrato no Verão e Inverno (1997 a 2009).

	Inverno				Verão			
	Saturação (%)	Clorofila a (mg/m ³)	Transparência (m)	Nitrato (mg/L N)	Saturação (%)	Clorofila a (mg/m ³)	Transparência (m)	Nitrato (mg/L N)
Média ± s	99 ± 4,5	0,8 ± 0,4	5,9 ± 2,7	0,089 ± 0,064	106 ± 13,4	1,7 ± 1,01	6,6 ± 2,0	0,045 ± 0,041
INAG	>90%	<10	>2	<0,210	>90%	<10	>2	<0,210

s – desvio padrão

Fonte: Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, Relatório do 10º Congresso da Água – Marcas d' Água, Algarve, 21 a 24 de Março de 2010.

4. O Ecótono do Rio Tejo, a legislação para a mitigação do risco pela monitorização e a qualidade das águas balneares das praias.

Neste capítulo analisam-se igualmente elementos diretamente relacionados com zonas contíguas ao ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico numa abordagem focada na qualidade da água e areias das praias enquanto indicadores ambientais e de saúde pública.

Segundo a APA, a implantação de uma rede de monitorização da qualidade da água superficial permite obter informação sobre a composição física, química e biológica relacionando-as tanto com as condições naturais como antropogénicas. Em 2004 iniciou-se um programa (ENVITEJO) de monitorização no estuário do Tejo (Figura 1), com o objetivo de determinar qual o efeito das descargas das águas residuais tratadas na qualidade da água do estuário contribuindo para avaliar o estado das massas de água superficiais, assegurar o cumprimento do normativo nacional e comunitário, controlo das fontes de poluição mais significativas, avaliar a eficácia dos programas de redução de poluição e a avaliação dos modelos matemáticos (Figura 5).

Segundo o Porto de Lisboa, junto ao ecótono (Tejo / Atlântico) as praias mais vigiadas do ponto de vista sanitário do programa da Autoridade de Saúde são a Praia da Torre (Forte de São Julião da Barra), a praia de Santo Amaro de Oeiras, Paço de Arcos e Cruz Quebrada. Durante a época balnear contam com análises periódicas da qualidade da água. A praia da Torre destaca-se por ser a única com análises para o boletim oficial da qualidade da água a afixar no local no âmbito do programa tutelado pelo Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território. Mais a montante a praia de Algés encontra-se interdita desde 2001 por existirem riscos para a saúde pública e por possuir um histórico e má qualidade da água balnear encontrando-se suspensa do programa de vigilância.

Segundo o SNIRH (Sistema Nacional de Informação dos Recursos Hídricos), o direito comunitário prevê que a gestão da qualidade das águas balneares é regida pela Diretiva 2006/7/CE de 15 Fevereiro de 2006, transcrita (Decreto-Lei nº 135/2009 de 3 de Junho) e alterada pelo Decreto-Lei nº 113/2012 de 23 de Maio, estabelece o regime de identificação, monitorização e classificação da qualidade das águas balneares e de prestação de informação ao público sobre as mesmas; visa a prevenção, preservação e proteção da saúde humana e do ambiente. A Lei da Água (Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro) define que são balneares as águas superficiais, quer sejam interiores, costeiras ou de transição. A identificação das águas balneares tem a colaboração das autarquias locais e das entidades responsáveis por descargas no meio hídrico e no solo.

Monitorização da qualidade da água balnear obedece a um programa pré-estabelecido antes do início de cada época com amostragens mensais de acordo com as categorias interior, costeira ou de transição; encontram-se estipulados valores limites (Tabela 11) de acordo com a decisão de 12/02/2010 da Comissão Técnica de Acompanhamento do Decreto-Lei 135/2009 de 3 de Junho (Tabela 11), com a redação que lhe foi dada pelo Decreto Lei nº 113/2012, de 23 de Maio.

Os estados membros tinham até ao final da época balnear de 2014 que ter reunidas todas as condições para a aplicação plena da norma de avaliação da qualidade da água de acordo com a Diretiva 2006/7/CE ou pela norma de classificação das águas balneares da Diretiva 76/160/CEE (Tabela 8, 9 e 10).

Segundo o SNIRH as entidades envolvidas na aplicação da legislação em vigor sobre as águas balneares no âmbito da monitorização são a Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. e administrações regionais autónomas com atribuições e competências no âmbito das águas balneares, e no âmbito da avaliação da qualidade a Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. designadamente através da Comissão Técnica de Acompanhamento da aplicação do DL 135/2009 com a redação que lhe foi dada pelo DL 113/2012.

4.1. Monitorização, classificação e qualidade das águas balneares.

Segundo a Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH) com a entrada em vigor da Nova Diretiva das Águas Balneares (Diretiva 2006/06/CE) as entidades responsáveis pelo saneamento da costa do Estoril criaram perfis de águas balneares para as praias de Carcavelos, Torre e Santo Amaro de Oeiras através de um trabalho elaborado pelo IST no âmbito do projeto Lennis financiado pelo 7º Programa Quadro (FP7-ICT-2007/2/223925, citado por APRH), que inclui um sistema de alerta e previsão de auxílio à Gestão do Risco associado a eventos de poluição. O sistema teve a fase de testes em 2011 e entrou em funcionamento na época balnear de 2012; foi construído para enviar alertas quando justificável, no entanto envia diariamente a previsão da qualidade das águas balneares.

Segundo a APRI o Decreto Lei nº 135/2009 deu lugar à Nova Diretiva de Águas Balneares (Diretiva 2006/7/CE) que tem um carácter pró-ativo porque não só avalia a qualidade das águas balneares, mas também se pretende que com a criação do “Perfil de Águas Balneares” se evite a exposição de banhistas à poluição, ao contrário da sua antecessora a Diretiva 76/160/CE que tinha um carácter punitivo.

O sistema implementado visa essencialmente a Saúde Pública, mas paralelamente transporta benefícios óbvios para todo o ecossistema local.

A classificação das águas balneares foi realizada com base nos resultados da monitorização da Tabela 11. O INAG. I.P. enquanto entidade competente e ao abrigo da nova diretiva das águas balneares classifica estas como Más, Aceitáveis, Boas ou Excelentes, com base no conjunto de dados recolhidos durante a época balnear transata e considera também os resultados das três últimas épocas para águas balneares costeiras.

No decorrer da época balnear, realiza ainda outra classificação como “água própria para banhos” ou “água imprópria para banhos” e respetivos limites, tal como se encontra representado na Tabela 12.

Outro objetivo previsto na Nova Diretiva é o de informar os utilizadores das praias e público em geral caso ocorram acidentes de poluição.

4.2. Caracterização das praias junto ao ecótono e classificação das águas balneares. de acordo com a monitorização realizada pela APA, na zona de influencia da pluma do Rio Tejo e das ribeiras da linha de costa oceânica.

A localização das praias reúne um conjunto de características específicas, desde logo zonas urbanas junto à costa, sendo esta muito irregular atendendo às inúmeras baías que possui, hidrodinâmica fortemente influenciada pelo fluxo ou descarga do caudal debitado pelo Rio Tejo na sua Foz, as correntes oceânicas costeiras, as marés e por fim o caudal das ribeiras que desaguam nesta linha de costa, juntando-se-lhe ainda as condições climáticas naturais e sazonais.

Apesar do caudal de algumas ribeiras ser controlado junto à foz, o estudo realizado, no âmbito da referida diretiva revelou que as descargas das ribeiras em toda a Costa do Estoril são a principal causa de contaminação das águas balneares especialmente poluição fecal nas praias (Figuras 6 e 7).

A praia de Carcavelos situa-se no concelho de Cascais e possui um areal com cerca de 1300m, é limitada na extremidade Oeste pela Ribeira das Marianas e a Este pelo Forte de São Julião da Barra. Segundo a APRH, devido à localização da mesma, as principais fontes de contaminação são as Ribeiras de Sassoeiros e das Marianas e em ambas os caudais das mesmas são controlados junto à sua foz. Segundo a Agencia Portuguesa do Ambiente (APA) a qualidade das águas desta praia tem sido classificada como “Aceitável”, “Boa” e “Excelente” excetuando o ano de 2008 em que obteve a classificação de “Má qualidade” (Tabela 13 e 14).

A praia da torre situa-se no concelho de Oeiras (Figura 1 - planta de localização das praias junto ao ecótono) possui um areal com cerca de 300m e encontra-se limitada a Este do Porto de Recreio de Oeiras e a Oeste pelo Forte de São Julião da Barra. Segundo a APRH esta localização geográfica confere-lhe uma hidrodinâmica muito peculiar uma vez que ocorrem recirculações das águas em função das diferentes fases de maré, este efeito protege a praia de contaminações externas. O Porto de Recreio e o

Forte de São Julião da Barra constituem duas barreiras às correntes marinhas e estuarinas, e o movimento das águas gerados pelo ciclo das marés constitui-se em correntes tangenciais a estas duas barreiras, não atingindo diretamente o areal da praia. A APA, tem classificado as águas desta praia como “Aceitável” de “Boa qualidade” e “Excelente” (Tabela 13 e 14).

A praia de Santo Amaro de Oeiras situa-se a Nordeste da praia da Torre, pertence igualmente ao concelho de Oeiras e é considerada pelo INAG como uma importante água balnear, pois é a maior praia deste concelho. É limitada a Oeste pela Ribeira da Lage e a Este pelo Forte Militar de São Julião das Maias. A monitorização tem sido realizada por uma empresa público-privada, multimunicipal responsável pela gestão do sistema de saneamento da Costa do Estoril em regime de concessão (SANEST- grupo Águas de Portugal, Lisboa e Vale do Tejo; municípios da Amadora, Cascais, Oeiras e Sintra) e a qualidade das águas balneares tem sido classificada como “Aceitável” desde 2004 (Tabela 13 e 14). A APRH considera que a Ribeira da Lage é a mais provável fonte de contaminação desta praia apresentando valores da ordem de 10^2 a 10^6 ufc/100ml.

Na margem Sul do Rio Tejo e na Costa Atlântica Sul do ecótono a densidade urbana é muito inferior quando comparada com a margem Norte. A Trafaria possui uma ribeira que realiza descargas para o Rio Tejo cuja foz se situa precisamente no ecótono deste com o Oceano Atlântico; o pequeno areal da Trafaria é pouco procurado, ou não é mesmo de todo procurado para banhos e não foi possível apurar se é classificado como sendo uma praia. Além da ribeira tem igualmente uma outra componente muito forte de pressão ambiental, nomeadamente um complexo industrial de silos cerealeiros apoiados por um pequeno porto de acostagem o que implica um movimento considerável de tráfego marítimo para manobras de cargas e descargas. Devido à proximidade da Costa da Caparica, faz com que seja preterida pelos banhistas; ambas as localidades pertencem ao concelho de Almada. O desenvolvimento urbano e turístico da Costa da Caparica, e o extenso areal é, pelo contrário, bastante procurado pelos banhistas, apesar de também possuir algumas ribeiras que realizam descargas para o Oceano Atlântico.

A sul de Almada localiza-se o concelho de Sesimbra que na sua costa Norte possui muito baixa densidade urbana, mas tem igualmente um extenso areal contíguo ao da Costa da Caparica. Encontra-se limitado a Norte por esta localidade e a sul por um relevo costeiro bastante acidentado onde se localiza o Cabo Espichel; sensivelmente a meio do seu areal encontra-se a Lagoa de Albufeira a qual realiza descargas sazonais para o oceano, esta, recebe efluentes de três ribeiras que são alvo de tratamento primário e secundário na ETAR ali construída; a lagoa abre e fecha sazonalmente e naturalmente o seu canal de ligação com o mar.

Em ambas as localidades não foi possível obter valores de classificação da água.

A costa sul do ecótono não tem sido alvo de preocupação maior monta por parte das autoridades devido à baixa densidade urbana e exposição oceânica, no entanto, não deixa de ser alvo medidas pró-ambientais, de monitorização e mitigação do risco; existe, portanto, cuidados por parte dessas mesmas autoridades pelo que foram instalados equipamentos que tratam os efluentes poluidores, como é o caso da ETAR da Lagoa de Albufeira no concelho de Sesimbra.

4.3. Monitorização.

APRH para a monitorização da qualidade das águas balneares destas praias e das ribeiras que nestas costas efetuam descargas, foram considerados parâmetros de Coliformes Fecais e Totais, Ecoli, Enterococos intestinais, turbidez, pH, Amónia, CBO₅, CQO, Oxigénio dissolvido, Azoto Amoniacal e Temperatura.

O sistema de alerta e monitorização foi implementado em 2010/2011 e foram instaladas 4 estações hidrométricas automáticas ao longo da Costa do Estoril e Ribeiras das Marianas, Sassoeiros, Lage e Barcarena (Figura 1 – Mapa de localização) que medem em continuo o nível hidrométrico com registos periódicos de 15 minutos.

São diversos os Stakeholders envolvidos na implantação dos perfis de água balnear e do sistema de alerta associado sendo eles a SANEST, Adc – Águas de Cascais, CMC,

CMO, ARH, INAG, APA, SMAS – Oeiras e INSA – Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge.

Segundo a APRH as plumas das ribeiras que descarregam ao longo da costa foram simuladas utilizando a pontuação lagrangiana que permite individualizar o contributo do efluente de cada ribeira para cada zona, os parâmetros de diluição, dispersão, velocidade aleatória, aumento/diluição dos traçadores foram explicados em Veigas, (2009), e Leitão, (1996), citados por APRH (2012), e a mortalidade bacteriana é calculada pelo modelo de Canteras (1995), citado por APRH (2012), que parametriza a taxa de mortalidade em função da radiação solar, profundidade, salinidade e temperatura.

As distribuições das plumas das descargas das ribeiras encontram-se representadas na Figura 6 e na Figura 7 está representada a contaminação fecal proveniente das mesmas, ao longo da Costa do Estoril (Cascais e Oeiras), num cenário de inverno ou de episódios de chuva.

As ribeiras estão diferenciadas por cores onde se pode ver que no extremo Oeste da praia de Carcavelos a maior concentração é da ribeira das Marianas (Verde) e Sassoeiros (Amarelo).

Foram estabelecidos níveis de risco atendendo à possibilidade de contaminação e aos objetivos de qualidade da Diretiva 2006/07/CE alusiva aos percentis 90 e 95 para classificar a qualidade da água pelo que a qualidade da água balnear terá qualidade “Excelente” se a probabilidade de contaminação for inferior a 1%; “Suficiente” se o resultado se situar entre 1 e 5%.

4.4. Consequências na saúde pública

Os casos de doenças de origem microbiana transmitidos através da ingestão de alimentos contaminados são cada vez mais raros devendo-se este facto à crescente melhorias das condições higieno-sanitárias, existindo sempre uma certa probabilidade de que os alimentos que estejam contaminados por agentes patogénicos.

Segundo o Instituto Nacional de Saúde Pública Doutor Ricardo Jorge (Departamento de Saúde Ambiental), a contaminação das águas considerada como a principal causa de doenças infecciosas, constitui um risco elevado para a saúde pública; as doenças infecciosas podem ser causadas vírus, protozoários ou parasitas e bactérias. Em Portugal os microrganismos patogénicos associados à água são as Bactérias como a *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Escherichia coli* patogénica, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni* e *Campylobacter coli*; os Vírus são o Adenovírus, Enterovírus, *Vírus da hepatite A* e Rotavírus; os Protozoários são o *Giardia spp.*, *Cryptosporidium spp.* e *Entamoeba histolítica*. A ausência de tratamento das águas acarreta um potencial risco associado devido à presença de microrganismos patogénicos considerados responsáveis essencialmente por gastroenterites, conjuntivites, quadros febris atípicos e infeções do aparelho respiratório.

Os efeitos na saúde pública devido à ingestão de organismos contaminados, através de alimentos como os moluscos, peixe ou crustáceos manifestam-se por intoxicações do tipo:

- Paralítico ou “Paralytic Shellfish Poisoning” que atuam diretamente sobre os nervos e músculos causam perturbações sensitivas e paralisia com formigues ou dormência, vertigens e febre.
- Intoxicações suscetíveis de causar amnésia ou também designadas por “Amnesia Shellfish Poisoning” caracterizadas por pruridos, náuseas, vômitos, diarreia, dores abdominais, dores de cabeça, desorientação, perdas de memória e dificuldade respiratória podendo causar a morte pelo que em locais cuja concentração de ácido domóico igual ou superior a 20µg/g, é proibida a apanha de bivalves.
- Neurológico ou “Neurotoxic Shellfish Poisoning”, têm como sintomas associados perturbações do sistema neurológico, anomalias sensoriais e diarreias ligeiras assim como sintomas do tipo asmático.

- Diarreico ou “Diarrhetic Shellfish Poisoning” manifestam-se através de perturbações do sistema gastrointestinal como náuseas, vômitos, diarreias, dores abdominais, calafrios e ocasionalmente subida de temperatura.
- “Ciguatera Fish Poisoning” produzem toxinas cujos sintomas originam perturbações gastrointestinais, neurológicas e cardiovasculares causando diarreia, vômitos e dores abdominais, disfunções neurológicas (calafrios), dores musculares, ansiedade, suares e tremores gerais, hesitem mesmo registos de paralisia e morte, no entanto não se conhece o antídoto e a prevenção.

As espécies responsáveis pelos blooms carecem de macro e micronutrientes que são fornecidos quer naturalmente quer por atividades antropogénicas, pelo que a redução de tais atividades levaria ao decréscimo dos mesmos. Este registo é associado à eutrofização local, à circulação restrita da água, a zonas costeiras, de baixa salinidade e elevada carga orgânica; é onde normalmente se formam as marés vermelhas.

Segundo Abessa D. et al, os efeitos ambientais da deposição oceânica de poluentes por meio de emissários submarinos têm um menor impacto sobre a coluna de água quando realizada por meio de um emissário submarino e dá como exemplo o emissário de Santos, , Sidney na Austrália, na península Pablos Verdes na Califórnia, em Macaulay Point no Canadá, Narraganset em Long Island; o do estuário do Rio Nervión em Espanha.

Torna-se assim importante mitigar os impactes em todas as escalas através de sistemas de alerta em tempo real, sistemas de detenção remota e telemetria nas fontes poluidoras e nas fontes de tratamento.

Com base na informação proveniente do sistema de alerta e monitorização serão tomadas medidas adequadas de gestão ambiental e de saúde pública evitando o contacto e exposição a águas com contaminação fecal, visando os banhistas, e que podem passar pelo desaconselhamento de banhos e de prevenção, redução ou eliminação das fontes poluidoras.

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

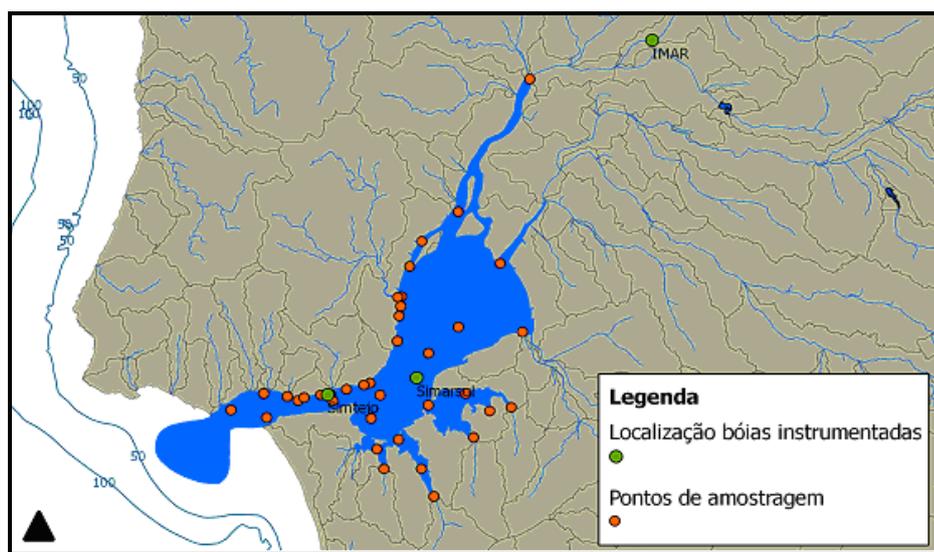


Fig. 4 – Localização dos pontos de amostragem do Programa de Monitorização Ambiental do Estuário do Tejo (laranja) e localização das bóias (verde).

Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente. Programa de monitorização do Estuário do Tejo.



Fig. 5 – Planta de localização das praias junto ao ecótono.

Fonte: João Afonso (2016) e Google Maps

Tabela 8 - Valores limites da qualidade da água balnear.

Água balnear/ Parâmetro	Enterecocos intestinais (UFC/100ml)	Escherichia Coli (UFC/100ml)
Interior	660	1800
Costeira ou de transição	350	1200
Ufc: unidades formadoras de colónias		

Fonte: SNIRH (Sistema de Nacional de Informação do Recursos Hídricos).

UFC - Unidades Formadoras de Colónias

Tabela 9 - Classificação das águas balneares.

Classificação	Norma (Diretiva 76/160/CEE)
C(G)	se 80% dos valores de CF e de EF são não superiores a 100 ufc/100ml;
C(I)	se 95% dos voares de CF não são superiores a 2000 ufc/100ml;
NC	se não cumpre o C(I);
NF	se as condições da Diretiva 2006/7/CE não são cumpridas, no que se refere à frequência de amostragem;
NS	se não é recolhida nenhuma amostra no decorrer da época balnear.
Habitualmente designa-se uma água <ul style="list-style-type: none">• C(G): Boa• C(I): Aceitável• NC: Má	

Fonte: SNIRH (Sistema de Nacional de Informação do Recursos Hídricos).

Tabela 10 - Norma da qualidade das águas.

Norma de Qualidade				
• Águas interiores				
Parâmetro	Qualidade EXCELENTE	Qualidade BOA	Qualidade ACEITÁVEL	Métodos de análise de referência
Enterococos intestinais em ufc/100ml	(*) 200	(*) 400	(**) 330	ISO 7899-1 ou ISO 7899-2
Escherichia coli em ufc/100ml	(*) 500	(*) 1 000	(**) 900	ISO 9308-3 ou ISO 9308-1
• Águas costeiras e de transição				
Parâmetro	Qualidade EXCELENTE	Qualidade BOA	Qualidade ACEITÁVEL	Métodos de análise de referência
Enterococos intestinais (ufc/100ml)	(*) 100	(*) 200	(**) 185	ISO 7899-1 ou ISO 7899-2
Escherichia coli (ufc/100ml)	(*) 250	(*) 500	(**) 500	ISO 9308-3 ou ISO 9308-1

(*) com base numa avaliação do percentil 95 da função densidade de probabilidade da distribuição log-normal de base 10.
(**) com base numa avaliação do percentil 95 da função densidade de probabilidade da distribuição log-normal de base 10.
ufc: unidades formadoras de colónias.

De acordo com a Diretiva 2006/7/CE, as águas poderão então obter a classificação anual:

- **"MÁ"**
- **"ACEITÁVEL"**
- **"BOA"**
- **"EXCELENTE"**

Todas as águas balneares deverão obter a qualidade no mínimo " ACEITÁVEL" até ao final da época balnear de 2015. Para atingir esse objetivo, devem ser tomadas as medidas adequadas também para o aumento do número de águas balneares classificadas como "EXCELENTE" e "BOA".

São adotados os seguintes símbolos de informação sobre a classificação anual para cada água balnear:

 <p>Água excelente para banhos</p> <p>★ ★ ★ Excelente ★ ★ Boa ★ Aceitável — Má</p>	 <p>Água aceitável para banhos</p> <p>★ ★ ★ Excelente ★ ★ Boa ★ Aceitável — Má</p>
 <p>Água boa para banhos</p> <p>★ ★ ★ Excelente ★ ★ Boa ★ Aceitável — Má</p>	 <p>Água má para banhos</p> <p>★ ★ ★ Excelente ★ ★ Boa ★ Aceitável — Má</p>

Fonte: SNIRH (Sistema de Nacional de Informação do Recursos Hídricos).

Tabela 11 - Limites de qualidade para a classificação da qualidade das águas, consideradas pela Nova Diretiva das Águas Balneares (anexo I do Decreto Lei nº 135/2009).

Parâmetro	Classificação			Método
	Excelente	Boa	Aceitável	
Enterococos Intestinais (ufc/100ml)	100(*)	200(*)	185(*)	ISSO 7899 1 ou ISSO 7899 2
Escherichia coli (ufc/100ml)	250(*)	500(*)	500(*)	ISSO 9308 3 e ISSO 9308 1
(*) Com base numa avaliação de percentil 95 (**) Com base numa avaliação de percentil 90				

Fonte: APRH (Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos).

Tabela 12 - Limites de qualidade para a classificação das amostras pontuais.

Parâmetro	Classificação
	Águas próprias para banhos
Enterococos Intestinais (ufc/100ml)	350
Escherichia coli (ufc/100ml)	1200

Fonte: APRH (Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos).

Tabela 13 - Classificação segundo a legislação em vigor.

Excelente *	Boa	Aceitável	Má

Fonte: APRH (Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos).

Tabela 14 - Classificação da qualidade da água balnear das praias de Carcavelos, Torre e Santo Amaro de Oeiras.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Carcavelos								
Torre								
Sto. Amaro de Oeiras								

Fonte: APRH (Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos).

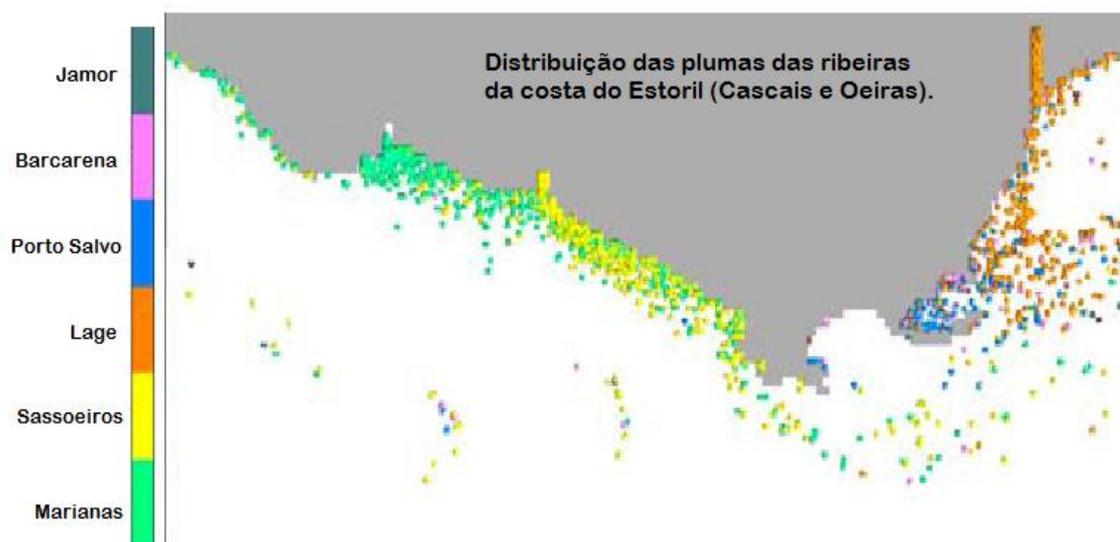


Fig. 6 – Figura 4 – Simulação da distribuição das plumas das ribeiras, com todas as ribeiras a descarregar, num cenário típico de episódios de chuva.

Fonte: APRH

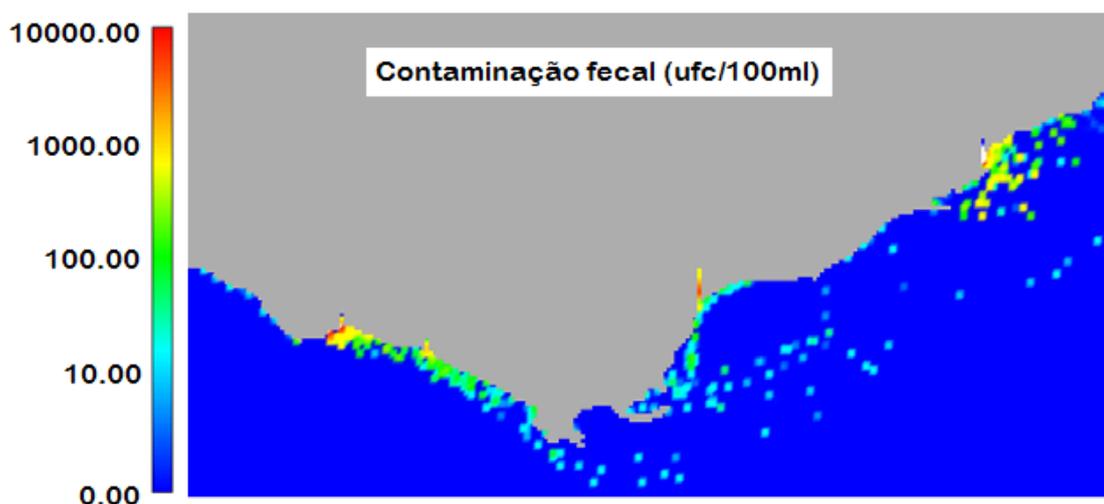


Fig. 7 – Figura 5 – Representação da contaminação fecal, dos efluentes poluentes das ribeiras, ao longo da Costa do Estoril, num cenário de inverno ou em episódios de chuva.

Fonte: APRH

5. Ecossistemas Marinhos

Os ecossistemas marinhos são de elevada complexidade e de perturbação fácil, logo muito afetados e ameaçados face à crescente degradação provocada pelas atividades humanas. Identificar e apontar os principais fatores responsáveis pelos processos e pressões ecológicas e as ameaças provocadas por atividades antropogénicas é o primeiro passo para a compreensão da complexa interação e dependência antrópica dos recursos marinhos.

5.1. Pressões e consequências

O funcionamento da terra depende de uma complexa interação entre o ecossistema terrestre e o ecossistema marinho. O próprio ambiente marinho consiste numa teia complexa de interações de componente biótica e abiótica (físico-química). A degradação do clima, a bioremediação de poluentes e resíduos, prevenção de inundações e tempestades e regulação de ambientes são alguns dos exemplos dos resultados dessas interações, e deles depende a humanidade para obtenção de alimentos, regulação climática e lazer. Mas também é a humanidade a maior força de pressão sobre os ecossistemas marinhos quer seja no sobrepovoamento da orla costeira, nas descargas de poluentes e na sobre-exploração dos recursos piscícolas.

A diversidade da distribuição dos ecossistemas marinhos varia de acordo com o ciclo de vida das espécies e relacionamentos destes com o habitat, através do equilíbrio entre necessidades ecológicas, disponibilidade de recursos (comida, abrigo, etc.), tolerância e adaptabilidade (García-Charton J.A. e Pérez-Ruzafa A., 2001). É sabido que os padrões biológicos dos ecossistemas marinhos variam de acordo com a sazonalidade anual, oscilações ambientais como temperatura e correntes oceânicas, despoletando processos migratórios e de reprodução sazonais (Holbrook et al. 1994; Harmelin-Vivien et al.

1995; Friedlander & Parrish 1998; Aburto-Oropeza & Balart 2001; Henriques et al. 2007; citados por Henriques, S. 2013).

A sobre-exploração dos recursos marinhos, a poluição e os impactos das alterações climáticas, como resultado das ações antropogénicas são, segundo Crain et al., (2009), citado por Henriques S. (2013), amplamente reconhecidas como principais ameaças sobre os ecossistemas marinhos causando profundas alterações na sua composição tornando-os instáveis. Fontes poluentes de origem doméstica, municipal (orgânicos, patogénicos, metais pesados e oligoelementos) agrícolas (pesticidas, fertilizantes e agrotóxicos) aquicultura, indústria, transportes, derrames, espécies invasoras, ruído entre outras, podem causar direta ou indiretamente efeitos nefastos sobre os organismos marinhos, no âmbito alimentar, reprodutor, crescimento, metabolismo, aumentando a suscetibilidade a doenças e mal formações (McKinley e Johnston, 2010,), tais atividades afetam principalmente os ecossistemas intertidais e costeiros como recifes corais e rochosos, manguais ou áreas localizadas entre os 30 e os 200m de profundidade (McKinley e Johnston, 2010, citado por Henriques, S., 2013). Alguns dos principais impactos das alterações climáticas que afetam os processos de distribuição biogeográfica e metabolismos resultam do aumento da temperatura dos oceanos, aumento do nível do mar, acidificação dos oceanos e exposição aos raios UV com consequentes problemas para a saúde humana (casos de cancro de pele) como resultados consequentes das ações antropogénicas anteriormente descritas pelo que se torna imperativo desenvolver esforços em torno da conservação do meio marinho e gestão dos poluentes de modo a reduzir ou anular os impactos (Crain et al. 2009; Ban et al. 2010, citados por Henriques, S., 2013).

Nas últimas décadas a abordagem aos ecossistemas marinhos tornou-se num paradigma central subjacente a políticas internacionais tal como a Diretiva Quadro da Água (DQA) e a Diretiva Estratégica da Estrutura Marinha (MSFD), ambas, no âmbito geral, visam medidas em prol do ser humano e do meio ambiente em geral, mas com foco na água, objetivando qualidade ecológica da água.

5.2. Cardumes de peixes como indicadores de pressões antropogénicas.

É uma tarefa difícil a de quantificar impactos antropogénicos em tão complexo meio como o ecossistema marinho, no entanto, segundo Kowarik (2010), citado por Henriques S. (2013), há que identificar indicadores (avaliativos) ambientais que reflitam as alterações no estado do meio ambiente, cujas características sejam mensuráveis.

Estudos anteriores mostraram que os cardumes de peixes fornecem ferramentas poderosas para avaliar fluxos e estuários, ou seja, indicadores métricos baseados em peixes, no entanto salienta que esta metodologia ainda se encontra numa fase muito inicial pelo que há necessidade urgente de conhecimentos científicos sobre a consistência e sensibilidade das métricas. A análise das variáveis métricas baseadas em atributos de cardumes de peixes (densidade, abundância, estrutura trófica, mobilidade, resiliência, habitat e berçário) permitirá obter respostas face a pressões de pesca e descargas de águas residuais, atividades portuárias e efluentes térmicos, pelo que foi feito um estudo com o objetivo de identificadas métricas com base em traços biológicos para a avaliação de alterações, assim, os cardumes de peixes tornaram-se poderosos indicadores ecológicos (Henriques S., 2013).

Foram escolhidos 8 locais na costa oeste portuguesa, em frente à Guia (concelho de Cascais) diretamente sob influência do emissário submarino da Guia, local com forte atividade de pesca, atividade portuária e efluentes térmicos.

Os peixes foram amostrados segundo o censo visual e densidade subaquático numa faixa de 50m paralela à costa e as diferenças entre métricas de peixes foram examinadas através da análise da variância unidirecional multivariada utilizando diferentes taxons, e relativamente ao espaço multivariado a autora utilizou a análise da coordenadas (Anderson et. al., 2008, citado por Henriques, S., 2013), e segundo a mesma todas as análises mencionadas no estudo foram baseadas numa matriz distancia euclidiana, entre outros teste e software de estatística.

Foram identificadas 81 espécies de uma contagem total de 8983 indivíduos e os cardumes foram caracterizados pela dominância de espécies e evidenciou-se uma notável diferença de capturas (amostras) entre locais protegidos e não protegidos (dependendo da espécie).

A espécie *C. julis* foi a única que se destacou no local que se encontra diretamente sob influência de águas residuais (perturbados por esgotos), mas com significativa diferença na distribuição de tamanho de classes, eram indivíduos pequenos (8cm) para o local de controle e de 15cm (adultos) perto da descarga das águas residuais, o que poderá indicar uma maior abundância de matéria orgânica, maior resiliência e adaptabilidade da espécie à agressividade do local.

No entanto a autora observa que as métricas eram consistentes em relação a resultados anteriores mantendo as diferenças entre locais amostrados e para as mesmas atividades perturbadoras e em relação aos locais de controle; os indivíduos considerados de maior valor comercial (20cm) não exibiam grandes diferenças métricas, facto que foi associado a pressões de pesca comercial.

5.3. Efeitos das pressões antropogénicas.

A autora concluiu assim que a pressão que afeta diretamente os cardumes de peixes corresponde à pesca e à vasta gama de pressões que afeta diretamente a fauna de peixe, cujas métricas representam atributos ou indicadores tróficos, estruturais, resiliência, habitat e função de berçário independentemente do tipo de pressão. Aumento total de abundância, biomassa e tamanho dos peixes dentro dos limites da (MPA, 2005) Área Marinha Protegida da Serra da Arrábida (anteriormente designada por áreas de proteção do Cabo Espichel) em especial para algumas designadas espécies-alvo, como resultado da criação desta área protegida; a existência em densidade e abundância de peixes predadores podem causar cascatas tróficas (Guidetti e Sala., 2007, citado por Henriques, S., 2013), e a diminuição de peixes crípticos o que faz com que os efeitos decorrentes da pesca sejam muito complexos.

Os resultados que obtive no estudo estão em conformidade com trabalhos realizados em 2006, e só encontrou diferenças significativas nas médias de espécies (20-30 cm) e de médio e alto valor comercial somente após três anos de proteção bem como para espécies grandes (30 cm) depois de seis anos (Claudet et al. 2006; Guidetti e Sala 2007; Guidetti et al. 2008, citados por Henriques, S., 2013). Fica assim reforçada a importância das áreas de proteção em especial no longo prazo com objetivo de permitir algumas espécies atinjam o seu primor tanto em densidade como em maturidade.

No âmbito das descargas residuais, urbanas e industriais não tratadas, ou apenas alvo da Primeira fase de tratamento das três atualmente possíveis, conduzem a profundas mudanças nos cardumes de peixes (Henriques, S., 2013); a comparação entre locais sugere que taxocenose dos peixes foi afetada pelos poluentes das águas residuais originando mudanças na diversidade, abundância e estrutura trófica dos cardumes. Os peixes sedentários e todos os seres vivos de baixa mobilidade e peixes bentónicos são mais afetados pelos contaminantes, por outro lado há espécies como o *C. julis* que possuem mecanismos fisiológicos e desenvolveram proteínas citoprotectoras que aumentam a sua tolerância a poluentes, o que explica a sua abundância no local das descargas.

Os impactos das atividades portuárias são pouco estudados pelo que, pouco se sabe sobre os seus efeitos nos cardumes de peixes, ainda assim estudos realizados por Clynick, (2006), Pizzolon et al., (2008) e Wen et al., (2010), citados por Henriques, S., (2013), relataram diminuição da abundância de peixes, mas sem encontrarem diferenças significativas entre espécies. Ainda assim as descargas de águas residuais afetaram a forma dos peixes.

As atividades associadas com marinas e portos são efetivos contributos para a degradação do ecossistema, ainda assim as marinas têm uma importante função como berçário para muitas espécies comerciais, sendo apontado pela autora que a sensibilidade dos juvenis à poluição torna a densidade métrica destes extremamente importante para avaliar este tipo de pressão.

Os efeitos do efluente térmico nestes locais, com um aumento de 1° C entre o local de controlo e o de estudo não é suficiente para produzir mudanças significativas nos

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

cardumes de peixes, estando assim esta observação de acordo com Teixeira et al., (2012), citado por Henriques, S., (2013), onde não foram detetadas diferenças com um aumento de 2° C em águas tropicais (mais sensíveis a pressões térmicas).

Destaca a autora a forte necessidade de se considerar o habitat das espécies e seus relacionamentos, ao interpretar os valores das métricas.

5.4. Emissário, mudanças na taxocenose, estruturais e funcionais

O emissário da Guia tem 2,73 km de comprimento e descarrega o efluente residual, alvo apenas do tratamento primário, a uma profundidade de 400 m e a pluma de dispersão ocorre em direção ao norte e só é identificável por bactérias focais presentes em altas concentrações perto dos difusores (2 km). As métricas realizadas nos locais de amostragem (Figura 1) evidencia as mudanças estruturais funcionais das assembleias de peixes. Próximo do emissário as espécies predominantes são dependentes de habitats rochosos ou são residentes, beneficiam, portanto, com a construção do emissário uma vez que o pipeline constitui por si próprio uma estrutura de recife artificial e fonte de recursos, como comida de abrigo.

Em estudos realizados anteriormente, Russo (1982), Khalaf Kochzins (2002) e Guidetti et al. (2003), citado por Henriques S. (2013), registaram aumentos da abundância de planctívoros e de detritívoros.

No emissário da Guia o efluente é essencialmente constituído por resíduos urbanos submetidos à primeira fase de tratamento (Henriques S., 2013: 103) pelo o que é esperado que no local de descarga ocorra um significativo aumento de compostos orgânicos e bactérias fecais.

Algumas doenças e deformidades foram apontadas por O'Sullivan (1971), citado por Henriques, S. (2013), como feridas externas abertas, epitelomas, papilomas, necrose, opacidade nos olhos e cegueira, como consequência da poluição dos efluentes (esgotos). Segundo Santos et al. (2008), citado por Henriques, S., (2013), os contaminantes tendem a acumular-se nos sedimentos. Em três dos locais observados (1. local de

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

descarga, 2. a 8 km de distância, 3. a 4 km de distância do emissário) as diferenças foram muito evidentes nas assembleias de peixes. De salientar que o estudo ocorreu no local de descarga de um único emissário (Guia) e que face a outros estudos, muito ainda existe por pesquisar.

Os efeitos indiretos na cadeia alimentar, tais como a ausência de predadores, eutrofização, variabilidade ambiental, conduzem a oscilações nos indivíduos de menor porte, pelágicos e demersais com comportamento gregário.

6. Degradação do ecossistema marinho e Áreas Marinhas Protegidas (TPZ, PPZ e CPZ).

Nos últimos anos indicadores dos efeitos antropogénicos em assembleias marinhas tornaram-se numa questão importante em ecologia aplicada e a implementação de políticas internacionais como a Diretiva-quadro Estratégia Marinha (Diretiva 2008/56/CE). A análise dos indicadores tem de considerar sempre os fatores anteriormente mencionados para uma melhor compreensão das relações de resposta às pressões.

As Áreas Marinhas Protegidas (MPA) são amplamente utilizadas para a conservação marinha objetivando restaurar e proteger estruturalmente e funcionalmente os ecossistemas marinhos (Micheli et. al., 2004, citado por Henriques, S., 2013).

Zonas de Proteção Total ou Interdição Total à captura assim como o de circulação ou permanência são locais ideais para a realização de estudos; a idade da reserva é apenas um de muitos fatores demonstrativos da sua eficácia.

A zona da Arrábida MPA, Cabo Espichel, localizada na Costa Atlântica a sul do estuário do Tejo, foi criado em 2005 e incluía uma Zona de Proteção Total (TPZ) de 4 Km², quatro Zonas de Proteção Parcial (PPZ) e três Zonas de Proteção Complementar (CPZ) cobrindo 21 Km² e 28 Km² respetivamente (parcialmente visível na figura 3 do capítulo 7, Mapa de localização).

As restrições à pesca comercial nesta zona MPA passam por limites ao tamanho das embarcações, tipos de arte de pesca, dependendo da classificação da zona, mas artes com redes só são possíveis a 14 milhas náuticas afastadas da costa; nas áreas de interdição total é proibida qualquer captura, arrasto ou apanha manual ou dragagens sendo proibida a caça submarina em todas as zonas.

O valor comercial de cada espécie foi atribuído, com base em Cabral et. al. (2008, citado por Henriques, S., 2013); as métricas à base de peixes permitiram analisar as respostas para diferentes tipos de pressões humanas incluindo a pesca (Henriques S. 2013), foi dada atenção particular a espécies mais abundantes e com alto valor comercial como é o caso *Diplodus Vulgaris*, *Diplodis Sargus* e invertebrados, sendo estas analisadas segundo a estrutura e tamanho afim de compreender os efeitos da pesca e variabilidade sazonal; assim a análise das variáveis mostrou que não houve diferenças significativas na estrutura dos habitats e zonas amostradas, no entanto no grupo de invertebrados os resultados das análise taxonómicas revelaram diferenças significativas de fatores entre zonas e temporadas mas apenas significativas para alguns grupos de invertebrados. Outros grupos como as gorgónias, hidrozoários, oscideas e anémonas mostraram diferenças entre zonas (TPZ, CPZ e PPZ).

Foram estudadas 47 espécies pertencentes a 20 famílias na zona protegida (MPA) da Arrábida (Cabo Espichel); a densidade de indivíduos generalistas revelou-se maior em zonas onde a pesca é permitida (CPZ), no entanto os indivíduos com maior valor comercial tendem a ter valores mais altos nas zonas protegidas (TPZ e PPZ) e os grandes indivíduos com médio e alto valor comercial estão associados a TPZ, no estudo é colocada ainda a possibilidade de que a baixa densidade de predadores de topo poderá estar relacionada não só com a idade da reserva e sua alta mobilidade mas também a sua preferência por outros tipos de habitat.

As espécies de grande porte são por vezes de crescimento lento e crescimento tardio pelo que respondem mais lentamente às medidas de proteção do que outras espécies.

As métricas dos peixes ocorreram nas zonas protegidas da Arrábida (Cabo Espichel; TPZ, CPZ e PPZ) mas o estudo às alterações estruturais e funcionais dos peixes e a

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

taxocenose introduzida pelo emissário submarino de águas residuais (esgotos) ocorreu na zona da Guia (ETAR da Guia) em Cascais.

6.1. A importância das Áreas Protegidas Marinhas

A área de estudo localizou-se ao largo de Cascais estendendo-se entre Carcavelos e o Cabo da Roca a profundidades compreendidas entre os 20 e 50m., procurando-se relacionar a influência do emissário submarino da Guia (esgotos) e a influência da pluma de dispersão do estuário do Tejo, incluindo águas balneares, poluição das ribeiras dos concelhos de Cascais e Oeiras. Henriques S. (2013) concluiu igualmente que o estuário do Tejo contribui grandemente para valores de intensidade nas zonas próximas da foz do rio mas que a pressão tem menor importância na maior parte das áreas circundantes.

A área protegida da Arrábida (Cabo Espichel) já produziu resultados conforme descrito nos pontos anteriores e por Henriques S. (2013), apesar de se tratar de uma área protegida muito jovem, com poucos anos de existência, mas que ainda assim já revelou a sua singular importância enquanto área marinha protegida.

A Rede Natura 2000 no domínio marinho classifica os estuários e zonas de influência como tipos de habitats de interesse comunitário e zonas sob influência de marés, cuja conservação exige a designação de zonas especiais de conservação (ZEC), no entanto constata-se presentemente que no estuário do Tejo e sua zona de influência oceânica não foi criada nenhuma área de proteção total marinha assim como na linha de costa dos concelhos de Cascais e Oeiras; existe sim uma área designada por ZPE em torno do Cabo Raso (Cascais) mas onde é permitido todo o tipo de pesca comercial entre outros.

Destaca-se, no entanto, a exceção da praia das Avencas na Parede (Pedra do Sal), concelho de Cascais, que foi classificada em 1998 como ZIBA “Zona de Interesse Biofísico das Avencas” atendendo às características singulares geológicas e biológicas desta praia, é uma muitíssima estreita faixa em frente à praia das Avencas localizada entre a praia da Bafureira e a Praia da parede, muito rica em biodiversidade (CAPS – C.

M. Cascais). Foi criado o Centro de Interpretação Ambiental da Pedra do Sal com o sentido de estudar o local, preservar e sensibilizar educando as camadas juvenis para a preservação da biodiversidade; considero nobre a iniciativa, mas trata-se ainda assim de uma faixa muito estreita que usufrui de proteção total, é um forte indicador ambiental, mas de dimensões muito reduzidas; atendendo à importância do local, dever-se-ia alargar a sua abrangência para fora da linha de costa e ao longo da mesma.

Segundo o Greenpeace Portugal, existe um crescente volume de provas científicas que demonstram que é necessário o estabelecimento de reservas marinhas em grande escala urgentemente para proteção destes habitats, invertendo assim o declínio das pescas.

Segundo Fournier, J., (2003), citado por Henriques, S., (2013), as áreas protegidas são comprovadamente uma medida efetiva na proteção da biodiversidade, mas não podem ser argumentos comerciais apesar de também favorecerem a economia local. É urgente a criação de novas áreas protegidas, dentro e fora do estuário do Tejo, ao largo da ilha do Farol do Bugio e ao largo do Cabo da Roca.

As áreas protegidas fora dos grandes centros urbanos podem exercer um papel fundamental na proteção da natureza (Marchand, 1993, citado por Henriques, S., 2013); simultaneamente o “efeito reserva” acarreta largos benefícios para a indústria pesqueira tornando-se em “máquinas de fábricas de peixes” tal como frequentemente é citado o exemplo do Mediterrâneo (Fournier, J., 2003, citado por Henriques, S., 2013).

O estudo de Henriques S. (2013) veio confirmar a eficiência da AMP do Cabo Espichel ressaltando de que se trata de uma área protegida ainda muito jovem.

7. Conclusão e propostas

7.1. Conclusão

A informação analisada no contexto dos capítulos 2 e 3 pode até certo ponto ser extrapolada para cenários de ETAR localizados mais a Este (ecótono e estuário do Tejo). Por se tratar de um local confinado entre as margens Norte e Sul, marítimas e estuarinas, sob forte influência dos caudais das ribeiras e do próprio Tejo, é muito provável que ocorra um aumento dos valores encontrados na zona da Guia até porque algumas das descargas que ali ocorrem não são alvo de qualquer tratamento.

Os capítulos 5 e 6 permitiram perceber que nas zonas marinhas protegidas ocorreu um aumento de espécies, aumento do número de indivíduos por espécie e em tamanho; são zonas saudáveis tanto no âmbito da Fauna como da Flora, tornaram-se, portanto, numa componente Ambiental e Biológica com comprovados benefícios para as áreas circundantes e nas mesmas componentes.

Eram e são amplamente conhecidos os efeitos nefastos antropogénicos sobre os ecossistemas, face às conclusões alcançadas, sustentadas por estudos técnicos multidisciplinar (ambientais, físico-químicos e biológicos), publicados pela APRH, pretendeu-se perceber a eficácia das medidas adotadas seja no âmbito das Leis e Regulamentos internacionais, Europeus e Nacionais; com a entrada em funcionamento das ETAR e com a implementação e demarcação de áreas protegidas tendo como enfoque as áreas e reservas marinhas (Figura 8).

No geral conclui-se que as assembleias de peixes de habitats rochosos de corais foram afetadas pela poluição resultante do aflente final enquanto mistura de compostos potencialmente tóxicos (apenas alvo de tratamento primário).

Neste trabalho, e na generalidade, com base nos relatórios de monitorização dos afluentes poluentes das ribeiras da linha de costa e ainda com um estudo biológico marinho realizado na área protegida de Arrábida (Cabo Espichel) demonstrou-se de forma evidente a importância de se tratarem os afluentes poluentes estuarinos e oceânicos, mas salientou-se igualmente a necessidade premente de que sejam realizados

os Tratamentos Secundários e Terciários nas ETAR, pois só assim se evitará presentemente que os efluentes descarregados sejam portadores de agentes químicos, bacteriológicos, patogénicos, fecais e metais pesados entre muitos outros. Demonstrou-se igualmente a eficiência das medidas presentemente adotadas, mas também a necessidade de outras focadas tanto em prol da ecológica bem como em torno de questões económicas, ou seja, da sustentabilidade global.

7.2. Propostas - Aumento e criação de novas áreas de proteção marinhas.

Torna-se fundamental identificar os fatores de pressão para assegurar que se alcança uma utilização sustentável dos recursos marinhos, implementando planos de gestão ambiental eficientes e adequados à realidade de cada local.

Futuramente dever-se-á proceder não só ao Tratamento Primário, mas também aos tratamentos Secundário e Terciário. Como tal, propõe-se algumas medidas em torno do ambiente marinho mais concretamente na zona alvo deste trabalho, o Ecótono do Tejo com o Oceano Atlântico numa área compreendida entre a zona de Caxias (Ribeira de Barcarena), o Cabo Espichel e o Cabo da Roca.

Numa primeira fase propõe-se que seja realizado um estudo com a finalidade de perceber e quantificar os efeitos das descargas pluviais. Procurar alcançar soluções através de estudos com o objetivo de tratar o presente efluente final de modo a conduzir à eliminação total de possíveis contaminantes quer sejam orgânicos ou inorgânicos especialmente fecais e patogénicos ainda presentes no efluente final das ETAR e tanto quanto possível á eliminação total do próprio efluente conduzindo-o a um estado em que a sua componente química, física e biológica seja igualada às da água em estado dito natural, somente após este estado ter sido alcançado é que se procederia à devolução desta já então água ao meio ambiente. Caso contrário, e, se no curto prazo o efluente que é descarregado no meio ambiente possa não consistir motivo preocupação maior, no longo prazo a sua deposição e acumulação no meio marinho poderá tornar-se novamente em algo indesejável com efeitos e consequências nefastas,

podendo ou não ser irreversíveis, e carecendo nessa altura de soluções ditas imediatas as quais nunca irão repor o ecossistema como presentemente se encontra.

Dever-se-á procurar alcançar soluções quer sejam as de captação e tratamento das águas pluviais superficiais urbanas e das vias de comunicação, resultantes da impermeabilização dos solos. A pluviosidade quando atinge a superfície terrestre nos meios urbanos e nas vias e comunicação mantem-se á superfície, não ocorre a infiltração nos solos porque a superfície encontra-se impermeabilizada (passeios, estradas, edifícios, etc.); posto isto, inevitavelmente as águas pluviais são então canalizadas para as linhas de água (ribeiras e rios) que por sua vez as transportam e descarregam nos mares e oceanos sem qualquer tipo de tratamento; estas águas são o veículo de transporte de sedimentos químicos e biológicos de vários tipos e origens (borracha, combustível, óleos, agentes potencialmente patogénicos, etc.), pelo que no longo prazo poderão tornar-se num grave problema ambiental passando pela adaptação das ETAR ou construção de novos equipamentos especialmente concebidos para o efeito, evitando assim a potencial consequência de um processo de acumulação continuada sendo que é crucial manter a vigilância continuada através da monitorização. Assim futuras investigações devem também abranger não só os indicadores analisados ao longo deste trabalho, mas também outros indicadores de pressão como dragagem, aquicultura, atividades locais de pesca, outros fatores poluidores de água, atividades marítimo-portuárias entre outras, e sempre que necessário alcançar métricas à base de peixes suficientemente inovadoras e sensíveis atendendo ao grau de dificuldade da matéria desafiante em questão.

A criação das áreas protegidas marinhas é de vital importância (Figura 8 e 10), pois estas acarretam benefícios ecológicos e económicos e são potenciais indicadores dos níveis de estabilidade da complexa teia de interações do ecossistema marinho, pelo que deverá ser mantida uma continuada monitorização dentro e fora destas áreas de proteção.

Deverá realizar-se periodicamente observações das espécies marinhas, ou seja, da flora e da fauna, dentro das áreas de proteção, através de sensores com o propósito de criar um histórico que permita perceber no longo prazo qual o aumento populacional e saúde do

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

ecossistema e por fim que medidas adotar em função dos resultados que surgirem. Com o mesmo propósito criar grupos de trabalho que tenham como objetivo a aproximação das comunidades piscatórias profissionais procedendo-se então a censos, registos de carisma quantitativo e qualitativo.

Propõe-se o alargamento das reservas ou áreas protegidas marinhas com especial foco junto à margem norte do Rio Tejo visando a criação ou o alargamento da ou das já existentes (Figura 10).

Aumento da área de proteção ou reserva marinha localizada na costa sul e a norte do Cabo Espichel (concelho de Sesimbra) estendendo-a paralelamente à costa aproximadamente até à Aldeia do Meco (Figura 10).

Aumento da área de proteção total em frente à praia das Avencas na Parede (Pedra do Sal), estendendo-a longitudinalmente e paralelamente à costa aproximadamente até meio da praia de Carcavelos (para nordeste) e em direção a sul perpendicularmente à costa, um aumento da área em cerca de meia milha; tornar-se-á assim uma zona mais alargada num local muito procurado para reprodução de presas e predadores comercialmente muito apreciados (Figura 9 e 10).

Na margem Sul a criação de uma **nova reserva**, um *Novo Corredor Verde Marinho* ou área protegida localizada a Sudeste do Farol do Bugio (**corredor ecológico de Proteção Total**), cuja extremidade nordeste seria na Ilha do Farol do Bugio e estender-se-ia no sentido Nordeste para Sudeste numa extensão e largura a ser estudada, mas que atingisse preferencialmente a cota batimétrica mínima dos 50m sendo considerado como ideal alcançar a cota batimétrica dos 100m de profundidade; sem prejuízo à atividade de pesca profissional das comunidades locais. A criação deste Corredor Verde Marinho (Figura 10), visa criar um canal de livre circulação par as espécies migratórias que procuram o estuário do Rio Tejo para procriar sem que estejam sujeitas às pressões destas atividades comerciais e que possua um solo submarino cujo fundo seja essencialmente rochoso já que para Norte próximo do Farol do Bugio encontra-se o grande banco de areia, deste modo este corredor ecológico de Proteção Total (corredor “verde”) proporcionaria às espécies migratórias, e restantes espécies locais, um corredor

de circulação livre de artes de pesca profissional e amadora, teria assim um fundo de composição mista composto essencialmente por areia a nordeste e rocha a sudoeste. A extremidade nordeste da área proposta, constitui presentemente um local de proliferação e procriação de peixes e bivalves e outras espécies territoriais que habitam essencialmente no fundo e ainda todos os predadores que destes dependem; nesta proposta não estaria interdita a navegação, mas sim a imobilização das embarcações, ou seja, embarcações fundeadas (ancoradas). A área protegida proposta neste local encontra-se enquadrada numa zona peculiar com um conjunto de características especiais previstas na Rede Natura 2000 (“...*bancos de areia predominantemente cobertos por água do mar pouco profunda...*”), (Figura 10).

Criação ou alargamento da área protegida marinha em frente à Guia, criação de uma nova reserva ou área protegida localizada entre a praia do guincho e o Cabo da Roca (Figura 10), em ambos os casos teria sempre que existir um estudo na especialidade para a sua demarcação (não foi possível determinar a presente extensão da zona de proteção integrada no parque natural da Serra de Sintra/Cascais). Estas áreas visam a preservação da biodiversidade local promovendo o crescimento do ecossistema dentro das mesmas sem que existam ameaças ou pressões diretas sobre elas, beneficiando toda a área circundante às mesmas assim como o sector económico das pescas do qual estão dependentes algumas comunidades locais. No entanto, e já como acontece presentemente na área protegida da praia das Avencas (Pedra do Sal) na Parede, toda e qualquer atividade de pesca ou caça estaria interdita e as embarcações profissionais ou amadoras poderiam transitar, mas estaria interdita a sua imobilização, enquanto manobra de fundear (ancorar) excetuando atividades lúdicas exclusivamente para banhos a partir dessas embarcações. **A estas restrições estariam sujeitas todas as áreas novas ou alargadas, aqui propostas** (Figura 10).



Fig. 8 – Áreas protegidas 2000.

Fonte: Pereira A., *III GEOGRAFIA FÍSICA E AMBIENTE, Diversidade do meio físico e recursos naturais*, Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa.

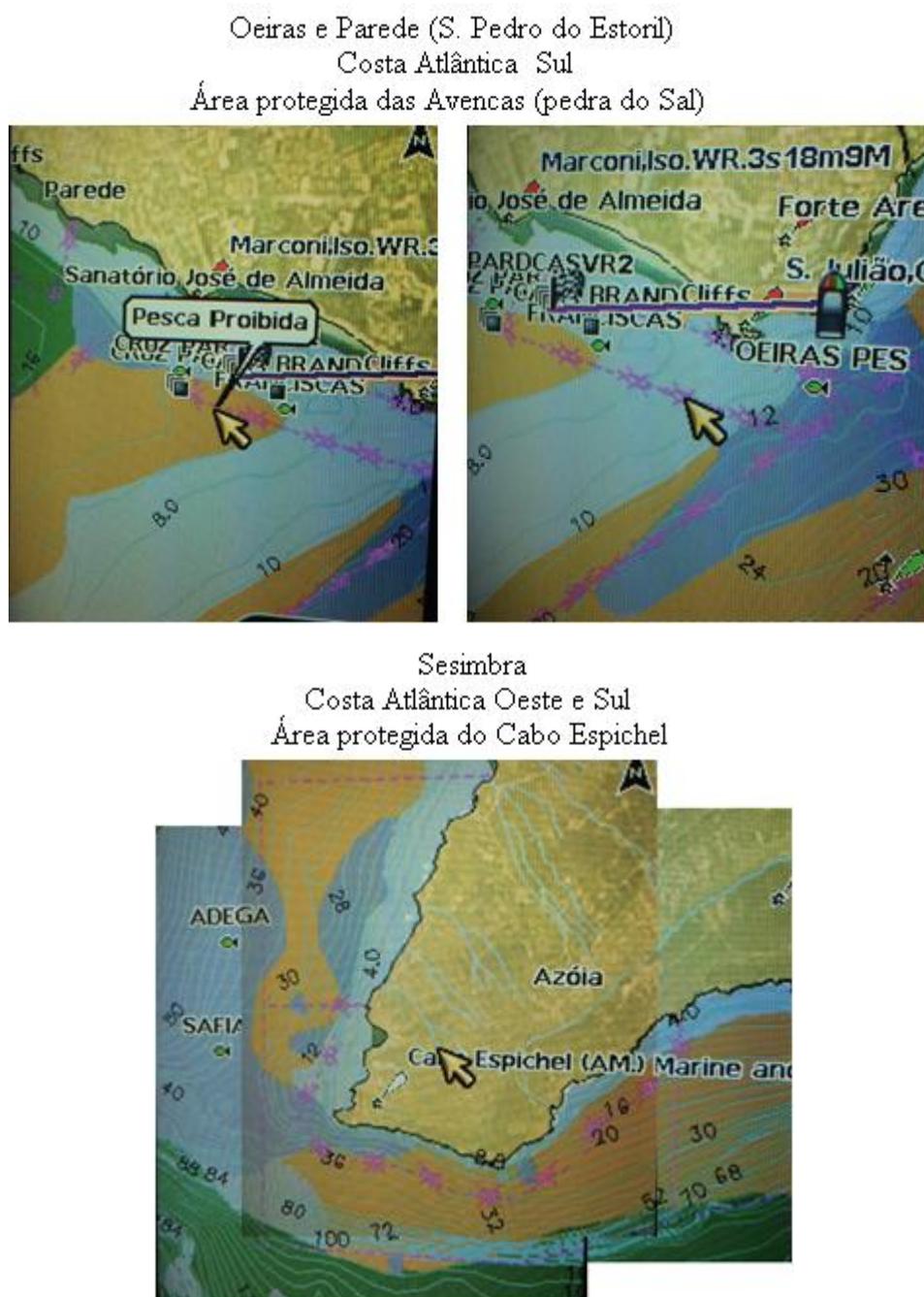


Fig. 9 – Áreas de proteção marinha da Praia das Avencas na Parede e em baixo o Cabo da Roca.
Fonte: Imagens da carta marítima de navegação por GPS (2016).

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território



Fig. 10 – Proposta para aumento das atuais faixas de proteção e criação de novas áreas de proteção marinha.

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

Fonte: João Afonso (2016)

Tabela 15 - Ribeiras da margem norte do Ecótono do Rio Tejo (concelhos de Oeiras e Cascais).

Concelho de Oeiras, 9 quilómetros de costa (linhas de água)											
Ribeira de Algés	Rio Jamor			Ribeira de Barcarena	Ribeira de Porto Salvo			Ribeira da Lage			
Concelho de Cascais (frente oceânica mais extensa do que o concelho de Oeiras)											
Ribeira de Sassoeiros	Ribeira das Marianas	Ribeira de Manique	Ribeira de Bicesse	Ribeira da Cadaveira	Ribeira da Castelhana	Ribeira das Vinhas	Ribeira de Mochos *	Ribeiras da Foz do Guincho	Ribeira do Arneiro	Ribeira de Grota	Ribeira do Assobio

* Extremo norte da área alvo deste trabalho (Cabo Raso, ETAR da Guia).

Fonte: CMO

Tabela 16 - Ribeiras da margem sul do Ecótono do Rio Tejo (Concelhos de Almada e Sesimbra).

Concelho de Almada, 13 quilómetros de areia divididos em 23 praias						
Costa norte, estuarina.	Vala do Caramujo	Guarda-Mor	Regateira	Caneira	Sobreda	Vala da ribeira da Enxurrada (Trafaria)
Costa sul, oceânica.	Ribeira da Foz do Rego			Vala da charneca		
Concelho de Sesimbra (a sul de Almada)						
Lagoa de Albufeira (recebe efluentes de três ribeiras e a ETAR procede ao tratamento primário e secundário)						

Fonte: CMS

Bibliografia

A degradação do meio ambiente. Disponível on-line em: <http://www.fontedosaber.com/geografia/a-degradacao-do-meio-ambiente> . Ultimo acesso em 29-09-2015.

Abessa, A., Rachid, B., Moser, G. e Oliveira, A., (2012). *Efeitos ambientais da disposição oceânica de esgotos por meio de emissários submarinos.* O Mundo da Saúd. São Paulo. Artigo de Revisão – Review Paper. 36(4): 643-661.

Agência Portuguesa do Ambiente. Disponível on-line em: <http://www.apambiente.pt/> . Ultimo acesso em 23-04-2016.

Águas de Lisboa e Vele do Tejo. Disponível on-line em: <http://www.adlvt.pt> . Ultimo acesso em 23-04-2016.

APRH (Data desconhecida). *Sistema de Alerta e Previsão para a Qualidade das Águas Balneares.* Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos.

APRH e INETI-ITA (1998). Monitorização ambiental do emissário submarino da Guia – APRH. Disponível on-line em: www.aprh.pt/congressoagua98/files/com/116.pdf . Ultimo acesso em 29-09-2015.

ARFI, R. e PATRITI, G., (1987). *Impact d'une pollution sur la partie zooplanctonique d'un système néritique.* Marseille - Cortiou. Hydrobiologia 144: 11-23.

Campuzano, F. J., Fernandes R., Leitão P. C., Viegas C., Pablo H. e Neves R. (2012). *Implementing local operational models based on an offline downscaling technique: The Tagus estuary case.* 2as Jornadas de Engenharia Hidrográfica. Lisboa: Maretec – Instituto Superior Técnico. Disponível on-line em: http://maretec.mohid.com/PublicData/Products/ConferencePapers/Campuzanofj_etal_2IH_2012.pdf. Último acesso em 29-09-2015.

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

CANTERAS *et al.* (1995). “Modelling the coliforms inactivation rates in the Cantabrian sea (bay of Biscay). from in situ and laboratory determinations of T90”. *Water Science and Technology*, Vol.32, N°2,1995, pp 37–44.

Causas e Consequências da Poluição. Disponível on-line em: <http://brunorpint.blogspot.com/2014/03/causas-e-consequencias-da-poluicao.html>.
Ultimo acesso em 29-09-2015.

Centro de Interpretação Ambiental da Pedra do Sal (CIAPS), praia das Avencas, Parede, Cascais. Disponível on-line em <http://www.cm-cascais.pt/pedradosal>. Ultimo acesso em 23-04-2016.

CMA. Disponível on-line em: <http://www.m-almada.pt> . Ultimo acesso em 23-04-2016.

CMO. Disponível on-line em: <http://geoportal.cm-oeiras.pt> . Ultimo acesso em 23-04-2016.

Decreto-Lei n.º 135/2009 de 3 de Junho Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. *Diário da República, N.º 107 — 1.ª série — 3 de Junho de 2009.*

Decreto-Lei n.º 113/2012 de 23 de Maio. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território. *Diário da República n.º 100/2012, Série I de 23 de Maio de 2012.*

Decreto-lei n.º 236/98 de 1 de Agosto – Anexo XXI. *Diário da Republica n.º 176/98 I Série A.*

Decreto-Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro. Assembleia da República. *Diário da República n.º 249/2005, Série I-A de 29 de Dezembro de 2005.*

Decreto-Lei n.º 70/90 de 2 de Março de 1990. *Diário da Republica 51/90 – série I.* Ministério do Planeamento e da Administração do Território Define o regime de bens do domínio hídrico do Estado.

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

Decreto-lei nº 74/90 de 7 de Março 1990. Diário da Republica nº 55/90 - série I. Ministério do Planeamento e da Administração do Território Aprova as normas de qualidade da água.

Diretiva 1991/271/CEE. Diretiva do Conselho de 21 de Maio de 1991. Jornal Oficial das Comunidades Europeias nº L135, de 30-05-1991. Relativa ao tratamento de águas residuais urbanas. Disponível on-line em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A31991L0271>. Última consulta em 01-05-2016.

Diretiva 2006/7/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 15 de Fevereiro, relativa à gestão da qualidade das águas balneares e que revoga a Diretiva 76/160/CEE. Jornal Oficial da União Europeia nº L 64, de 4 de Março de 2016.

Diretiva 2008/105/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Dezembro de 2008. Jornal Oficial da União Europeia nº L 348, de 24 de Dezembro de 2008.

Diretiva nº 2006/6/CE de 18 de Janeiro da Comissão de 17 de Janeiro de 2006 que altera a Diretiva 91/414/CEE do Conselho com o objetivo de incluir a substância activa tolilfluanida. Jornal Oficial da União Europeia nº L **12 - Série L**.

Diretiva Quadro da Água., Disponível on-line em: <http://www.apambiente.pt/dqa/>. Último acesso em 01-05-2016.

Fiúza A.F.G., Macedo M.E. e Guerreiro M.R. (1982). Climatological space and time variation of the Portuguese coastal upwelling. *Oceanologica Acta* 1982 – Vol. 5 – nº 1. Disponível on-line em: <http://archimer.ifremer.fr/doc/00120/23169/21014.pdf>. Último acesso em 29-09-2015.

Fournier, J., Panizza, A. (2003). *Contribuição das Áreas Marinhas Protegidas para a Conservação e a Gestão do Ambiente Marinho*. Disponível on-line em: https://www.researchgate.net/publication/262163904_Contribuicoes_das_Areas_Marinhas_Protegidas_para_a_conservacao_e_a_gestao_do_ambiente_marinho . Último acesso em 29-09-2015.

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

Frazão, A., Santos, C., Vilhena, T., Guerra, M., Bordalo, M., Costa, Baeta-Hall, L., Barreiros, A., Bessa, M. e Pacheco (data desconhecida). *Monitorização Ambiental do Emissário Submarino da Guia: Qualidade da Água do Mar*. INETI-ITA e APRH. Disponível on-line em: <http://www.aprh.pt/congressoagua98/files/com/116.pdf> . Ultimo acesso em 29-09-2015.

Cardigos, F. e Groz, M. (data desconhecida). *Áreas Marinhas Protegidas: Ferramentas de Hoje para o Mar de Amanhã*. Disponível on-line em: <http://www.horta.uac.pt/Projectos/MSubmerso/old/200509/principal.htm>. Ultimo acesso em 29-09-2015.

García-Chartron J.A. e Pérez-Ruzafa A. (2001). *Spatial pattern and the habitat structure of a Mediterranean rocky reef fish local assemblage*. Marine Biology.

Google Maps. Disponível on-line em: <https://www.google.pt/maps/@38.6932991,-9.3129443,14z>, ultimo acesso em 13-05-2016.

Henriques, S. (2013). *Marine fish assemblages as indicators of anthropogenic pressures: identifying sensitive metrics*. Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Biologia Animal. Disponível on-line em: https://www.researchgate.net/publication/252626646_Marine_fish_assemblages_as_indicators_of_anthropogenic_pressures_identifying_sensitive_metrics . Ultimo acesso em 29-09-2015.

INETI-ITA, et al., (data desconhecida). *Monitorização Ambiental do Emissário Submarino da Guia: Qualidade da Água do Mar*. Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação. Disponível on-line em: <http://www.aprh.pt/congressoagua98/files/com/116.pdf> . Ultimo acesso em 29-09-2015.

Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge. Departamento de Saúde Ambiental (2010). *Consumo de água de nascentes naturais. Um problema de saúde publica*.

LEITÃO, P.C. (1996) “*Modelo de Dispersão Lagrangeano Tridimensional*”. Tese de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Lisboa.

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

MARPRO, Conservation of Marine Protected Species in Mainland Portugal. Disponível em: <http://www.marprolife.org>. Último acesso em 13-05-2016.

McKinley, A. e Johnston, E. (2010). *Impacts of contaminant sources on marine fish abundance and species richness: a review and meta-analysis of evidence from the field*. Marine Ecology Progress Series. Evolution & Ecology Research Centre, School of Biological, Earth and Environmental Sciences. University of New South Wales, Sydney, Australia. Vol. 420, pp 175–191. Disponível on-line em: <http://www.int-res.com/articles/meps2010/420/m420p175.pdf> . Último Acesso em 29-09-2015.

Metcalf e Eddy, inc. (2003). *Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse*. McGraw-Hill, Inc. New York.

Neves, R. (1998) - “*Programa de monitorização do emissário submarino da guia: modelação matemática.*” Instituto Superior Técnico”, Universidade Técnica de Lisboa.

O mar não está para peixe. Pesca predatória dizima os nossos cardumes. (Data desconhecida). Disponível on-line em: http://www.brasil247.com/pt/247/revista_oasis/166567/O-mar-n%C3%A3o-est%C3%A1-para-peixe-Pesca-predat%C3%B3ria-dizima-os-nossos-cardumes.htm&psig=AFQjCNF7nM3OJzX-8TCcFOC4QAfPH1Xf3g&ust=1449854716616180 . Último acesso em 29-09-2015.

OMORI, M. e IKEDA, T. (1984) - *Methods in marine zooplankton ecology*. John Wiley & Sons, New York.

Pereira A. R. (2003). *III GEOGRAFIA FÍSICA E AMBIENTE, Diversidade do meio físico e recursos naturais*, Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa.

Pimentel, M. (2012). “*Gestão de resíduos produzidos num sistema de drenagem e tratamento de águas residuais*”. Mestrado em Engenharia Química - Tecnologias de Proteção Ambiental. Disponível on-line em: http://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/4493/1/DM_MarlenePimentel_2012_MEQ.pdf. Último acesso em 29-09-2015.

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

PONG-Pesca. Disponível on-line em: <https://pongpesca.wordpress.com/>. Ultimo acesso em 12-05-2016.

Qualidade da Água e Saúde Publica (data desconhecida). Disponível on-line em: nebm.ist.utl.pt/repositorio/download/1764/7. Ultimo acesso em 16-05-2016.

Resíduos aumentam nas profundidades marinhas do sudoeste de Portugal. (data desconhecida). Disponível on-line em : <http://www.ambientemagazine.com/residuos-aumentam-nas-profundidades-marinhas-do-sudoeste-de-portugal/#sthash.YNWZpQ5H.dpuf>. Ultimo acesso em 29-09-2015.

Saneamento da Costa do Estoril. Disponível on-line em: www.sanest.pt . Ultimo acesso em 12-05-2016.

Rede Natura 2000 Açores. Disponível on-line em: <http://redenatura2000.azores.gov.pt/Web01/index2.htm> . Ultimo acesso em 16-05-2016.

Santos, C., Catarino, J., Barreiros, A., Trancoso, M. A., Marques, E., Garcia, C., Neves, R., Carvalho, V. e Lopes, C., (2010). *13 Anos de Monitorização da Descarga do Emissário Submarino da Guia – Integração na DQA*. 10º Congresso da Água – Marcas d' Água, Alvor, Algarve, 21 a 24 de Março de 2010. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. Disponível on-line em: <http://repositorio.Ineg.pt/bitstream/10400.9/1114/1/Santos%20et%20al%2010%20CAgua.pdf> . Ultimo acesso em 29-09-2015.

Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos. Disponível on-line em: <http://snirh.pt/index.php?idMain=1&idItem=2.1> . Ultimo acesso em 09-05-2016.

VIEGAS et al.- “Streams contribution to bathing water quality after rainfall events in Costa do Estoril- a tool to implement an alert system for bathing water quality”. *Journal of Coastal Research*, SI 56, 2009, pp. 1691-1695.

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

Efeitos Nefastos das Descargas Residuais nos Mares e Oceanos. Ecótono do Rio Tejo com o Oceano Atlântico. As reservas marinhas - Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território