



**Diogo Fernando Pereira Neves**

Licenciado em Engenharia do Ambiente

## **Lixo marinho nos fundos oceânicos e a sua ingestão por peixes da costa portuguesa**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente  
Perfil de Gestão e Sistemas Ambientais

Orientadora: Professora Doutora Maria Paula Oliveira Sobral,  
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia,  
Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Maria Helena Ferrão Ribeiro da Costa  
Vogais: Prof. Doutora Maria Luísa Faria de Castro Castro e Lemos  
Prof. Doutora Maria Paula Oliveira Sobral



**LIXO MARINHO NOS FUNDOS OCEÂNICOS E A SUA INGESTÃO POR PEIXES DA COSTA PORTUGUESA-COPYRIGHT**

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor



## Agradecimentos

Agradeço à Professora Paula Sobral por toda a ajuda, preocupação e apoio que me deu durante o período de tese.

À Docapesca pelo apoio financeiro, burocrático e na cedência de contactos, tendo sido essencial na execução de todos os embarques, obtenção de dados e amostras.

Agradeço à Bióloga Tânia Pereira por toda a preocupação que demonstrou, a sua disponibilidade e ajuda em todas as questões dos embarques que tornou mais simples toda a parte de trabalho prático.

Agradeço igualmente ao João Frias pela amabilidade que demonstrou comigo e toda a ajuda que me proporcionou nas dúvidas que tinha.

A todo o grupo de tese com quem eu tive o prazer de trabalhar, agradecendo em especial ao Pedro por toda a ajuda que a sua experiência me proporcionou.

A todos os mestres das embarcações que estive, sem a sua abertura teria sido tudo mais difícil, por todo o peixe que me ofereceram e a sua disponibilidade, assim como todos os pescadores que muito prestáveis.

À empresa Testa&Cunhas por toda a agilização da burocracia, abertura e preocupação em me receber nas suas embarcações, em especial ao Sr. Alexandre, Sr. Ricardo e Sr. Pina.

À Sociedade Pesca Foz da Nazaré, em especial à senhora Isabel pela amabilidade e disponibilidade para tratar de toda a burocracia.

À senhora Fátima e colegas, pela simpatia e trabalho que tiveram em me guardarem pós venda e me oferecerem os estômagos dos peixes.

Este trabalho é dedicado a todos os que contribuíram, direta ou indiretamente, mas em especial à minha mãe, pai e irmãos, pois sem vocês nada disto era possível. Agradeço muito todo o amor e apoio que me deram, e ao esforço que estes anos todos se submeteram.

Tenho a agradecer o amor, carinho e compreensão da minha namorada que demonstrou ao longo deste tempo, por aquilo que passámos juntos e que nos tornou mais fortes, obrigado por tudo.

Um muito obrigado aos meus sogros Sr. Frechaut e Dona Maria João, que sempre me apoiaram em tudo o que lhes foi possível, e que me deram algo que eu nunca tive.

A todos os amigos que fiz durante a minha vida académica e que me tornaram uma pessoa melhor, em especial: Pedro Gonçalves, pelos anos que passámos, a sua ajuda foi essencial em muitas das fases; Pedro Fonseca, pela amizade e lealdade que sempre demonstrou; Joaquim e Ivo, por toda a amizade e apoio que me deram, as noites passadas na faculdade finalmente deram resultado.

E a todas as pessoas que de uma forma ou de outra me ajudaram a alcançar esta meta na vida, um muito obrigado a todos.



## Resumo

O presente estudo tem por objetivo quantificar o lixo marinho bentónico existente no fundo do mar na região costeira de Portugal Continental e os microplásticos ingeridos por peixes capturados ao longo da costa portuguesa. De Março a Agosto de 2013 foram realizados 11 embarques em embarcações de pesca de arrasto de norte a sul do país. Num total de 1275 itens de lixo marinho contabilizados, 82% eram de plástico e 38,6% tinham como origem atividades pesqueiras. No mesmo período foram observados à lupa binocular 263 conteúdos estomacais de peixes capturados na costa portuguesa, tendo sido observados microplásticos em 21,7% dos peixes, sendo 59,6% espécies demersais e 40,4% espécies pelágicas, sendo a média de partículas de microplásticos ingeridos por peixe de  $1,42 \pm 0,68$ .

As densidades médias de lixo marinho (itens.km<sup>-2</sup>) variaram entre embarques e regiões (norte, centro e sul). Enquanto nas regiões norte e centro essa variação não permitiu comparações, na região sul as densidades médias foram sensivelmente mais baixas. O valor mais elevado ( $179 \pm 64,0$  itens.km<sup>-2</sup>) foi registado no arrasto efetuado perto do estuário do Tejo.

Na região centro foram observadas médias de microplásticos ingeridos pelos peixes capturados mais elevadas que nas restantes regiões, em especial nos embarques que efetuaram lances perto do estuário do Tejo, apontando para uma possível relação direta entre a densidade populacional, lixo marinho e microplásticos. Existe uma fraca correlação positiva entre a densidade de lixo marinho e o número de microplásticos ingeridos pelos peixes. Não existem diferenças significativas entre a ingestão de microplásticos em espécies demersais e pelágicas, mas existem diferenças significativas entre o volume preenchido no estômago (*Fullness Index*) e a ingestão de microplásticos entre ambas, sugerindo uma possível relação inversa entre a disponibilidade de alimento e a ingestão de microplásticos, sendo menor a ingestão de microplásticos quanto maior for a disponibilidade de alimento.

**Palavras-chave:** Portugal; lixo marinho; microplásticos; pesca de arrasto; conteúdos estomacais



## Abstract

The objective of this study is to quantify the benthic marine litter found at the bottom of the sea in Portugal, and microplastics ingested by fish caught along the portuguese coast. From March to August 2013, from the north to the south of Portugal, 11 trips on trawling vessels were performed. A total of 1275 items of marine litter was recorded, 82% were plastic-related and 38.6% were originated from fishing related activities. During the same period, 263 stomach contents from fish caught off the Portuguese coast were observed under a stereoscopic microscope. Microplastics were registered in 21.7% of all fish, from which 59.6% were demersal species and 40.4% pelagic species, with an average of  $1,42 \pm 0.68$  microplastics ingested per fish.

The average densities of marine debris (items.km<sup>-2</sup>) ranged between fishing trips and regions (north, centre and south). While in the north and centre this variation did not allow for comparisons, in the southern region the average densities were much smaller. The highest value ( $179 \pm 64.0$  items.km<sup>-2</sup>) was recorded in a bottom trawl made near the mouth of the Tagus estuary.

In the central region, higher mean values of microplastic ingested by fish were observed, particularly from bottom trawls near the Tagus estuary, pointing to a possible direct relationship among population density, marine debris and microplastic.

A weak positive correlation between density of marine debris and number of microplastics ingested by fish was found. There are no significant differences between the intake of microplastic by demersal and pelagic species, but there are significant differences between the Fullness Index (stomach occupied volume) and microplastic ingestion between both groups of species, suggesting a possible inverse relationship between food availability and microplastic intake, the microplastic intake being lower when availability of food is higher.

**Keywords:** Portugal; marine litter; microplastics; trawling; stomach contents



## Índice de Matérias

1	Introdução.....	1
1.1	Enquadramento.....	1
2	Objetivos e Âmbito .....	3
3	Revisão da Literatura .....	5
3.1	Lixo Marinho.....	5
3.2	O Plástico no Lixo Marinho.....	10
3.3	Impactos na Vida Marinha .....	12
3.4	Impactos Ambientais e Económicos .....	14
3.5	Microplásticos.....	15
3.6	Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) .....	18
3.7	Iniciativas Em Portugal Abrangendo Lixo Marinho.....	20
3.8	Legislação .....	20
4	Materiais e Métodos .....	25
4.1	Área de Estudo.....	25
4.2	Lixo Marinho no Fundo Oceânico .....	28
4.3	Amostragem e Processamento em Laboratório.....	29
5	Resultados.....	33
5.1	Variabilidade Espacial e Densidade do Lixo Marinho .....	33
5.2	Caracterização do Lixo Marinho .....	34
5.3	Ingestão de Microplásticos nos Peixes .....	35
6	Discussão .....	41
6.1	Densidades e Distribuição do Lixo Marinho .....	41
6.2	Microplásticos.....	43
6.3	Relevância do Estudo Efetuado.....	45
7	Conclusão.....	47
	Referências Bibliográficas .....	49
	Anexo .....	55



## Índice de Figuras

Figura 3.1 – Esquema simplificado das correntes oceânicas do Pacífico Norte .....	5
Figura 3.2 – Os cinco grandes giros oceânicos .....	6
Figura 3.3 – Giro do Atlântico Norte .....	7
Figura 3.4 – Pesca por Arte de Arrasto .....	8
Figura 3.5 – Estimativa do intervalo de degradação de lixo marinho .....	10
Figura 3.6 – Produção de Plásticos na Europa e Mundo.....	11
Figura 3.7 – Fio de pesca emaranhado nas patas de uma gaivota durante um embarque .....	12
Figura 4.1 – Diagrama da metodologia realizada .....	25
Figura 4.2 – Ilustração das áreas abrangidas pelos embarques efetuados na região norte .....	26
Figura 4.3 – Ilustração das áreas abrangidas pelos embarques efetuados na região centro .....	27
Figura 4.4 – Ilustração das áreas abrangidas pelos embarques efetuados na região sul .....	27
Figura 4.5 – Percurso efetuado durante 15 de Março na embarcação Leonis.....	28
Figura 4.6 – Esquema geral de metodologia realizada a bordo .....	29
Figura 4.7 – Esquema geral de metodologia realizada em laboratório .....	31
Figura 5.1 – Densidade de lixo marinho em itens.km <sup>-2</sup> contabilizado em cada embarque.....	33
Figura 5.2 – Lixo marinho por categoria contabilizado nos embarques .....	34
Figura 5.3 – Exemplos de algum lixo marinho trazido pelas redes de arrasto no embarque E .....	35
Figura 5.4 – Emaranhado de potes/alcatruzes para polvo; Covo para polvo; Pedaco de rede de emalhar.....	35
Figura 5.5 – Exemplos de alguns microplásticos encontrados nos conteúdos estomacais de determinados peixes .....	37
Figura 5.7 – Microplásticos ingeridos por espécie com n≥12 .....	38
Figura 5.8 – Microplásticos ingeridos por espécies demersais e pelágicas e sua média em cada embarque.....	39



## **Índice de Tabelas**

Tabela 3.1 – Classificação do lixo marinho segundo o local onde está presente .....	9
Tabela 3.2 – Classificação do lixo marinho bentónico segundo o tipo de material constituinte .....	10
Tabela 4.1 – Embarcação, duração, porto de pesca e respetiva região abarcada pelos lances .....	26
Tabela 4.2 – Descrição dos embarques efetuados e amostras de peixe recolhidas .....	30
Tabela 5.1 – Tipo de material recolhido nas redes e densidade registada .....	33
Tabela 5.2 – Número de indivíduos de cada espécie cujo conteúdo foi observado .....	36
Tabela 5.3 – Diferenças estatísticas na ingestão de microplásticos entre cada par de espécies .....	39



## Lista de Abreviaturas

µm – Micrómetro ( $10^{-6}$  m)

BPA – Bisfenol A

DQEM – Diretiva Quadro da Estratégia Marinha

Fullness Index – Índice de volume preenchido no estômago

IMO – *International Maritime Organization*

LAI – Legislação Ambiental Integrada

MARPOL – Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios

OSPAR – Convenção para a Proteção do Meio Marinho do Atlântico Nordeste

PAHs – Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos

PCBs – Bifenilos Policlorados

PE – Polietileno

PGP – *Pacific Garbage Patch*

POPs – Poluentes Orgânicos Persistentes

PP – Polipropileno

ppm - Partes por milhão

PS – Poliestireno

PVC – Policloreto de vinil

SML – *Sea Surface Microlayer*

UE – União Europeia



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 ENQUADRAMENTO

O lixo marinho é um problema global crescente que afeta todos os oceanos do planeta, causando não só problemas ambientais como também económicos, de saúde pública e de degradação do valor paisagístico natural. Devido à crescente densidade populacional mundial, o aumento da esperança média de vida, da produção industrial e crescente densidade urbana nos países em desenvolvimento, bem como a orientação das sociedades contemporâneas para valores consumistas (Allsopp, *et al.*, 2006), a produção de resíduos sólidos inorgânicos é cada vez maior. E tendo os oceanos funcionado, durante várias décadas, como reservatórios de resíduos inorgânicos, que pela sua natureza não-biodegradável possuem um elevado intervalo de degradação, é essencial o desenvolvimento deste tema sob risco de deixar para as gerações futuras as consequências negativas do problema.

O lixo marinho distingue-se por ter a sua origem principal num local ou região, mas poder gerar impactos a grandes distâncias ou em diversos locais devido ao transporte pelos ventos e correntes oceânicas. E embora existam mais ações de sensibilização em países costeiros (KIMO, 2008), também as regiões próximas de rios são geradoras de lixo marinho. Os caudais dos rios ao desaguardarem no mar transportam muito do lixo que é produzido em terra e trazido pelas chuvas, vento, comportamento humano, entre outros, até às linhas de água. A origem deste lixo marinho provém essencialmente de más práticas na gestão de resíduos, carência de infraestruturas próprias e do mau comportamento de natureza ambiental das populações, estando este problema amplificado nos países em desenvolvimento.

Além da abrangência global que caracteriza o lixo marinho, também a sua origem pode ser diversa, incluindo obviamente as embarcações pesqueiras, que na sua maioria deitam para o mar o lixo produzido, assim como o capturado pelas artes de pesca, não estando os intervenientes sensibilizados para o impacto que o mesmo pode ter no dano, aprisionamento ou asfixia das espécies marinhas. Além do impacto visual que o lixo marinho tem na população que visita as praias, encontrado por mergulhadores nas águas costeiras, o custo que as autoridades responsáveis têm anualmente na sua limpeza, também as populações locais são prejudicadas. Desde o prejuízo na economia local devido à diminuição do turismo, aos prejuízos das embarcações de pesca que capturam nas suas redes lixo marinho juntamente com o peixe, podendo danificar redes de pesca e o próprio pescado.

Outro grande problema prende-se com o facto de micropartículas de plástico, que têm origem na fragmentação de plástico de maiores dimensões, poderem ser ingeridas pelos organismos marinhos. Estas têm a capacidade de adsorver POPs (Poluentes Orgânicos Persistentes) que são tóxicos tanto para os próprios organismos, como para aqueles que se alimentam deles, incluindo o ser humano.

E embora existam Convenções assinadas por vários países a nível mundial que abordam estes temas, como as Convenções de Estocolmo, MARPOL (Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios) e OSPAR (Convenção para a Proteção do Meio Marinho do Atlântico Nordeste), devido à fraca implementação e cumprimento dos acordos e leis existentes, assim como à falta de

sensibilização das partes interessadas e da população em geral para o problema, continua-se a registar um aumento mundial de lixo marinho e POPs.

Como necessidade de dar resposta a todos estes problemas, a Comissão Europeia criou legislação que aborda o lixo marinho, conhecido pelo Descritor 10 da DQEM (Diretiva Quadro da Estratégia Marinha), estabelecendo como objetivo a implementação do Bom Estado Ambiental no meio marinho até 2020, além de apoiar projetos nesta área como o *CleanSea Project* (Um projeto europeu de investigação que tem como objetivo fornecer instrumentos e ferramentas de forma a manter os mares europeus limpos, produtivos e saudáveis (Cleansea-project, 2013)) ou o projeto de sensibilização social MARLISCO. E de acordo com a “Estratégia Nacional para o Mar 2013-2020”, esta será uma área de investigação futura em Portugal, devido ao objetivo de criar um modelo de gestão integrada para a recuperação e reciclagem dos resíduos sólidos presentes no meio marinho, como resultado das atividades humanas.

## **2 OBJETIVOS E ÂMBITO**

Atualmente ainda existe pouca informação acerca do lixo marinho de fundo ou bentónico, tanto em Portugal como na Europa, sendo uma área que começa agora a despertar uma maior atenção por parte de investigadores e opinião pública. É com esse objetivo que este trabalho foi desenvolvido, centrando a investigação nos seguintes objetivos:

- Classificar e quantificar o lixo marinho localizado no fundo oceânico de norte a sul de Portugal, através da observação direta durante a pesca de arrasto;
- Analisar em laboratório o conteúdo estomacal de peixes pelágicos e demersais da costa portuguesa, por forma a identificar os resíduos sólidos não-naturais de origem antropogénica, tais como os microplásticos, presentes nos estômagos.



### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 LIXO MARINHO

O lixo marinho é definido como qualquer material sólido persistente, processado ou manufaturado e que é descartado, abandonado e de alguma forma transportado até ao meio costeiro ou marinho (UNEP, 2013). Consiste em itens que foram produzidos ou usados por pessoas e deliberadamente ou acidentalmente descartados no mar, rios ou praias, ou levados indiretamente até ao mar através de rios, esgotos, águas pluviais ou vento (Galgani, *et al.*, 2010). Também os desastres naturais como furacões e *tsunamis* podem ser fontes de lixo marinho (Thompson, *et al.*, 2005). Após o *tsunami* no Japão, em 2010, o governo japonês estimou que 5 milhões de toneladas de detritos entraram no meio marinho, havendo inclusive registos de terem sido já encontrados nos 5 continentes.

A origem do lixo marinho é sobretudo terrestre, cerca de 80%, sendo os restantes 20% de origem marítima (UNEP, 2005). Aterros sanitários, rios e cheias, emissários industriais, descargas de água pluvial, águas residuais não-tratadas, lixo nas praias, turismo nas zonas costeiras e a indústria de pesca são as principais atividades terrestres que lhe dão origem. As atividades marítimas que geram os restantes 20% concentram-se no transporte marítimo (turismo, pesca, contentores), mineração, perfuração e extração *offshore*, descargas de resíduos ilegais no mar e artes de pesca perdidas.

Encontra-se lixo marinho em vários locais remotos, afastados de quaisquer fontes de poluição humana (UNEP, 2005). E devido à sua capacidade de flutuação e persistência, nomeadamente os constituídos por plástico, podem ser transportados através de longas distâncias e terminar longe da sua entrada inicial no meio marinho (Miljo, 2001). Essa deslocação tem origem nos ventos, ondas ou correntes oceânicas (UNEP, 2005), podendo provocar vários efeitos como as elevadas concentrações de lixo marinho em zonas de confluência de correntes oceânicas. O local mais mediático e que despoletou o interesse da opinião pública e comunidade científica para o problema do lixo marinho está situado no oceano Pacífico Norte, entre o Havai e a Califórnia, onde uma concentração de resíduos conhecida como *Pacific Garbage Patch* (PGP) do tamanho da Península Ibérica, está situada numa zona de convergência (Figura 3.1) conhecida por Pacífico Norte.

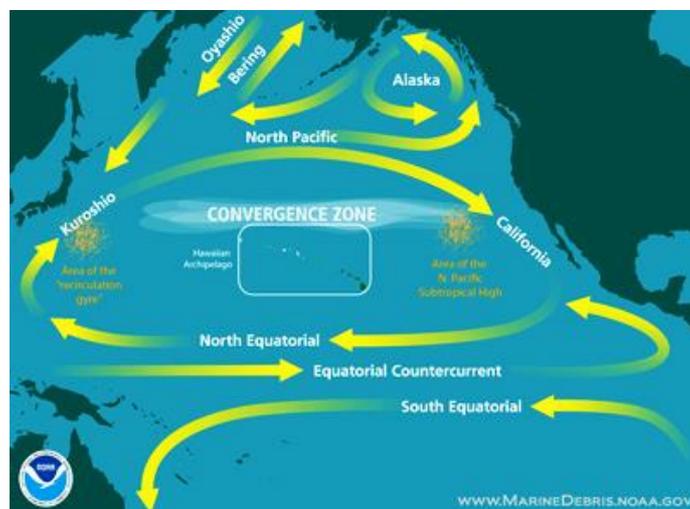


Figura 3.1 – Esquema simplificado das correntes oceânicas do Pacífico Norte (NOAA, 2013)

A área não tem limites distintos e varia em localização e intensidade de convergência ao longo do ano, movimentando-se sazonalmente entre 30°N e 135°W, e entre 42°N e os 155°W (aproximadamente 800 milhas náuticas). É pouco definida e situa-se mais a Norte durante os meses de verão (no Hemisfério Norte), quando a convergência tende a ser mais fraca, e é nítida mais a Sul.

Este facto é notório durante os meses de inverno e durante os períodos de ocorrência do fenómeno *El Niño*, com maior convergência. Nesta fase desloca-se ao longo do arquipélago Havaiano, provocando uma acumulação de lixo marinho.

O lixo que entra no giro, um enorme padrão de circulação de água em movimento circular mais ou menos constante, resultante de sistemas de correntes oceânicas, vento e rotação terrestre, acaba por se acumular lentamente no centro do giro, onde as velocidades das correntes são menores (5Gyres, 2013).

A maioria dos estudos sobre o lixo marinho em circulação nos giros oceânicos tem incidido no Pacífico Norte, no entanto existem cinco grandes giros oceânicos (Giros do Pacífico Norte e Sul, do Atlântico Norte e Sul e Giro do Oceano Índico – ver Figura 3.2) em todo o mundo, com vários giros de menores dimensões no Alasca e na Antártida (5Gyres, 2013). Por exemplo, no Oceano Atlântico existe uma zona extensa localizada entre a costa leste da Florida e as Bermudas, criada pela corrente do Golfo, corrente das Canárias e Corrente Equatorial do Atlântico Norte (Figura 3.3), com uma considerável concentração de lixo marinho flutuante, embora bem menos densa em relação à PGP, onde convergem plásticos de vários tamanhos e formas.

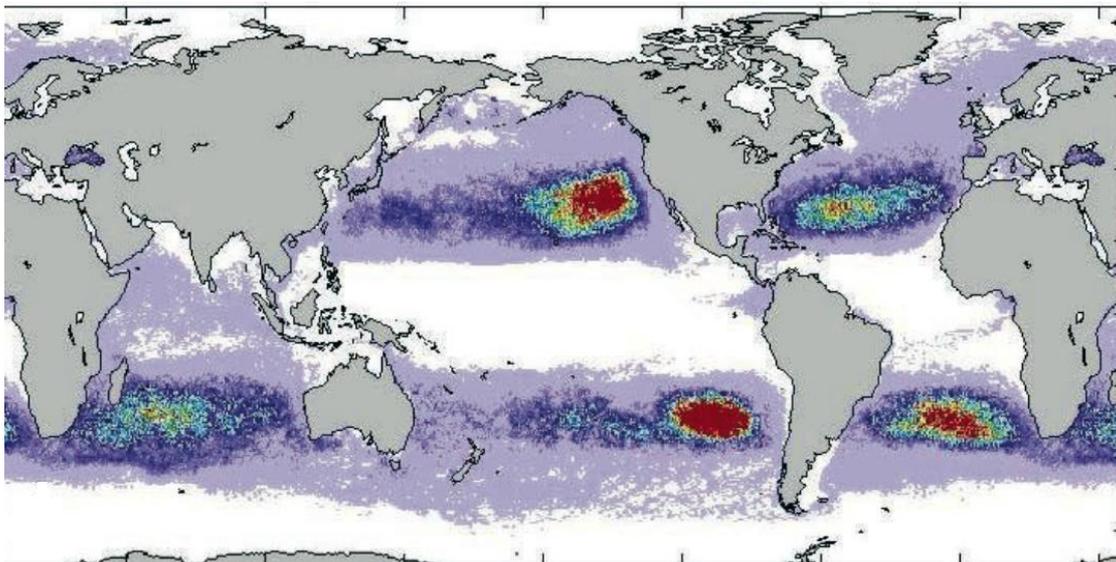


Figura 3.2 – Os cinco grandes giros oceânicos (Maximenko, 2008)

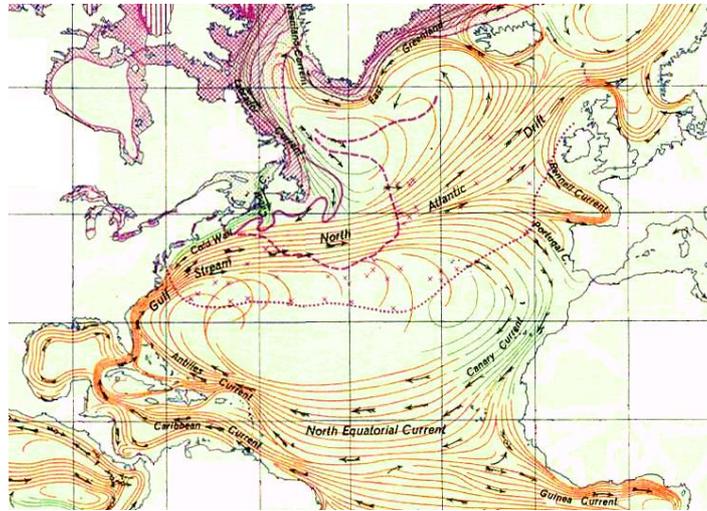


Figura 3.3 – Giro do Atlântico Norte (USArmy, 1943)

Existem registos que determinam um crescimento de duas ordens de grandeza na concentração de microplásticos no Giro do Pacífico Norte, nas duas últimas décadas. Estudos efetuados no noroeste do Mediterrâneo também apontam para uma abundância média de microplásticos (1334 partículas por  $m^2$ ) equivalente à encontrada no Giro (GEF, 2012).

Um estudo efetuado por Moore, *et al.* (2001) constatou que no Giro, a concentração de plástico era 6 vezes maior que a concentração de plâncton, colhido à superfície do oceano com 0,333  $\mu m$  de malha, evidenciando a dimensão do problema do lixo marinho, que até à data era desconhecido. Tal conclusão é em parte suportada por Davison e Asch (2011) que realçam uma diferença de 11,6% de microplásticos ingeridos por espécies pelágicas que migram verticalmente, em comparação com 4,8% das espécies que não migram para a superfície mais poluída da PGP.

Deste modo o lixo marinho é difundido por todo o tipo de ambientes marinhos a um nível global, incluindo zonas remotas (Thompson, *et al.*, 2004). A título de exemplo, em 2006 um pedaço de plástico proveniente de um avião abatido durante a Segunda Guerra Mundial, em 1944, foi encontrado no estômago de um albatroz que estava a quase 10 mil quilómetros de distância do avião (Barnes, *et al.*, 2009).

A distribuição e quantidades de lixo marinho no fundo oceânico variam significativamente, pois a distribuição geográfica é fortemente influenciada pela hidrodinâmica, geomorfologia e fatores humanos. As correntes oceânicas têm um papel essencial no seu transporte, acabando por o deslocar até zonas de acumulação diretamente relacionadas com a topografia do fundo oceânico. Devido a esse facto, as quantidades de lixo marinho são consideradas estáveis em alguns locais, mas têm aumentado significativamente noutros (Barnes, *et al.*, 2009).

Em áreas costeiras de pouca profundidade (<40 m de profundidade), a abundância de lixo marinho é geralmente muito maior do que na plataforma continental ou no mar profundo, com a exceção de algumas zonas de acumulação em mar aberto (Katsanevakis, 2008). Nesta área a frota pesqueira contribui de forma significativa para o lixo marinho depositado no fundo do mar (Katsanevakis &

Katsarou, 2004), pois este agrega-se localmente em resposta às fontes locais e à topografia do fundo do mar.

Esse transporte foi também comprovado em maiores profundidades num recente estudo efetuado a vários desfiladeiros marinhos da costa portuguesa (Mordecai, *et al.*, 2011), onde o lixo marinho era mais abundante em locais perto da costa e de centros populacionais, sugerindo que a maioria do lixo marinho encontrado tinha origem em terra. O plástico foi o tipo de lixo mais encontrado, seguido de equipamentos de pesca. Em média foram encontrados 1100 itens de lixo marinho por km<sup>2</sup>, com uma densidade máxima de  $6,6 \times 10^3$  itens por km<sup>2</sup> nos desfiladeiros marinhos perto de Lisboa.

Existe também uma relação temporal, nomeadamente sazonal, entre a acumulação e concentração de lixo marinho no fundo oceânico. No entanto essa relação, por estar relacionada com diversos fatores como as alterações sazonais dos caudais dos rios e intensidade das correntes, upwelling e a própria topografia do fundo oceânico, até ao momento não foi possível encontrar um padrão de acumulação de lixo marinho no fundo oceânico.

Estudos de amostragem sobre lixo marinho localizado no fundo oceânico, foram efetuados utilizando barcos de arrasto (Figura 3.4), ilustrada através da rede arrastada pelo barco ao longo do fundo oceânico, deixando atrás de si marcas. A arte de pesca é composta pelo saco, barriga, pesos e boias, cabo e duas portas. É atualmente considerado o método mais indicado para este tipo de estudos, embora as quantidades de lixo marinho sejam subestimadas. Deve ser por isso considerado como um método para estimativa das densidades relativas de lixo e não das densidades absolutas. É também necessário ter a informação exata sobre a largura de boca da rede de arrasto, de forma a calcular a área de arrasto de cada trajeto efetuado (Piha, *et al.*, 2011).

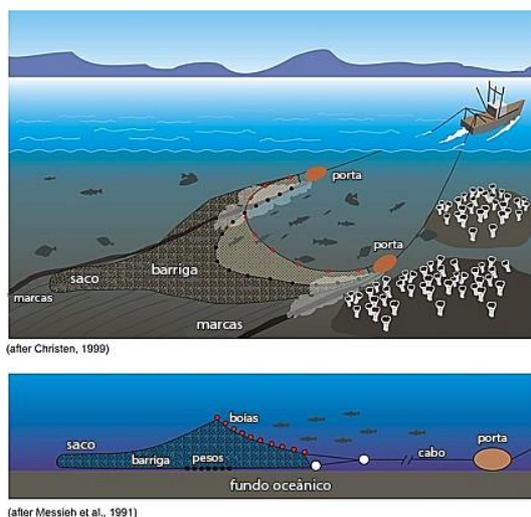


Figura 3.4 – Pesca por Arte de Arrasto

Adaptado de: (Greenpeace, 2013)

As estratégias mais usadas para investigar o lixo marinho no fundo oceânico são semelhantes às metodologias usadas em ecologia bêntica e dão importância à quantidade e categoria dos resíduos encontrados (Ex: sacos de plástico, garrafas e detritos plásticos) e não ao seu peso.

É essencial ter em conta nos estudos de monitorização, o facto de existir um processo de acumulação de lixo marinho acompanhando uma procura crescente do mesmo, ao longo do tempo.

Esta acumulação é causada pelo grande aumento da produção de plástico nos últimos anos e à eliminação descuidada (Barnes, *et al.*, 2009) o que se reflete no presente de forma significativa. É também considerado de certa forma subjetivo, atribuir uma origem específica aos diferentes tipos de lixo marinho encontrados, sendo por isso muitas vezes inserido numa categoria mais abrangente de forma a reduzir o erro de avaliação. De acordo com o relatório efetuado pelo NMDMP (*National Marine Debris Monitoring Program*) entre 2001 e 2006 nos Estados Unidos, cerca de “49% dos itens de lixo marinho recolhidos nas praias provinham de fontes terrestres, 18% a partir de fontes marinhas e 33 por cento a partir de fontes gerais” (ou seja, os itens que têm origem em terra ou no mar) (EPA, 2006).

O lixo marinho pode ser dividido de acordo com a Tabela 3.1, consoante o local em que se encontra: o que flutua à superfície da água; o que se encontra na coluna de água; o que está no fundo do mar; e o que se encontra no litoral, suscetível de se deslocar para o meio marinho, ou proveniente deste.

Tabela 3.1 – Classificação do lixo marinho segundo o local onde está presente

Local	Comportamento do Lixo Marinho
<b>Superfície da água</b>	Flutua. Leve, pode ser levado, horizontalmente, por correntes, ondas e vento.
<b>Coluna de água</b>	É transportado vertical e horizontalmente.
<b>Fundo do mar</b>	Em repouso ou à deriva. Em áreas costeiras de pouca profundidade e zonas mais profundas. Proveniente de processos de bioincrustação ou afundamento.
<b>Zona litoral</b>	Em praias e costas, proveniente do meio marinho; ou em zonas interiores. Pode ser transportado para o mar, a partir do litoral, através do vento ou ondas

Adaptado de: (Miljo, 2001); (UNEP, 2005).

É possível atribuir uma classificação dos resíduos consoante o material que os constitui, de modo a ser estimado o seu intervalo de degradação, assim como sugerir possíveis fontes consoante a função e durabilidade deste. No entanto a identificação da origem nem sempre é previsível, pois diferentes tipos de itens podem provir de várias fontes. Tal é mencionado no *Beachwatch survey* no Reino Unido, onde a maior categoria de itens, representando 42% do total de lixo encontrado, é classificada como "fonte desconhecida", 35% vindo de atividades de recreio nas praias e 14% vindo da pesca (UNEP, 2009).

Na Tabela 3.2, construída para a região abrangida pela Convenção OSPAR, são apresentadas diferentes categorias usadas na monitorização de lixo marinho bentónico, consoante o material, assim como vários exemplos, que se encontram por todo o Mundo.

Tabela 3.2 – Classificação do lixo marinho bentónico segundo o tipo de material constituinte

Tipo	Exemplos
<b>Plástico</b>	Garrafas, Sacos, Folhas/Filme, Tampas, Linhas de Pesca (Monofilamento e Multifilamento), Redes de Pesca, Cabos Sintéticos, Abraçadeiras, Fita Adesiva, Caixas e Recipientes, Outros.
<b>Resíduo Sanitário</b>	Fraldas, Cotonetes, Pontas de Cigarros, Preservativos, Seringas, Pensos Higiênicos/Tampões, Outros.
<b>Metal</b>	Latas de Refrigerante/Conserva, Resíduos de Pesca, Barris, Aparelhos/Artigos Domésticos, Peças de Automóveis, Cabos, Outros.
<b>Borracha</b>	Botas, Balões, Bobinas de Pesca, Pneus, Luvas, Outros.
<b>Vidro e Cerâmica</b>	Jarras, Garrafas, Pedacos, Outros.
<b>Madeira Processada</b>	Contraplacados, Cordas, Papel/Cartão, Paletes, Outros.
<b>Outros Resíduos</b>	Vestuário/Farrapos, Calçado, Outros

Adaptado de: (Piha, *et al.*, 2011)

### 3.2 O PLÁSTICO NO LIXO MARINHO

Desde que o plástico foi desenvolvido, na década de 30 do século XX, que começou a ser usado em diversas aplicações, fazendo com que a natureza dos resíduos sólidos produzidos pela sociedade humana tenha sofrido grandes alterações. Desde os últimos 30 a 40 anos que se assistiu a uma mudança na constituição da maioria dos resíduos produzidos, passando de uma origem orgânica para uma origem sintética (Sheavly, 2005). E como a maioria do lixo marinho encontrado é constituído por plástico, que pela sua natureza tem um elevado tempo de degradação (Figura 3.5), esse facto contribuiu de forma clara para a acumulação de lixo marinho ao longo das últimas décadas.

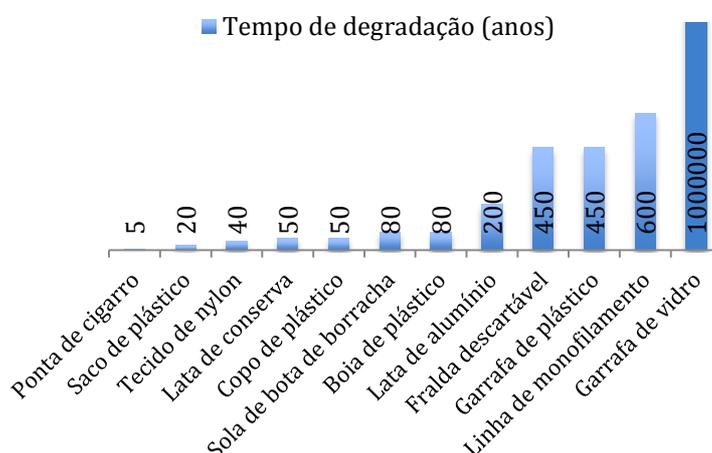


Figura 3.5 – Estimativa do intervalo de degradação de lixo marinho

Adaptado de: (Cobsea, 2005)

A produção de plástico aumentou consideravelmente ao longo das últimas décadas, com a produção global a aumentar de 5 milhões de toneladas na década de 60 do século passado, para 280 milhões de toneladas em 2011 (PlasticsEurope, 2013). Na Figura 3.6 regista-se a evolução na produção de milhões de toneladas de plásticos (eixo das ordenadas), na Europa (azul) e em todo o Mundo (roxo), ao longo de várias décadas (eixo das abcissas), sendo perceptível uma evolução exponencial na produção Mundial desde a década de 50 até 2011.

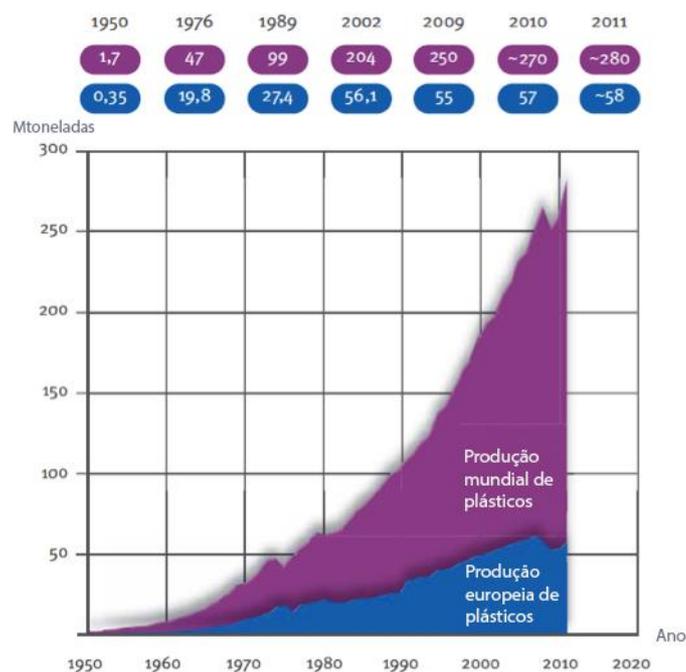


Figura 3.6 – Produção de Plásticos na Europa e Mundo

Adaptado de: (PlasticsEurope, 2013)

Segundo Derraik (2002), o plástico é o tipo de lixo marinho predominante no mundo, que segundo Galgani, *et al.* (2000) cobre uma percentagem superior a 70% nas plataformas e taludes continentais da Europa. Os 5 polímeros mais utilizados são o PE (Polietileno), PP (Polipropileno), PS (Poliestireno), PVC (Policloreto de vinil) e PET (Politereftalato de etileno). São materiais não-biodegradáveis que podem persistir muitos anos no fundo do mar, principalmente devido à ausência ou menor intensidade de processos que influenciam a sua degradação em terra. Pelo facto de os níveis de oxigénio dissolvido no fundo oceânico serem reduzidos, assim como à ausência de radiação solar (no máximo atinge os 200 m de profundidade (NOAA, 2013) e temperaturas baixas, existe uma baixa intensidade nos processos de oxidação térmica e inclusive a inexistência de foto oxidação (Williams, *et al.*, 2005). Ligado ao aumento da população, globalização, extensivo uso e produção crescente de materiais plásticos, será inevitável um aumento gradual e global de lixo marinho encontrado nas praias e no mar.

Um exemplo da introdução direta de material plástico é a indústria pesqueira, em que os materiais de plástico têm substituído as fibras naturais, ao longo dos últimos 40 anos. A sua utilização generalizada tem originado quantidades substanciais de resíduos de pesca não degradáveis ou dificilmente degradáveis, abandonados nas águas do oceano e nas praias. Os pescadores comerciais

originam resíduos no meio marinho quando não conseguem recuperar as artes de pesca, quando as perdem acidentalmente ou quando as descartam voluntariamente para o mar, assim como a outros desperdícios (OSPAR, 2009). Os resíduos mais problemáticos são as redes de pesca e os cabos, linhas de monofilamento, uniões de latas e embalagens (Sheavly, 2007). Também as fontes terrestres têm um forte peso nas quantidades encontradas, nomeadamente as atividades sazonais como o turismo (UNEP, 2005).

### 3.3 IMPACTOS NA VIDA MARINHA

Os impactos potenciais do lixo marinho na biota marinha são considerados elevados, essencialmente devido ao aprisionamento e ingestão de lixo, que foram documentados para 247 espécies marinhas (Laist, 1997). O lixo marinho pode ferir ou provocar a morte, resultar em infeções ou perda de membros através de emaranhamento ou pode levar à asfixia ou estrangulamento de mamíferos marinhos, tartarugas e aves marinhas, entre outros, devido a acidentes, curiosidade do animal sobre um objeto e utilização de resíduos para abrigo. O emaranhamento e ingestão de lixo marinho pode ser fatal mas também pode ter consequências adversas nas espécies, nomeadamente comprometendo a capacidade de nadar, migrar, de capturar e digerir comida, escapar de predadores ou reproduzir-se.



Figura 3.7 – Fio de pesca emaranhado nas patas de uma gaivota durante um embarque

Os emaranhamentos incluem resíduos que envolvem o pescoço ou membros, como tiras de plástico, cabos, linhas e fragmentos de redes de pesca. Em certos casos, o emaranhamento ameaça o restabelecimento de populações já em perigo. Existem registos de vários animais marinhos mortos ou feridos devido ao lixo marinho, sendo que na maioria destas espécies foram afetados números significativos de indivíduos. No entanto é provável que o número total de espécies registadas seja uma subestimativa devido à elevada probabilidade de não serem arrastadas pelas correntes até à costa ou serem ingeridas por predadores. Para algumas espécies, o número de mortes é elevado, embora a extensão exata do problema seja difícil de quantificar. Por exemplo, existem registos que indicam haver 130 mil cetáceos (baleias, golfinhos e botos) capturados em redes de pesca, em cada ano, embora o número exato possa ser maior (Derraik, 2002).

A maioria dos registos relacionados com emaranhamentos em lixo marinho incide em mamíferos marinhos, aves, e tartarugas. A foca-comum (*Phoca vitulina*) é particularmente afetada, possivelmente devido ao seu comportamento curioso que a leva a examinar de muito perto os objetos introduzidos no seu ambiente. Também as suas crias podem acabar sufocadas através do aprisionamento em redes de pesca, ou incapacitadas por tiras de plástico enroladas à volta do pescoço, e à medida que elas crescem, estes resíduos vão apertando e estrangulando os animais ou rompendo as suas artérias, levando à sua morte (Derraik, 2002).

Se não for letal, o emaranhamento pode prejudicar a capacidade de um animal de nadar e de encontrar alimento ou escapar aos predadores. Existem registos para as focas do norte (*Callorhinus ursinus*), que relatam existir pedaços de redes de pesca com massa superior a 200 g ficarem presas nestes animais, podendo levar a um consumo 4 vezes superior na quantidade de alimento necessária para o bem-estar da espécie, devido ao aumento da energia despendida durante a natação (Derraik, 2002).

O emaranhamento em redes de pesca e lixo marinho da foca que se encontra mais ameaçada nos Estados Unidos, a foca-monge havaiana (*Monachus schauinslandi*), é provavelmente o maior impedimento (documentado) para a recuperação da espécie. Registos indicam que as focas juvenis têm ficado emaranhadas mais frequentemente do que as adultas, dificultando a recuperação da espécie. Embora a mortalidade resultante do emaranhamento possa não causar impactos significativos no crescimento de uma população, pode no entanto impedir a recuperação das espécies em vias de extinção (Derraik, 2002).

São também ingeridos pelos organismos muitos itens de plástico, incluindo: fragmentos derivados de grandes resíduos de plástico, grânulos de plástico, sacos de plástico e linhas de pesca (Allsopp, *et al.*, 2006). A sua ingestão, que é mencionada no Descritor 10 da decisão da Comissão Europeia aprovada a 1 de Setembro de 2010 (2010/477/UE), pode ocorrer de forma acidental ou através da alimentação, onde a semelhança entre alimento e lixo marinho pode ocorrer, podendo bloquear o esófago e intestinos, reduzir o espaço para alimentos na moela (aves) e estômago, dificultar a digestão no estômago e absorção de nutrientes no intestino. Pode também causar ferimentos e infeções nos organismos, ulcerações nos tecidos e contribuir para a absorção de substâncias tóxicas que estão adsorvidas aos próprios resíduos.

Em algumas circunstâncias os resíduos podem passar pelo organismo sem prejudicar o animal, mas noutros casos podem ficar alojados no tubo digestivo. Adicionalmente, os resíduos podem acumular-se no estômago e induzir uma falsa sensação de saciedade, fazendo com que o animal reduza a sua alimentação ou pare de comer, levando à sua desnutrição, e lentamente à morte (Sheavly, 2007).

O lixo marinho à deriva é também um fator que contribui para a distribuição de organismos marinhos e leva à introdução de espécies exóticas (Barnes & Milner, 2005). Foi quantificada essa dispersão, concluindo-se que o lixo marinho mais do que duplica a difusão de espécies invasoras em relação aos processos naturais (Barnes, 2002). E embora a maioria dos plásticos flutue (Derraik, 2002), detritos de plástico, eventualmente, acabam por afundar devido ao processo conhecido por bioincrustação (Song & Andrady, 1991). O processo deriva da acumulação de microrganismos e

macrobiota que usam o lixo marinho presente na superfície ou coluna de água como substrato, induzindo desta forma um aumento de massa/peso nos detritos plásticos.

O lixo marinho tem impactos adversos nos fundos marinhos, um exemplo são os sacos de plástico que podem sufocar e danificar a biota, tanto em sedimentos arenosos como em substratos rochosos em todas as profundidades, desde à zona intertidal aos fundos abissais (Parker, 1990). Outras categorias de lixo, como vidro, metal e artes de pesca descartadas são também comuns (Galgani, *et al.*, 1996). O acumular de lixo no fundo marinho pode levar a condições anóxicas (carência de oxigênio) no sedimento, devido à inibição da troca de gases entre a água do mar e a água intersticial (Goldberg, 1997).

Existem registos em sedimentos de fundos marinhos a elevadas profundidades, onde existia uma maior abundância de espécies marinhas no lixo marinho encontrado, do que na área circundante, mas maior biodiversidade no sedimento (GEF, 2012). Também foram feitos estudos dos efeitos do lixo marinho em *Ambon Bay*, Indonésia, onde foram identificadas diferenças significativas na meiofauna em zonas afastadas dos detritos, com áreas localizadas debaixo dos detritos. As áreas debaixo dos detritos continham maiores densidades de meiofauna, mas menores densidades de diatomáceas em relação às áreas sem detritos (GEF, 2012), sendo a causa provável a ausência ou défice de luz solar.

### **3.4 IMPACTOS AMBIENTAIS E ECONÓMICOS**

O lixo na biota marinha também pode ter efeitos prejudiciais na pesca através do aumento do risco de danos no equipamento operacional usado (Nash, 1992). O processo de captura com artes de pesca ativas geralmente acaba quando o equipamento é libertado do navio. No entanto, qualquer tipo de arte de pesca perdida ou abandonada à superfície é um perigo para a passagem de navios, podendo ficar presa na hélice e impedindo o navio de se deslocar, especialmente em condições meteorológicas desfavoráveis. Os navios de pesca estão especialmente em risco, porque as artes de pesca perdidas podem ser trazidas para a superfície se capturadas por artes de pesca do próprio navio (Smith, 2005).

Através de uma organização que agrega vários municípios de diferentes países da região do Báltico (KIMO, 2008), foi estimado o custo que o tempo perdido a remover detritos das artes de pesca, hélices e tubos de entrada de água das embarcações, ou reparações potencialmente dispendiosas acarreta, situando-se o prejuízo da indústria pesqueira num conjunto de municípios na Escócia entre os 15 a 17 milhões de dólares por ano. Também as autoridades portuárias reportaram custos na remoção de lixo marinho, essencial para manter as suas instalações limpas, seguras e atrativas para as populações. Segundo Mouat, *et al.* (2010), os custos de remoção de entulho pelas autoridades portuárias do Reino Unido situam-se nos 3 milhões de dólares.

A perda ou abandono de equipamentos de pesca cria simultaneamente problemas de natureza ambiental devido à persistência do mesmo, que acaba por provocar a “pesca fantasma” (*Ghost fishing*) de peixe e marisco. As artes de pesca abandonadas que foram perdidas ou descartadas podem continuar a capturar organismos marinhos, tais como peixes e crustáceos, e causando a

morte aos que não conseguirem fugir (Allsopp, *et al.*, 2006). Existe um ciclo mórbido através do qual os organismos marinhos são capturados e, por sua vez, podem atrair espécies predadoras que também podem ficar presas. Os organismos que morrem e apodrecem nas redes e armadilhas podem subsequentemente atrair crustáceos e estes podem também ficar presos. Exemplo deste fenómeno foi representado por uma rede de pesca com  $1,5 \times 10^3$  m de comprimento, que continha 99 aves marinhas, 2 tubarões e 75 salmões. Estimou-se que a rede esteve à deriva durante cerca de um mês e que viajou mais de 111 km (Allsopp, *et al.*, 2006). Por norma ocorre com artes de pesca passivas, como espinhéis, redes de emalhar, redes de enredar, tresmalho, armadilhas, covos, alcatruzes entre outras, em oposição às artes de pesca ativas, tais como redes de arrasto e de cerco. Num estudo efetuado na Escócia (Mouat, *et al.*, 2010), foi estimado que a pesca na região sofria de impactes económicos no valor aproximado de 10 milhões de libras por ano devido ao lixo marinho, e prejuízos na aquacultura de sensivelmente 130 mil libras por ano.

### 3.5 MICROPLÁSTICOS

O lixo marinho é também composto por microlixo, que é especificamente considerado na decisão da Comissão Europeia (2010/477/UE): “Tendências na quantidade, distribuição e, sempre que possível, na composição de micropartículas (em especial, microplásticos) ”.

O microplástico foi descrito pela primeira vez para referir as partículas de plástico microscópicas verdadeiramente na região de 20 micrómetros de diâmetro, sendo classificado como extremamente preocupante devido à sua persistência, omnipresença e por ser um potencial vetor de transferência de POPs de elevada toxicidade (Thompson, *et al.*, 2004). No entanto, a definição é agora mais abrangente por forma a incluir partículas inferiores a 5 mm de diâmetro (Arthur, *et al.*, 2009). Desta forma passa a englobar pellets ou grânulos de plástico usados como matéria-prima na produção de produção de plástico virgem e também na reciclagem do plástico, pequenos pedaços de plástico resultantes da fragmentação de pedaços maiores no meio costeiro e/ou marinho (Thompson, *et al.*, 2004), assim como a trituração de lixo nas cozinhas das embarcações, microesferas de plástico utilizadas como abrasivas em produtos de limpeza (“*microbeads*” de diâmetro inferior a 1 mm) e decapagem e também fibras sintéticas usadas em produtos de limpeza (Barnes, *et al.*, 2009).

No mar, este processo de fragmentação ocorre devido à abrasão mecânica, oxidação térmica e foto-oxidação. Na praia, deve-se sobretudo à erosão provocada pela rebentação, vento, rochas e areia. Estes resíduos podem, eventualmente, dividir-se tantas vezes que podem tornar-se microscópicos (cerca de 20  $\mu$ m de diâmetro), tendo já sido identificados em sedimentos marinhos e em águas marinhas. Devido ao seu tamanho reduzido, os microplásticos possuem um elevado rácio entre área e volume, ou superfície específica elevada, aumentando a sua capacidade de adsorção de contaminantes. Assim como o potencial em serem facilmente ingeridos por vários organismos, acidentalmente ou confundido por alimento.

Como consequência da fragmentação de itens maiores e à libertação direta de pequenas partículas, a quantidade de fragmentos tenderá a aumentar nos mares e oceanos. Por essa razão existem questões importantes que devem ser investigadas quanto aos efeitos físicos, químicos e biológicos dos microplásticos. De acordo com Galgani, *et al.* (2010), a abundância de microplásticos nos

oceanos tem vindo a aumentar. E segundo dados apresentados num estudo recente (GEF, 2012), cerca de 10% de todos os registos de espécies com encontros com lixo marinho estão contabilizados devido à ingestão de microplásticos pelas mesmas.

Os pellets de plástico são igualmente uma fonte de microplásticos devido à perda de carga durante o transporte marítimo em navios a granel, perdas comerciais durante a movimentação de carga nos portos (Piha, *et al.*, 2011), perdas no transporte terrestre por camiões e perdas nas fábricas através das águas pluviais e vento. Quando ingeridos por aves e outros organismos marinhos (acidentalmente ou por terem confundido com alimento), estes podem acumular um grande número de grânulos no estômago. Existem outras fontes como o sistema de esgotos, em que pellets de plástico utilizados como abrasivos na limpeza doméstica e como esfoliantes em produtos de higiene pessoal como na pasta de dentes ("*microbeads*"), acabam sendo transportados para os oceanos. São produtos usados no dia-a-dia que podem entrar no ambiente marinho através do sistema de esgotos e em muito menor medida a partir de esgotos de barcos de recreio (Piha, *et al.*, 2011). O Impacto das "*microbeads*" é demonstrado num estudo recente (Cole, *et al.*, 2013), onde treze categorias taxonómicas de zooplâncton tinham a capacidade de ingerir esferas de PS com um diâmetro entre os 1,7 a 30,6 µm de diâmetro, além de diminuir a capacidade de alimentação da espécie *Centropages typicus*. Outro estudo (Ugolini, *et al.*, 2013) aponta para a ingestão de microesferas com diâmetro entre os 10 a 45 µm na espécie *Talitrus saltator*.

O sistema de esgotos é igualmente uma fonte de fibras artificiais para o meio marinho, que resultam da abrasão de roupas e outros materiais, durante as atividades de lavagem doméstica (Browne, *et al.*, 2011). Também a degradação das artes de pesca de plástico são uma fonte de fibras artificiais. Os microplásticos estão por isso amplamente dispersos pelo meio marinho, estando presentes nas praias, superfície da água, coluna de água e no fundo do mar. O Impacto das pequenas fibras e microfibras de plástico é desconhecido, embora existam registos de espécies detritívoras e filtradoras que as ingerem (Thompson, *et al.*, 2004).

Segundo Foekema, *et al.* (2013) o facto de apenas partículas menores que 1,5 mm terem sido encontradas no intestino de carapaus (*Trachurus trachurus*), que se alimenta sobretudo de copépodes e camarões, sugere que foram filtradas da coluna de água juntamente com alimento. Por outro lado, é pouco provável que espécies piscívoras ingiram ativamente as partículas por as confundirem com alimento, pois a maioria dos plásticos ingeridos por estas espécies eram de dimensões muito inferiores à dimensão do seu alimento, sugerindo ingestão secundária de plásticos incorporados nas suas presas.

A ingestão das micropartículas de plástico pelos seres vivos tem inúmeros efeitos adversos, incluindo a deterioração da condição física do organismo, o que pode eventualmente impedir a sua reprodução (Derraik, 2002). Também a transferência de partículas plásticas do sistema digestivo para o circulatório pode danificar órgãos importantes como o coração ou o fígado. Se ingeridas, podem atravessar o aparelho digestivo e ser expulsas do organismo ou ficar retidas no trato gastrointestinal provocando escoriações internas (Browne, *et al.*, 2008), enquanto as fibras sintéticas podem criar emaranhados e aglomerar-se, podendo bloquear órgãos através da sua obstrução e assim

dificultando ou impedindo a alimentação, um efeito semelhante ao lixo marinho de maiores dimensões (Derraik, 2002). No entanto, segundo Foekema, *et al.* (2013) mais de 80% dos peixes que ingeriram plástico apenas continham uma partícula, sugerindo que os microplásticos não se acumulam dentro do trato gastrointestinal destes peixes por muito tempo. Por esse motivo, e devido à reduzida dimensão dos microplásticos encontrados, os autores sugerem ser pouco provável que os plásticos encontrados possam afetar negativamente a condição dos peixes, não levando a sensações de saciedade, bloqueio intestinal ou mesmo um papel importante no transporte de poluentes.

Segundo Goldstein, *et al.* (2012), ao longo dos últimos 40 anos, a quantidade de microplásticos no Pacífico Norte aumentou 100 vezes. Estes podem acumular-se na superfície e coluna de água, na linha de costa ou sedimentos subtidais (Barnes, *et al.*, 2009), revelando que fragmentos microscópicos de plástico e fibra sintética, através da difusão pelos oceanos, têm-se acumulado na zona pelágica e em habitats sedimentares (Thompson, *et al.*, 2004). Foram também encontrados pellets de plástico na coluna de água e em sedimentos em amostras recolhidas desde 1960 ao longo de um percurso entre *Aberdeen* e as Ilhas *Shetland* e desde *Sule Skerry* até à Islândia. Igualmente nas amostras de plâncton recolhidas foi observado partículas indeterminadas, algumas identificadas como sendo de plástico, com um aumento significativo ao longo do tempo (OSPAR, 2009). E estudos recentes efetuados na Escócia (Murray & Cowie, 2011) demonstraram que 83,0% dos Lagostins (*Nephrops norvegicus*) recolhidos no Mar de Clyde ingeriram plástico, incluindo linhas de monofilamento e fragmentos de sacos de plástico.

Num outro estudo realizado no Canal da Mancha (Lusher, *et al.*, 2013), das 504 amostras examinadas em 10 espécies de peixe foram observados plásticos no trato gastrointestinal de 36,5%. Todas as cinco espécies pelágicas (38,0%) e as cinco demersais (35,0%) tinham ingerido plástico, a sua maioria constituído pelos polímeros *Rayon* (57,8%), Poliamida (35,6%), muito usados na indústria pesqueira, ficando a média dos detritos ingeridos nos  $1,90 \pm 0,10$  por peixe, não existindo diferenças significativas entre a ingestão de microplásticos pelos peixes pelágicos (38%) e demersais (35%). A maioria do plástico ingerido era constituída por fibras sintéticas (68,3%), seguido de fragmentos plásticos (16,1%), pellets e “*microbeads*” (11,5%), ocupando o microplástico (<5 mm) 92,4% do total e sendo o preto a cor predominante (45,4%). No entanto, os possíveis efeitos adversos nas espécies só são possíveis de quantificar caso exista informação sobre o tempo de residência dos detritos no trato gastrointestinal. Estes resultados vão de encontro a outros estudos do género já efetuados, como a ingestão de plástico em 33% das três espécies de Peixe-Gato no estuário do Rio Goiana no Brasil (Possatto, *et al.*, 2011) e em 35% das cinco espécies de peixe mesopelágicas e uma espécie epipelágica, com uma média de 2,10 pedaços de plástico por peixe, capturadas no Giro do Pacífico Norte (Boerger, *et al.*, 2010).

Semelhante conclusão é retirada do artigo publicado por Foekema, *et al.* (2013), onde foram analisados plásticos ingeridos por sete espécies de peixes, concluindo que em 2,6% dos 1203 peixes analisados tinham ingerido plástico, sendo o primeiro estudo a relacionar a posição geográfica na ingestão de plásticos pelos peixes. No entanto, as fibras sintéticas encontradas que inicialmente eram em número elevado, através de posteriores observações efetuadas em condições especiais

revelaram a existência de contaminações por via aérea nas amostras inicialmente observadas, tendo por esse motivo sido excluídas do estudo. O que de acordo com Davison e Asch (2011), são necessárias medidas de precaução de modo a prevenir contaminações por via aérea durante todo o processo de colheita de amostras e na análise no laboratório. Como as fibras têxteis encontradas foram consideradas artefactos da contaminação e excluídos da análise de dados, esse procedimento pode ter subestimado a percentagem real de plásticos ingeridos pelos peixes.

Estudos efetuados em Portugal indicam que os microplásticos que estão presentes nas praias da costa ocidental portuguesa perfazem 71,0% do total de plásticos e os mais abundantes situam-se entre os 3 e os 5 mm de diâmetro (59,0%) (Sobral, *et al.*, 2011).

### **3.6 POLUENTES ORGÂNICOS PERSISTENTES (POPS)**

Uma grande preocupação da ingestão de microplásticos centra-se na sua capacidade de transferência de contaminantes tóxicos para os organismos. Existem dois mecanismos de transporte sugeridos, a libertação direta de aditivos químicos incorporados *a priori* nos plásticos (Teuten, *et al.*, 2007) e/ou a acumulação temporal e posterior libertação de POPs através da sua presença nos oceanos (Mato, *et al.*, 2001). Além do potencial de libertação de aditivos químicos, os microplásticos podem adsorver substâncias persistentes, bioacumuláveis e tóxicas, incluindo POPs que foram transportados para os oceanos através de outras fontes. Num espaço de poucas semanas, estas substâncias podem se tornar de tal forma concentradas na superfície de partículas de plástico, que acabam por se tornar prejudiciais aos organismos (GEF, 2012), sendo considerado um segundo mecanismo de transporte por ingestão de substâncias tóxicas na biota.

Também a ingestão de microplásticos por organismos situados a níveis tróficos inferiores pode ter consequências mais graves nos organismos em níveis tróficos superiores, devido ao potencial de biomagnificação que os contaminantes transferidos possuem (Teuten, *et al.*, 2007).

Por exemplo os ftalatos, que são usados como plastificantes e incorporados (alcançando 50% do peso total) em produtos à base de PVC, funcionam como disruptores endócrinos, pois devido à sua estrutura molecular se assemelhar à estrutura das hormonas acabam por provocar alterações nos níveis hormonais das espécies marinhas. Outro exemplo é o BPA (Bisfenol A), também um plastificante e usado em vários produtos de plástico, podendo afetar o sistema hormonal e conseqüentemente o desempenho reprodutivo de moluscos, peixes, crustáceos e anelídeos, além do seu efeito teratogénico, induzindo aberrações genéticas na sua descendência (Endo, *et al.*, 2005), (Oehlmann, *et al.*, 2009) e (Teuten, *et al.*, 2007). Os efeitos dos ftalatos e BPA nos peixes são geralmente induzidos em concentrações altas na ordem dos  $\mu\text{g.l}^{-1}$  a  $\text{mg.l}^{-1}$ , com a exceção da disrupção da espermatogénese pelo BPA, que ocorre em concentrações baixas na ordem dos  $\mu\text{g.l}^{-1}$  (Oehlmann, *et al.*, 2009).

Segundo Mato, *et al.* (2001), foram encontrados PCBs (Bifenilos Policlorados) em pellets de PP na coluna de água, com concentrações acima dos  $1,0 \times 10^6$  em relação ao meio circundante, havendo uma rápida acumulação de PCBs em pellets não contaminados, num período de 7 dias.

De acordo com Teuten, *et al.* (2007), o PE tem uma capacidade de adsorção de fenantreno numa ordem de grandeza superior ao PP e PVC, indicando igualmente uma maior taxa significativa na desorção de fenantreno no sedimento marinho, comparativamente à desorção dos plásticos na água do mar. Foi consequentemente estudado o impacto da ingestão de microplástico contaminado com fenantreno pela *Arenicola marina*, um verme marinho que vive no sedimento e está na base da cadeia alimentar de muitas espécies marinhas. As conclusões do estudo apontam no sentido de apenas uma pequena quantidade de plástico ser necessário para adsorver uma quantidade significativa de fenantreno da SML (*Sea Surface Microlayer* com 1–1000 µm de espessura) e o transportar para o sedimento, aumentando o fenantreno total no ambiente bêntico e consequentemente a sua concentração nos tecidos da *Arenicola marina*. É previsto que a adição de 1 ppm (partes por milhão) de PE contaminado, ou 14 ppm de PP contaminado é suficiente para aumentar a concentração nos seus tecidos em 80%.

O próprio envelhecimento do material plástico, devido à desagregação dos polímeros resultantes da sua microfragmentação, aumenta a sua superfície específica (Teuten, *et al.*, 2007), enquanto a foto-oxidação aumenta a capacidade de adsorção de poluentes hidrofóbicos, como os POPs. Estes podem atingir na SML concentrações até 500 vezes superiores às encontradas na coluna de água (Wurl & Obbard, 2004). Da mesma forma, estudos efetuados por Endo, *et al.* (2005) e Mato, *et al.* (2001) relataram níveis elevados de PCBs em pellets recolhidos em diferentes praias e águas costeiras japonesas. Segundo Endo, *et al.* (2005) a própria descoloração nas pellets tem uma relação positiva com a sua concentração de PCB, que ao serem confundidas por comida e ingeridas pelos organismos, o PCB adsorvido nas pellets pode ser desorvido no trato gastrointestinal. Conclusões preocupantes devido aos efeitos tóxicos que os POPs, como os PAHs (Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos) e PCBs, que ficam adsorvidos às partículas, podem ter nos organismos que os ingerem.

Para avaliar o risco toxicológico dos contaminantes nos plásticos, a quantidade de produtos químicos ingeridos pelos organismos através do plástico deve ser quantificada e comparada com a ingerida através da cadeia alimentar. Para calcular a contribuição dos plásticos na absorção total de produtos químicos pelo organismo, são necessários dados sobre a frequência da ingestão de plástico, tempos de residência de plástico no corpo dos organismos e a desorção dos produtos químicos no trato gastrointestinal (Endo, *et al.*, 2005).

Em Portugal a investigação sobre este tema foi iniciada em 2008, onde foram recolhidas várias amostras de microplásticos em diferentes praias, e efetuada a análise de DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano), PAHs e PCBs adsorvidos aos pellets, tendo-se verificado que todos apresentavam contaminação (Sobral, *et al.*, 2011). Foi ainda realizada uma pesquisa desse tipo de partículas em amostras de plâncton recolhidas ao largo da costa portuguesa em 2002 e de 2005 a 2008 tendo-se observado a presença de plástico em 63,0% das amostras de plâncton (Sobral, *et al.*, 2011). No entanto é uma área de estudo recente e como tal, é necessário mais trabalho para determinar a importância relativa em relação a outras formas de contaminação.

### 3.7 INICIATIVAS EM PORTUGAL ABRANGENDO LIXO MARINHO

A FCT-UNL está envolvida desde 2011 no projeto científico POIZON (PTDC/MAR/102677/2008), que estuda a degradação de plásticos em ambientes marinhos, assim como os efeitos da ingestão de microplásticos na vida marinha (Frias, *et al.*, 2011). Está também envolvida no projeto europeu de sensibilização social MARLISCO, que tem como objetivos sensibilizar o público, facilitar o diálogo e promover a corresponsabilidade entre os diferentes atores no sentido de criar uma visão conjunta para a gestão sustentável do lixo marinho em todos os mares europeus, abrangendo 15 países da Europa.

Outro projeto relevante no contexto europeu, o *CleanSea Project* é um projeto europeu de investigação que tem como objetivo fornecer instrumentos e ferramentas de forma a manter os mares europeus limpos, produtivos e saudáveis (Cleansea-project, 2013).

Existem igualmente várias iniciativas de limpeza de praias, como a iniciativa *Coastwatch*, um projeto internacional de educação ambiental para a sustentabilidade, organizado pelo GEOTA (Grupo de - Estudos de Ordenamento do Território e Ambiente) e que consiste na monitorização e caracterização ambiental costeira. Teve o seu início na década de 80 e já conta com 23 campanhas realizadas, tendo inclusive sido distinguida pelo projeto MARLISCO.

Também a iniciativa *Clean Up The Atlantic*, realizada desde a sua primeira edição em 2008, tem recolhido imenso lixo marinho do fundo do mar (mais de oito toneladas até à data), expondo o lixo marinho capturado por forma a alertar as populações.

### 3.8 LEGISLAÇÃO

A eliminação de resíduos de plástico no mar é impedida tanto pelos acordos internacionais como pela legislação nacional, tendo a primeira norma sobre resíduos marinhos sido aprovada a 2 de Novembro de 1973 na IMO (*International Maritime Organization*) através da Convenção de MARPOL, começando a ser aplicada em 2 de Outubro de 1983. É considerada a principal convenção internacional que abrange a prevenção e minimização da poluição do meio marinho, pelos navios, através de causas operacionais ou acidentais. O anexo V da Convenção MARPOL, conhecido pelo protocolo de 1978, começou a ser aplicado em 1989 e estabeleceu regulamentos para o descarregamento de lixo gerado por todo o tipo de navios, sendo o conhecimento dos regulamentos da MARPOL entre marinheiros e pescadores obrigatório. Em 1997, foi adotado um Protocolo que altera a Convenção e um novo anexo VI foi adicionado, que entrou em vigor em 19 de Maio de 2005. Em julho de 2011, a IMO aprovou várias alterações ao Anexo V, sendo inicialmente previsto entrar em vigor em 1 de Janeiro de 2013. A versão revista do anexo V proíbe a descarga de todo o lixo para o mar, exceto quando disposto em contrário, sob circunstâncias específicas (IMO, 2013).

Também a Convenção OSPAR concluída a 22 de Setembro de 1992 e aplicada a 25 de Março de 1998, é o instrumento legislativo vigente que regula a cooperação internacional em matéria de proteção ambiental no Atlântico Nordeste. Combina e atualiza a Convenção de Oslo de 1972 sobre o despejo de resíduos no mar e a Convenção de Paris adotada em 1974 sobre fontes de poluição marinha terrestres.

O lixo marinho pode ter impactos numa série de recursos naturais, que ameaçam os objetivos políticos, tais como a DQEM e o seu objetivo em manter o ambiente marinho limpo e saudável. Sob a DQEM, os Estados Membros são obrigados a cooperar numa base regional integrada de forma a assegurar um bom estado ambiental. Sob os auspícios de um bom estado ambiental, fóruns como a Convenção OSPAR visa acelerar a integração de numa escala marinha regional (Hastings & Potts, 2013).

Contido no âmbito da Convenção OSPAR existem uma série de anexos que lidam com as seguintes áreas específicas:

- Anexo I: Prevenção e eliminação da poluição proveniente de fontes terrestres;
- Anexo II: Prevenção e eliminação da poluição por despejo ou incineração;
- Anexo III: Prevenção e eliminação da poluição proveniente de fontes *offshore*;
- Anexo IV: Avaliação da qualidade do ambiente marinho.

A primeira Reunião Ministerial da Comissão OSPAR em Sintra, Portugal, em 1998, aprovou o Anexo V da Convenção, para alargar a cooperação entre as Partes Contratantes para cobrir todas as atividades humanas que possam afetar negativamente o ambiente marinho do Atlântico Nordeste.

A Diretiva nº 2000/59/CE do Parlamento e Conselho Europeu, de 27 de Novembro de 2000, relativa aos meios portuários de receção de resíduos gerados em navios e de resíduos da carga, em contraste com a Convenção de MARPOL que regulamenta descargas de navios no mar, a diretiva incide sobre operações de navios nos portos da UE (União Europeia). Aborda em detalhe as responsabilidades legais, financeiras e práticas dos diferentes operadores envolvidos na entrega de resíduos gerados em navios e de resíduos da carga.

Esta Diretiva obriga os Estados-Membros a assegurar que os meios portuários de receção existentes satisfaçam as necessidades dos navios que as utilizam sem causar atrasos anormais. Essas instalações devem ser adaptadas de acordo com o tamanho do porto e para as categorias de navios que se dirijam ao mesmo. Deve ser elaborado um plano de receção e gestão de resíduos em cada porto. Estes planos devem ser avaliados e aprovados pelo Estado-Membro que se relaciona. Os planos devem ser revistos e aprovados, pelo menos, a cada três anos.

Esta lei foi transposta para Portugal pelo Decreto-Lei nº 165/2003, já com as alterações introduzidas pelo artigo 10º da Diretiva nº 2002/84/CE.

Através do PNUA (Programa das Nações Unidas para o Ambiente), foram concluídas, em Dezembro de 2000, as negociações relativas à Convenção sobre os POPs. A Comunidade Europeia e os então quinze Estados Membros bem como oito dos novos Estados Membros assinaram a Convenção em 22 de Maio de 2001.

A Convenção fornece um enquadramento legislativo, baseado no princípio da precaução, para a eliminação da produção, utilização, importação e exportação de doze POPs prioritários, o seu manuseamento em segurança e a deposição permanente e eliminação ou redução das libertações

acidentais de certos POPs no ambiente. No texto da Convenção são também definidas as regras de inclusão de novos químicos aos seus anexos.

As medidas de controlo definidas na Convenção foram implementadas por legislação comunitária, nomeadamente através do Regulamento (CE) nº 850/2004 do Parlamento Europeu e Conselho de 29 de Abril de 2004 sobre poluentes orgânicos persistentes que emendou a Diretiva 79/117/EC, do Regulamento (CE) nº 304/2003 do Parlamento Europeu e Conselho de 28 de Janeiro de 2003 sobre a exportação e importação de produtos químicos perigosos e da Diretiva do Conselho 96/59/EC de 16 de Setembro de 1996 sobre deposição de PCB / PCT (Terfenilo Policlorado). O Conselho adotou, em 14 de Outubro de 2004, em nome da Comunidade Europeia a Convenção através da sua Decisão 2006/507/EC. A Convenção entrou em vigor em 17 de Maio de 2004. Portugal ratificou a Convenção através do Decreto nº 15/2004 de 3 de Junho.

A Convenção é uma ferramenta importante, que deve operar em conjunção com outros acordos ambientais multilaterais, tais como, as Convenções de Roterdão e de Basileia e a SAICM (Abordagem Estratégica para a Gestão Internacional dos Químicos) atualmente em discussão, de modo a permitir uma gestão efetiva dos químicos em termos internacionais (APA, 2013).

As leis que regem o ambiente marinho e sua proteção estão dispersas por vários gabinetes, caindo numa teia burocrática, não existindo mecanismos claros de desbloqueio de cruzamentos de jurisdições como as que englobam o lixo marinho. O reconhecimento dos impactos negativos que esta situação implica e que engloba o lixo marinho é um primeiro passo no desenvolvimento de medidas políticas eficazes (Hastings & Potts, 2013). A não integração da legislação acaba por torná-la ineficiente, sendo visíveis atividades isoladas como a recolha de lixo marinho por várias ONGs (Organizações Não Governamentais) e agências locais, consideradas abordagens a jusante do problema que não o resolve, apenas o tenta minimizar e servir de sensibilização à sociedade civil.

A LAI (Legislação Ambiental Integrada) é definida pela Agência Europeia do Ambiente como "um processo contínuo de modo a assegurar que os problemas ambientais são refletidos em toda a formulação de políticas", implicando mudanças nas estruturas políticas, organizacionais e administrativas de modo a abranger os fatores ambientais em todas as etapas do processo de decisão. No entanto, segundo Jordan e Lenschow (2010) a LAI pode ter uma abordagem, ou sustentabilidade, forte ou fraca. A abordagem forte dá prioridade aos problemas ambientais quando equilibra os objetivos económicos, sociais e ambientais, desde que a capacidade de carga dos ecossistemas seja considerado o sistema de suporte fundamental para uma sociedade. Um princípio fundamental desta abordagem prende-se com o facto de a LAI necessitar de reformar as políticas hierárquicas tradicionais mas que não seja interpretada como mais um processo burocrático. A abordagem fraca da LAI incide no equilíbrio dos resultados económicos, sociais e ambientais. O lixo marinho é portanto um problema ideal para uma abordagem LAI, que atravessa vários sectores em múltiplas dimensões, com as fontes ligadas a atividades tanto em terra como no mar.

A 16 de Novembro de 2012 a Comissão Europeia afirmou "A UE tem o objetivo de estar na vanguarda dos esforços para reduzir o lixo marinho". A Comissão Europeia publicou um documento de trabalho com uma visão geral da legislação pertinente da UE, as políticas e estratégias que

abordam este problema. O documento também inclui uma indicação das iniciativas em curso e futuras nesta área.

O ambiente é uma componente essencial da Política Marítima Integrada e da DQEM, aprovada em 2008. O principal objetivo da diretiva marinha é conseguir o bom estado ambiental de todas as águas marinhas da UE até 2020. A diretiva 2008/56/CE visa abordar várias ameaças como as alterações climáticas, perda de biodiversidade, a introdução de espécies exóticas e a poluição por fontes terrestres e marinhas. A decisão nos termos do artigo 9.º da DQEM em critérios de bom estado ambiental, aborda o lixo marinho no descritor 10 e tem como objetivo "As propriedades e quantidade de lixo marinho não prejudicam o meio costeiro e marinho".

O sucesso da DQEM depende em grande parte da integração efetiva das preocupações ambientais marinhas na legislação e nas políticas da UE. Pretende assim alcançar esse objetivo fornecendo uma visão política de longo prazo dos mares e reforçar a cooperação entre regiões marinhas e internacionalmente.

No seguimento da decisão da Comissão Europeia relativa aos critérios e às normas metodológicas de avaliação do Bom Estado Ecológico das águas marinhas (Decisão 2010/477/UE), foi criado um grupo técnico para o desenvolvimento do descritor 10 (lixo marinho). Foram organizadas duas reuniões com stakeholders, a 22 de Setembro e 30 de Novembro de 2011, para explorar soluções comuns para o problema do lixo marinho. A reunião com os stakeholders foi acompanhada por um discurso do Comissário do Ambiente, *Janez Potočnik*, sobre a proteção do Mediterrâneo, onde apelou às parcerias com todas as partes interessadas, a começar com a indústria, de modo a investigar o que pode ser feito a nível europeu para incentivar acordos voluntários com a indústria no sentido de reduzir o lixo marinho. Os participantes foram convidados a um debate sobre o envolvimento das partes interessadas na coordenação de iniciativas já em desenvolvimento e propor novas ideias focadas numa abordagem não-legislativa. O resumo das ações que resultaram do debate serviu de base para a Conferência sobre a Prevenção e Gestão de Lixo Marinho nos Mares Europeus, realizada em Berlim entre 10 a 12 de Abril de 2013.

Com a aprovação pela Assembleia Geral das Nações Unidas do documento final da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável conhecida como Rio +20, a prevenção e mitigação do lixo marinho são agora tidas em conta entre as prioridades globais para o desenvolvimento sustentável e para a agenda de desenvolvimento pós-2015 das Nações Unidas. Este relatório visa apoiar os stakeholders, governos, juntamente com a sociedade civil e a comunidade científica, na sensibilização para a urgência em atuar e facilitar ações imediatas para lidar com as fontes e causas do lixo marinho nos oceanos (EuropeanCommission, 2013).

E de acordo com a Estratégia Nacional para o Mar 2013-2020, um documento de orientação futura para a exploração e uso de recursos marinhos em Portugal, o lixo marinho será uma área de investigação futura em Portugal, devido ao objetivo de criar um modelo de gestão integrada para a recuperação e reciclagem dos resíduos sólidos presentes no meio marinho, como resultado das atividades humanas.



## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Todo o processo metodológico (Figura 4.1) foi iniciado em Fevereiro de 2013 com a pesquisa sobre o lixo marinho e microplásticos, inicialmente envolvendo literatura existente mais abrangente como a UNEP (*United Nations Environment Programme*), IMO, OSPAR, NOAA *Marine Debris Program* e Agência Europeia do Ambiente, prosseguida de leitura de artigos científicos e revisão de legislação que englobassem os temas. Após a formação de uma ideia mais concreta do problema, foram definidos os principais objetivos do trabalho, divididos entre os embarques e recolha de amostras de peixe, assim como a anotação de dados sobre lixo marinho. Em conjunto foram também definidas as metas na análise de conteúdos estomacais em laboratório, a partir dos peixes recolhidos. Por fim, todos os dados do lixo marinho foram analisados e paralelamente foram quantificados todos os microplásticos observados nos conteúdos estomacais dos peixes.

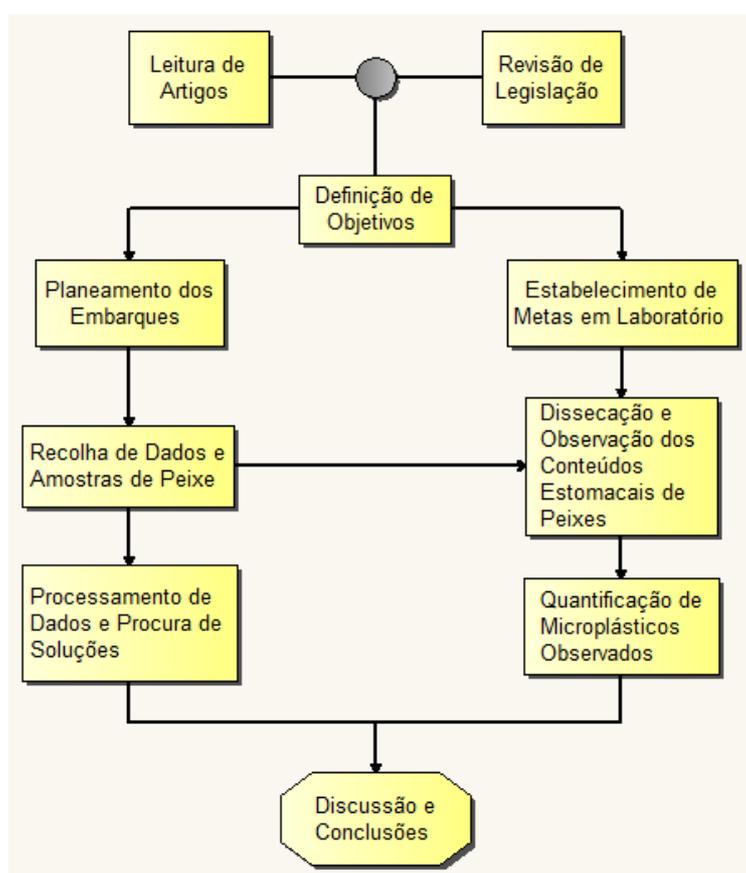


Figura 4.1 – Diagrama da metodologia realizada

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

Todos os embarques em barcos de pesca de arrasto foram efetuados em colaboração com a Docapesca Portos e Lotas S.A. através de um estudo encomendado pela mesma empresa à Fundação da FCT-UNL. Foram efetuados 11 embarques em Arrastões de popa ou “*Stern trawlers*” na arte de arrasto de fundo de portas durante 20 dias, em 6 portos de pesca de Portugal Continental: Aveiro, Figueira da Foz, Matosinhos, Peniche, Portimão e Sesimbra. A sequência dos embarques

teve uma distribuição aleatória entre um período de Junho a Agosto de 2013, com um caso pontual em Março do mesmo ano. Nas figuras Figura 4.2, Figura 4.3 e Figura 4.4 estão representadas as áreas abrangidas por cada embarque, conforme os lances, estando divididas por três diferentes regiões: norte, centro e sul (ver Tabela 4.1).

Tabela 4.1 – Embarcação, duração, porto de pesca e respetiva região abarcada pelos lances

Região	Porto de pesca	Embarcação	Duração (dias)
Norte	Matosinhos	Foz da Nazaré (A)	1
	Aveiro	Cruz de Malta (B)	2
	Figueira da Foz	Neptuno (C)	1
	Figueira da Foz	Scorpius (D)	1
Centro	Peniche	Calypso (E)	4
	Sesimbra	Leonis (F)	1
	Sesimbra	Leonis (G)	1
	Sesimbra	Deneb (H)	1
Sul	Portimão	Centaurus (I)	1
	Portimão	Saturno (J)	2
	Portimão	Saturno (K)	5

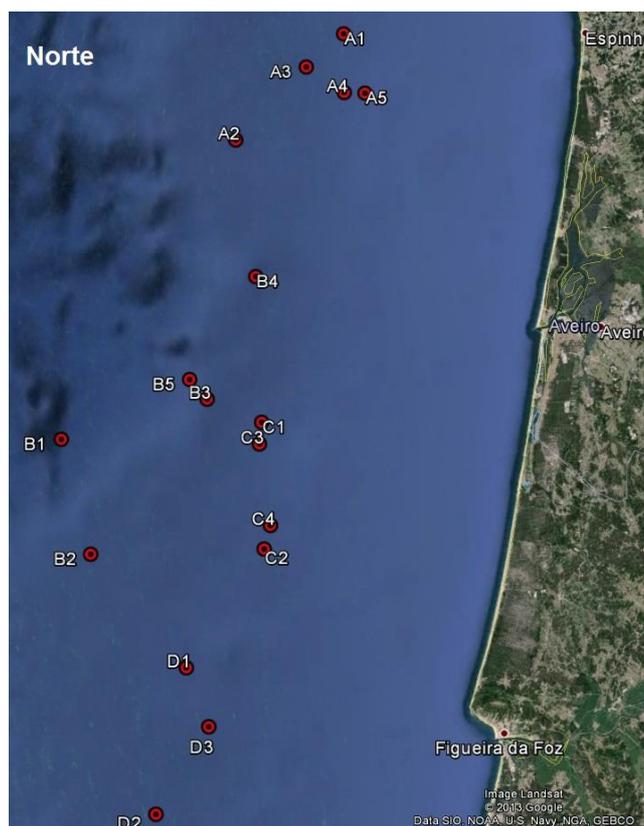


Figura 4.2 – Ilustração das áreas abrangidas pelos embarques efetuados na região norte (GoogleEarth, 2013)

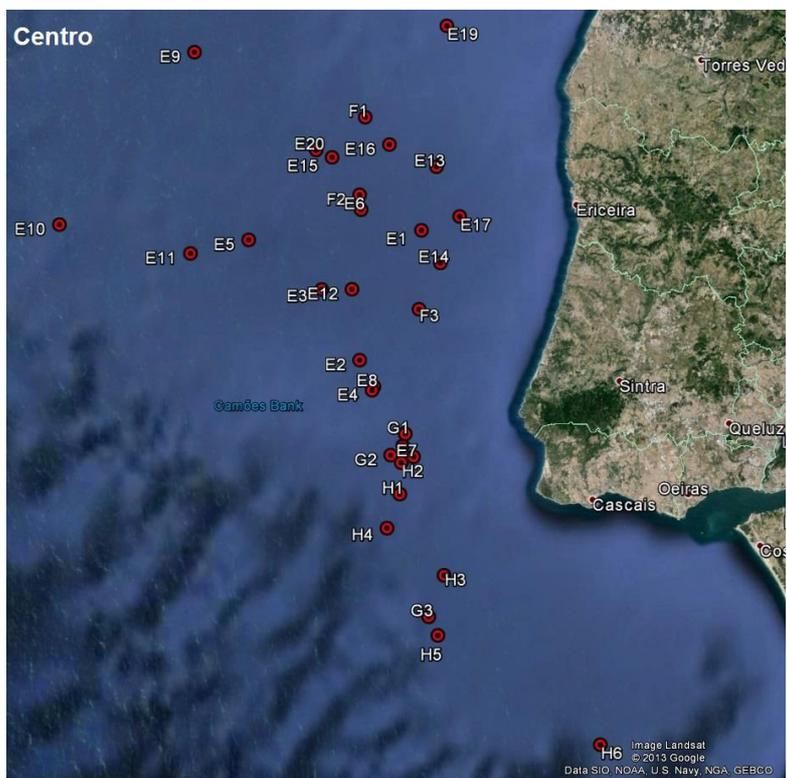


Figura 4.3 – Ilustração das áreas abrangidas pelos embarques efetuados na região centro (GoogleEarth, 2013)



Figura 4.4 – Ilustração das áreas abrangidas pelos embarques efetuados na região sul (GoogleEarth, 2013)

## 4.2 LIXO MARINHO NO FUNDO OCEÂNICO

A metodologia da amostragem e categorização do lixo marinho capturado pelas redes de arrasto baseou-se nas orientações propostas pela Comissão OSPAR (Piha, *et al.*, 2011), conotados por *Trawling Survey* e *Availability of source identification methods* respetivamente. Esta metodologia foi aplicada em todos os embarques, onde em cada lance efetuado eram anotadas as coordenadas iniciais e finais, a velocidade média de arrasto e a largura da boca da rede. Através dos dados obtidos calculou-se a densidade de itens (itens.km<sup>-2</sup>) por categorias de lixo em cada lance (trajeto efetuado de A a B durante o qual é feito o arrasto) ilustrado na Figura 4.5 – para informação mais detalhada consultar Anexo.

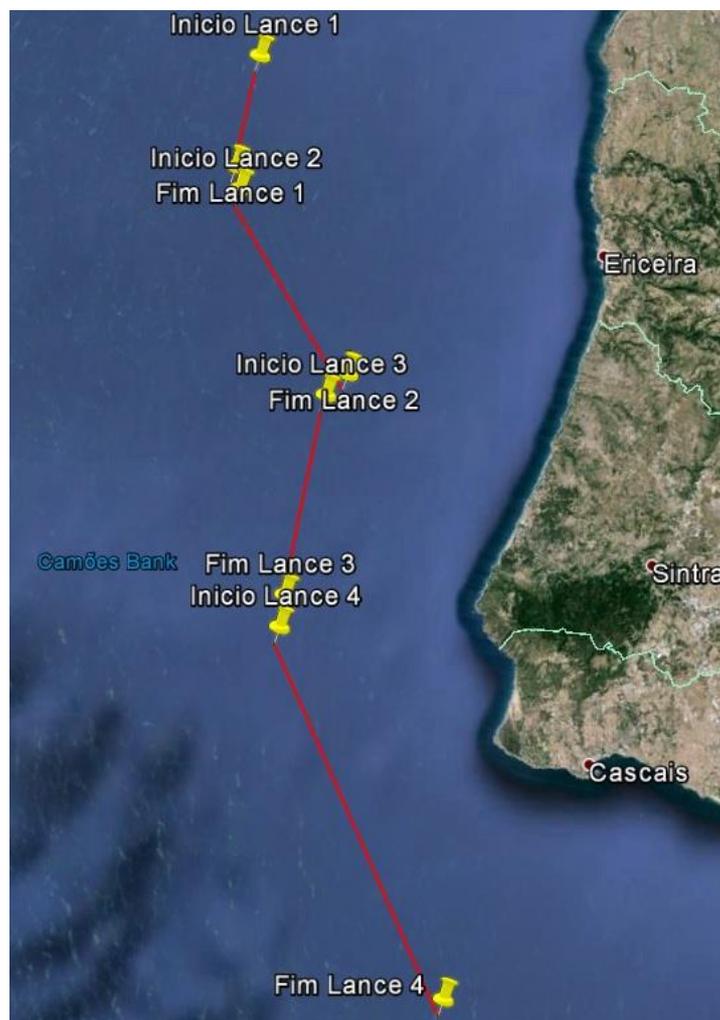


Figura 4.5 – Percurso efetuado durante 15 de Março na embarcação Leonis (GoogleEarth, 2013)

No entanto, e devido às limitações práticas nos embarques efetuados em diversos barcos de pesca de arrasto, a largura da boca da rede variou consoante o barco, assim como eventuais erros de cálculo devido à inexistência de sensores nas portas das redes de arrasto em todas as embarcações, que de acordo com os Mestres das embarcações, implicava o desconhecimento da exata largura da rede. Também existiu variação dos fundos oceânicos entre os vários embarques efetuados, variando entre fundos arenosos, lodosos e rochosos, consoante cada lance. Essa variação dos fundos implicava na prática a mudança entre os dois tipos de redes de arrasto equipadas em cada

embarcação, com especial relevo para as redes usadas em fundos rochosos. Essas redes têm equipado roletes e discos de borracha, que têm como finalidade evitar que a rede fique presa nas rochas e pedras soltas, o que também pode ter implicações na diminuição do lixo marinho de fundo capturado por essas redes.

Todo o lixo marinho que foi içado nas redes até à popa de cada embarcação e mantido no local pelos pescadores, de onde o deitavam novamente ao mar, era anotado, tal como todo o lixo marinho que foi identificado durante o processo de triagem do peixe no interior do barco e que voltava novamente ao mar juntamente com o peixe rejeitado. Sempre que possível, o lixo marinho foi recolhido para um saco do lixo, e posteriormente deitado num contentor de lixo existente no cais do porto de pesca, com vista a sensibilizar os pescadores para o problema. Foram tiradas fotografias de forma a obter registos fotográficos da dimensão do problema (Figura 4.6).



Figura 4.6 – Esquema geral de metodologia realizada a bordo

### 4.3 AMOSTRAGEM E PROCESSAMENTO EM LABORATÓRIO

Foram aplicados dois processos de amostragem, o primeiro e principal baseado nos 11 embarques efetuados num total de 20 dias em embarcações de pesca de arrasto, onde foram recolhidas várias espécies de peixes, totalizando 215 amostras de peixe capturado durante os arrastos. O segundo, baseado na obtenção de 16 peixes cedidos pelo Mestre Carlos da embarcação Leonis (13) e Peixeiras do mercado da Sobreda (3), e 33 estômagos de peixe fresco cedidos por peixeiras dos mercados da Sobreda, Charneca da Caparica e Sesimbra, entre Maio e Junho de 2013. No total foram analisados 263 estômagos de diversas espécies de peixes, sendo 108 espécies pelágicas e 155 espécies demersais.

O nome da embarcação de arrasto e local de recolha, assim como o número de peixes recolhidos, dos quais se observou o conteúdo estomacal, estão representados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Descrição dos embarques efetuados e amostras de peixe recolhidas

Período de embarque	Local de embarque e desembarque	Nome da embarcação de arrasto	Número de peixes recolhidos
15/03/2013	Peniche a Sesimbra	Leonis (F)	6
14/06/2013	Sesimbra	Deneb (H)	39
21/06/2013	Figueira da Foz	Scorpius (D)	28
27 a 28/06/2013	Aveiro	Cruz de Malta (B)	27
02 a 03/07/2013	Portimão	Centaurus (I)	20
12/07/2013	Sesimbra	Leonis (G)	50
18/07/2013	Matosinhos	Foz da Nazaré (A)	44

Todo o peixe recolhido foi transportado numa geleira com gelo até ao laboratório, sendo depois retirado e prontamente dissecado, ou congelado numa arca frigorífica e descongelado posteriormente em água ou temperatura ambiente, conforme a disponibilidade. O processo (Figura 4.7) iniciou-se pelo registo do comprimento (cm) e peso (g) de cada peixe com fita métrica e balança de precisão (*KERN KB 1200-2*), respetivamente. De seguida cada peixe foi aberto num tabuleiro de metal, através do uso de tesoura, bisturi e pinça, sendo depois retirado o estômago de cada peixe e transferido para uma caixa de Petri. Durante a abertura de cada estômago na caixa de Petri, foi medido o *Fullness Index* (índice de volume ocupado no estômago), uma avaliação subjetiva e medida numa escala de 0 (0%), 1 (25%), 2 (50%), 3 (75%) e 4 (100%). Todo o processo de abertura do estômago foi efetuado de forma célere, de modo a tapar de imediato a caixa de Petri, e assim evitar ou diminuir possíveis contaminações com partículas de fibras suspensas no ar. De seguida foi observado à lupa binocular (*Leica MZ8* com 5.0x de ampliação máxima) o conteúdo estomacal de cada peixe. A manipulação do conteúdo foi efetuada com uma pinça fina, uma agulha de dissecação curva e sempre que necessário o uso de esguicho com água destilada, de forma a humedecer o conteúdo estomacal e separar os microplásticos através da sua baixa densidade. Após cada observação, a pinça e a agulha eram lavadas com água destilada e secadas com papel.

Os itens ingeridos que aparentassem origem antropogénica foram removidos com pinças e transferidos para uma caixa de Petri com uma base de papel de filtro quadriculado, de forma a poder identificar com maior certeza a sua origem e identificar posteriormente em qual amostra de peixe proveio cada microplástico. Foram fotografadas imagens selecionadas de microplásticos, dentro do conteúdo estomacal e sob o filtro quadriculado, com a câmara digital (*Leica DFC480*) anexada à lupa binocular (*Leica MZ12.5* com 9.0x de ampliação máxima), anotando a espécie que ingeriu, a ampliação usada, o comprimento máximo, cor e forma (fragmento ou fibra). A análise do conteúdo estomacal é um procedimento mencionado no Descritor 10 da decisão 2010/477/UE – “Impactos do

lixo na vida marinha - Tendências em termos de quantidade e composição do lixo ingerido por animais marinhos (por exemplo, através de análises do conteúdo estomacal) ”.



Figura 4.7 – Esquema geral de metodologia realizada em laboratório

Todo o processo de abertura do estômago e observação do conteúdo à lupa binocular, foi efetuado com especiais preocupações relativamente a contaminações das amostras por via aérea, como o uso permanente de luvas de látex, material de vidro e metal e uso exclusivo de bata e roupas de algodão para evitar a contaminação com fibras sintéticas, assim como a lavagem do material usado na abertura de cada estômago e observação do seu conteúdo.

No entanto, visto o laboratório não ter condições especiais de ar limpo, e estar acessível a várias pessoas, observou-se que algumas partículas suspensas no ar acabavam por se depositar nos conteúdos estomacais durante a observação à lupa. Após essa constatação, e visto não existir a possibilidade de aceder a outro laboratório, especial cuidado foi tido na contabilização das fibras sintéticas presentes nos conteúdos. No entanto, uma vez que apenas se verificou a contaminação após a observação de alguns conteúdos estomacais, considerou-se como não contendo fibras esses conteúdos que continham 3 ou mais fibras. Isto porque apenas 1 conteúdo estomacal continha mais de 2 fibras nos conteúdos analisados após a contaminação.

É de salientar que devido à malha do saco da rede de arrasto se situar entre os 65 a 69 mm, com exceção da embarcação Saturno da pesca de marisco que se situa nos 50 a 55 mm, é improvável que o plástico encontrado no estômago dos peixes tenha resultado da acumulação na rede e posterior ingestão durante o arrasto.

O número de indivíduos de cada espécie capturados estava sujeito a condicionantes inerentes à atividade, assim como à disponibilidade dos pescadores e do autor do estudo, resultando num número variável de indivíduos analisados por espécie tal como se indica na Tabela 5.2 dos resultados, assim como à variação do tamanho dos indivíduos.

Foram utilizados testes não paramétricos após a invalidação de um dos pressupostos para a análise paramétrica, nomeadamente o critério da homogeneidade das variâncias, testado pelo teste de Levene. Assim sendo, foram utilizados o teste H de Kruskal-Wallis para comparações múltiplas, o teste U de Mann-Whitney para comparações emparelhadas e a estatística de correlação R de Spearman. Foi considerado um nível de significância de 0,05 para todas as análises. A análise estatística foi realizada com o programa Statistica®.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 VARIABILIDADE ESPACIAL E DENSIDADE DO LIXO MARINHO

Foram processados os dados recolhidos relativos às quantidades de lixo marinho trazido nas redes de pesca de arrasto, durante os 11 embarques efetuados, através do cálculo da densidade de lixo marinho (itens por km<sup>2</sup>) em cada embarque, da percentagem total de lixo marinho por categoria de material, assim como da informação geográfica acerca da área aproximada abrangida em cada lance.

Na Figura 5.1 está representada a densidade média de lixo marinho (itens.km<sup>-2</sup>) por cada embarque efetuado.

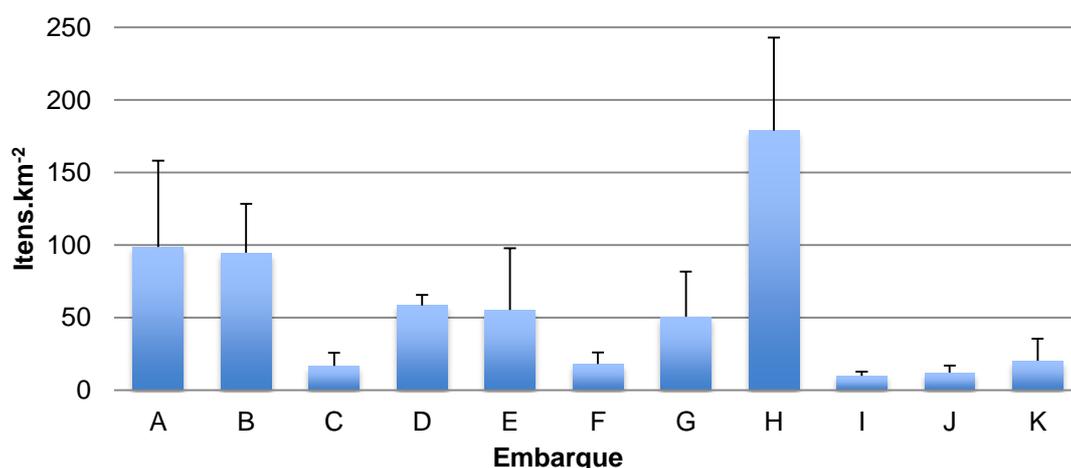


Figura 5.1 – Densidade de lixo marinho em itens.km<sup>-2</sup> (média±dp) contabilizado em cada embarque (Arrastos A, B, C e D - região norte; E, F, G, H - centro; I, J, K - sul)

Tanto na região norte (A, B, C e D) como na região centro (E, F, G e H) demonstram densidades médias variáveis, não existindo uma tendência clara, ao contrário da região sul (I, J e K) que demonstra densidades reduzidas (9,9±2,9; 12,1±4,7 e 20,1±11,3 itens.km<sup>-2</sup> respetivamente). O valor mais elevado (179±64,0 itens.km<sup>-2</sup>) corresponde ao embarque H, que efetuou os lances perto do estuário do Tejo (consultar Tabela 4.1 e Figuras Figura 4.2, Figura 4.3 e Figura 4.4 para mais informações).

Tabela 5.1 – Tipo de material recolhido nas redes e densidade registada (11 embarques)

Tipo de Material	Densidade média (itens.km <sup>-2</sup> )	Nº de embarques em que ocorreu
Plástico	48,1	11
Vidro	5,3	6
Madeira processada	4,5	2
Metal	4,3	8
Têxteis	2,3	6
Borracha	1,4	5
Papel	1,2	5
Outros	0,88	2
Cerâmica	0,71	3
Produtos médicos	0,68	2
Lixo sanitário	0,12	2

De acordo com a Tabela 5.1, a densidade média de lixo marinho em todos os embarques foi significativamente maior nos plásticos (48 itens.km<sup>-2</sup>), em comparação com o vidro (5,3 itens.km<sup>-2</sup>), madeira processada (4,5 itens.km<sup>-2</sup>) e metal (4,3 itens.km<sup>-2</sup>).

## 5.2 CARACTERIZAÇÃO DO LIXO MARINHO

Como forma de perceber a proporção de lixo marinho presente na plataforma continental portuguesa, em termos de material originário, foi efetuado um gráfico circular (Figura 5.2) onde está representada a percentagem total de lixo marinho capturado em todos os embarques efetuados. A percentagem total de lixo marinho, por material de origem ou categoria correspondente, é apresentada como tendo o mesmo peso (1/11) para cada um dos 11 embarques efetuados, não diferenciando embarques com maior ou menor duração ou número de lances.

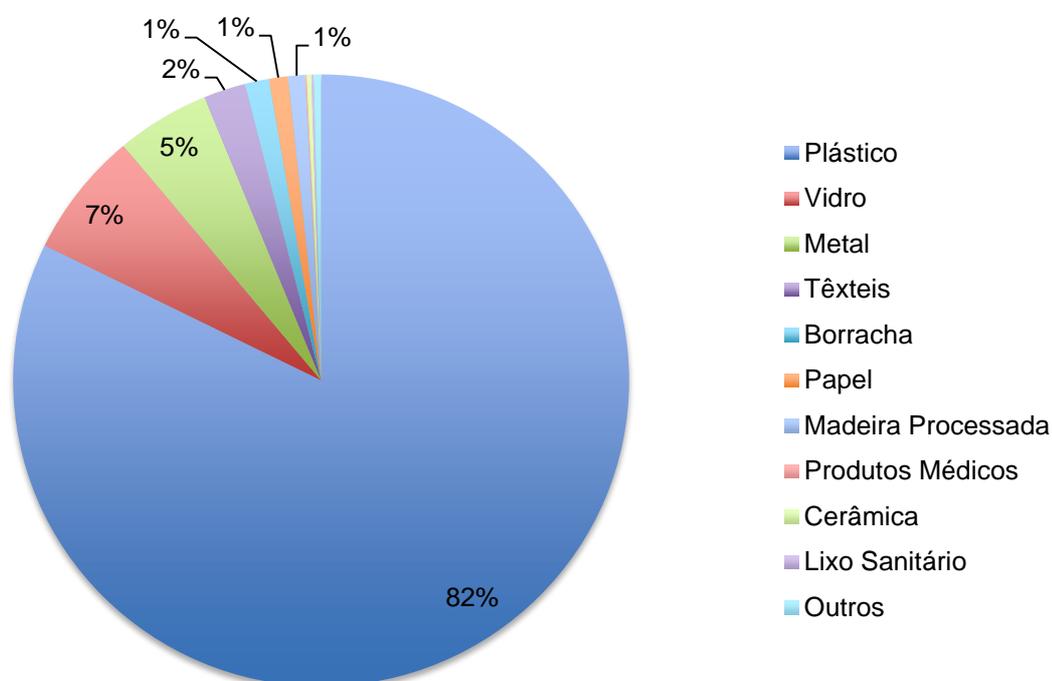


Figura 5.2 – Lixo marinho por categoria (percentagem) contabilizado nos embarques

A grande fatia do gráfico (82%) pertence ao lixo marinho com origem no plástico, seguido do vidro (7%), metal (5%) e têxteis (2%), com a borracha, papel de madeira processada a ocuparem sensivelmente 1%. Produtos médicos, cerâmica, lixo sanitário e outros são categorias com percentagens inferiores a 1%, como tal não estão ilustrados com percentagens na figura acima.

Os três itens de lixo marinho mais abundantes foram: pedaços de rede de pesca de arrasto (28,8% do total), pedaços de plástico (inclui sacos, embalagens, cabos e de fonte desconhecida com 12,7% do total) e sacos de plástico (9,8% do total). Ao todo foram contabilizados 1275 itens de lixo marinho, tendo 492 (38,6%) origem em atividades pesqueiras, sendo detetados vários pedaços de rede de pesca de arrasto, mas também vários potes/alcatruzes de apanha de polvos e pedaços de redes de

emalhar pertencentes à pesca artesanal. Existiu no entanto a contabilização sobrevalorizada dos pedaços de rede de pesca de arrasto resultantes da própria rede de arrasto de cada barco. Houve grande variabilidade de categorias e itens de lixo marinho, como é demonstrado nas figuras abaixo (Figura 5.3 e Figura 5.4), registando-se num embarque apenas itens de plástico.



Figura 5.3 – Exemplos de algum lixo marinho trazido pelas redes de arrasto no embarque E



Figura 5.4 – Emaranhado de potes/alcatruzes para polvo(embarque D); Covo para polvo (embarque K); Pedaço de rede de emalhar (embarque K)

### 5.3 INGESTÃO DE MICROPLÁSTICOS NOS PEIXES

Foram analisados os conteúdos estomacais de 26 espécies diferentes num total de 263 indivíduos, com o número de indivíduos por espécie (n) a variar entre 1 e 44, sendo calculada a média total e desvio padrão de microplásticos ingeridos por cada espécie, incluindo todos os indivíduos que ingeriram e que não ingeriram microplásticos (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 – Número de indivíduos de cada espécie cujo conteúdo foi observado \* (Fishbase, 2013)

Espécie	Habitat marinho*	Número de indivíduos	Média total de microplásticos ingeridos	Desvio padrão de microplásticos ingeridos
<i>Alosa fallax</i>	Pelágico-nerítico	1	1	-
<i>Argyrosomus regius</i>	Bentopelágico	5	1,2	0,84
<i>Boops boops</i>	Demersal	32	0,094	0,30
<i>Brama brama</i>	Batipelágico	3	0,67	1,15
<i>Dentex macrophthalmus</i>	Bentopelágico	1	1	-
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	Batidemersal	1	0	-
<i>Lepidorhombus boscii</i>	Demersal	2	0	-
<i>Lophius piscatorius</i>	Batidemersal	2	0,5	0,71
<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	Batidemersal	2	0	0
<i>Merluccius merluccius</i>	Demersal	12	0,33	0,65
<i>Mullus surmuletus</i>	Demersal	4	2	0,82
<i>Pagellus acarne</i>	Bentopelágico	1	1	-
<i>Polyprion americanus</i>	Demersal	1	0	-
<i>Raja asterias</i>	Demersal	7	0,57	0,79
<i>Scylliorhinus canicula</i>	Demersal	20	0,25	0,44
<i>Scomber japonicus</i>	Pelágico-nerítico	35	0,6	1,06
<i>Sardina pilchardus</i>	Pelágico-nerítico	12	0	0
<i>Scomber scombrus</i>	Pelágico-nerítico	13	0,46	0,78
<i>Solea solea</i>	Demersal	1	0	-
<i>Trichiurus lepturus</i>	Bentopelágico	1	0	-
<i>Trisopterus luscus</i>	Bentopelágico	1	0	-
<i>Trigla lyra</i>	Batidemersal	31	0,29	0,59
<i>Trachurus picturatus</i>	Bentopelágico	29	0,069	0,26
<i>Torpedo torpedo</i>	Demersal	1	0	-
<i>Trachurus trachurus</i>	Pelágico-nerítico	44	0,091	0,29
<i>Zeus faber</i>	Bentopelágico	1	1	-

No total foram encontrados microplásticos em 57 (21,7%) dos 263 peixes analisados, sendo que 19 (33,3%) dos 57 peixes tinha ingerido mais que um microplástico. De todos os peixes que ingeriram microplásticos, 34 (59,6%) eram indivíduos pertencentes a espécies demersais e 23 (40,4%) indivíduos pertencentes a espécies pelágicas. De um total de 81 microplásticos contabilizados, 48 (59,3%) eram fibras e os restantes 33 (40,7%) eram partículas. A média de microplásticos ingeridos apenas nas espécies que os continham nos estômagos foi de  $1,42 \pm 0,68$  por peixe.

Na Figura 5.5 estão ilustrados alguns exemplares de microplásticos encontrados nos conteúdos estomacais dos respectivos peixes assinalados.

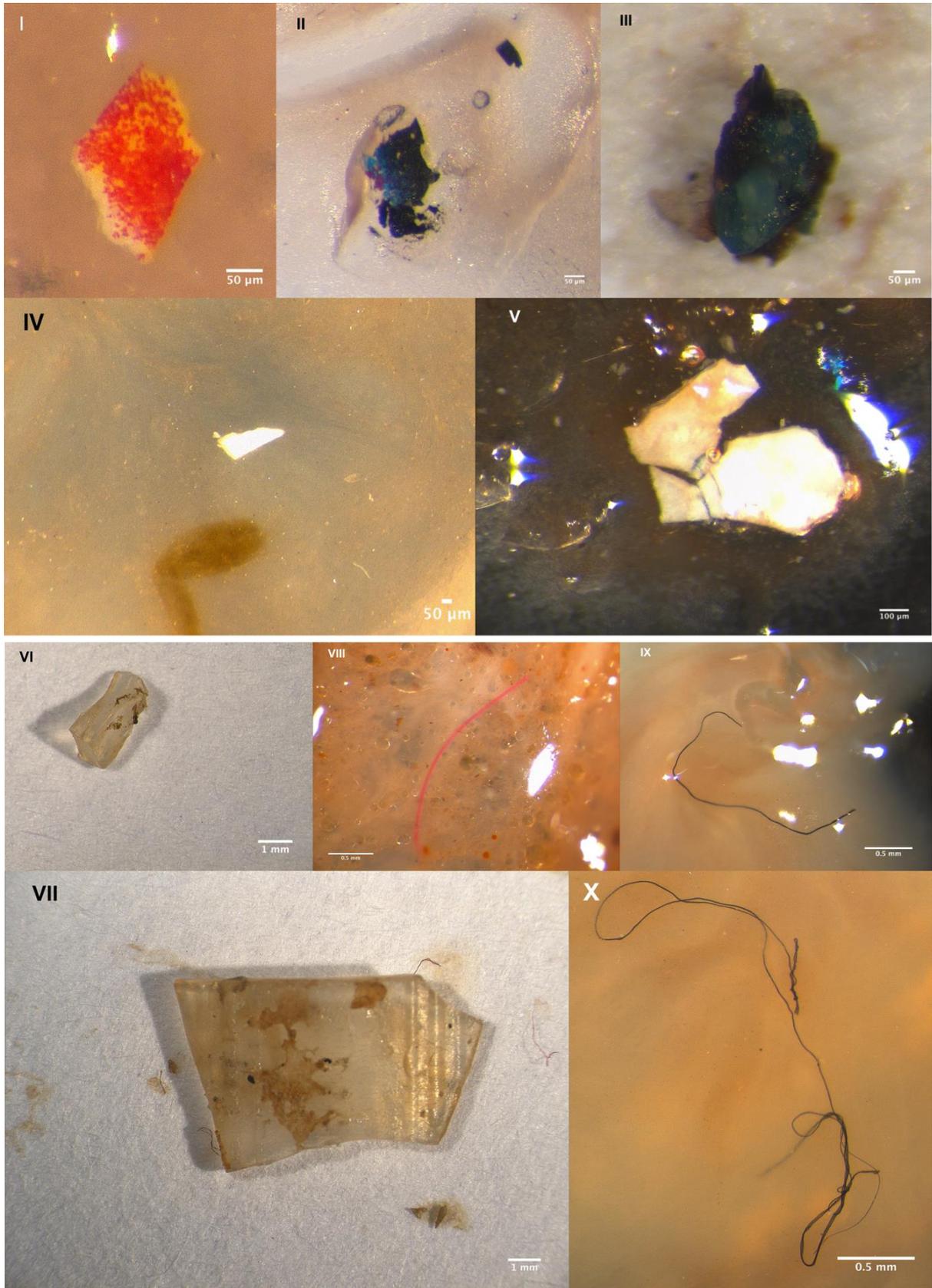


Figura 5.5 – Exemplos de alguns microplásticos encontrados nos conteúdos estomacais de determinados peixes

**Legenda:** Partícula de tinta vermelha e amarela (I) com 271  $\mu\text{m}$  de comprimento máximo encontrado no conteúdo estomacal de uma Corvina (*Argyrosomus regius*); Partícula de tinta preta (II) com 304  $\mu\text{m}$  de comprimento máximo encontrado no conteúdo estomacal de outra Corvina (*Argyrosomus regius*); Partícula de plástico azul-turquesa (III) com 400  $\mu\text{m}$  de comprimento máximo encontrado no conteúdo estomacal de um Carapau (*Trachurus trachurus*); Partícula de plástico branco (IV) com 315  $\mu\text{m}$  de comprimento máximo encontrado no conteúdo estomacal de uma Boga (*Boops boops*); Partícula de plástico branco (V) com 760  $\mu\text{m}$  de comprimento máximo encontrado no conteúdo estomacal de uma Savelha (*Alosa fallax*). Partícula de plástico opaco (VI) com 2,831 mm de comprimento máximo encontrado no conteúdo estomacal de um Ruivo (*Trigla lyra*); Partícula de plástico opaco (VII) com 9,423 mm (>5 mm) de comprimento máximo encontrado no conteúdo estomacal de uma Cavala (*Scomber japonicus*); Fibra sintética vermelha (VIII) com 2,340 mm de comprimento máximo encontrado no conteúdo estomacal de um Ruivo (*Trigla lyra*); Fibra sintética preta (IX) com 3,36 mm de comprimento máximo encontrado no conteúdo estomacal de uma Boga (*Boops boops*); Fibra sintética preta (X) com 8,005 mm (>5 mm) de comprimento máximo encontrado no conteúdo estomacal de uma Boga (*Boops boops*).

Como o número de indivíduos (n) variou de forma significativa, de forma a avaliar estatisticamente os resultados restringiu-se posteriormente a avaliação estatística para espécies com um  $n \geq 12$  (Figura 5.6), abrangendo 12 Pescadas (*Merluccius merluccius*), 12 Sardinhas (*Sardina pilchardus*), 13 Sardas (*Scomber scombrus*), 20 Patas-roxas (*Scyliorhinus canicula*), 29 Carapaus-Negrões (*Trachurus picturatus*), 30 Bogas (*Boops boops*), 31 Ruivos (*Trigla lyra*), 35 Cavalas (*Scomber japonicus*) e 41 Carapaus (*Trachurus trachurus*).

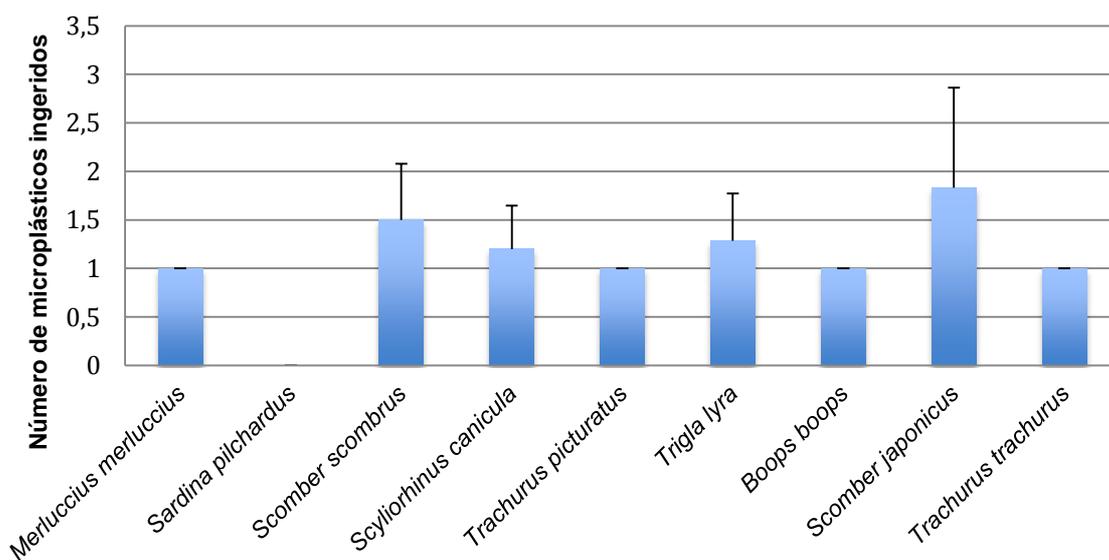


Figura 5.6 – Microplásticos ingeridos por espécie com  $n \geq 12$  (média  $\pm$  dp)

Para as espécies analisadas com um número de indivíduos  $n \geq 12$ , a média de microplásticos ingeridos (média que apenas contabiliza os indivíduos que ingeriram microplástico) variou entre os 0 microplásticos na Sardinha (*Sardina pilchardus*) e 1,83 microplásticos na Cavala (*Scomber japonicus*), tendo o valor máximo de microplásticos ingeridos ocorrido numa cavala que continha 4 microplásticos. Em quatro das espécies o número de microplásticos encontrados no conteúdo estomacal situou-se em uma unidade.

Na Tabela 5.3 (ordenado pelo número de indivíduos "n" de cada espécie) estão representadas as espécies de peixe capturadas com  $n \geq 12$ , em que cada célula marcada como "X" indica diferenças significativas (teste U de Mann-Whitney,  $p < 0,05$ ) quanto ao número de microplásticos ingeridos por cada par de espécies.

Tabela 5.3 – Diferenças estatísticas na ingestão de microplásticos entre cada par de espécies

Espécie com $n \geq 12$	<i>Merluccius merluccius</i>	<i>Sardina pilchardus</i>	<i>Scomber scombrus</i>	<i>Scyliorhinus canicula</i>	<i>Trachurus picturatus</i>	<i>Trigla lyra</i>	<i>Boops boops</i>	<i>Scomber japonicus</i>	<i>Trachurus trachurus</i>
<i>Merluccius merluccius</i>		X			X		X		X
<i>Sardina pilchardus</i>	X		X					X	
<i>Scomber scombrus</i>		X			X				X
<i>Scyliorhinus canicula</i>									
<i>Trachurus picturatus</i>	X		X					X	
<i>Trigla lyra</i>									
<i>Boops boops</i>	X							X	
<i>Scomber japonicus</i>		X			X		X		X
<i>Trachurus trachurus</i>	X		X					X	

De modo a poder compreender o impacto da presença de lixo marinho bentónico na ingestão de microplásticos pelos peixes, foi efetuado um gráfico (Figura 5.7) de modo a poder comparar, entre espécies demersais e pelágicas, o número total de espécies que ingeriram microplásticos, nos embarques em que foram trazidos e analisados os respetivos conteúdos estomacais dos peixes. Assim como a média e desvio padrão dos microplásticos ingeridos, mas abrangendo apenas indivíduos onde foram detetados microplásticos nos estômagos (consultar Tabela 4.2 para mais informações).

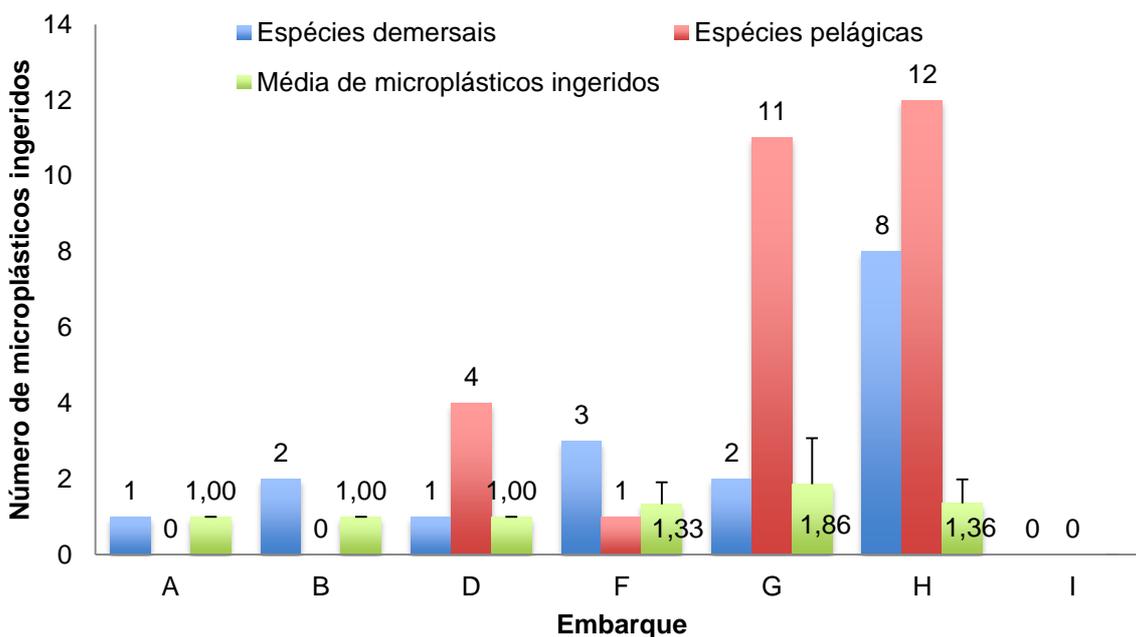


Figura 5.7 – Microplásticos ingeridos por espécies demersais e pelágicas e sua média em cada embarque (média ± dp)

A figura acima indicia possíveis diferenças entre o número de microplásticos ingeridos e o habitat marinho, existindo mais microplásticos ingeridos por peixes pelágicos (28 *versus* 17). Na zona centro, especificamente nos embarques F, G e H existem mais peixes com microplásticos do que nas restantes zonas (médias de  $1,33 \pm 0,58$ ,  $1,36 \pm 0,63$  e  $1,86 \pm 1,21$  microplásticos ingeridos respetivamente), em especial nos embarques G e H onde a zona de arrasto está relativamente perto da zona metropolitana de Lisboa e estuário do Tejo. Na zona sul (I) não foi contabilizado qualquer microplástico ingerido pelos 20 peixes aí capturados.

De forma a tentar encontrar uma relação entre lixo marinho e microplásticos, a estatística de correlação R de Spearman foi aplicada na comparação entre a densidade de lixo marinho recolhido nas redes de arrasto e a ingestão de microplásticos pelos peixes capturados nos embarques efetuados, sendo o resultado estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ) e com um coeficiente de correlação  $R = 0,136$ , indicando uma correlação positiva, embora fraca, entre a densidade de lixo marinho e o número de partículas ingeridas pelos peixes.

Foi comparada pelo mesmo método a ingestão de microplásticos em relação ao peso e dimensão de todas as espécies quantificadas, sendo o resultado estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ) e tendo uma correlação positiva, embora fraca, entre peso e ingestão de microplásticos ( $R = 0,22$ ), assim como entre a dimensão de cada espécie e a ingestão de microplásticos ( $R = 0,26$ ). No entanto as espécies pelágicas possuem uma correlação moderada positiva ( $p < 0,05$ ) entre ambas as variáveis ( $R = 0,40$  e  $R = 0,42$ , respetivamente). De ressaltar que o número de espécies pelágicas observadas ( $n = 108$ ) foi inferior ao número de espécies demersais ( $n = 155$ ).

Através do teste H de Kruskal-Wallis comparou-se a ingestão de microplásticos (variável independente) entre espécies pelágicas e espécies demersais, não existindo diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre a ingestão de microplásticos de ambos os grupos de espécies.

Para comparações múltiplas entre os grupos de espécies demersais e pelágicas, na variável independente *Fullness Index*, foi usado o teste H de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ), existindo diferenças significativas entre ambos.

A estatística de correlação R de Spearman foi igualmente usada para comparar o parâmetro *Fullness Index* com a ingestão de microplásticos entre os grupos de espécies pelágicas e demersais, existindo diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre ambos, com um coeficiente de correlação  $R = 0,19$  para as espécies pelágicas, indicando uma correlação fraca positiva, e um  $R = -0,17$  para as espécies demersais, indicando uma correlação fraca negativa.

## 6 DISCUSSÃO

### 6.1 DENSIDADES E DISTRIBUIÇÃO DO LIXO MARINHO

O resultado relativo às densidades e categorias de lixo marinho encontradas em cada embarque efetuado nos Arrastões de popa ou “*Stern trawlers*” na arte de arrasto de fundo de portas variou conforme o local geográfico dos lances, indo de encontro ao recente estudo efetuado (Pilar, *et al.*, 2013). Os embarques efetuados abrangeram profundidades entre os 70 m e os 845 m, entre a zona epipelágica e a zona mesopelágica, com variação na duração dos lances e na velocidade média de arrasto entre diferentes embarcações. Houve alternância entre a plataforma e o talude continental, em fundos arenosos, rochosos e vasosos, sendo que os fundos vasosos apenas foram abrangidos nos embarques J e K (situados a maiores profundidades) efetuados pela embarcação Saturno na pesca do marisco.

As densidades de lixo marinho encontradas foram significativamente inferiores ao estudo efetuado nos desfiladeiros marinhos perto de Lisboa (Mordecai, *et al.*, 2011), onde em média foram encontrados 1100 itens de lixo marinho por km<sup>2</sup>, com uma densidade máxima de  $6,6 \times 10^3$  itens por km<sup>2</sup>. O que corrobora com o estudo efetuado por Katsanevakis (2008), onde a abundância de lixo é mais elevada em algumas zonas de acumulação (como os desfiladeiros marinhos) comparativamente à plataforma continental. A salientar, a contabilização de lixo marinho no estudo dos desfiladeiros marinhos foi efetuada através de imagens captadas por um ROV (*Remotely Operated Vehicle*), um método possivelmente mais eficaz e preciso do que o método usado neste estudo (arrasto de fundo de portas).

O valor mais elevado da densidade de lixo marinho obtido ( $179 \pm 64,0$  itens.km<sup>-2</sup>) é igualmente muito inferior ao reportado pelo estudo Pilar, *et al.* (2013) que obteve densidades entre os 0 e 40500 itens por km<sup>2</sup>. No entanto apenas abrangeu profundidades baixas (entre os 40 e os 80 metros de profundidade), que podem conter mais lixo marinho derivado à proximidade da costa, ao contrário deste estudo que abrangeu profundidades elevadas (entre 70 e 845 m). O facto da arte de pesca usada nesta dissertação (arrasto de fundo de portas) ser igualmente diferente da usada no estudo acima, que utilizou o arrasto de vara ou “*Beam trawling*” para recolher o lixo marinho bentónico, poderá justificar em parte os valores substancialmente menores nas densidades de lixo marinho.

Tanto na região norte como na região centro não é perceptível uma tendência clara na densidade média de lixo marinho capturado, existindo uma grande variabilidade conforme os embarques e áreas abrangidas. É no entanto visível essa tendência na região sul, que contém menores densidades de lixo marinho e uma menor variabilidade entre embarques.

No embarque H, onde a embarcação efetuou lances perto do estuário do Tejo, foi detetada uma maior densidade de lixo marinho, o que poderá estar relacionado com o facto de muito do lixo marinho aí capturado possa ter origem na maior densidade populacional existente em terra, na proximidade a um rio de grandes dimensões (rio Tejo) e a um maior tráfego de embarcações nessa zona. O que vai de encontro ao estudo efetuado nos desfiladeiros marinhos da costa portuguesa

(Mordecai, *et al.*, 2011), onde o lixo marinho era mais abundante em locais perto da costa e de centros populacionais, sugerindo que a maioria do lixo marinho encontrado tinha origem em terra.

É necessário ter em conta o presente mas também as últimas décadas, pois segundo Barnes, *et al.* (2009), as quantidades de lixo marinho são consideradas estáveis em alguns locais, mas têm aumentado significativamente noutros, possivelmente derivado em parte às correntes oceânicas e topografia do fundo oceânico. E sendo subjetivo atribuir uma origem concreta para todo o lixo marinho encontrado, é de salientar que em termos de comportamento dos pescadores, estes sem exceção não recolhiam o lixo produzido a bordo e apanhado nas redes para um contentor no porto de pesca (excetuando lixo que pela sua natureza e/ou dimensão pudesse eventualmente danificar a rede e o pescado). Em vez disso, punham o lixo juntamente com o peixe rejeitado na linha de triagem acabando no mar, ou o lixo trazido pela rede até à popa do barco era atirado borda fora. Como tal é possível que parte significativa de todo o lixo marinho encontrado durante os arrastos tenha como origem secundária embarcações de pesca de arrasto.

De acordo com Galgani, *et al.* (2000), o lixo marinho é composto por uma percentagem de plástico superior a 70% nas plataformas e taludes continentais, estando de acordo com a percentagem encontrada (82%). Também a densidade média de lixo marinho em todos os embarques foi significativamente maior para os plásticos (48 itens.km<sup>-2</sup>), em comparação com o vidro (5,3 itens.km<sup>-2</sup>), madeira processada (4,5 itens.km<sup>-2</sup>) e metal (4,3 itens.km<sup>-2</sup>), indicando uma maior abundância de plástico no lixo marinho disperso pela plataforma e talude continental português. Uma grande percentagem (38,6%) do lixo marinho encontrado tem como origem atividades pesqueiras, sendo detetados vários pedaços de rede de pesca de arrasto, mas também vários potes/alcatruzes de apanha de polvos e pedaços de redes de emalhar pertencentes à pesca artesanal. Os resultados obtidos estão de acordo com o estudo efetuado por Mordecai, *et al.* (2011), onde o plástico foi o tipo de lixo mais encontrado, seguido de equipamentos de pesca.

É de ressaltar que no momento da contabilização do lixo marinho em cada embarque, pedaços de rede de pesca de arrasto resultantes da abertura e por vezes corte e reparação do saco da rede de arrasto acabaram na zona de triagem juntas com o peixe, tendo sido contabilizadas. Foi portanto considerado um erro sistemático podendo ter variabilidade dependente do método de abertura e/ou reparação do saco em cada embarque, com influência na percentagem total de plástico, assim como na própria densidade de lixo marinho de cada embarque. Da mesma forma é de salientar o facto de não ter sido possível a diferenciação entre itens pequenos, médios e grandes, tendo cada item encontrado sido contabilizado como uma unidade, independentemente da sua dimensão.

Houve também limitações técnicas na obtenção exata da largura das redes de arrasto devido à inexistência de sensores nas portas das redes de todas as embarcações, o que eventualmente induziu em erros de cálculo das áreas percorridas e consequentemente das densidades de lixo marinho. Também poderão existir possíveis erros no cálculo da distância percorrida, visto esta ter sido calculada a partir da velocidade média de arrasto. De igual forma, a duração efetiva de arrasto em cada lance está dependente do tempo que a rede leva a ser içada e baixada até ao fundo marinho, podendo existir pequenos erros na duração efetiva de arrasto em cada lance.

## 6.2 MICROPLÁSTICOS

Dos 263 conteúdos estomacais de 26 espécies de peixe analisados, foram encontrados microplásticos em 57 (21,7%), uma percentagem inferior ao estudo efetuado no canal da mancha por Lusher, *et al.* (2013), onde nas 504 amostras examinadas em 10 espécies de peixe, foram observados plásticos no trato gastrointestinal de 36.5% das amostras. Igualmente inferior a outros estudos efetuados, como a ingestão de plástico em 33% das três espécies de Peixe-Gato no estuário do Rio Goiana no Brasil (Possatto, *et al.*, 2011) e em 35% das cinco espécies de peixe mesopelágicas e uma espécie epipelágica capturadas no Giro do Pacífico Norte (Boerger, *et al.*, 2010). É necessário ter em conta a probabilidade de existirem espécies que ingeriram mais microplásticos relativamente a outras, podendo o número de microplásticos ingeridos no presente estudo estar intrinsecamente ligado à variabilidade de espécies e respetivo número de indivíduos analisados (para mais informações consultar Tabela 5.2).

Também de acordo com Lusher, *et al.* (2013), as cinco espécies pelágicas (38,0%) e as cinco demersais (35,0%) tinham ingerido plástico, não existindo diferenças significativas entre a ingestão de microplásticos pelos peixes pelágicos e demersais. A mesma conclusão foi retirada do presente estudo através do teste H de Kruskal-Wallis ( $p > 0,05$ ), embora 34 (59,6%) dos 57 sejam indivíduos pertencentes a espécies demersais e 23 (40,4%) indivíduos pertencentes a espécies pelágicas.

O mesmo estudo (Lusher, *et al.*, 2013) concluiu que a média dos detritos ingeridos ficou nos  $1,90 \pm 0,10$  por peixe, semelhante aos resultados demonstrados por Boerger, *et al.* (2010), com uma média de 2,10 pedaços de plástico por peixe. Resultados com médias ligeiramente superiores aos encontrados nos conteúdos estomacais dos peixes capturados nas águas territoriais portuguesas e zona contígua, com a média de microplásticos ingeridos a ser de  $1,42 \pm 0,68$  por peixe. Tanto as percentagens como as médias de microplásticos ingeridos pelos peixes são ligeiramente inferiores nas áreas amostradas, comparativamente aos locais acima mencionados, sugerido a existência de menos microplásticos em águas portuguesas.

Quanto à distribuição percentual entre microplásticos, foram contabilizados um total de 81 microplásticos, estando descritos 48 (59,3%) como sendo fibras sintéticas e os restantes 33 (40,7%) como sendo partículas. O resultado está de acordo com o estudo efetuado por Wright, *et al.* (2013) que menciona ser provável que microplásticos fibrosos sejam mais abundantes no ambiente marinho, assim como Claessens, *et al.* (2011) que menciona existirem ao longo da costa belga várias fibras de plástico que constituem a maioria (59%) dos microplásticos amostrados. No estudo acima mencionado (Lusher, *et al.*, 2013) existe também uma maior percentagem de fibras sintéticas (68,3%), seguida de fragmentos plásticos (16,1%), resultados que podem suportar uma possível semelhança nas origens dos microplásticos entre o canal da mancha, costa belga e águas marinhas portuguesas.

Foram também contabilizadas as quantidades de microplásticos presentes em cada conteúdo estomacal, sendo que em 38 (66,7%) dos 57 conteúdos estomacais analisados apenas existia um microplástico. Um resultado semelhante ao alcançado por Foekema, *et al.* (2013) onde mais de 80% dos peixes que ingeriram plástico apenas continham uma partícula, sugerindo que os microplásticos

provavelmente em relação à sua dimensão, não se acumulam dentro do trato gastrointestinal dos peixes analisados por muito tempo.

Devido ao reduzido tempo disponível não foi possível medir todos os microplásticos detetados, no entanto de todos os microplásticos medidos, apenas a partícula VII e a fibra X (Figura 5.6) ultrapassaram o comprimento máximo para serem considerados microplásticos (<5 mm). No entanto, para efeitos práticos foram considerados como microplásticos, assim como as partículas de tinta. Caso os microplásticos sejam de dimensões reduzidas, sendo ingeridos de forma inadvertida ou confundidos com alimento, podem atravessar o aparelho digestivo e ser expulsas do organismo. No caso de terem maiores dimensões, podem ficar retidas no trato gastrointestinal provocando falsa sensação de saciedade (Sheavly, 2007) e escoriações internas (Browne, *et al.*, 2008), enquanto as fibras sintéticas podem criar emaranhados e aglomerar-se, podendo bloquear órgãos através da sua obstrução e assim dificultando ou impedindo a alimentação (Derraik, 2002). Existe também o risco dos microplásticos estarem contaminados com POPs, acabando por funcionar como vetores de contaminação, tendo efeitos adversos se ingeridos pelos organismos. Teria sido interessante efetuar a análise das concentrações de POPs nos microplásticos encontrados, principalmente nos pedaços de tinta (Figura 5.6, imagens I e II) visto serem os principais candidatos a conter maiores concentrações de contaminantes, mas no entanto não foi possível efetuar.

Na Figura 5.6 é possível verificar que a média mais elevada de microplásticos observados nos conteúdos estomacais dos peixes pertenceu à Cavala (*Scomber japonicus*), com 1,83 microplásticos, além de ter sido encontrado num exemplar da mesma espécie o valor mais elevado de microplásticos ingeridos no presente estudo, com 4 microplásticos no estômago. Estes resultados podem apontar a Cavala como uma espécie útil a ter em consideração em futuros estudos relativos a este tema.

De acordo com os resultados da Figura 5.7, nos embarques G e H, poderá existir uma possível correlação positiva no aumento da ingestão de microplásticos pelos peixes em locais com maior densidade populacional, visto os embarques G e H terem sido efetuados relativamente perto da zona metropolitana de Lisboa e estuário do Tejo. Essa relação poderá ser um indicador da existência de maiores concentrações de microplásticos nessa área. Os resultados vão de encontro com o artigo publicado por Browne, *et al.* (2011) que menciona o facto de existirem mais microplásticos em áreas densamente povoadas, com uma relação significativa entre a abundância e densidade populacional.

O resultado relativo à fraca correlação positiva entre a densidade de lixo marinho e o número de partículas ingeridas pelos peixes (estatística de correlação R de Spearman,  $p < 0,05$ ) era esperado, devido à consequência da ingestão de microplásticos pelos peixes derivados da degradação e fragmentação de itens de maiores dimensões. No entanto o facto de terem sido contabilizados itens de borracha, cerâmica, papel e vidro no lixo marinho, mas nunca terem sido detetados itens desta natureza nos estômagos, poderá ter diminuído a intensidade dessa relação.

Ambos os valores de R entre peso e dimensão são muito similares, o que poderá ser explicado pela relação proporcional entre a dimensão e o peso dos peixes. O valor mais elevado nas espécies pelágicas poderá estar ligado à menor disponibilidade de alimento em comparação com as espécies

demersais, o que pode levar a comportamentos menos seletivos por parte dos peixes pelágicos, elevando o risco de ingerirem microplásticos semelhantes ao alimento que consomem.

No que toca às comparações múltiplas entre os habitats marinhos e o *Fullness Index*, poderão existir diferenças na abundância de alimento entre as diferentes zonas ou habitats marinhos, em relação ao mar português, podendo existir mais alimento disponível na zona demersal aquando do período dos embarques (Junho a Agosto), em comparação com a zona pelágica. Esse facto poderá possivelmente contribuir para a maior seletividade de alimento por parte das espécies demersais, ao contrário das espécies pelágicas que têm menos alimento disponível, podendo levar a um aumento na ingestão de microplásticos. Comparando os resultados estatísticos relativos ao *Fullness Index*, no que toca à ingestão de microplásticos entre os grupos de espécies pelágicas e demersais, poderá eventualmente existir uma relação de sentido inverso entre a disponibilidade de alimento e a ingestão de microplásticos, ou seja, quanto maior for a disponibilidade de alimento, menor será a ingestão de microplásticos. Sendo que para as espécies pelágicas, o facto de existir menos alimento disponível poderá potencialmente aumentar a probabilidade de ingestão de microplásticos. No entanto tal implica seletividade, pelo que não se aplica a todas as espécies.

É de ressaltar que esta possível ligação entre disponibilidade de alimento e ingestão de microplásticos tem diversas variáveis intercaladas pelo meio que podem explicar as diferenças, como os aspetos comportamentais dos peixes. Por exemplo, os filtradores não são seletivos exceto na dimensão do que ingerem, podendo ingerir comida ou microplásticos de forma indiscriminada. Já os predadores são seletivos mas podem confundir alimento com microplásticos devido à sua semelhança, ou mesmo ingerirem presas que contêm microplásticos no seu interior, sendo uma ingestão indireta de microplásticos. Como tal esta relação terá de ser estudada em maior profundidade através da sua comparação com outras variáveis que influenciam essa ligação.

### **6.3 RELEVÂNCIA DO ESTUDO EFETUADO**

O presente estudo é pioneiro em Portugal ao estudar a ingestão de microplásticos pelos peixes capturados nas águas territoriais portuguesas e zona contígua, quantificar o lixo marinho capturado por embarcações de pesca de arrasto ao longo da plataforma e vertente continental portuguesa e relacionar essa ingestão com o lixo marinho encontrado no fundo do mar. Teria sido interessante analisar as concentrações de POPs nos microplásticos, que no entanto não foi possível.

Além da importância científica que o estudo revela no que toca ao tema, em específico para a compreensão da matéria em Portugal, permite obter uma estimativa do lixo marinho presente no fundo do mar português, com relevância para o dimensionamento de estruturas adequadas na gestão de resíduos marinhos nos portos de pesca. No seguimento desta tese, será efetuado um estudo em colaboração com a Docapesca Portos e Lotas S.A., no sentido de criar estruturas de receção de lixo marinho em todos os portos de pesca geridos por esta entidade, de modo a serem cumpridas as normas interpostas pelo Decreto-Lei nº 165/2003. Esta Diretiva obriga Portugal a assegurar que os meios portuários de receção existentes satisfaçam as necessidades dos navios que as utilizam sem causar atrasos anormais. Essas instalações devem ser adaptadas de acordo com o tamanho do porto

e para as categorias de navios que se dirijam ao mesmo, sendo elaborado um plano de receção e gestão de resíduos em cada porto.

Como perspectivas futuras, serão necessárias medidas a montante na gestão de resíduos de forma a reduzir as quantidades de lixo que entram no meio marinho, mas também na própria sensibilização e incentivos aos pescadores, de modo a que estes sejam atores participantes na limpeza do mar através de comportamentos que evitem deitar o lixo por eles produzido para o mar e recolher o lixo capturado nas redes para infraestruturas de receção em terra.

## 7 CONCLUSÃO

Os principais objetivos desta dissertação consistiam nas quantificações de lixo marinho bentónico presente no fundo do mar em Portugal Continental e dos microplásticos ingeridos por peixes capturados ao longo das águas territoriais portuguesas e zona contígua, analisando possíveis relações entre as duas variáveis.

Em relação ao lixo marinho, no total foram contabilizados 1275 itens de lixo marinho em 11 embarques efetuados ao longo de 20 dias, tendo 492 (38,6%) origem em atividades pesqueiras, sendo que 82% de todos os itens contabilizados tinham como origem o plástico. As densidades médias de lixo marinho variaram entre embarques, sendo que nas regiões norte e centro essa variação não permite estabelecer relações claras da existência de maiores ou menores densidades entre regiões, ao contrário da região sul onde nos 3 embarques efetuados foram contabilizadas densidades médias sensivelmente mais baixas. O caso particular sucedeu no embarque H com uma densidade média relativamente maior que nos restantes embarques ( $179 \pm 64,0$  itens.km<sup>-2</sup>), situando-se a zona do arrasto perto de Lisboa e estuário do Tejo, sugerindo que o lixo marinho encontrado poderá estar dependente da densidade populacional das zonas adjacentes.

As densidades de lixo marinho encontradas de norte a sul do país foram significativamente inferiores a outros estudos efetuados sobre este tema, que no entanto usaram diferentes métodos de contabilização ou captura de lixo marinho, assim como a sua recolha em profundidades diferentes dos usados nesta dissertação. Como recomendação futura na análise deste tema em Portugal Continental, recomenda-se o uso de outro método de quantificação por forma a comparar esses resultados com os aqui demonstrados.

No que concerne aos microplásticos (partículas de plástico inferiores a 5 mm de diâmetro) existentes nos conteúdos estomacais de peixes capturados na costa portuguesa, observou-se que na zona centro, especificamente nos embarques F, G e H existem mais peixes com microplásticos do que nas restantes zonas (médias de  $1,33 \pm 0,58$ ,  $1,36 \pm 0,63$  e  $1,86 \pm 1,21$  microplásticos ingeridos respetivamente). Em especial nos embarques G e H onde a zona de arrasto está relativamente perto da zona metropolitana de Lisboa e estuário do Tejo, igualmente apontando para a relação unidirecional entre lixo marinho e microplásticos.

Foram também observados microplásticos em 57 (21,7%) dos 263 conteúdos estomacais de peixe analisados, sendo que 19 peixes (33,3%) tinham ingerido mais que uma partícula. De todos os peixes que ingeriram microplásticos, 34 (59,6%) eram indivíduos pertencentes a espécies demersais e 23 (40,4%) indivíduos pertencentes a espécies pelágicas. De um total de 81 microplásticos contabilizados, 48 (59,3%) eram fibras sintéticas e os restantes 33 (40,7%) eram partículas, sendo provável que as fibras sejam o tipo de microplásticos mais abundantes nas águas portuguesas. A média de microplásticos ingeridos apenas nas espécies que os continham nos estômagos situou-se nos  $1,42 \pm 0,68$  por peixe, médias ligeiramente inferiores a outros locais estudados, como o canal da mancha ou estuário do Rio Goiana no Brasil, apontando para a existência de menos microplásticos nas águas portuguesas.

Foi possível estabelecer uma correlação positiva mas fraca entre a densidade de lixo marinho e o número de partículas ingeridas pelos peixes. O resultado era esperado devido à possível relação positiva entre a existência de lixo marinho no oceano e a consequente ingestão de microplásticos pelos peixes que nele habitam.

Não existiram diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) na ingestão de microplásticos entre espécies demersais e pelágicas, resultado suportado por um estudo semelhante efetuado no Reino Unido.

No que toca às comparações múltiplas entre os dois habitats marinhos e o *Fullness Index*, existem diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre ambos, existindo possíveis diferenças na abundância de alimento entre a zona demersal e a zona pelágica, em relação às águas continentais portuguesas.

Comparando os resultados estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ ) relativos ao *Fullness Index* no que toca à ingestão de microplásticos entre os dois grupos de espécies, poderá eventualmente existir uma relação de sentido inverso entre a disponibilidade de alimento e a ingestão de microplásticos, ou seja, quanto maior for a disponibilidade de alimento, menor será a ingestão de microplásticos.

O presente estudo é pioneiro em Portugal Continental ao estudar a ingestão de microplásticos pelos peixes capturados nas águas territoriais portuguesas e zona contígua, quantificar o lixo marinho capturado por embarcações de pesca de arrasto ao longo da plataforma e vertente continental portuguesa e relacionar essa ingestão com o lixo marinho encontrado no fundo do mar.

Além da importância científica que o estudo revela no que toca ao tema, em específico para a compreensão da matéria em Portugal, permite obter uma estimativa do lixo marinho presente no fundo do mar português e possibilitando o dimensionamento de estruturas adequadas à gestão de resíduos marinhos nos portos de pesca.

Como perspetivas futuras, serão necessárias medidas a montante do problema do lixo marinho, como na gestão de resíduos de forma a reduzir as quantidades de lixo que entram no meio marinho, mas também na própria sensibilização e incentivos aos pescadores, de modo a que estes sejam atores participantes na limpeza do mar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 5Gyres. (2013). 5Gyres. Obtido em 13 de Agosto de 2013, de [http://5gyres.org/what\\_is\\_the\\_issue/the\\_problem/#](http://5gyres.org/what_is_the_issue/the_problem/#)
- Allsopp, M., Walters, A., Santillo, D., & Johnston, P. (2006). *Plastic Debris in the World's Oceans*. Amesterdão: Greenpeace International.
- APA. (2013). *Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs)*. Obtido em 11 de Julho de 2013, de Apambiente: <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=296&sub2ref=297>
- Arthur, C., Baker, J., & Bamford, H. (2009). *Proceedings of the international research workshop on the occurrence, effects and fate of microplastic marine debris*. Tacoma, Washington, EUA: National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Barnes, D. (2002). Biodiversity: invasions by marine life on plastic debris. *Nature*, 416, 808-809.
- Barnes, D., & Milner, P. (2005). Drifting plastic and its consequences for sessile organism dispersal in the Atlantic Ocean. *Marine Biology*, 146, 815-825.
- Barnes, D., Galgani, F., Thompson, R., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Biological Sciences*, 364, 1985-1998.
- Boerger, C., Lattin, G., Moore, S., & Moore, C. (2010). Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 60, 2275-2278.
- Browne, M., Crump, P., Niven, S., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., & Thompson, R.C. (2011). Accumulations of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environmental Science & Technology*, 45, 9175-9179.
- Browne, M., Dissanayake, A., Galloway, T., Lowe, D., & Thompson, R. (2008). Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L). *Environmental Science & Technology*, 42, 5026-5031.
- Claessens, M., De Meester, S., Van Landuyt, L., De Clerck, K., & Janssen, C. (2011). Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 2199-2204.
- Cleansea-project. (2013). *Cleansea-project*. Obtido em 2 de Setembro de 2013, de <http://www.cleansea-project.eu/drupal/?q=en>
- Cobsea. (2005). *Pocket Guide to Marine Debris*. Obtido em 13 de Maio de 2013, de [http://www.cobsea.org/cleanupeas/docs/ICC\\_PocketGuide\\_EN.pdf](http://www.cobsea.org/cleanupeas/docs/ICC_PocketGuide_EN.pdf)
- Cole, M., Lindeque, P., Fileman, E., Halsband, C., Goodhead, R., Moger, J., & Galloway, T.S. (2013). Microplastic Ingestion by Zooplankton. *Environmental Science & Technology*, 47, 6646-6655.
- Davison, P., & Asch, R. (2011). Plastic ingestion by mesopelagic fishes in the North Pacific Subtropical Gyre. *Marine Ecology - Progress Series*, 432, 173-180.

- Derraik, J. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44, 842-852.
- Endo, S., Takizawa, R., Okuda, K., Takada, H., Chiba, K., Kanehiro, H., Ogi, H., Yamashita, R. & Date, T. (2005). Concentration of polychlorinated biphenyls (PCBs) in beached resin pellets: variability among individual particles and regional differences. *Marine Pollution Bulletin*, 50, 1103-1114.
- EPA. (2006). *National Marine Debris Monitoring Program*. Obtido em 7 de Setembro de 2013, de <http://water.epa.gov/type/oceb/marinedebris/nmdmp.cfm>
- EuropeanCommission. (2013). *Descriptor 10: Marine Litter*. Obtido em 7 de Junho de 2013, de European Commission: [http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-10/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-10/index_en.htm)
- Fishbase. (2013). *Fishbase*. Obtido em 16 de Setembro de 2013, de [http://www.fishbase.org/TrophicEco/FishEcoList.php?ve\\_code=13](http://www.fishbase.org/TrophicEco/FishEcoList.php?ve_code=13)
- Foekema, E. M., Gruijter, C. d., Mergia, M. T., Franeker, J. A., Murk, T. J., & Koelmans, A. A. (18 de Junho de 2013). Plastic in North Sea fish. *American Chemical Society*, pp. 1-25.
- Frias, J., Martins, J., & Sobral, P. (2011). Research in plastic marine debris in mainland Portugal. *Revista da Gestão Costeira Integrada* 11, 1, 145-148.
- Galgani, F., Fleet, D., Van Franeker, J., Katsanevakis, S., Maes, T., Mouat, J., Oosterbaan, L., Poitou, I., Hanke, G., Thompson, R., Amato, E., Birkun, A. & Janssen, C. (2010). *Marine Strategy Framework Directive, Task Group10 Report: Marine Litter*. Ispra (Varese), Italia: JRC Scientific and Technical Reports (ed. N. Zampoukas).
- Galgani, F., Leaute, J., Moguedet, P., Souplet, A., Verin, Y., Carpentier, A., Goraguer, H., Latrouite, D., Andral, B., Cadiou, Y., Mahe, J.C., Poulard, J.C. & Nerisson, P. (2000). Litter on the sea floor along European coasts. *Marine Pollution Bulletin*, 40, 516-527.
- Galgani, F., Souplet, A., & Cadiou, Y. (1996). Accumulation of debris on the deep sea floor off the French Mediterranean coast. *Marine Ecology Progress Series*, 142, 225-234.
- GEF. (2012). Secretariat of the Convention on Biological Diversity and the Scientific and Technical Advisory Panel—GEF. *Technical Series No. 67* (pp. 1-61). Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- Goldberg, E. (1997). Plasticizing the seafloor: an overview. *Environmental Technology*, 18, 195-201.
- Goldstein, M., Rosenberg, M., & Cheng, L. (2012). Increased oceanic microplastic debris enhances oviposition in an endemic pelagic insect. *Biology Letters*, 817-820.
- GoogleEarth. (2013). GoogleEarth. Mountain View (California), EUA: Google Inc.

- Greenpeace. (2013). *Bottom Trawling Fishing Method Bulldozing over Marine Life*. Obtido em 31 de Julho de 2013, de <http://indiasendangered.com/bottom-trawling-fishing-method-bulldozing-over-marine-life/>
- Hastings, E., & Potts, T. (2013). Marine litter: Progress in developing an integrated policy approach in Scotland. *Marine Policy*, 42, 49-55.
- IMO. (2013). *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships*. Obtido em 6 de Junho de 2013, de International Maritime Organization: [http://www.imo.org/about/conventions/listofconventions/pages/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-\(marpol\).aspx](http://www.imo.org/about/conventions/listofconventions/pages/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-(marpol).aspx)
- Jordan, A., & Lenschow, A. (2010). Environmental policy integration: a state of the art review. *Environmental Policy and Governance*, 20, 147-158.
- Katsanevakis, S. (2008). Marine debris, a growing problem: Sources, distribution, composition, and impacts. In T. N. Hofer, *Marine Pollution: New Research* (pp. 53-100). Atenas: Nova Science Publishers.
- Katsanevakis, S., & Katsarou, A. (2004). Influences on the distribution of marine debris on the seafloor of shallow coastal areas in Greece (Eastern Mediterranean). *Water, Air and Soil Pollution*, 159, 325-337.
- KIMO. (2008). *Fishing for Litter Scotland Final Report 2005-2008*. Aberdeen (Escócia): KIMO.
- Laist, D. (1997). Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. In D. W. Laist, J. Rogers, & D. Coe (Edits.), *Marine Debris: Sources, Impacts, and Solutions* (pp. 99-139). Nova Iorque: Springer New York.
- Lusher, A., McHugh, M., & Thompson, R. (2013). Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Marine Pollution Bulletin*, 67, 94-99.
- Mato, Y., Isobe, T., Takada, H., Kanehiro, H., Ohtake, C., & Kaminuma, T. (2001). Plastic Resin Pellets as a Transport Medium for Toxic Chemicals in the Marine Environment. *Environmental Science and Technology*, 35, 318-324.
- Maximenko, N. (2008). *Abundantseas*. Obtido em 10 de Abril de 2013, de <http://abundantseas.org/information>
- Miljo, A. (Novembro de 2001). Marine litter – trash that kills. *UNEP*, pp. 1-16.
- Moore, C., Moore, S., Leecaster, M., & Weisberg, S. (2001). A Comparison of Plastic and Plankton in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 42, 1297-1300.
- Mordecai, G., Tyler, P. A., Masson, D. G., & Huvenne, V. A. (1 de Setembro de 2011). Litter in submarine canyons off the west coast of Portugal. *Deep-Sea Research II* 58, pp. 2489-2496.

- Mouat, J., Lopez Lozano, R., & Bateson, H. (2010). *Economic impacts of marine litter*. Shetland (Escócia): KIMO.
- Murray, F., & Cowie, P. (2011). Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). *Marine Pollution Bulletin*, 62, 1207-1217.
- Nash, A. (1992). Impacts of marine debris on subsistence fishermen. *Marine Pollution Bulletin*, 24, 150-156.
- NOAA. (2013). *Marine Debris*. Obtido em 2013 de Julho de 31, de NOAA: <http://marinedebris.noaa.gov/info/patch.html>
- NOAA. (2013). *Oceanexplorer*. Obtido em Agosto de 1 de 2013, de NOAA: <http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/04deepscope/background/deeplight/deeplight.html>
- Oehlmann, J., Schulte-Oehlmann, U., Kloas, W., Jagnytsch, O., Lutz, I., Kusk, K. O., Wollenberger, L., Santos, E.M., Paull, G.C., Van Look, K.J. & Tyler, C.R. (2009). A critical analysis of the biological impacts of plasticizers on wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364, 2047-2062.
- OSPAR. (2009). *Marine litter in the North-East Atlantic Region: Assessment and priorities for response*. Londres: OSPAR.
- Parker, P. (1990). Cleaning the oceans of the plastics threat. *Sea Frontiers*, 36, 18-27.
- Piha, H., Hanke, G., Galgani, F., Werner, S., Alcaro, L., Mattidi, M., Fleet, D.; Kamizoulis, G. *et al.* (2011). *Marine Litter: Technical Recommendations for the Implementation of MSFD Requirements*. Ispra (VA), Italia: Publications Office of the European Union.
- Pilar, S., Masó, M., Sáez, R., Juan, D., S., Muntadas, A. & Demestre, M. (2013). Baseline study of the distribution of marine debris on soft-bottom habitats associated with trawling grounds in the northern Mediterranean. *Scientia Marina*, 77, 247-255.
- PlasticsEurope. (2013). *Plasticsthefacts*. Obtido em 28 de Maio de 2013, de PlasticsEurope: [http://www.plasticseurope.org/documents/document/20121120170458-final\\_plasticsthefacts\\_nov2012\\_en\\_web\\_resolution.pdf](http://www.plasticseurope.org/documents/document/20121120170458-final_plasticsthefacts_nov2012_en_web_resolution.pdf)
- Possatto, P., Barletta, M., Costa, M., Ivar do Sul, J., & Dantas, D. (2011). Plastic debris ingestion by marine catfish: an unexpected fisheries impact. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 1098-1102.
- Sheavly, S. (2005). *Marine Debris – an Overview of a Critical Issue for Our Oceans*. (pp. 1-7). Nova Iorque: The Ocean Conservancy.
- Sheavly, S. (2007). *National Marine Debris Monitoring Program: Final Program Report, Data Analysis and Summary*. Washington: Ocean Conservancy.
- Smith, A. (27 de May de 2005). *World inventory of fisheries. Ghost fishing. Issues Fact Sheets*. Obtido em 23 de Abril de 2013, de Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org/fishery/topic/14798/en>

- Sobral, P., Frias, J., & Martins, J. (2011). Microplásticos nos oceanos - um problema sem fim à vista. *Ecologi@*, 3, 12-21.
- Song, Y., & Andrady, A. (1991). Fouling of floating plastic debris under Biscayne Bay exposure conditions. *Marine Pollution Bulletin*, 22, 608-613.
- Teuten, E., Rowland, S., Galloway, T., & Thompson, R. (2007). Potential for plastics to transport hydrophobic contaminants. *Environmental Science & Technology*, 41, 7759-7764.
- Thompson, R., Moore, C., Andrady, A., Gregory, M., Takada, H., & Weisberg, S. (2005). New directions in plastic debris. *Science*, 310, 1117.
- Thompson, R., Olsen, Y., Mitchell, R., Davis, A., Rowland, S., John, A., et al. (2004). Lost at sea: where is all the plastic? *Science*, 304, 838.
- Ugolini, A., Ungherese, G., Ciofini, M., Lapucci, A., & Camaiti, M. (2013). Microplastic debris in sandhoppers. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 129, 19-22.
- UNEP. (2005). *Marine Litter, an analytical overview*. Nairobi (Quénia): UNEP.
- UNEP. (2009). *Marine Litter: A Global Challenge*. Nairobi (Quénia): UNEP.
- UNEP. (2013). *About Marine Litter*. Obtido em 30 de Abril de 2013, de United Nations Environment Programme: <http://www.unep.org/regionalseas/marinelitter/about/default.asp>
- USArmy. (1943). *Utexas*. (The University of Texas at Austin) Obtido em 27 de Maio de 2013, de [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:North\\_Atlantic\\_Gyre.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:North_Atlantic_Gyre.png)
- Williams, A., Gregory, M., & Tudor, D. (2005). Marine Debris - Onshore, Offshore, Seafloor Litter. In M. Schwartz, *Encyclopedia of coastal processes* (pp. 623-628). Nova Iorque: Springer.
- Wright, S., Thompson, R., & Galloway, T. (13 de Fevereiro de 2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution* 178, pp. 483-492.
- Wurl, O., & Obbard, J. (2004). A review of pollutants in the sea-surface microlayer (SML): a unique habitat for marine organisms. *Marine Pollution Bulletin*, 48, 1016-1030.



# ANEXO

## Fichas de bordo respetivas a cada embarque:

Nome da Embarcação: Leonis	nº lance	Pto GPS início:	Veloc. / Prof.	Pto GPS saída:	Duração (min.)	Dist. (km)	Área km2	Densidade (itens/km2)
Arte(s) de Pesca: Arrasto	1	39° 03' 668" N	4,1 nós	39 00 110 N	90	11,3898	0,227796	26,33935627
		9° 39' 380" W	90m prof.	9 40 282 W				
Nº tripulantes: 8 + 1(Diogo)	2	38 59 400	4,1	38 53 573	120	15,1864	0,303728	23,04693673
		9 40 104	65,8 braça (ftm)	9 35 568				
Data: 15/03/2013	3	38 52 890	4,1	38 46 512	95	12,02257	0,240451	12,47653718
hora início: 2h30		9 36 444	44,7 ftm	9 37 972				
hora fim : 17:20	4	38 45 490	4,1	38 33 735	200	25,31067	0,506213	9,8772586
Código: Leonis_PS_15.03		9 38 159	49,5 ftm	9 31 282				
Largura da boca da rede: 20 metros							0,02	

Nome da Embarcação: Deneb	nº lance	Pto GPS início:	Veloc. / Prof.	Pto GPS saída:	Duração (min.)	Dist. (km)	Área km2	Densidade (itens/km2)	
Arte(s) de Pesca: Arrasto	1	38° 46' 129" N	4,1 nós	38 47 170 N	215	27,20897	0,190463	105,0074004	
		9° 37' 939" W	NOTA: Fez circuito quase circular	9 37 901 W					
Nº tripulantes: 7 + 1(Diogo)	2	38 45 025	4,1	38 38 135	110	13,92087	0,097446	215,503824	
		9 39 040		9 35 266					
Data: 14/06/2013	3	38 36 117	4,1	38 30 000	120	15,1864	0,106305	216,3589979	
hora início: 24:00		9 37 111		9 30 332					
hora fim : 16:30									
Código: Deneb_SS_14.06	Largura da boca da rede: 7 metros							0,007	

Nome da Embarcação: Scorpius	nº lance	Pto GPS início:	Veloc. / Prof.	Pto GPS saída:	Duração (min.)	Dist. (km)	Área km2	Densidade (itens/km2)	
Arte(s) de Pesca: Arrasto	1	40° 15' 600" N	4,0 nós/65,7 ftm	40 04 270 N	250	30,86667	0,617333	53,45572354	
		9° 21' 271" W		9 25 218 W					
Nº tripulantes: 8 + 1(Diogo)	2	40 05 059	4,0/71,2	40 15 144	170	20,98933	0,419787	66,70054631	
		9 25 044		9 19 328					
Data: 21/06/2013	3	40 11 180	4,0/64	40 16 601	140	17,28533	0,345707	54,95988892	
hora início: 2:30		9 19 478		9 18 815					
hora fim : 17:30									
Código: Scorpius_FF_21.06	Largura da boca da rede: 20 metros							0,02	

Nome da Embarcação: Cruz de Malta	nº lance	Pto GPS início:	Veloc. / Prof.	Pto GPS saída:	Duração (min.)	Dist. (km)	Área km2	Densidade (itens/km2)
Arte(s) de Pesca: Arrasto	1	40° 33' 000" N	3,9 nós/100 ftm	40 23 861	165	19,8627	0,238352	121,6685882
		9° 32' 000" W		9 29 844				
Nº tripulantes: 8 + 1(Diogo)	2	40 24 389	3,9 / 87,1	40 33 078	170	20,4646	0,245575	65,15315879
		9 29 800		9 19 433				
Data: 27 a 28/06/2013	3	40 35 236	3,9 / 83,4	40 44 572	160	19,2608	0,23113	138,4504624
hora início: 00:00		9 17 662		9 11 900				
hora fim : 00:30	4	40 44 070	3,9 / 75,7 início	40 36 975	115	13,8437	0,166124	84,27419452
Código: Cruz_de_Malta_AA_27.06		9 12 200	80,1 fim	9 15 725				
Largura da boca da rede: 12 metros	5	40 36 776	3,9 / 98 início	40 47 815	185	22,2703	0,267244	63,61237463
		9 19 238	93,4 fim	9 16 451				

Nome da Embarcação: Saturno	nº lance	Pto GPS início:	Veloc. / Prof.	Pto GPS saída:	Duração (min.)	Dist. (km)	Área km2	Densidade (itens/km2)
Arte(s) de Pesca: Arrasto	1	36 46 300	2,8 nós/149 ftm	36 51 580	322	27,82939	1,252322	5,589614943
		8 43 900		8 33 000				
Nº tripulantes: 7 + 1(Diogo)	2	36 51 835	143 ftm início	36 48 693	222	19,18672	0,863402	12,74029352
		8 32 496	243 ftm fim	8 33 183				
Data: 01 a 02/07/2013	3	36 48 781	262 início lance	36 51 435	230	19,87813	0,894516	8,943383908
hora início: 00:00		8 32 839	168 fim lance	8 33 090				
hora fim : 21:30	4	36 51 900	134	36 48 933	215	18,58173	0,836178	13,15509377
Código: Saturno_PoPo_01.06		8 32 500	180	8 33 700				
Largura da boca da rede: 45 metros	5	36 48 991	220	36 46 193	300	25,928	1,16676	9,427817203
		8 33 214	305	8 49 382				
	6	36 46 317	300	36 48 722	300	25,928	1,16676	6,85659433
		8 49 086	294	8 33 160				
	7	36 48 479	310	36 49 089	205	17,71747	0,797286	10,03404048
		8 32 763	172	8 39 776				
	8	36 48 555	204	36 54 130	210	18,1496	0,816732	18,36587767
		8 38 606	127	8 29 808				
	9	36 54 224	88,7	36 49 483	130	11,23547	0,505596	15,82290999
		8 29 594	142	8 35 006				
	10	36 51 059	129	36 54 965	105	9,0748	0,408366	19,59026951
		8 34 358	94	8 30 322				

Nome da Embarcação: Centaurus	nº lance	Pto GPS início:	Veloc. / Prof.	Pto GPS saída:	Duração (min.)	Dist. (km)	Área km2	Densidade (itens/km2)
Arte(s) de Pesca: Arrasto	1	37 22 351	3,5 nós/69 ftm	37 27 137	95	10,26317	0,22579	8,857801287
		9 00 525		8 57 085				
Nº tripulantes: 8 + 1(Diogo)	2	37 29 533	4,0 nós/66 ftm	37 21 814	130	16,05067	0,353115	14,15970638
		8 55 663		8 59 600				
Data: 2 a 3/07/2013	3	37 21 321	4,0/74	37 13 267	140	17,28533	0,380277	7,888979271
hora início: 22:30		9 00 167		9 03 877				
hora fim : 17:00	4	37 13 869	4,0/70	37 07 178	125	15,43333	0,339533	8,835656784
Código: Centaurus_PoPo_02.07		9 04 287		9 08 134				
Largura da boca da rede: 22 metros								

Nome da Embarcação: Leonis	nº lance	Pto GPS início:	Veloc. / Prof.	Pto GPS saída:	Duração (min.)	Dist. (km)	Área km2	Densidade (itens/km2)
Arte(s) de Pesca: Arrasto	1	38 42 870	4,2 nós/57 ftm	38 44 019	105	13,6122	0,272244	22,0390532
		9 38 575		9 37 406				
Nº tripulantes: 8 + 1(Diogo)	2	38 44 574	52ftm/63ftm	38 38 605	100	12,964	0,25928	42,42517741
		9 38 339		9 35 203				
Data: 12/07/2013	3	38 38 304	66/57	38 42 800	95	12,3158	0,246316	32,47860472
hora início: 01:30		9 35 870		9 39 006				
hora fim : 17:30	4	38 41 069	66/82	38 34 952	100	12,964	0,25928	42,42517741
Código: Leonis_SS_12.07		9 39 611		9 36 881				
Largura da boca da rede: 20 metros	5	38 35 077	82/74	38 31 336	100	12,964	0,25928	53,99568035
		9 36 560		9 29 538				
	6	38 28 582	95	38 26 257	35	4,5374	0,090748	110,195266
		9 25 892		9 24 723				

Nome da Embarcação: Foz da Nazaré	nº lance	Pto GPS início:	Veloc. / Prof.	Pto GPS saída:	Duração (min.)	Dist. (km)	Área km2	Densidade (itens/km2)
Arte(s) de Pesca: Arrasto	1	41 01 763	3,6 nós/55 ftn	40 56 8854	85	9,4452	0,188904	52,93694152
		9 02 066		9 02 444				
Nº tripulantes: 10+ 1(Diogo)	2	40 54 360	3,6/74 ftn	41 00 054	90	10,0008	0,200016	74,99400048
		9 13 313		9 12 294				
Data: 18/07/2013	3	40 59 467	59	41 00 477	25	2,778	0,05556	89,99280058
hora início: 02:00		9 05 945		9 05 847				
hora fim : 16:30	4	40 57 350	50	40 59 572	40	4,4448	0,088896	202,4838013
Código: Foz_da_Nazare_MM_18.07		9 02 395		9 02 099				
Largura da boca da rede: 20 metros	5	40 57 190	46	41 02 427	80	8,8896	0,177792	73,11915047
		9 00 378		8 59 383				

Nome da Embarcação: Neptuno	nº lance	Pto GPS início:	Veloc. / Prof.	Pto GPS saída:	Duração (min.)	Dist. (km)	Área km2	Densidade (itens/km2)
Arte(s) de Pesca: Arrasto	1	40 33 250	4 nós	40 22 172	165	20,372	0,30558	13,0898619
		9 12 535		9 13 794				
Nº tripulantes: 8+ 1(Diogo)	2	40 23 910	57 ftn	40 31 164	115	14,19867	0,21298	23,47638276
		9 13 081		9 10 564				
Data: 29/07/2013	3	40 31 661	65	40 24 379	110	13,58133	0,20372	24,54349107
hora início: 02:00		9 12 886	59,5	9 13 134				
hora fim : 17:30	4	40 25 611	58	40 20 412	90	11,112	0,16668	5,999520038
Código: Neptuno_FF_29.07		9 12 334	53	9 10 116				
Largura da boca da rede: 15 metros								

Nome da Embarcação: Calypso	nº lance	Pto GPS início:	Veloc. / Prof.	Pto GPS saída:	Duração (min.)	Dist. (km)	Área km2	Densidade (itens/km2)
Arte(s) de Pesca: Arrasto	1	38 57 217	4 nós / 62 ftm	38 50 468	105	12,964	0,25928	65,56618328
		9 35 927	56,5	9 40 920				
Nº tripulantes: 8+ 1(Diogo)	2	38 50 322	56 ftm	38 55 095	105	12,964	0,25928	65,56618328
		9 40 794	72 ftm	9 47 546				
Data: 5 a 8/08/2013	3	38 54 333	70,6	38 47 003	130	16,05067	0,321013	43,61189566
hora início: 03:00		9 43 144	48,6	9 37 967				
hora fim : 19:00	4	38 48 633	50,2	38 55 187	140	17,28533	0,345707	2,892625733
Código: Calypso_PP_5.08		9 40 056	72,4	9 48 028				
Largura da boca da rede: 20 metros	5	38 57 323	76	38 58 598	110	13,58133	0,271627	3,68152366
		9 48 045	67,5	9 41 234				
	6	38 58 574	67	38 47 395	155	19,13733	0,382747	33,96502473
		9 40 057	48	9 38 168				
	7	38 44 850	50,5	38 45 726	130	16,05067	0,321013	15,57567702
		9 37 465	63	9 47 727				
	8	38 48 820	51,1	38 58 926	200	24,69333	0,493867	38,47192225
		9 39 913	-	9 39 315				
	9	39 07 915	85,7	39 00 235	125	15,43333	0,308667	119,8704104
		9 51 138	123	9 56 481				
	10	38 58 847	105	38 54 244	60	7,408	0,14816	6,749460043
		10 01 272	100	10 02 713				
	11	38 56 789	79,4	38 53 618	130	16,05067	0,321013	49,84216647
		9 52 174	68,5	9 42 040				
	12	38 54 235	69,1	38 58 059	105	12,964	0,25928	92,56402345
		9 41 031	56,9	9 33 208				
	13	39 00 664	54,6	39 01 622	130	16,05067	0,321013	77,87838511
		9 34 595	66,6	9 42 332				
	14	38 55 352	61	38 59 353	95	11,72933	0,234587	59,67943617
		9 34 751	66	9 40 695				
15	39 01 572	65,1	39 03 003	125	15,43333	0,308667	181,425486	
	9 41 871	39,4	9 33 121					
16	39 02 065	56,2	39 03 494	190	23,45867	0,469173	42,62816869	
	9 37 800	39,1	9 33 196					
17	38 57 834	56,8	38 59 217	170	20,98933	0,419787	47,64324736	
	9 33 197	66,3	9 40 693					
18	39 02 271	62,7	39 03 057	115	14,19867	0,283973	80,99352052	
	9 43 017	39	9 33 035					
19	39 08 434	38,7	39 01 895	125	15,43333	0,308667	51,83585313	
	9 33 244	69	9 43 152					
20	39 02 036	68,9	39 00 850	105	12,964	0,25928	23,14100586	
	9 42 960	53,4	9 34 150					

Nome da Embarcação: Saturno	nº lance	Pto GPS início:	Veloc. / Prof.	Pto GPS saída:	Duração (min.)	Dist. (km)	Área km2	Densidade (itens/km2)
Arte(s) de Pesca: Arrasto	1	36 51 801	2,8 nós / 153 fms	36 51 287	235	20,31027	0,913962	8,753099144
		8 50 392	156 fms	8 50 903				
Nº tripulantes: 7 + 1(Diogo)	2	36 51 250	140	36 52 102	200	17,28533	0,77784	16,71294868
		8 50 883	158	8 43 975				
Data: 23 a 27/08/2013	3	36 51 871	159	36 51 170	210	18,1496	0,816732	12,24391845
hora início: 03:30		8 44 366	138	8 33 197				
hora fim : 21:30	4	36 50 245	200	36 51 255	180	15,5568	0,700056	5,713828608
Código: Saturno_PoPo_23.08		8 32 623	180	8 31 632				
Largura da boca da rede: 45 metros	5	36 49 688	221	36 51 172	165	14,2604	0,641718	10,90821825
		8 32 345	147	8 31 605				
6	36 51 143	191	36 50 916	200	17,28533	0,77784	16,71294868	
	8 32 995	154	8 31 900					
7	36 48 894	232	36 51 982	225	19,446	0,87507	7,999360051	
	8 33 393	131	8 32 384					
8	36 51 660	140	36 51 874	210	18,1496	0,816732	4,897567378	
	8 33 241	114	8 33 083					
9	36 51 374	131	36 54 506	210	18,1496	0,816732	12,24391845	
	8 33 719	80,4	8 29 810					
10	36 53 701	124	36 50 241	100	8,642667	0,38892	41,13956598	
	8 30 821	143	8 34 534					
11	36 44 619	464	36 44 141	285	24,6316	1,108422	9,924018109	
	8 28 144	459	8 26 797					
12	36 46 713	263	36 51 212	155	13,39613	0,602826	0	
	8 27 256	175	8 31 791					
13	36 51 399	133	36 54 255	215	18,58173	0,836178	10,76325854	
	8 33 565	126	8 29 921					
14	36 53 720	135	36 52 689	200	17,28533	0,77784	11,57050293	
	8 30 510	77,5	8 38 213					
15	36 52 786	60	36 51 891	250	21,60667	0,9723	20,56978299	
	8 37 928	153	8 44 565					
16	36 52 800	100	36 52 471	270	23,3352	1,050084	46,66293363	
	8 38 300	120	8 43 978					
17	36 51 690	150	36 52 350	225	19,446	0,87507	43,42509742	
	8 44 903	129	8 44 242					
18	36 51 271	159	36 49 064	260	22,47093	1,011192	51,42445747	
	8 44 275	156	8 34 083					
19	36 46 567	301	36 49 990	245	21,17453	0,952854	38,83071278	
	8 35 901	206	8 38 954					
20	36 49 978	222	36 52 409	280	24,19947	1,088976	26,63052262	
	8 38 831	125	8 44 055					
21	36 51 986	145	36 51 680	240	20,7424	0,933408	9,642085776	
	8 44 664	161	8 44 749					
22	36 50 866	165	36 50 481	215	18,58173	0,836178	39,46528132	
	8 45 497	165	8 46 284					
23	36 51 967	138	36 51 254	175	15,12467	0,68061	16,16197235	
	8 45 018	145	8 47 368					