



Licenciatura em Ciências da Nutrição

**Composição nutricional e risco toxicológico do pescado consumido em
Portugal**

Artigo Científico de Revisão Sistemática Final

Elaborado por Helena Sofia Aleixo Marques

Aluno nº 201192500

Orientador: Prof^ª. Doutora Ana Valente

Barcarena

novembro 2015

Universidade New Atlântica

Licenciatura em Ciências da Nutrição

**Composição nutricional e risco toxicológico do pescado consumido em
Portugal**

Artigo Científico Original Final

Elaborado por Helena Sofia Aleixo Marques

Aluno nº 201192500

Orientador: Prof^ª. Doutora Ana Valente

Barcarena

novembro 2015

DECLARAÇÃO

Nome

Endereço electrónico: _____ Telefone: _____

Número do Cartão de Cidadão: _____

Título do Trabalho

Orientador(es):

Declaro que concedo à Universidade Atlântica uma licença não-exclusiva para arquivar e tornar acessível, o presente trabalho, no todo ou em parte.

Retenho todos os direitos de autor relativos ao presente trabalho, e o direito de o usar futuramente

Assinatura

Universidade Atlântica, Barcarena ___/___/_____

Composição nutricional e risco toxicológico do pescado consumido em Portugal
Licenciatura em Ciências da Nutrição

Composição nutricional e risco toxicológico do pescado consumido em Portugal
Licenciatura em Ciências da Nutrição

O autor é o único responsável pelas ideias expressas neste relatório.

Composição nutricional e risco toxicológico do pescado consumido em Portugal
Licenciatura em Ciências da Nutrição

Agradecimentos

“Talvez meio caminho andando seja a gente acreditar no que faz. Mas acima de tudo, o que mais nos incentiva, o que mais nos valoriza e também nos torna mais conscientes da nossa responsabilidade, é saber que outros crêem em nós. E não há palavras que descrevam o que sentimos ao saber dos sacrifícios a que eles se impõem por crerem não apenas em nós, mas também no que cremos...”

Albert Einstein

Ao longo deste ano amadureci mais depressa do que em qualquer outro ano da minha vida, o meu comportamento tornou-se mais sólido e aprendi muito com a elaboração deste meu trabalho final de curso. Durante o percurso académico várias foram as pessoas que de alguma forma e modo contribuíram, auxiliaram e deram força para que este caminho fizesse sentido e às quais não poderia deixar de agradecer.

Agradeço em primeiro lugar, aos meus Pais pelo Amor incondicional que sempre me apoiaram, acompanharam e acarinharam durante todos os momentos do meu percurso, a eles dedico esta minha vitória por terem sempre acreditado em mim e permitirem realizar os meus sonhos, pois a conquista não faria qualquer sentido!

A todas as minhas amigas, Bruna Rocha, Filipa Silva, Joana Severino, Mariana Agostinho, Sofia Rosa, agradeço pela verdadeira amizade que perdura por anos, por serem minhas amigas, minhas irmãs de coração e por dividirem, compartilharem e convivermos em momentos mais que especiais na minha e na vossa vida.

Agradeço á minha Orientadora, Prof^ª Doutora Ana Valente, por toda a sua disponibilidade, amabilidade, por me ter apoiado, acreditado, e sempre me transmitido confiança, sabedoria e pela excelente profissional que é. Foi sem dúvida um prazer ter sido sua aluna.

A todos o meu sincero, muito Obrigada!

Composição nutricional e risco toxicológico do pescado consumido em Portugal
Licenciatura em Ciências da Nutrição

Índice

Índice de Tabelas	ix
Lista de abreviatura e siglas	xi
Resumo	xiii
Abstract	xiv
1. Introdução	1
2. Metodologia	4
2.1. Identificação e caracterização das principais espécies consumidas	4
2.1.1. Peixes	5
2.1.1.1. Bacalhau do Atlântico	5
2.1.1.2. Carapau	5
2.1.1.3. Corvina	5
2.1.1.4. Dourada	6
2.1.1.5. Peixe Espada Preto	6
2.1.1.6. Pescada	7
2.1.1.7. Robalo	7
2.1.1.8. Salmão do Atlântico	8
2.1.1.9. Sardinha	8
2.1.2. Moluscos	8
2.1.2.1. Amêijoas	8
2.1.2.2. Berbigão	9
2.1.2.3. Choco	9
2.1.2.4. Polvo	10
2.1.3. Crustáceos	10
2.1.3.1. Camarão	10
2.1.3.2. Lagostim	10

2.2. Composição Nutricional	11
2.2.1. Água	13
2.2.2. Proteínas	13
2.2.3. Lípidos	14
2.2.4. Vitaminas	16
2.2.5. Minerais	16
2.2.1.5. Iodo	16
2.2.1.6. Selénio	17
2.3. Teor de metais pesados e Avaliação Toxicológica	18
2.3.1. Cádmio	20
2.3.2. Chumbo	21
2.3.3. Mercúrio	24
3. Discussão	26
4. Conclusão	28
5. Bibliografia	29

Índice de tabelas

Tabela 1. Composição nutricional das espécies seleccionadas de peixe, crustáceos e moluscos, por 100g de parte edível.....	12
---	----

Composição nutricional e risco toxicológico do pescado consumido em Portugal
Licenciatura em Ciências da Nutrição

Lista de abreviaturas e siglas

AESA – Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar

ALA – Ácido α -linoleico

ARA – Ácido Araquidónico

Cd – Cádmio

DDT – *p*-dicloro-difenil-tricloroetano

DGS – Direção-Geral da Saúde

DHA – Ácido Docosahexaenóico

EPA – Ácido Eicosapentaenóico

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura

Hg – Mercúrio

INE – Instituto Nacional de Estatística

LA – Ácido Linoleico

MeHg – Metilmercúrio

MT – Metalotionina

OMS – Organização Mundial da Saúde

PAH – Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos

Pb - Chumbo

PCB – Bifenilospoliclorinados

ZEE – Zona Económica Exclusiva

Zn – Zinco

ω 3 – Ómega 3

ω 6 – Ómega 6

Composição nutricional e risco toxicológico do pescado consumido em Portugal
Licenciatura em Ciências da Nutrição

Resumo

Dado à sua situação geográfica favorável, associada à proximidade de pesqueiros e à grande variedade de espécies, Portugal desde cedo reconheceu o papel relevante da pesca. O pescado é uma matéria-prima cujo interesse tem vindo a aumentar nos últimos anos, verificando-se em muitos países um aumento da procura, sendo um dos alimentos mais interessantes pela sua variedade de espécies, valor nutritivo e fácil assimilação. Associado aos seus benefícios há também preocupações quanto ao perigo de exposição do consumidor a substâncias poluentes, que se podem acumular na parte edível, o que constitui um fator de risco para a saúde humana. Assim, tendo em conta que o pescado é um alimento importante dentro de uma dieta saudável e equilibrada, a presente revisão sistemática da literatura tem como objetivo compilar informação sobre a composição nutricional e o risco toxicológico de algumas espécies de pescado habitualmente consumidas em Portugal.

Palavras-chave: Peixe, crustáceos, moluscos, composição nutricional e risco toxicológico.

Abstract

Given its favorable geographical location, coupled with the proximity of fishing and the wide variety of species, Portugal early on recognized the important role of fishing. Seafood is a raw material whose interest has been increasing in recent years, checking in many countries an increase in demand, one of the most interesting foods for its variety of species, nutritional value and easy assimilation. Associated with their benefits there are also concerns about the risk of exposure of consumers to harmful substances, which can accumulate in the edible part, which is a risk factor for human health. Thus, considering that the fish is an important food in a healthy and balanced diet, this systematic literature review aims to provide compile information on the nutritional composition and toxicological risk of some species of fish commonly consumed in Portugal.

Keywords: Fish, crustaceans, molluscs, nutritional composition and toxicological risk.

1. Introdução

A pesca, tal como a caça é a primeira manifestação consciente e organizada do homem na procura de alimentos. Inicialmente é realizada à mão e dirigida especialmente a espécies de moluscos, cujas suas conchas surgem em diversas épocas paleontológicas e espalhadas um pouco por todo o mundo. Todavia, a pesca progrediu com o desenvolvimento tecnológico na utilização de instrumentos que se adequavam à mão como de todas as atividades ligadas à pesca nomeadamente o aperfeiçoamento das embarcações que deram origem à pesca longínqua e a expandiam ao longo da sua evolução (Reis et al., 1997).

Atualmente, surgem novas orientações no âmbito das atividades da pesca, nomeadamente devido aos problemas resultantes da sobrepesca, associados à permanência na redução de custos de exploração e ao aparecimento de mercados cada vez mais exigentes em termos de qualidade do pescado capturado, o que pressupõe e impõe o uso de artes e embarcações mais sofisticadas que permitam uma exploração pesqueira mais racional e consciente dos recursos vivos marinhos (Reis, et al., 1997).

Em Portugal, à semelhança do que ocorre nos países industrializados com tradições nas artes de pescas, tem cada vez mais vindo a ganhar consciência de que o futuro deste sector, está de certa forma dependente de se criarem as condições mínimas para o seu desenvolvimento (como infraestruturas, investigação e ensino), de forma que todos os desafios que se alinham possam ser ultrapassados. Atualmente, a tendência é para o aumento da complexidade das operações de pesca, o que torna indispensável a existência de uma importante capacidade técnica por parte da nova geração de profissionais desta arte. Logo, uma das prioridades para a renovação, modernização e rentabilização do setor reside na inovação tecnológica e científica que se tem conhecido nos últimos anos, um desenvolvimento notável, quer dos navios e respetivos equipamentos, quer nas próprias artes de pesca.

Assim, os produtos da pesca desde há muito, têm um papel fundamental na alimentação dos portugueses que leva a que na atualidade o seu consumo seja um dos mais elevados da Europa, chegando a ser cerca de 60 kg/pessoa/ano. Para o futuro estima-se um aumento na procura face à crescente informação sobre os benefícios para a saúde do pescado (Bandarra, et al., 2004; Nunes, et al., 2008). O pescado foi sempre reconhecido e distinguido pelo seu valor nutricional. Atualmente é considerado como uma das principais e mais importantes fontes de micronutrientes, minerais e em particular, de ácidos gordos essenciais. Deste modo, o conhecimento da composição nutricional destes produtos é uma mais-valia, não só para toda a fileira da pesca mas principalmente para os nutricionistas e consumidores.

Os peixes, simultaneamente com o marisco (que incluem, os crustáceos e moluscos) inserem-se no grupo do pescado da nova Roda dos Alimentos. Os crustáceos (ex. camarão, lagosta, lagostim e caranguejo) e os moluscos (ex. lula, choco, ameijoia, polvo e berbigão), apresentam um maior teor de colesterol e menor quantidade de proteínas do que o pescado. O pescado tem assim um valor nutricional relativamente diferente dos moluscos e crustáceos, por ser mais rico em proteína, com menor teor de colesterol e em alguns peixes elevada concentração de ácidos gordos ómega 3.

No que se prende ao seu teor proteico, detêm na sua constituição todos os aminoácidos essenciais. Quanto ao teor lipídico é bastante variável dependendo da variedade e constituição das espécies de pescado, no entanto deve-se levar em conta que a gordura do pescado, para além de uma fonte de energia e de vitaminas lipossolúveis, tem a singularidade de conter compostos como os ácidos gordos polinsaturados, que exercem um papel muito ativo como reguladores da concentração de lipoproteínas na corrente sanguínea e, que em consequência, reduzem os níveis de colesterol (Bandarra & Nunes, 2015; Reis et al., 1997).

Assim, quanto aos ácidos gordos polinsaturados encontramos duas importantes famílias e/ou séries – $\omega 6$ e $\omega 3$ – (ómega 6 e ómega 3, respetivamente), contudo estes últimos são os mais abundantes no pescado e a relação $\omega 3/\omega 6$ pode atingir 18 como no caso da sardinha. De entre os ácidos gordos polinsaturados da serie ómega 3, destacam-se os ácidos eicosapentaenóico – EPA (20:5 $\omega 3$) e o docosahexaenóico – DHA (22:6 $\omega 6$).

Assim, devido á importâncias destes componentes fundamentais, vários estudos comprovam o seu papel protetor sobre os sistemas cardiovascular e cerebrovascular, como também sobre doenças como o cancro, aterosclerose e Alzheimer. Por outro lado, a ausência ou a escassez de ingestão de ómega 3, por um espaço de tempo prolongado, tem sido associada a atrasos no crescimento, distúrbios neurológicos, como problemas de visão. No que toca á composição vitamínica nos produtos de pesca, os seus teores variam de espécie para espécie, bem como de época de ano e o seu local de captura. Assim de acordo com a solubilidade das vitaminas estas agrupam-se em lipossolúveis e hidrossolúveis. Onde se destaca do primeiro, as vitaminas A, D e E e do último realça-se as do complexo B. No que respeita aos minerais, encontra-se principalmente a presença de iodo e selénio.

Com este trabalho pretende-se difundir um conjunto de informações essenciais e fundamentais contribuindo para proporcionar uma informação a todos os profissionais bem como a todos os que se interessam por esta temática. Assim, este trabalho tem como finalidade determinar a classificação nutricional do pescado, crustáceos e moluscos em Portugal a fim de sua utilização em nutrição clínica.

2. Metodologia

Para elaboração deste trabalho foram utilizados cinco livros sobre esta temática em português, disponíveis em bibliotecas municipais. Foi ainda efetuada uma pesquisa de artigos científicos sobre o tema nas bases de dados *SCIELO* e *PUBMED*, para a qual foram colocadas as seguintes palavras-chave: pescado, crustáceos, moluscos, consumo de pescado, consumo de pescado em Portugal, composição bioquímica do pescado, composição nutricional do pescado. O resultado foram 48 fontes disponíveis *online* em texto completo. Para a seleção das fontes foram considerados apenas estudos realizados entre 2000 e 2015 e como critérios de inclusão, as referências bibliográficas que abordassem a composição bioquímica e nutricional do pescado ou as espécies mais consumidas em Portugal.

2.1. Caracterização das principais espécies de pescado consumidos em Portugal

O pescado (que integra o peixe, os crustáceos e os moluscos), desde há muito que tem sido considerado, e que representa um alimento essencial na dieta dos portugueses. O elevado valor biológico das proteínas existentes na constituição destes produtos, associado ao teor considerável em ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa $\omega 3$ e à presença de diversos sais minerais, já com que os produtos de pesca, sejam considerados um alimento de grande valor nutritivo (Bandarra & Nunes, 2015).

De acordo com o Instituto Nacional de Estatística (INE, 2015), foram selecionadas para este trabalho as espécies de pescado mais capturadas na Zona Económica Exclusiva (ZEE) nacional e consumidas em Portugal. O consumo dessas espécies é dos mais elevados na Europa, sendo Portugal atualmente considerado o terceiro maior consumidor de pescado no mundo. Em média, cada português consome cerca de 60 kg/ano e aproximadamente 23 kg/ano/habitante (DGPA, 2007; Portugal, 2013).

2.1.1. Peixe

2.1.1.1. Bacalhau do atlântico

O bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*), encontra-se numa grande variedade de habitats desde a costa até à plataforma continental. Esta espécie é capturada pelas técnicas de redes de arrasto de profundidade, sendo o seu tamanho máximo de captura de 200 cm (Direção-Geral de Recursos Naturais, 2011). O bacalhau é comercializado em fresco, salgado seco e congelado. Em termos de composição nutricional, tem um baixo teor de colesterol (Bandarra et al., 2004). Devido à excessiva exploração da espécie, o tamanho e a idade dos peixes capturados tem diminuído, o que consequentemente faz com que muitos exemplares da espécie não cheguem ao período reprodutivo antes de serem capturados.

2.1.1.2. Carapau

O carapau (*trachurus trachurus*), é considerado uma espécie pelágica a demersal que se encontra desde a costa até 200 m. É caracterizado por apresentar uma cor geral cinzenta prateada, mais escura no dorso, com tonalidades verdes ou azuis (Bandarra et al., 2004). O método de captura desta espécie é por redes de cerco e de arrasto sendo o seu tamanho mínimo de captura de 15 cm (Direção-Geral de Recursos Naturais, 2011). É comercializado sobretudo em fresco e inteiro, mas pode ser congelado ou mesmo salgado. Trata-se de um alimento que possui um baixo teor em colesterol (Bandarra et al., 2004).

2.1.1.3 Cavala

A cavala (*scomber japonicus*) é considerada uma espécie pelágica e bentopelágica, muito abundante nas águas do Oceano Atlântico, podendo atingir os 250 m de profundidade. É caracterizado por uma cabeça pontiaguda, um corpo alongado onde o seu dorso apresenta uma cor azul-esverdeado de listas pretas, e o seu ventre de cor prateada (Bandarra et al., 2004). O método de captura desta espécie é por redes de cerco e arrasto, sendo o seu tamanho mínimo de captura de 20 cm (Direção-Geral de Recursos Naturais, 2011). É comercializado em fresco e em conservas, sendo este alimento uma boa fonte de ácidos gordos ómega 3 (Bandarra et al., 2004).

2.1.1.4 Corvina

A corvina (*Argyrosomus regius*), é encontrada no Atlântico Nordeste e no Mar Mediterrâneo, onde habita em toda a coluna de água, em zonas até aos 200m de profundidade. É caracterizado por apresentar um corpo alongado, fusiforme e comprido que pode atingir grandes dimensões. Apresenta umas escamas oblíquas de cor prateada e uma boca grande e oblíqua. É uma espécie migradora que se alimenta de peixes e crustáceos. Reproduz-se de abril a julho, desovando em estuários e lagoas costeiras (Bandarra et al., 2004). O método de captura destas espécies é por técnica de redes de emalhar e tresmalho, sendo o seu tamanho mínimo de captura de 60 cm (Direção-Geral de Recursos Naturais, 2011). É comercializado sobretudo em fresco, sendo um alimento que possui uma boa fonte de potássio (Bandarra et al., 2004).

2.1.1.5 Dourada

A dourada (*Sparus aurata*), apresenta um corpo muito ovalado de cor cinzento prateado e possui uma mancha dourada entre os seus olhos, daí o seu nome “Dourada”. É encontrada no Atlântico Nordeste e Mar Mediterrâneo, onde habita em zonas até 150 m de profundidade (em regra, em fundos rochosos), podendo ocorrer em águas salobras. É uma espécie que vive solitária ou então em pequenos cardumes, alimentando-se de moluscos e crustáceos. Reproduz-se de outubro a dezembro e apesar de desovarem no mar, os jovens procuram a proteção dos estuários para se desenvolverem (Bandarra et al., 2004). O seu método de captura, pelos pescadores é por técnicas de redes de emalhar e com arrasto, sendo o seu tamanho mínimo de captura 19 cm (Direção-Geral de Recursos Naturais, 2011). É comercializado sobretudo em fresco, sendo este um alimento que possui uma boa fonte de ácidos gordos $\omega 3$ (Bandarra et al., 2004).

2.1.1.6 Peixe espada preto

O peixe-espada-preto (*Aphanopus carbo*), apesar da semelhança de nome com o peixe-espada-branco (*Lepidopus caudatus*), estes peixes diferenciam-se em muito mais do que a sua cor, isto porque são de famílias diferentes. Assim, o peixe-espada-preto, apresenta

um corpo achatado em forma de fita de cor preta ou castanha muito escura, com reflexos metálicos e uma cauda bifurcada. Possui uns olhos e uma boca grandes, e não tem escamas. É encontrado em Portugal Continental na zona de Sesimbra, como também, nos arquipélagos da Madeira e dos Açores, onde habita em zonas de grande profundidade, entre os 200 e os 1600 m. Reproduz-se de outubro a janeiro, tendo um ciclo de vida longo, o seu crescimento é lento e com um baixo ciclo reprodutivo, o que desta forma o torna muito sensível a alterações do meio (Bandarra et al., 2004). O seu método de captura é com palangre de fundo que pode atingir mais de 1 km. O seu tamanho máximo de captura é de 110 cm (Direção-Geral de Recursos Naturais, 2011), podendo este ser comercializado em fresco, em postas ou em filetes. É um alimento com um baixo teor em colesterol (Bandarra et al., 2004).

2.1.1.7 Pescada

A pescada (*merluccius merluccius*) apresenta um corpo alongado e pouco comprido lateralmente. A sua boca é grande com numerosos dentes e uma mandíbula proeminente. O seu dorso é acinzentado e o ventre branco. É uma espécie betónica ou bentopelágica. É encontrada no Atlântico Nordeste e no Mar Mediterrâneo, onde habita em águas junto ao fundo, entre os 30 e os 1000 m. Permanece no fundo durante o dia, deslocando-se à noite para a coluna de água, alimentando-se de peixes como a sardinha e o arenque. Reproduz-se principalmente de janeiro a abril (Bandarra et al., 2004). O seu método de captura é por redes de arrasto e redes de emalhar, sendo o seu tamanho mínimo de captura 27 cm (Direção-Geral de Recursos Naturais, 2011). É comercializado em fresco e em congelado sob a forma de postas ou filetes, sendo um alimento que possui um baixo teor em colesterol (Bandarra et al., 2004).

2.1.1.8 Robalo

O robalo (*Dicentrarchus labrax*), apresenta um corpo alongado de cor cinzento prateado sem manchas negras, apenas com o seu dorso mais escuro. É encontrado no Atlântico Nordeste e Mar Mediterrâneo, onde habita junto aos estuários enquanto juvenil, suportando águas de baixa salinidade. Quando em adulto habita em águas até cerca de

100 m de profundidade. Ainda enquanto juvenis, forma cardumes em conjunto com outras espécies, mas em adultos prefere viver solitário. Alimenta-se de outros peixes, crustáceos e moluscos. Reproduz-se principalmente de janeiro a abril (Bandarra et al., 2004). O seu método de captura é por técnicas de redes de arrasto e redes de emalhar, sendo o seu tamanho mínimo de captura 36 cm (Direção-Geral de Recursos Naturais, 2011). É comercializado em fresco, sendo este um alimento uma boa fonte de ácidos gordos ω 3 (Bandarra et al., 2004).

2.1.1.9 Salmão do Atlântico

O salmão do Atlântico (*salmo salar*) apresenta um corpo alongado, o seu dorso tem uma cor azul e mais claro nos flancos, o resto do corpo é cinzento prateado. É uma espécie carnívora, alimentando-se assim de outros peixes e crustáceos. É encontrado no Atlântico Nordeste, sendo Portugal o seu limite sul de distribuição. É uma espécie migratória anádroma, o que significa que vive toda a sua vida no mar mas que desloca-se na época de reprodução, para montante dos rios. A época de migração aos rios é variável, podendo realizar-se de outubro a julho, sendo os primeiros a chegar os indivíduos de maiores dimensões, posteriormente a época da desova ocorre entre dezembro a janeiro. É comercializado em fresco, congelado e fumado. É um alimento que possui uma boa fonte de ácidos gordos ω 3 (Bandarra et al., 2004).

2.1.1.10 Sardinha

A sardinha (*Sardina pilchardus*) apresenta um corpo alongado coberto de escamas, com uma cor azul prateada no dorso e uma cor prateada no ventre. É encontrada no Atlântico Nordeste e Mar Mediterrâneo, sendo uma espécie pelágica, que se encontra preferencialmente nas zonas costeiras entre os 25 a 100 m de profundidade (Bandarra et al., 2004). Reproduz-se de outubro a abril, altura em que esta espécie é mais magra. O seu método de captura é por técnicas de redes de arrasto e com cerco, sendo o seu tamanho mínimo de captura 11 cm (Direção-Geral de Recursos Naturais, 2011). É comercializado em fresco, congelado e em conservas (principal espécie usada na

indústria conserveira portuguesa, absorvendo quase metade das capturas da frota nacional), sendo este um alimento uma boa fonte de ácidos gordos ω 3.

2.1.2. Moluscos

2.1.2.1. Amêijoa

A amêijoa (*ruditapes decussatus*) apresenta um corpo com uma cor que poderá variar entre o cinzento claro e o castanho-escuro, possui uma concha oval de tons creme com uma cor castanho ou cinzento exibindo também estrias e linhas bem marcadas, desenhando um quadriculado característico da espécie. É encontrada no Atlântico Nordeste e no Arquipélago dos Açores, onde habita nos fundos arenosos até cerca de 20 metros, preferencialmente junto á costa, em sistemas lagunares e estuários. A época de reprodução ocorre no verão. O método de captura é maioritariamente à mão com uma faca modificada (Direção-Geral de Recursos Naturais, 2011).

2.1.2.2. Berbigão

O berbigão (*cerastoderma edule*), apresenta uma concha dura inequilateral, volumosa. A sua cor pode variar entre um branco baço, amarelado ou acastanhado no exterior e no seu interior ser esbranquiçado. É encontrado no Atlântico Nordeste e o arquipélago da Madeira onde habita nos fundos de areia enterrados à superfície do sedimento. Adapta-se facilmente em zonas de baixa salinidade. Na região algarvia esta espécie tanto existe entre 3 a 7 metros de profundidade, como a poucos centímetros de profundidade. O método de captura é realizado por técnicas de arrasto de fundo, dragas e apanha à mão, sendo o seu tamanho mínimo de captura 2,5 cm (Direção-Geral de Recursos Naturais, 2011).

2.1.2.3. Choco

O choco (*sepia officinalis*) tem um corpo oval achatado, com uma concha interna, possui oito braços com fiadas de ventosas e dois tentáculos longos e retrateis que utiliza

para capturar as suas presas. O seu corpo apresenta uma cor cinzento esbranquiçado e frequentemente umas bandas dorsais escuras. É encontrado no Atlântico Nordeste, também no arquipélago da Madeira e no Mar Mediterrâneo, onde habita junto ao fundo marinho, sendo mais comum até aos 200 m. É uma espécie predadora, preferencialmente noturna, alimentando-se de peixes, caranguejos e bivalves. Migra na época do verão para águas mais costeiras. A sua época de reprodução ocorre entre fevereiro e outubro, com posturas até 4000 ovos. O método de captura é por técnicas de redes de emalhar e com armadilhas de gaiola, sendo o seu tamanho mínimo de captura é de 10 cm (Direção-Geral de Recursos Naturais, 2011).

2.1.2.4. Polvo

O polvo (*octopus vulgaris*) apresenta um corpo mole tipo saco, tem oito braços com duas fiadas de ventosas em cada um, e uma cor e textura que varia com o estado do animal e o fundo em que se encontra, devido a ter a habilidade de camuflar-se. É encontrado no Atlântico Nordeste e no Mar Mediterrâneo, na Península Ibérica e nos Arquipélagos da Madeira e dos Açores, onde habita em águas costeiras até aos 200 m de profundidade. Alimenta-se de crustáceos, peixes e outros moluscos. Reproduz-se durante todo o ano, mas na época da primavera e do outono a reprodução é de maior intensidade. Após a fêmea realizar a postura e cuidar dos seus, cerca 500.000 ovos, morre. Os machos morrem após o período da cópula. O método de captura é por técnica de redes de arrasto e com armadilhas de abrigo e de gaiola, sendo o seu peso mínimo de captura 0,75 kg (Direção-Geral de Recursos Naturais, 2011).

2.1.3. Crustáceos

2.1.3.1. Camarão

O camarão-branco-legítimo (*palaemon serratus*), também conhecido por Camarão-da-costa ou Camarão-de-Espinho. A apresenta um corpo alongado e encurvado para cima, com quatro ou cinco dentes na zona ventral e carapaça com dois pares de espinhos. A sua cor é variável, mas normalmente apresenta uma pigmentação rosa pálida com estrias mais acentuadas. É encontrada ao longo da Costa Atlântica Europeia, nomeadamente na

Costa Continental, no Arquipélago dos Açores e ainda no Mar Mediterrâneo. Habita em zonas de fundos rochosos e arenosos, em águas pouco profundas até cerca de 40 metros. Alimentando-se preferencialmente de algas, outros crustáceos, moluscos e matéria orgânica. Reproduz-se entre novembro e maio e tem duas épocas de desova anuais. O seu método de captura é por técnica de arrasto de vara, sendo o seu tamanho mínimo de captura 6 cm (Direção-Geral de Recursos Naturais, 2011).

2.1.3.2. Lagostim

O lagostim (*nephrops norvegicus*) apresenta um corpo cilíndrico, a sua carapaça é coberta de pequenas sedas, possuindo uma crista pós-cervical bem visível e espinhos dispostos em linhas longitudinais. O seu rostro é longo, os bordos laterais com três a quatro espinhos e no bordo ventral com um a dois dentes. Os primeiros três pares de patas são constituídos por pinças, sendo o seu primeiro par muito maior comparativamente aos restantes. A sua cor é laranja clara a avermelhada. É encontrada em Portugal na zona do talude continental, nas costas sudoeste e no sul entre os 200 e os 800 metros de profundidade, no entanto prefere habitar em fundos arenosos e/ou lodosos. Este crustáceo bentónico, tem a sua época de desova no verão, nos meses de julho a agosto. É um predador oportunista, alimentando-se de organismos que encontra na vizinhança onde reside, como outros crustáceos e moluscos (IPMA, 2015). O seu método de captura é por técnicas multiespecíficas de arrasto e com armadilhas de gaiola, sendo o seu tamanho mínimo de captura 7 cm (Direção-Geral de Recursos Naturais, 2011).

2.2. Composição Bioquímica

Na **Tabela 1** é apresentada a composição nutricional e o valor energético das espécies de peixe, crustáceos e moluscos, por 100 g de parte edível mais consumidas em Portugal. A os dados para a sua elaboração foram obtidos na Tabela de Composição de Alimentos (INSA, 2010).

Os produtos da pesca, neste caso o peixe, crustáceos e moluscos, constituem uma relevante e essencial fonte de nutrientes. São alimentos com proteína de elevado valor biológico, em gordura polinsaturada (ómega 3) e diversos elementos minerais.

O pescado de acordo com a sua composição bioquímica varia de forma considerável de espécie para espécie e, mesmo entre indivíduos da mesma espécie, existem ainda variações de acordo também com a idade, a sazonalidade, a origem geográfica, a maturidade sexual, o tipo de músculo e a sua disponibilidade alimentar (FAO, Fisheries & Aquaculture, 2015; Huss, 1995; Rasoarahona et al., 2004). Um exemplo disso é a sardinha capturada na costa portuguesa, onde a variação anual do teor de gordura pode ser de cerca 16% (Nunes et al., 2008).

Assim, o valor nutricional e as qualidades organoléticas e as suas condições de pesca, contribuem a qualidade o pescado. No entanto, essas características dependem da composição bioquímica do pescado, que este por sua vez depende de muitos outros fatores que afetam a sua qualidade, nomeadamente as características intrínsecas do pescado e os fatores ambientais. Os principais constituintes do pescado são sobretudo a água (50-85%), as proteínas (12-24%) e os lípidos (0,1-22%) que representam assim cerca de 98% do total da fração edível. Os restantes 2%, são constituídos por compostos minoritários nomeadamente os sais minerais (0,8-2%), os hidratos de carbono e as vitaminas (Nunes et al., 2008). A quantidade de hidratos de carbono no pescado, é geralmente inferior a 0,5%. Já nos moluscos a percentagem de glicogénio pode atingir mais de 5% (Nunes et al., 2008). Além disso, é de salientar que a composição bioquímica do pescado pode sofrer alterações devido à sazonalidade.

Tabela 1. Composição nutricional de espécies selecionadas de peixe, crustáceos e moluscos por 100 g de parte edível.

Pescado	Energia (kcal/kJ)	Água (g)	Proteína (g)	Gordura (g)	Minerais (g)
Peixe					
Bacalhau do atlântico	76/317	80,0	17,8	0,5	1,4
Carapau	105/439	75,6	19,7	2,9	1,4
Cavala	202/844	64,3	20,3	13,4	1,4
Corvina	94/394	76,7	20,4	1,4	1,2
Dourada	167/699	68,9	19,7	9,8	1,4
Peixe espada preto	88/368	79,7	15,7	2,8	1,2
Pescada ¹	75/315	81,1	17,0	0,8	1,1
Robalo	145/607	71,8	18,5	7,9	1,7
Salmão do atlântico	262/1096	60,5	16,2	21,9	1,3
Sardinha	221/926	63,4	18,4	16,4	1,7
Moluscos					
Amêijoia	66/275	81,1	11,7	0,9	1,0
Berbigão	60/249	82,5	10,5	0,7	3,2
Choco	79/331	78,6	18,9	0,4	1,4
Polvo	73/306	83,1	15,6	1,2	0,9
Crustáceos					
Camarão	77/332	79,2	17,6	0,6	1,5
Lagostim	89/372	76,1	20,9	0,5	2,1

¹ Considerada a espécie europeia (*merluccius merluccius*)

2.2.1. Água

É o constituinte primordial do músculo do pescado, variando em função da espécie e da sazonalidade, entre 50 e 85% (Belitz, et al., 2009; Nunes et al., 2008). A água cumpre assim um papel importante no processo da conservação do pescado por ser responsável pela textura do músculo e pela sua conseqüente alteração. Nesta medida, sabe-se que nos peixes o teor em gordura e água variam inversamente, assim, nas espécies magras, a

percentagem de água é de cerca 80%, comparativamente às espécies gordas que apresentam cerca de 70% (Nunes et al., 2008).

2.2.2. Proteínas

O teor de proteínas do músculo do peixe contribui para a qualidade organolética do mesmo. Contrariamente ao que se verifica nos lípidos e na água, o teor de proteínas é o mais estável não se verificando uma substancial variação dentro da mesma espécie e com a época do ano. Na maioria das espécies apresenta, no seu músculo um teor proteico de cerca 17-20% (Belitz et al., 2009). As proteínas do músculo dos produtos da pesca podem organizar-se em três grupos de acordo com as suas características: sarcoplasmáticas (ex. globulina, mioalbumina e enzimas), que contribuem em cerca de 25 a 30% do total de teor proteico presente no músculo; as miofibrilares (ex. actina, miosina, actomiosina e tropomiosina) que fazem parte do sistema contrátil ou estrutural do músculo e constituem 70 a 80% do total das proteínas; as proteínas do tecido conjuntivo (ex. colagénio e elastina) que são extracelulares e representam a cerca de 3% do total das proteínas nos peixes ósseos (ou teleósteos) e 10% nos peixes cartilagíneos (ou elasmobrânquios) (Belitz et al., 2009; Huss, 1994; Nunes et al., 2008).

A qualidade de uma fonte proteica é determinada, essencialmente por fatores como a digestibilidade e a sua equilibrada composição em aminoácidos essenciais (IOM, 2005). Nesta medida, as proteínas do pescado, possuem um elevado valor biológico visto apresentarem na sua constituição todos os aminoácidos essenciais de forma equilibrada sendo igualmente reconhecida a sua elevada digestibilidade. Esta última característica deve-se essencialmente ao facto de que estes produtos possuem uma baixa percentagem de tecido conjuntivo quando em comparação com as carnes vermelhas.

2.2.3. Lípidos

As diferenças no teor de gordura e humidade do pescado, podem afetar a qualidade do pescado bem como as suas características sensoriais. De acordo com, a *American Diabetes Association* e *American Dietetic Association* (1995) o teor em lípidos, na parte

edível dos peixes pode ser classificado em 4 grupos: muito magros (3% de lípidos), magro (10% de lípidos), semi-gordos (17% de lípidos) e muito gordos (26% de lípidos). Contudo, para uma mesma espécie o teor de lípidos pode variar muito, já que, embora o teor de gordura possa ser influenciado pela espécie também são importantes diversos fatores bióticos (ex. estado de maturação do pescado, a sazonalidade, o sexo e a alimentação) e abióticos (ex. profundidade, a temperatura e a salinidade) (Huss, 1995; Belitz et al., 2009; Moradi et al., 2011). Dos principais constituintes do pescado, a fração lipídica é a que normalmente sofre maior variação, observando-se o seu valor mínimo durante a época da desova (Nunes et al., 2008). A deposição do teor de lípidos no peixe ocorre, principalmente, no músculo, no fígado e na cavidade abdominal ao redor das vísceras (Moradi et al., 2011). Nesta medida, o teor de gordura é um aspeto de grande interesse visto que as espécies ditas magras, normalmente acumulam uma maior fração das suas reservas lipídicas no fígado, ao passo que as espécies ditas gordas a acumulação do teor de gordura, ocorre preferencialmente no tecido muscular (Huss, 1995). Além disso, as espécies gordas vivem sobretudo na parte superior da coluna de água e por isso denominados de peixes pelágicos, enquanto as espécies magras vivem preferencialmente a maiores profundidades (Huss, 1995) influenciando assim as qualidades e características do próprio pescado.

Os peixes distinguem-se dos animais terrestres por apresentarem na sua constituição ácidos gordos de cadeia longa e altamente insaturados. Esta característica faz com que os lípidos presentes no pescado sejam muito suscetíveis à oxidação, e conseqüentemente provocando a alteração e/ou perda das suas propriedades como o paladar, o odor e a cor na apresentação da carne. Assim, os ácidos gordos são os principais constituintes dos lípidos. A sua composição é determinante para a estabilidade propriedades físicas e principalmente para o valor nutricional da fração lipídica dos alimentos. A classificação dos ácidos gordos, é realizada de acordo com o comprimento da cadeia carbonada, o número e a posição como a configuração das duplas ligações. Os ácidos gordos que possuem mais do que uma ligação dupla são os polinsaturados, nos quais se salienta o ácido linoleico e o ácido linolénico. Assim, em relação á família ómega 3, os principais constituintes do peixe são o ácido gordo eicosapentaenóico (EPA, 20:5) e o ácido gordo docosahexaenóico (DHA, 22:6), que constituem cerca de 90% do total destes compostos

(Soccol & Oetterer, 2003). De um modo geral, os peixes que vivem em águas mais frias e profundas apresentam teores mais elevados de ácidos gordos ómega 3. No que se refere aos ácidos gordos polinsaturados da família ómega 6, os que predominam são o ácido linoleico (LA, 18:2) e o ácido araquidónico (ARA, 20:4) (Nunes et al., 2008). O perfil e a quantidade de ácidos gordos no pescado varia notavelmente de espécie para espécie e, dentro da mesma espécie, como de local para local e de ano para ano. Contudo, o pescado nomeadamente o peixe capturado em meio natural, possui um baixo teor de ácidos gordos saturados em comparação com o teor a insaturados (Moradi, et al., 2011).

O consumo habitual de ómega 3 proveniente da alimentação é baixo, sendo que será importante incluir na dieta o consumo frequente de peixe preferencialmente gordo para satisfazer as necessidades diárias de EPA e DHA (EUFIC, 2008).

O colesterol é um esteroide que está presente nas membranas celulares de muitos produtos de pesca, especialmente nos peixes, em que pode exceder os 90% do total dos esteróides. Contudo, os teores de colesterol podem ser variáveis em função de vários fatores como variações sazonais, local de captura e sexo (Nunes et al., 2008). Todavia, nos peixes magros, o teor de colesterol pode representar cerca de 6% do total de lípidos, valor que é comparável ao dos mamíferos (Huss, 1994). De um modo geral, os peixes não são uma fonte importante de colesterol, mas na maioria dos peixes apresentam teores entre 20 e 85 mg/100 g, outros produtos de pesca como o caso dos moluscos (nomeadamente a classe cefalópodes (choco, polvo e lula)), são muito ricos neste esteroide, podendo ser observados teores entre 60 e 140 mg/100 g. Nos crustáceos, os teores de colesterol podem variar entre 65 e 85 mg/100 g.

2.2.4. Minerais

Os produtos de pesca, tal como todos os outros organismos, contêm a maioria dos elementos químicos que ocorrem na natureza. Nesta medida, a relevância dos minerais como constituintes dos géneros alimentícios irá depender não só do papel nutricional e

fisiológico no organismo, mas também da sua contribuição para as qualidades sensoriais nomeadamente, a textura e o paladar (Belitz, Grosch, & Schieberle, 2009). Os minerais existem naturalmente no meio aquático e a maior parte o pescado pode bioacumular os minerais a partir do meio ambiente. Os minerais podem classificar-se duas categorias: essenciais e não essenciais. Os primeiros desempenham em pequenas concentrações funções vitais e essenciais no organismo, e por outro lado os não essenciais, podem tornar-se tóxicos mesmo em concentrações reduzidas. O conteúdo total de minerais na maior parte das espécies de pescado, encontra-se entre os 0,8 e 2,0% do peso total (Nunes et al., 2008). Contudo, os teores destes elementos podem variar devido a fatores intrínsecos (ex. espécie, idade, sexo e maturidade sexual) e extrínsecos (ex. sazonalidade, área geográfica, temperatura, disponibilidade do elemento e salinidade da água) (Belitz et al., 2008; Castro-González & Méndez-Armenta, 2008).

Para além dos nutrientes referidos, e de existirem também outros minerais importantes para os humanos, salientam-se dois minerais essenciais: Selénio e Iodo, que são relativamente abundantes no pescado e que desempenham um papel vital em diversos processos fisiológicos do organismo, como funções estruturais (ex. constituintes do esqueleto), intervêm na regulação de processos fisiológicos e no equilíbrio ácido-base.

2.2.4.1. Iodo

O iodo existe solo, nas plantas e principalmente na água do mar, encontrando-se em vários alimentos, mas é mais concentrado em alimentos de origem marinha, como o pescado na forma de sais de iodeto e iodato ou então ligado a aminoácidos como a tirosina e a treonina (Santana Lopes, et al., 2012). O iodo é um oligoelemento essencial para o organismo humano, nomeadamente para a síntese de hormonas tiroideias, devendo ser ingerido regularmente a partir da alimentação (Haldimann, et al., 2005; Limbert, et al., 2010; Santana Lopes, et al., 2012). De um modo geral, os produtos da pesca são uma excelente fonte deste elemento, porque o mar possui um teor de iodo considerável (Haldimann, et al., 2005). Os peixes, os crustáceos e os moluscos têm a capacidade de absorver o iodo partir da água e do alimento. As concentrações habituais de iodo variam de 10 a 500 µg/100g (Nunes et al., 2008). Todavia, de acordo com a

OMS, a ingestão diária recomendada para adultos é de 150 μg (Haldimann, et al., 2005; WHO, 1996). As necessidades de iodo aumentam desde o nascimento até à adolescência mantendo-se constantes no adulto, no entanto, durante a gravidez e na amamentação as necessidades são superiores (Santana Lopes et al., 2012; Teixeira et al., 2014).

2.2.4.2. Selénio

O selénio é um elemento que pode ser encontrado no solo, nas rochas e na água, acabando por se acumular nas plantas. Encontra-se presente na maioria dos alimentos como a carne (nomeadamente nas vísceras – rins e/ou fígado) e nos produtos da pesca, entre outros. Contudo, estes alimentos contêm o selénio na sua forma funcional, ou seja, ligado a uma série de proteínas vitais ao organismo, como as selenoproteínas (ex.: selenometionina e selenocisteína) (SCF, 2000). Assim, este elemento é essencial a processos de oxidação-redução por ser um componente integral da enzima glutathione peroxidase, além disso juntamente com vitamina E, enzimas catalase e o superóxido dismutase, funciona como antioxidante preservando assim as membranas celulares do organismo contra as lesões oxidativas.

Relativamente aos teores de selénio existentes nos alimentos, o peixe contém mais selénio do que a carne vermelha e é considerado a melhor fonte deste elemento na alimentação. O teor de selénio nos produtos da pesca situa-se entre 10 e os 100 $\mu\text{g}/100\text{g}$. Os teores mais elevados podem-se encontrar nos crustáceos nomeadamente na lagosta (70 $\mu\text{g}/100\text{g}$) e no camarão (100 $\mu\text{g}/100\text{g}$), e os teores mais baixos nos cefalópodes (Nunes et al., 2008). O selénio quando consumido em quantidades superiores às estimadas pode causar efeitos toxicológicos nomeadamente alterações neurológicas, incluindo convulsões ou mesmo a paralisia. No entanto, a ingestão excessiva de selénio a partir da dieta é muito raro. Na Europa, o consumo máximo diário deste elemento é de 300 μg para os adultos (SCF, 2000), tendo vindo a diminuir, embora ainda continue a ser o suficiente para prevenir o aparecimento de doenças relacionadas com o seu défice (EUFIC, 2008).

2.2.5. Vitaminas

No pescado, os teores de vitaminas, variam na mesma espécie e entre espécies, mas também com a época do ano e o local de captura. Nos peixes as concentrações de vitamina A e D são maiores no tecido muscular, especialmente nos peixes gordos. Assim por exemplo, a sardinha gorda apresenta teores elevados de vitamina A e D de 47µg equivalentes de retinol/100 g e 21 µg/100 g, respetivamente (INSA, 2010).

A vitamina E existe em maiores concentrações nos peixes gordos do que nos magros. Assim, os produtos de pesca poderão fornecer cerca de 15% da dose diária recomendada. Nesta medida, por exemplo o salmão apresenta um teor de 4,0 mg/100g (Nunes et al., 2008; INSA, 2010).

O pescado é uma boa fonte de vitaminas do complexo B, nomeadamente a B₆ (Piridoxina) e B₁₂ (cianocobalamina). As espécies pelágicas como a sardinha e a cavala são as que apresentam os níveis superiores de vitamina B₆, já os moluscos, são o grupo com os níveis mais elevados de vitamina B₁₂, onde se destaca o Berbigão com 41µg/100g (INSA, 2010).

2.3. Teor de metais pesados e avaliação toxicológica

A preocupação com a saúde, bem-estar, e essencialmente uma vida mais saudável tem cada vez mais vindo a ser uma prioridade que tem ganhado uma crescente importância na maior parte dos países, especialmente em Portugal. Assim, neste sentido é primordial o acesso à quantidade adequada de alimentos saudáveis e seguros com os nutrientes necessários para um bom funcionamento do organismo.

Contudo, apesar de todas as qualidades e vantagens para a saúde e bem-estar na escolha do consumo de pescado, este mesmo consumo, pode igualmente conduzir a alguns perigos para o Homem como consumidor. Assim, dentro destes perigos podemos encontrar, i) os contaminantes biológicos, que provêm da contaminação das águas ou

por um anormal manuseamento; ii) os contaminantes físico-químicos, onde se incluí os metais pesados que se encontram naturalmente nas águas, iii) as biotoxinas que também se acumulam nos tecidos do pescado (Reis et al., 1997).

Com a explosão demográfica ao longo dos últimos anos, aliada ao desenvolvimento industrial e ao aumento do consumo de bens materiais, conduziu a um crescente aumento de resíduos e/ou poluentes, que compromete o futuro com a degradação progressiva dos ecossistemas marinhos (Reis et al., 1997).

A contaminação do ambiente marinho, pelos diversos poluentes conduz à sua transferência para os seres vivos. No entanto, estes contaminantes possuem uma elevada resistência à degradação química, física e/ou biológica o que leva a que possam persistir no meio ambiente (neste caso, marinho) mesmo depois da proibição quer da sua utilização, quer da descarga para os fluxos de água. Os contaminantes químicos com potencial tóxico podem ser classificados em:

- 1) Compostos inorgânicos: cádmio (Cd), chumbo (Pb), mercúrio (Hg);
- 2) Compostos orgânicos: como *bifenilospoliclorinados* (PCB), dioxinas, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH) e *p-dicloro-difenil-tricloroetano* (DDT);
- 3) Compostos relacionados com o *processamento*: *nitrosaminas* (Huss, 1994).

Os metais pesados, são provavelmente os mais antigos produtos tóxicos (Rylander & Mégevand, 2007), estando a maior parte presente no solo, e principalmente na água, são altamente reativos do ponto de vista químico e não podem ser destruídos. Os seres vivos apenas necessitam de pequenas quantidades de alguns dos metais, visto estes serem essenciais (ex. cobalto, cobre, ferro, manganês, selénio, zinco entre outros) para determinadas funções vitais do organismo. Outros metais como o cádmio, chumbo e mercúrio não possuem funções dentro do organismo humano e a sua acumulação poderá desencadear o risco de toxicidade e consequentemente originar diferentes riscos para a saúde. Estes riscos poderão ser imediatos ou de médio e longo prazo, visto, já que a contaminação com estes metais é cumulativa e progressiva, mas o seu efeito tóxico

está muito dependente da dose e da duração da exposição. (Rylander & Mégevand, 2007; Vasseur et al., 2006).

A idade é também um fator importante a considerar na toxicidade dos metais. Assim, as crianças são um grupo de risco, visto serem particularmente vulneráveis pelo fato de ingerirem mais elemento por unidade de peso corporal do que um adulto, sendo o alimento a principal fonte de exposição aos metais. (Veiga et al., 2012). A prevalência de doença ou morte prematura causadas por químicos presentes nos alimentos é difícil de demonstrar, devido ao período de tempo, geralmente longo, que decorre entre a exposição a estes contaminantes e o aparecimento dos efeitos (Veiga et al., 2012). As pessoas idosas são igualmente mais sensíveis a estes efeitos tóxicos. Certos fatores relacionados com a dieta podem aumentar ou diminuir a absorção dos metais. Por exemplo, a deficiência em vitamina D ou em cálcio aumenta a absorção gastrointestinal do chumbo (Rylander & Mégevand, 2007; Moreira & Moreira, 2004).

Desta forma, o pescado, crustáceos e os moluscos constituem o grupo de alimentos com maior número de notificações de alerta, nos quais os metais pesados são dos principais perigos reportados (Veiga et al., 2012). Dos diferentes metais pesados difundidos pelo ambiente marinho, o cádmio, o chumbo e o mercúrio são dos que apresentam maiores riscos para a segurança alimentar.

2.3.1. Cádmio

A presença deste metal no meio ambiente pode ter uma origem natural e antropogénica. Estima-se que anualmente sejam libertadas para o meio ambiente cerca de 30.000 toneladas de cádmio, sendo que 4.000 a 13.000 toneladas são de origem antropogénica, as quais incluem fumos, poeiras, excedentes de fundições e de atividade mineira bem como de indústrias de combustíveis fósseis (ATSDR, 2012; Veiga, et al., 2012). Para além de fontes antropogénicas, pode ocorrer a presença do cádmio naturalmente em sistemas aquáticos onde surge em concentrações muito variáveis de acordo com a área geográfica. Desta forma, os organismos aquáticos podem acumular quantidades

elevadas deste metal, e logo os animais que por sua vez se alimentam destes, podem também ser expostos a esta contaminação (Liu et al., 2008).

A alimentação trata-se assim da principal fonte de exposição humana ao cádmio. Uma vez absorvido permanecerá no organismo com um tempo de semi-vida de cerca de 73 dias (ATSDR, 2012; Veiga et al., 2012). Assim, quando ocorre uma curta exposição com a absorção intestinal de cádmio, este fica preso na mucosa intestinal e liga-se à metalotionina (MT), ocorrendo assim a sua eliminação por descamação da mucosa de forma contínua. Contudo, quando os níveis de exposição é mais elevada, são ultrapassados a capacidade de ligação à MT, e conseqüentemente o metal atravessa a mucosa intestinal passando para a circulação sanguínea, distribuindo-se desta forma pelo organismo onde acumular-se-á em maior proporção no fígado e nos rins (ATSDR, 2012). Situações de deficiência nutricional de cálcio, ferro, zinco e proteínas, irá potenciar o aumento de absorção deste metal pelo organismo humano (ATSDR, 2012; Liu et al., 2008).

O nível de ingestão numa dose oral única de cádmio que não origina efeitos hostis é de cerca 3 mg, porém a dose letal de cádmio encontra-se entre 350 a 8900 mg (Veiga et al., 2012). Contudo, de acordo com o Regulamento (CE) nº 488/2014 de 12 de maio de 2014, foi estabelecido um parecer juntamente com a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (AESA), onde foi definida que a dose semanal admissível para o cádmio é de 2,5 µg/kg de peso corporal.

2.3.2. Chumbo

O chumbo é um metal que se encontra largamente distribuído no meio ambiente sob duas formas tóxicas que apresentam diferenças de toxicidade entre si, o chumbo orgânico (encontra-se em atividades ocupacionais de plástico, construções entre outras) e o chumbo inorgânico (encontra-se presente em materiais como tintas, cerâmicas entre outras), sendo a forma orgânica mais tóxica por ser mais rapidamente captada e

absorvida. Contudo, esta forma foi proibida em Portugal em 1999 como um aditivo na produção de gasolina.

A incidência de intoxicação por chumbo ocorre essencialmente pela contaminação ambiental, a ingestão de alimentos e bebidas contaminadas e por partículas dispersas no ar (ATSDR 2007; Goyer & Clarkson, 1996). Desta forma, as vias de exposição do Homem a este elemento são a via oral e a via respiratória, constituindo a ingestão a principal forma de exposição para a generalidade da população, especialmente o grupo mais sensível, as crianças.

Quando a exposição a este metal é por via oral, a absorção de chumbo poderá rondar níveis entre os 5 e 15% nos adultos e entre 40% nas crianças (Liu et al, 2008). A principal fonte de exposição ao chumbo resulta do consumo alimentar de água e alimentos. Dentro dos géneros alimentícios os que mais contribuem para a ingestão de chumbo são a água potável, o pescado, os cereais, vegetais e fruta. Os níveis de chumbo são maiores, em regiões industrializadas e onde o metal e os seus compostos sejam amplamente utilizados. Assim, a contaminação do meio ambiente e principalmente dos alimentos deve-se a atividades antropogénicas. Os organismos aquáticos captam e acumulam o chumbo presente na água e no sedimento. Nos peixes, o chumbo acumula-se preferencialmente nas branquias, nos ossos, no fígado e nos músculos. Porém, a acumulação do chumbo ao longo da cadeia alimentar, tem pouca importância uma vez que a concentração de chumbo no pescado não varia com nível trófico da cadeia nem com a idade do pescado. A quantidade de chumbo encontrada no pescado, varia sim com o aumento da concentração deste elemento na água. É de salientar, que os crustáceos e os moluscos, devido à capacidade ativa de acumulação que possuem sobretudo no fígado e no pâncreas, apresentam quantidades deste metal mais elevadas relativamente ao restante pescado (CE, 2006). A extensão e a taxa de absorção do chumbo através do trato gastrointestinal, irá depender nomeadamente das características dos indivíduos expostos, isto é, do seu estado nutricional e fisiológico, da constituição genética e da idade, como principalmente da forma química em que se encontra este elemento e ainda das próprias características físico-químicas dos alimentos ingeridos. Depende ainda de fatores relacionados com a alimentação como o estado de jejum e

regimes alimentares com a presença de teores reduzidos em cálcio, ferro, fósforo e proteínas ou com teores elevados de gordura, que potenciam a absorção deste metal pelo trato gastrointestinal, devido á competição pelo mecanismo de transporte. No entanto, o chumbo presente em água e em outras bebidas é mais rapidamente absorvido do qual se encontra presente nos alimentos.

Após ser absorvido, este elemento entra na circulação sanguínea, e dissemina-se por todo o organismo onde cerca de 90% circula acoplado aos eritrócitos, podendo estar associado á hemoglobina ou associado á membrana. Assim, distribui-se posteriormente pelos tecidos moles, como os rins, o fígado, o baço, os músculos e pelos tecidos rígidos ou mineralizados como os dentes e os ossos (ATDSR, 2007). Uma vez no organismo, este metal pode ter um tempo de semi-vida longo acumulando-se essencialmente nos rins, no fígado e ainda nos ossos, podendo permanecer durante muito tempo (Moreira & Moreira, 2004). O chumbo que se encontra depositado nos ossos é biologicamente inerte mas sob certas condições e períodos específicos ocorre mobilização do chumbo aí presente para a circulação sanguínea, como por exemplo, alterações do equilíbrio ácido-base, o stresse fisiológico, durante a gravidez, a lactação e a menopausa, entre outras (ATSDR, 2007). Desta forma, os sintomas de toxicidade podem não corresponder ou estar associados a uma exposição atual mas resultando da mobilização do chumbo acumulado. É de referir que uma ingestão excessiva de fosfatos favorecerá a deposição do chumbo no osso, enquanto, o oposto por outro lado, favorece a mobilização deste elemento do tecido ósseo para os tecidos moles. Além disso, uma baixa ingestão diária de vitamina D também poderá contribuir para uma maior deposição de chumbo no tecido ósseo (Cheng et al., 1998).

Independentemente da via e características de exposição, a excreção do chumbo ocorre principalmente pela via renal e fecal (ATDSR, 2007), contudo, o processo de excreção pelo organismo é extramente lento. Existem outras formas menores de excreção do chumbo, nomeadamente pelo suor, saliva, pela descamação da pele, queda de cabelos e as unhas.

O chumbo é assim um mineral não essencial, e não apresenta qualquer função fisiológica no organismo humano, contudo é conhecido por induzir alterações bioquímicas e funcionais, devido à sua característica de toxicidade. Esses efeitos ocorrem inicialmente devido à sua interferência no funcionamento das membranas celulares e no sistema enzimático, pela formação de complexos de chumbo e/ou outras ligações com outros componentes (Moreira & Moreira, 2004). É dos metais pesados mais tóxicos, por isso, são observados raramente intoxicações agudas a níveis relativamente baixos.

De acordo, com o Regulamento (UE) 2015/1005 da Comissão de 25 de junho de 2015, foram estabelecidos limites máximos para o chumbo nos géneros alimentícios. Assim, os teores máximos permitidos na parte comestível do peixe para comercialização, crustáceos e moluscos bivalves são de: 0,30 mg/kg, 0,50 mg/kg e 1,50 mg/kg, respetivamente.

2.3.3. Mercúrio

É um elemento reconhecido pelos seus sinais de contaminação visto ser extremamente tóxico para os seres vivos. Existe naturalmente no meio ambiente e a sua concentração tem vindo a aumentar devido à poluição provocada nomeadamente pelas emissões gasosas e devido também à atividade humana e industrial (Liu et al., 2008). A atividade antropogénica, é a principal causa e fonte de emissão de mercúrio contribuindo de forma significativa para a contaminação tanto dos solos como das águas (Wuana et al., 2011).

Podemos encontrar o mercúrio em três formas, como composto elementar, nas suas formas inorgânicas (Hg^0 e Hg^{2+}) e nas formas orgânicas, cada uma das quais apresenta características toxicológicas e conseqüentemente efeitos na saúde nomeadamente humana (Tchounwou et al., 2012). Assim, os compostos orgânicos de mercúrio, podem apresentar-se sob a forma de metilmercúrio, dimetilmercúrio, etilmercúrio. No entanto, o metilmercúrio (MeHg) é o mais lipossolúvel e é a forma mais importante de mercúrio devido à sua toxicidade (Liu et al., 2008). O metilmercúrio, é formado a partir da forma inorgânica, quando não removido dos fluxos de água, é convertido por reação de

alquilação e por ação bacteriana, em metilmercúrio. Este trata-se de um componente bioacumulável, isto é, uma vez no meio aquático, é absorvido e concentrado pelos organismos presentes neste meio e entra assim para a cadeia alimentar dos animais, acumulando-se principalmente nos peixes em concentrações bastante elevadas que ao serem consumidos pelo homem, desencadeiam reações toxicológicas graves, visto tratar-se de um potente neurotóxico.

De forma geral, todas as espécies aquáticas, contém na sua composição o mercúrio, no entanto, as que se situam no topo da cadeia alimentar, devido aos fatores como o seu tamanho, a idade e a atividade predadora são as que apresentam concentrações mais elevadas resultantes de uma bioampliação.

Como o metilmercúrio, se trata de um composto lipofílico este é facilmente absorvido pelo sistema gastrointestinal a partir do alimento nomeadamente o pescado (Liu et al., 2012). Quando ocorre a ingestão de mercúrio em quantidades elevadas, afetará principalmente o sistema neurológico, o sistema renal e o hepático, por se tratarem dos principais órgãos-alvo, mas pode também atravessar facilmente a barreira hematocefálica, como a barreira placentária. Nesta medida, os maiores efeitos provocados pela exposição a níveis elevados de mercúrio, nomeadamente à forma orgânica, o metilmercúrio, são efeitos neurotóxicos que em indivíduos adultos manifesta-se por um entorpecimento dos membros, dificuldade em articular as palavras, perda de visão e da audição, irritabilidade, graves lesões cerebrais, coma e até morte. Porém, quando se encontra em concentrações baixas, o mercúrio não representa um perigo toxicológico para os consumidores, mas a sua bioacumulação a longo prazo pode ser prejudicial, por ser eliminado muito lentamente no organismo humano e ter um tempo de semi-vida relativamente longo (45 – 70 dias) (Liu et al., 2008).

Devido a casos ocorridos por exemplo, no Japão na Baía de *Minamata* e em *Nigata* que levaram a um elevado número de vítimas por exposição ao consumo de pescado contaminado por metilmercúrio (Castro-González & Méndez-Armenta, 2008). Foi necessário a adoção de diferentes medidas de precaução e ao estabelecimento de teores

máximos. De acordo com o Regulamento (CE) nº 629/2008, foi estabelecido um teor máximo de 1 mg/kg de mercúrio para a maioria das espécies de pescado.

3. Discussão

Atualmente, considera-se cada vez mais a grande importância dos produtos de pesca por serem alimentos indispensáveis para uma alimentação equilibrada e saudável e por estarem bastante disponíveis numa grande variedade de espécies, com elevado valor nutricional e geralmente de fácil digestão (Vieira et al., 2011; Reis et al., 1997). Além disso, são um alimento fundamental dada a sua importância como boa fonte de nutrientes destacando-se as proteínas que possuem um elevado valor biológico, pois estes produtos apresentam na sua constituição todos os aminoácidos essenciais (FDA, 2012; Reis et al., 1997).

A escolha do pescado em detrimento da carne de mamíferos e aves traz enormes benefícios para a saúde por conter na sua constituição menor teor de gordura e valor energético. Para além disso, o perfil de lípidos do pescado, torna-o num dos alimentos mais saudáveis. É também muito rico em sais minerais, como o iodo e selénio (Reis et al., 1997).

De acordo, com Organização Mundial da Saúde OMS e a *American Heart Association* é aconselhado o consumo de peixe pelo menos duas vezes por semana, dando preferência a peixes gordos (ex. cavala e salmão) (Kris-Etherton, Harris, & Appel, 2015).

O consumo de produtos da pesca pode oferecer inúmeros benefícios nutricionais e dietéticos. Todavia, associado a estes, podem também existir alguns perigos alimentares, como metais tóxicos nos seus tecidos edíveis. Estes contaminantes são tóxicos cumulativos, para os quais não se conhece nenhuma função essencial e devido à sua toxicidade são considerados um fator de risco para a saúde do consumidor (Cardoso, et al., 2010; Prato & Biandolino, 2015). Dentro dos produtos de pesca, o que

envolve maior risco para o consumidor são os moluscos bivalves (ex. amêijoas e ostras), devido essencialmente serem organismos filtradores, ou seja, poderão concentrar muitos microrganismos patogénicos presentes no ambiente ou mesmo a veiculação, por algumas espécies presentes nas águas, de biotoxinas (Reis et al., 1997). O risco associado ao consumo destes aumenta devido também posteriormente à forma culinária que habitualmente é uma cozedura ligeira. Assim considera-se que o consumo deverá apenas restringir-se a moluscos que dêem garantia de salubridade e isentos de contaminantes evitando de todo, o consumo de produtos crus ou pouco cozinhados.

Nesta medida, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura e a Organização Mundial da Saúde, recomendam uma ingestão semanal provisória inferior a 5 µg/kg de peso corporal para mercúrio total, inferior a 1,6 µg/kg de peso corporal para o metilmercúrio, inferior a 7 µg/kg de peso corporal para cádmio e inferior a 25 µg/kg para o chumbo (Cardoso, et al., 2010; FAO & WHO, 2003; WHO & FAO, 1972).

De entre as espécies escolhidas para este trabalho, o Bacalhau, os Camarões, a Pescada e o Salmão, são espécies que se encontram em risco, todavia o bacalhau sempre foi resistente à pressão da pesca, contudo, devido à exploração excessiva desta espécie, o tamanho e a idade dos peixes capturados têm diminuído (Greenpeace, 2008).

Portugal é o terceiro maior consumidor de pescado do mundo. E em média, cada português consome cerca de 60 quilos de peixe por ano, superado apenas pela Islândia e pelo Japão. Este elevado consumo de peixe exige assim uma maior preocupação e responsabilidade ao nível da sustentabilidade das espécies capturadas (DGPA, 2007; Portugal, 2013). A legislação relativamente às pescas impõe, por razões de proteção (de peixes, moluscos e crustáceos) restrições à captura das diferentes espécies, como a proibição de captura de espécies de pescado abaixo de determinado tamanho. Normalmente o tamanho mínimo de captura corresponde à idade da primeira maturação, isto é, a idade para a qual metade dos indivíduos está apta a reproduzir-se. Atendendo a estas exigências, as artes de pesca devem orientar a sua capacidade de captura para a retenção preferencial de indivíduos de dimensões legais. Por outro lado,

são também proibidas as devoluções ao mar, ou seja, que todos os peixes que são apanhados na rede terão estes de ser desembarcados, mesmo que sejam espécies que não se queria pescar ou com tamanhos abaixo dos mínimos definidos. Visto que quando estes estão abaixo do tamanho mínimo de captura, poderão ser vendidos para o consumo humano.

4. Conclusão

Os produtos da pesca, têm constituído e continuam a integrar uma parte importante e indispensável a qualquer alimentação equilibrada e saudável devido ao seu valor nutricional, não só por serem uma fonte de proteínas de elevado valor biológico, mas essencialmente por serem constituídos por ácidos gordos $\omega 3$, vitaminas e minerais.

Contudo, o pescado por ser dos alimentos mais consumidos em todo o mundo, nomeadamente em Portugal, é também uma fonte de determinados contaminantes prejudiciais à saúde humana quando em teores elevados. Sendo esta uma problemática que afeta a saúde pública e já existindo limites legislados pela UE e WHO/FAO é importante manter uma monitorização dos níveis dos contaminantes, sobretudo no que diz respeito especialmente ao cádmio, chumbo e ao mercúrio.

Ressalva-se assim, a importância de uma comunicação contínua que promova a consciencialização sobre o risco e o benefício do consumo de produtos de pesca na saúde em função de uma nutrição adequada, como o interesse e a responsabilidade pela regulação da qualidade do consumo de pescado.

5. Bibliografia

- ATSDR, A. F. (Agost de 2007). *Lead*. Obtido de Agency for Toxic Substances and Disease Registry: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp13-c1-b.pdf>
- ATSDR, A. f. (Setember de 2012). *Toxicological Profile for Cadmium*. Atlanta, Georgia: Division of Toxicology and Human Health Sciences.
- Bandarra, N. M., & Nunes, M. L. (15 de Setembro de 2015). *Valor nutricional das espécies de pescado mais consumidas em Portugal*. Obtido de Fileira do Pescado: <http://www.fileiradopescado.com/documents/Valor-nutricional-das-esp--cies-de-pescado-mais-consumidas-em-Portugal.pdf>
- Bandarra, N. M., Calhau, M. A., Oliveira, L., Ramos, M., Dias, M. d., Bártolo, H., Nunes, M. L. (2004). *Composição e Valor Nutricional dos Produtos da Pesca mais Consumidos em Portugal*. Lisboa: IPIMAR.
- Belitz, H. -D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). *Food Chemistry*. Berlin : Springer.
- Cardoso, C., Farias, I., Costa, V., Nunes, M., & Gordo, L. (2010). Estimation of Risk Assessment of Some Heavy Metals Intake Through Black Scabbardfish (*Aphanopus carbo*) Consumption in Portugal. *Risk Analysis* .
- Castro-González, M. I., & Méndez-Armenta, M. (2008). Heavy metals: Implications associate d to fish consumption. *Environmental Toxicology and Pharmacology* , 263-271.
- CE, 2006. Regulamento (CE) nº 1881/2006 da Comissão de 19 de Dezembro de 2006. Fixa os valores máximos de certos contaminantes presentes nos géneros alimentícios. *Jornal Oficial*, L 364.
- CE, 2008. Regulamento (CE) nº 629/2008 da Comissão de 2 de Julho de 2008. Fixa os teores máximos de certos contaminantes presentes nos géneros alimentícios. *Jornal Oficial*, L 173.
- Cheng, Y., Willett, W. C., Schwartz, J., Weiss, S., & Hu, H. (1998). Relation of Nutrition to Bone Lead and blood Lead Levels in Middle-aged to Elderly Men. *American Journal of Epidemiology*, (12) 1162-1174.

- DGPA, D.-G. d. (2007). *Plano Estratégico Nacional Para A Pesca 2007-2013*. Lisboa: DGPA.
- Direção-Geral de Recursos Naturais, S. e. (2011). *Tabela de Tamanhos Mínimos de Captura*. Lisboa: DGRM.
- EUFIC, T. E. (2008). A importância dos ácidos gordos ómega 3 e ómega 6. *The European Food Information Council Newsletter*.
- EUFIC, T. E. (2008). O Selénio na Dieta. *The European Food Information Council Newsletter*.
- FAO, F. a. (Novembro de 2015). *Fisheries & Aquaculture*. Obtido de Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO: <http://www.fao.org/fishery/topic/12318/en>.
- FAO, F. a., & WHO, W. H. (10-19 de June de 2003). Join FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.
- FDA, F. a. (2012). Fresh and Frozen Seafood. Selecting and Serving it Safely. *Food Facts*.
- Goyer, R. A., & Clarkson, T. W. (1996). Toxic Effects of Metals. Em C. D. Klaassen, *Toxicology: The Basic Science of Poisons* (pp. 812-857). United States of America: McGraw-Hill.
- Greenpeace. (2008). Lista vermelha de peixes. Escolhe o teu peixe, não mordas o anzol! Obtido de Greenpeace: <http://www.greenpeace.org/portugal/pt/O-que-fazemos/Campanha-Dos-Oceanos-Mercados-em-Portugal/lista-vermelha/>.
- Haldimann, M., Alt, A., Blanc, A., & Blondeau, K. (2005). Iodine content of food groups. *Journal of Food Composition and Analysis*.
- Huss, H. H. (1994). Chapter 3 - Quality aspects associated with seafood. Em H. H. Huss, *Assurance of seafood quality*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Huss, H. H. (1995). *Quality and quality changes in fresh fish*. Rome: FAO, Food and Agriculture Organization of The United Nations.
- INE, I. N. (2015). *Estatísticas da Pesca 2014*. Lisboa - Portugal: Instituto Nacional de Estatística INE.

- INSA (2010). *Tabela da Composição dos Alimentos*. Lisboa – Portugal: Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge.
- IOM, I. O. (2005). *Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids*. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- IPMA, I. P. (2015). *Instituto Português do Mar e da Atmosfera IPMA*. Obtido de Instituto Português do Mar e da Atmosfera IPMA: <http://www.ipma.pt/pt/pescas/recursos/lagostim/?print=true>
- ISSFAL, I. S. (8 de June de 2004). Recommendations for Intake of Polyunsaturated Fatty Acids in Healthy Adults. *Report on Dietary Intake of Essential Fatty Acids*.
- Kris-Etherton, P. M., Harris, W. S., & Appel, L. J. (2015). Omega-3 Fatty Acids and Cardiovascular Disease. New Recommendations From the American Heart Association. *Arterioscler Thrombosis, and Vascular Biology*.
- Limbert, E., Prazeres, S., São Pedro, M., Madureira, D., Ribeiro, M., Jacome de Castro, J., Borges, F. (2010). Iodine intake in Portuguese pregnant women: results of a countrywide study. *European Journal of Endocrinology*, 631-635.
- Liu, J., Goyer, R. A., & Waalkes, M. P. (2008). Toxic Effects of Metals. Em C. a. Doull's, *Toxicology: The Basic Science of Poisons* (pp. 932-971). New-York, EUA: McGraw-Hill Companies.
- Moradi, Y., Bakar, J., Motalebi, A. A., Muhamad, S. H., & Che Man, Y. (2011). A review on Fish Lipid: Composition and Changes During Cooking Methods. *Journal of Aquatic Food Product Technology*.
- Moreira, F. R., & Moreira, J. C. (2004). Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. *Rev Panam Salud Publica*.
- Nestel, P. J. (2000). Fish oil and Cardiovascular disease: lipids and arterial function. *The American Journal of Clinical Nutrition*.
- Nunes, M. L., Batista, I., Bandarra, N. M., Morais, M. d., & Rodrigues, P. O. (2008). *Produtos da Pesca: Valor Nutricional e Importância para a Saúde e Bem-Estar dos Consumidores*. Lisboa: IPIMAR.
- Portugal, G. d. (2013). *Estratégia Nacional para o MAR 2013-2020*. Lisboa.

- Prato, E., & Biandolino, F. (2015). The Contribution of Fish to the Mediterranean Diet. Em V. R. Preedy, & R. R. Watson, *The Mediterranean Diet: An Evidence-Based Approach* (pp. 166-172). London: Elsevier.
- Rasoarahona, J. R., Barnathan, G., Bianchini, J.-P., & Gaydou, E. M. (2004). Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three tilapia species (*Oreochromis niloticus*, *O. macrochir* and *Tilapia randalli*) from Madagascar. *Food Chemistry Elsevier*, 683-694.
- Reis, C. S., Costa, M. J., & Duarte, N. (1997). *Portugal Moderno - Agricultura & Pescas*. Lisboa: Pomo - Edições Portugal Moderno, Lda.
- Rylander, R., & Mégevand, I. (2007). *Introdução à medicina do ambiente*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Santana Lopes, M., Jácome de Castro, J., Marcelino, M., Oliveira, M. J., Carrilho, F., & Limbert, E. (2012). Iodo e Tiróide: O que o Clínico Deve Saber. *Revista Científica da Ordem dos Médicos - Acta Médica Portuguesa*, 174-178.
- SCF, S. C. (19 de Outubro de 2000). *Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Selenium*. Belgium: European Commission.
- Socol, M. C., & Oetterer, M. (2003). Seafood as Functional Food. *Brazilian Archives of Biology and Technology an International Journal*, 443-450.
- Tacon, A. G. (June de 1987). *The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp*. Obtido de Food and Agriculture Organization of The United Nations: <http://www.fao.org/3/contents/d66b3e1f-c059-50fa-9ba2-717e9940b7f1/AB470E00.htm>
- Tchounwou, P. B., Yedjou, C. G., Patlolla, A. K., & Sutton, D. J. (2012). Heavy Metals Toxicity and the Environment. *National Institutes of Health*.
- Teixeira, D., Calhau, C., Pestana, D., Vicente, L., & Graça, P. (2014). Iodo - Importância Para a Saúde e o Papel da Alimentação. *Programa Nacional para a Promoção da Alimentação Saudável - Direção-Geral da Saúde*, 1-13.
- UE, 2014. Regulamento (UE) nº 488/2014 da Comissão de 12 de maio de 2014. Estabelece os teores máximos de cádmio nos géneros alimentícios. *Jornal Oficial*, L 138.

- UE, 2015. Regulamento (UE) n° 2015/1005 da Comissão de 25 de junho de 2015. Estabelece os teores máximos de chumbo de certos géneros alimentícios. *Jornal Oficial*, L 161.
- Vasseur, P., & Cossu-Leguille, C. (2006). Linking molecular interactions to consequent effects of persistent organic pollutants (POPs) upon populations. *Elsevier*, 1033-1042.
- Veiga, A., Lopes, A., Carrilho, E., Dias, M. B., Seabra, M. J., Borges, M., . . . Ferreira, S. (2012). *Perfil de Risco dos Principais Alimentos Consumidos em Portugal*. Lisboa: Autoridade de Segurança Alimentar e Económica - ASAE.
- Vieira, C., Morais, S., Ramos, S., Delerue-Matos, C., & Oliveira, M. (2011). Mercury, cadmium, lead and arsenic levels in three pelagic fish species from the Atlantic Ocean: Intra- and inter-specific variability and human health risks for consumption. *Food and Chemical Toxicology*, 923-932.
- WHO (World Health Organization) 1996. Trace Elements in Human Nutrition and Health. WHO, Geneva, pp 49–71.
- WHO, W. H. (2010). Exposure to Lead: A Major Public Health Concern.
- WHO, W. H., & FAO, F. a. (4-12 de April de 1972). Sixteenth Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. *Evaluation of Certain Food Additives and The Contaminants Mercury, Lead and Cadmium*.
- Wuana, R. A., & Okieimen, F. E. (2011). Heavy Metals in Contaminated Soils: A Review of Sources, Chemistry, Risks and Best Available Strategies for Remediation. *International Scholarly Research Network*.