

Instituto Politécnico de Santarém
Escola Superior Agrária de Santarém
Mestrado em Tecnologia Alimentar

**Presença de metais pesados em produtos da
pesca.**

**Planos de amostragem de um centro logístico de
distribuição**

HUGO ALEXANDRE NOGUEIRA GOUVEIA

Santarém

2023

Instituto Politécnico de Santarém
Escola Superior Agrária de Santarém
Mestrado em Tecnologia Alimentar

Presença de metais pesados em produtos da pesca.

Planos de amostragem de um centro logístico de distribuição

Trabalho realizado com vista à obtenção do grau de Mestre:

Estudante: Hugo Gouveia

Número do estudante: 170300264

Orientador: Ana Maria Ambrósio Paulo

Grau académico do orientador: Doutor

Coorientador: Maria Adelaide Mota Oliveira

Grau académico do coorientador: Doutor

Coorientador: Carla Ferreira

Grau académico do coorientador: Mestre

Santarém

2023

Agradecimentos

Este espaço tem como objetivo agradecer a todos aqueles que de alguma forma ajudaram na realização deste projeto:

- À empresa, por me ter permitido a realização deste trabalho, disponibilizando o material necessário à realização deste trabalho
- À Dr.^a Carla Ferreira por ter aceitado e orientado o meu estágio e por toda a ajuda disponibilizada durante a realização deste trabalho;
- À minha orientadora interna deste Projeto a Dr.^a Ana Maria Ambrósio Paulo pelo seu apoio e interesse demonstrado durante a realização deste trabalho;
- À minha orientadora interna deste Projeto a Dr.^a Maria Adelaide Mota Oliveira pelo seu apoio e interesse demonstrado durante a realização deste trabalho;
- A todos os professores que permitiram e contribuíram para a minha formação académica durante o Mestrado;
- Por último, mas não menos importante, aos meus pais que tornaram este curso possível e me deram o apoio necessário para a sua conclusão.

Resumo

O presente trabalho, desenvolvido numa base logística de distribuição, estuda a presença dos metais pesados mercúrio (Hg), chumbo (Pb) e cádmio (Cd) em produtos de pesca. O plano analítico, da responsabilidade de um laboratório externo, e os resultados obtidos, foram utilizados para quantificar a concentração de Hg, Pb e Cd nos produtos de pesca fornecidos à base logística. O estudo incidiu sobre onze espécies de peixe, nove espécies de moluscos, quatro de cefalópodes e cinco de bivalves, e uma espécie de crustáceos, nos anos de 2017, 2018 e 2019.

Após análise dos boletins de análise e tratamento de dados verificou-se que apenas três espécies, duas de moluscos e uma de peixes, apresentam resultados superiores aos limites legais (Reg. UE 915/2023), embora se detete a presença residual de metais pesados noutras espécies.

A análise dos dados permite concluir que a concentração de Hg, Pb e Cd respeita, na maioria das amostras, a legislação europeia.

A frequência de análises deve manter-se ou intensificar-se nas espécies com maior percentagem de incumprimento, a lula com 67% e a pota com 38%.

O esforço de amostragem nos outros produtos de pesca parece estar de acordo com os resultados encontrados, podendo ser intensificado se a percentagem de não conformidades de Hg, Pb ou Cd aumentar.

Palavras-chave: Metais pesados, mercúrio, chumbo, cádmio, produtos da pesca

Abstract

This work, carried out at a logistics distribution base, studies the presence of the heavy metals mercury (Hg), lead (Pb) and cadmium (Cd) in fishery products. The analytical plan, carried out by an external laboratory, and the results obtained were used to quantify the concentration of Hg, Pb and Cd in the fish products supplied to the logistics base. The study covered eleven species of fish, nine species of molluscs, four cephalopods and five bivalves, and one species of crustacean, in 2017, 2018 and 2019.

After analysing the data analysis and processing reports, it was found that only three species, two of molluscs and one of fish, showed results above the legal limits (Reg. UE 915/2023), although the residual presence of heavy metals was detected in other species.

Analysing the data, it can be concluded that the concentration of Hg, Pb and Cd complies with European legislation in most of the samples.

The frequency of analyses should be maintained or intensified in the species with the highest percentage of non-compliance, squid with 67% and bream with 38%.

The sampling effort for other fishery products seems to be in line with the results found, and could be intensified if the percentage of non-compliances for Hg, Pb or Cd increases.

Keywords: Heavy metals, mercury, lead, cadmium, fishery products

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
1. Introdução.....	1
2. Objetivo.....	3
3. Revisão bibliográfica.....	4
3.1 Setor das pescas a nível mundial	4
3.2 Setor das pescas em Portugal e na UE	8
3.3 Consumo e valor nutricional do peixe.....	11
3.4. Metais pesados	14
Mercúrio.....	16
Chumbo	17
Cádmio	19
3.5. Legislação dos metais pesados.....	20
4. Metodologia.....	22
5. Resultados e discussão	26
6. Considerações finais.....	29
Referências bibliográficas.....	30
Anexo.....	32

Índice Quadro e figuras

Quadro 1 – Produção e utilização mundial de pescas e aquicultura.....	6
Quadro 2 – Informação nutricional.....	13
Quadro 3 – Teores de Cd, Pb, Hg (total) e As (mg/kg, peso fresco) e me-Hg (%) em vários produtos da pesca consumidos em Portugal.....	15
Quadro 4 – Teor máximo de mercúrio para os produtos da pesca.....	21
Quadro 5 - Teor máximo de chumbo para os produtos da pesca	21
Quadro 6 - Teor máximo de cádmio para os produtos da pesca	21
Quadro 7 – Amostras (nº) por espécie e data de amostragem.....	23
Quadro 8 – Espécies e sua origem.....	24
Quadro 9 – Concentrações máximas obtidas e número de amostras, por espécie e zona de captura, agrupadas de acordo com os limites legais de Hg, Pb e Cd.....	26
Quadro 10 – Análise de conformidades : nº de análises acima dos limites legais para as diferentes espécies analisadas.....	27
Figura 1 – Zonas de pesca FAO.....	4
Figura 2 - Subzonas de captura FAO 27.....	5
Figura 3 - Subzonas de captura FAO 37.....	5
Figura 4 – Pesca e aquacultura no mundo, contribuição regional	8
Figura 5 – Principais espécies comerciais desembarcadas, em Portugal e na EU.....	10
Figura 6 – Espécies de pescado mais transacionado em Portugal.....	10
Figura 7- Evolução da utilização mundial do peixe e consumo aparente.....	11
Figura 8 – Exemplo de registos introduzidos na base de dados.....	23
Figura 9 – Número de análises conformes e não conformes para as diferentes espécies relativamente ao cádmio.....	27
Figura 10 – Concentrações máximas de mercúrio por espécie e máximos legais,,,...	28

1. Introdução

Os produtos da pesca fazem parte da dieta de muitas populações a nível mundial. De acordo com a Balança Alimentar Portuguesa (INE, 2017, 2021), as disponibilidades de pescado para consumo aumentaram, de 53,9 g/hab/dia, no período de 2012-2015, para 62,7 g/hab/dia, em 2016-2020. Das disponibilidades de pescado para consumo em 2016-2020, o peixe fresco, refrigerado e congelado ou em conserva representou 60,5%, o bacalhau e outros peixes salgados secos 15,4%. Os crustáceos e moluscos, que no período anterior ocupavam o terceiro lugar passaram ao segundo lugar com 24,1% das disponibilidades totais.

A captação diária de proteínas e de gorduras do pescado em Portugal representa, no período 2016-2020, em média, 10,4% e 1,9% do total dos produtos alimentares; a de vitamina D representa 64,5% do total (INE,2021).

As proteínas presentes nos produtos da pesca são proteínas de alto valor biológico, tendo na sua composição aminoácidos essenciais além de terem presentes lisina, metionina e cisteína. Os peixes podem ser classificados como peixes brancos (magros) como por exemplo o bacalhau e a pescada, ou peixes azuis (gordos) tendo como exemplos a sardinha, a cavala e o salmão, nestes os lípidos são, na maioria polinsaturados. Os peixes são ainda grandes fontes de minerais nomeadamente fósforo, cálcio, ferro, cobre e selénio (Lopes, 2009)

Apesar do consumo de produtos da pesca ter inúmeros benefícios nutricionais, estes podem apresentar contaminantes prejudiciais à saúde pública, como os metais pesados mercúrio total (Hg) e metilmercúrio (me-Hg), cádmio (Cd), chumbo (Pb) e arsénio (As) (Bosch et al, 2016). Os metais pesados estão presentes no meio ambiente em quantidades aceitáveis, no entanto, devido à industrialização e poluição os seus níveis atingiram valores elevados, sendo as suas principais fontes as águas residuais, fertilizantes e pesticidas agrícolas, resíduos industriais e radioativos. A sua concentração nos peixes pode ser influenciada por vários fatores, o ambiente, o ciclo biológico, o comportamento migratório e a alimentação. A bioacumulação, ou seja, a sua acumulação nos tecidos dos peixes, é também influenciada pela espécie, idade e massa corporal do peixe. Peixes de maiores dimensões acumulam níveis mais elevados de contaminantes uma vez que fazem parte da sua alimentação presas de maiores dimensões (Bonsignore et al, 2018).

Nem todos os metais são tóxicos para os peixes e para os seres humanos, alguns deles são essenciais para a saúde humana como por exemplo ferro, cobre e o zinco. Os metais tóxicos para o organismo presentes nos produtos da pesca são na maioria dos casos o crómio, o níquel, o cádmio, o mercúrio e o chumbo estando a sua presença nestes produtos normalmente ligada a poluição.

A legislação europeia estabelece limites máximos para a presença de contaminantes nos géneros alimentícios (Regulamentos UE 915/2023 e UE 488/2014). A Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE), a Direção Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV) são entidades responsáveis pela segurança alimentar e controlo oficial de alimentos. A ASAE é responsável pelo plano nacional de colheita de amostras para análises físico-químicas e microbiológicas e rotulagem e a DGAV pelo plano nacional de pesquisa de resíduos de substâncias proibidas, medicamentos veterinários e contaminantes.

O presente trabalho, realizado numa base logística de distribuição, estuda a presença dos metais pesados mercúrio (Hg), chumbo (Pb) e cádmio (Cd) em produtos de pesca junto dos fornecedores, com base em planos de controlo dos alimentos e boletins analíticos.

2. Objetivo

A ASAE responsável pelo controlo, entre outros, dos metais pesados no pescado, tem em curso um plano nacional de colheita de amostras, na distribuição (ASAE, 2017).

Adicionalmente, e com o objetivo de oferecer aos consumidores alimentos de melhor qualidade e de garantir a segurança alimentar, a base logística onde se realizou o presente trabalho reforça o controlo tendo desenvolvido um plano de amostragem/plano analítico no qual são definidos os produtos a analisar mensalmente. No caso do pescado e da contaminação por metais pesados, as espécies são selecionadas de acordo com a incidência de metais pesados em amostragens anteriores, por forma a ter um histórico abrangente das várias espécies comercializadas e dos vários fornecedores. Uma maior incidência determina uma maior frequência de amostragem e/ou escolha de outros fornecedores e de outras origens do pescado. A colheita de amostras e a execução do plano analítico é realizada por um laboratório externo.

Tendo em conta o descrito anteriormente este trabalho irá incidir sobre:

- A recolha de dados a partir dos resultados do plano analítico;
- O tratamento estatístico dos resultados e a sua comparação com a legislação em vigor (Regulamento N° 915/2023) e com os cadernos de encargos de uma base logística de forma a identificar os produtos de pesca mais problemáticos relativamente à contaminação por metais pesados e a sua evolução ao longo do tempo;
- Este estudo irá também ter como objetivo adequar o plano analítico de modo a atuar sobre os produtos mais problemáticos, se tal se revelar necessário.

Assim, este trabalho inicia-se com uma pesquisa bibliográfica sobre o setor das pescas a nível mundial, na União Europeia e em Portugal, o consumo e valor nutricional do peixe, os metais pesados no peixe, mercúrio, chumbo, e cádmio, a legislação que regulamenta os níveis máximos de contaminantes em produtos alimentares; segue-se a apresentação da metodologia aplicada, dos resultados obtidos e sua discussão e, por último, as conclusões.

3. Revisão bibliográfica

3.1 Setor das pescas a nível mundial

Na figura 1 estão representadas as diversas zonas de captura (FAO, 2019) sendo os vários oceanos divididos em zonas as quais está atribuído um determinado número conforme está presente na legenda da figura.

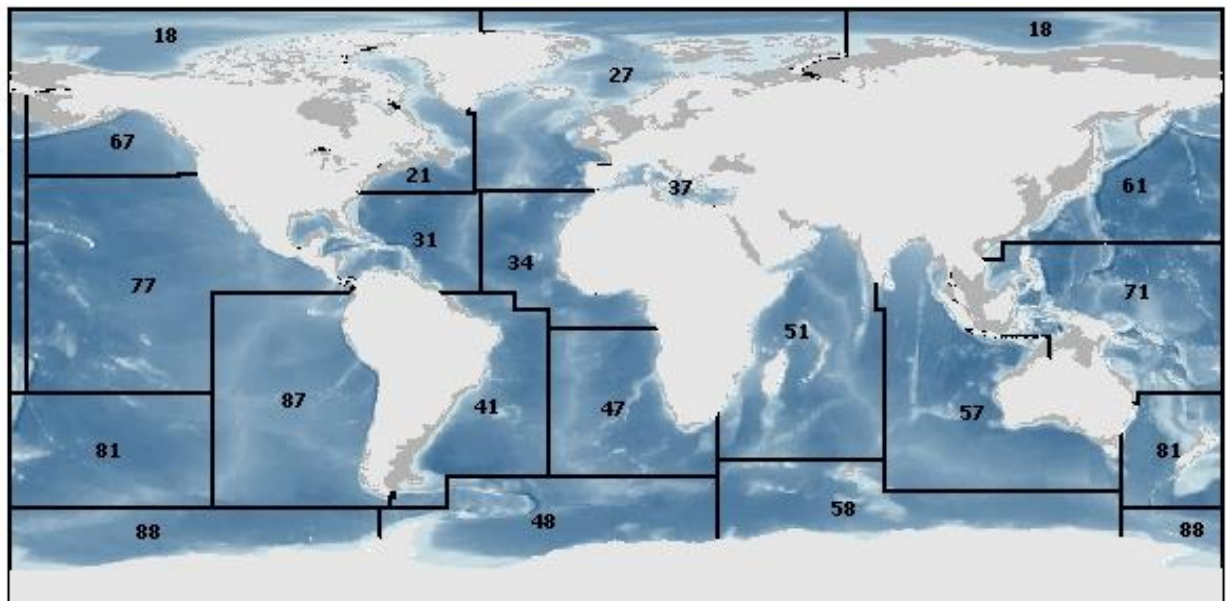


Figura 1 – Zonas de pesca FAO (https://fish-commercial-names.ec.europa.eu/fish-names/fishing-areas_en).

18	Ártico	57	Indico Oriental
21	Atlântico Noroeste	58	Indico Antártico
27	Atlântico Nordeste	61	Pacífico Noroeste
31	Atlântico Central Ocidental	67	Pacífico Nordeste
34	Atlântico Central Oriental	71	Pacífico Central Ocidental
37	Mar Mediterrâneo e Mar Negro	77	Pacífico Central Oriental
41	Atlântico Sudoeste	81	Pacífico Sudoeste
47	Atlântico Sudeste	87	Pacífico Sudeste
48	Atlântico Antártico	88	Pacífico Antártico
51	Indico Ocidental		

As zonas de captura FAO 27 (Atlântico Nordeste) e FAO 37 (Mar Mediterrâneo e Mar Negro) ainda são divididas em sub-zonas, atribuídas pela mesma entidade. Estas subzonas estão representadas na figura 2 para a FAO 27 e na figura 3 para a FAO 37 e respetivamente legendadas.

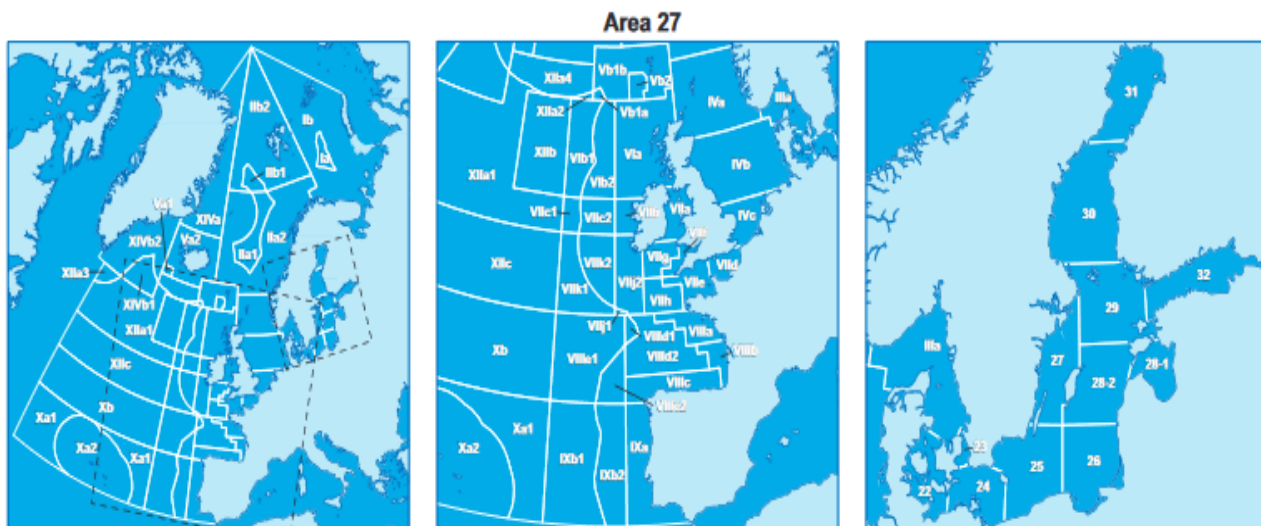


Figura 2 – Subzonas de captura FAO 27 (FAO, 2019)

- | | | | |
|--------|---|---------|---|
| 27.I | Mar Barents | 27.VIII | Golfo da Biscaia |
| 27.II | Mar da Noruega Spitzbergen e Ilha dos Ursos | 27.IX | Águas Portuguesas |
| 27.III | Mar Báltico | 27.X | Banco dos Açores |
| 27.IV | Mar do Norte | 27.XI | Subzona extinta passou a pertencer à FAO 34 |
| 27.V | Islândia e ilhas Faroé | 27.XII | Norte dos Açores |
| 27.VI | Norte da Irlanda | 27.XIII | Subzona extinta passou a pertencer à FAO 34 |
| 27.VII | Mar da Irlanda | 27.XIV | Gronelândia Oriental |

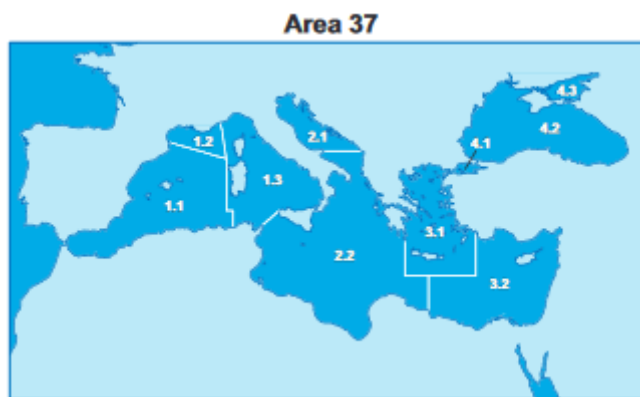


Figura 3 – Subzonas de captura FAO 37 (FAO, 2019)

- | | |
|--------|------------------------|
| 37.I | Mediterrâneo Ocidental |
| 37.II | Mediterrâneo Central |
| 37.III | Mediterrâneo Oriental |
| 37.IV | Mar Negro |

A produção total de pescas de captura foi de 96,4 milhões de toneladas em 2018 (89,6 em 2016). As capturas marinhas totais mundiais foram de 84,4 milhões de toneladas em 2018 e 73,2 milhões de toneladas em 2017.

A tendência a longo prazo das capturas globais de pescado tem-se mantido relativamente estável desde o fim dos anos 80, com capturas flutuando entre os 86 e os 93 milhões de toneladas por ano (Quadro 1). Contudo em 2018 a captura global de pescado atingiu o valor mais elevado de sempre, 96,4 milhões de toneladas, um aumento de 5.4% em relação à média dos três anos anteriores.

Quadro 1 - Produção e utilização mundial de pescas e aquicultura (Fonte: FAO, 2020).

	1986-1995	1996-2005	2006-2015	2016	2017	2018
Produção	Média anual			10 ⁶ toneladas, (peso vivo)		
Captura						
Águas interiores	6,4	8,3	10,6	11,4	11,9	12,0
Mar	80,5	83	79,3	78,3	81,2	84,4
Total de capturas	86,9	91,4	89,9	89,6	93,1	96,4
Aquicultura						
Águas interiores	8,6	19,8	36,8	48	49,6	51,3
Mar	6,3	14,4	22,8	28,5	30	30,8
Total de aquicultura	14,9	34,2	59,7	76,5	79,5	82,1
Total capturas e aquicultura	101,8	125,6	149,6	166,1	172,6	178,5
Utilização						
Consumo humano (10 ⁶ ton.)	71,8	98,5	129,2	148,2	152,9	156,4
Fins não alimentares	29,9	27,1	20,3	17,9	19,7	22,2
População (bilhões)	5,4	6,2	7	7,5	7,5	7,6
Consumo aparente de peixe <i>per capita</i> (kg)	13,4	15,9	18,4	19,9	20,3	20,5

A captura global total em águas interiores foi de 12,0 milhões de toneladas em 2018, tendo vindo consistentemente a aumentar desde 1986 (Quadro 1) valores de 10,6 em comparação com a média de 2006-2015. Em 2016, 16 países, principalmente na Ásia, produziram quase 80% dessas capturas. A tendência continuamente crescente da produção pesqueira interior pode ser enganosa, no entanto, uma vez que parte do aumento pode ser atribuída a relatórios e avaliações aprimorados no nível do país e pode não ser inteiramente devida ao aumento da produção (FAO, 2018)

O total de capturas marinhas da China, o maior produtor mundial, ficou estável em 2016, mas a inclusão de uma política progressiva de redução de capturas no Décimo Terceiro Plano Quinquenal nacional para 2016-2020 deverá resultar em reduções significativas nos próximos anos, com uma redução prevista de mais de 5 milhões de

toneladas até 2020. Tal como em 2014, o escamudo do Alasca (*Theragra chalcogramma*) superou novamente a anchova como a principal espécie em 2016, com as maiores capturas desde 1998. Apesar disso, dados preliminares para 2017 mostraram uma recuperação significativa de captura de anchova. O atum gaiado (*Katsuwonus pelamis*) ficou em terceiro lugar pelo sétimo ano consecutivo. (FAO, 2018)

Os sete maiores produtores de pesca detiveram quase 50% das capturas totais, com a China produzindo 15% do total, seguida pela Indonésia (7%), Peru (7%), Índia (6%), Federação Russa (5%), Estados Unidos da América (5%) e Vietname (3%). Os 20 países maiores produtores contabilizaram cerca de 74% da produção total de capturas de pescado (FAO, 2020).

A contribuição da aquicultura para a produção global de pesca de captura e aquicultura combinada aumentou continuamente, atingindo 46,8% em 2016, tendo o valor de 25,7% em 2020. Com uma taxa de crescimento anual de 5,8% durante o período 2001–2016, a aquicultura continua a crescer mais rapidamente do que outros setores importantes de produção de alimentos, tendo o seu crescimento anual mais elevado nas décadas de 1980 e 1990 (FAO, 2018).

A contribuição regional para a pesca e aquicultura no mundo, por períodos de vinte anos 1950-1969, 1970-1989, 1990- 2009 e no último de dezanove anos, 2010-2018, apresenta-se na Figura 4. A China é o maior produtor mundial de pesca e aquicultura, seguida dos outros países asiáticos. Também nestas regiões o peso da aquicultura é elevado, na China em 2010-2018 é cerca de três vezes maior, 15 vs 40 milhões de toneladas. Nas Américas existe decréscimo no último período relativamente ao período 1990-2009 enquanto na Europa esse decréscimo começou a evidenciar-se a partir dos anos 90.

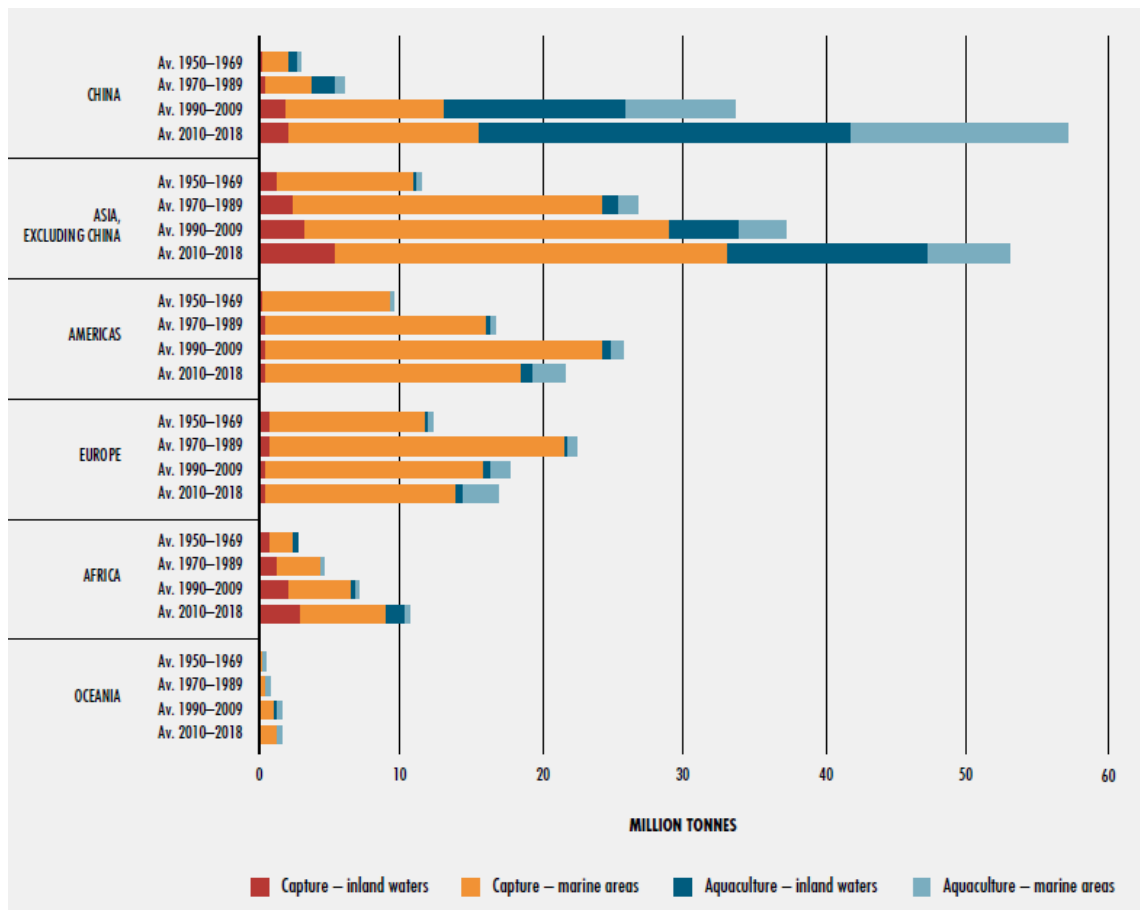


Figura 4– Pesca e aquacultura no mundo, contribuição regional (Fonte: FAO, 2020)

3.2 Setor das pescas em Portugal e na UE

A localização geográfica da costa continental portuguesa, permite a existência de uma grande diversidade de habitats, por essa razão é considerada uma das zonas mais ricas em termos biológicos, pela qualidade das suas águas e pela diversidade de espécies que nela existem. A zona costeira tem uma grande variedade geomorfológica, com costas baixas arenosas, mas também costas altas e rochosas, tendo a linha de costa uma extensão de cerca 1.187 quilómetros. Verifica-se a existência de algumas desembocaduras de cursos de água, nomeadamente estuários e rias, que são suscetíveis de reunir condições favoráveis para a prática aquícola (DGRM, 2019).

Contudo, as condições geomorfológicas da costa continental portuguesa e das ilhas atlânticas e, sobretudo, as condições de mar nos meses de inverno, não são das mais vantajosas para a instalação de unidades de aquicultura oceânica, obrigando ao recurso a soluções tecnológicas adaptadas às condições do meio. Trata-se de uma costa muito exposta, sobretudo a costa ocidental do Continente e norte das ilhas atlânticas,

com poucos espaços naturais que possam proteger as estruturas aquícolas em mar aberto, pelo que o seu aproveitamento para a instalação de estabelecimentos aquícolas exige a utilização de tecnologias inovadoras.

Apesar deste constrangimento, a costa algarvia, a costa sul da Madeira, bem como as lagunas, rias e alguns estuários, para além de algumas baías mais abrigadas, reúnem condições aceitáveis para a prática da aquicultura em mar aberto, encontrando-se instalados e em funcionamento vários estabelecimentos nomeadamente, cabos em suspensão para o cultivo de bivalves no Algarve e jaulas flutuantes para peixes na Madeira. De entre as espécies mais comuns da nossa fauna marinha (peixes, moluscos e crustáceos), algumas já foram adaptados para produção em cativeiro e outras reúnem boas características para poder vir a sê-lo. Tais características passam pelo valor comercial, pela adaptabilidade ao cativeiro e sobretudo pelas perspetivas do domínio, a médio prazo, do seu ciclo biológico. (DGRM, 2019).

Em 2018 foram capturadas pela frota portuguesa 177 685 toneladas de pescado, o que relativamente a 2017 representou um decréscimo de 1,0% na produção da pesca nacional. Apesar do aumento do volume de pesca em águas nacionais (+5,9%), a menor captura em pesqueiros externos (-18,6%) determinou uma redução global da captura de pescado. (INE, 2018).

Para o aumento do volume de capturas registado a nível nacional (+8,5%) em 2018 contribuiu de forma decisiva a maior captura de peixes marinhos, que registou um acréscimo de 8,2% em relação a 2017. Para tal concorreu o aumento significativo da cavala (+72,3%) que atingiu as 33 564 toneladas e também do atum (+60,6%) com 13 229 toneladas capturadas.

Contudo, o valor das capturas de peixes marinhos no ano em análise registou uma variação pouco significativa (-0,4%) face a 2017, fundamentalmente pelo peso que a cavala, espécie pouco valorizada, assumiu no total de pescado capturado.

Houve, no entanto, em 2018 uma redução para algumas espécies com peso no volume total das capturas nacionais de pescado, caso do biqueirão (-9,1%), do carapau (-16,3%) e da sardinha (-33,4%).

A gestão da pesca da sardinha durante o ano 2018, tal como em anos anteriores, passou pela interdição da atividade de pesca desta espécie pela arte de cerco em Portugal Continental de janeiro a abril (Despacho n.º 532-A/2018) e de outubro a dezembro (Despacho n.º 9193-B/2018) e pelo estabelecimento de limites de capturas entre maio e setembro (Despachos n.º 4334-A/2018 e n.º 7279-A/2018). Assim, o

volume total das capturas de sardinha em 2018 não ultrapassou as 9 694 toneladas, ou seja, menos 4 863 toneladas que em 2017. De facto, atendendo à necessidade de resposta à aparente redução na disponibilidade do recurso, Portugal e Espanha acordaram algumas medidas de contenção de esforço, das quais resultaram níveis de exploração inferiores. (INE, 2018).

Dados mais recentes do observatório de mercado para as pescas e produtos de aquacultura europeu (Fig. 5) mostram que a cavala e a sardinha, seguidas da pescada são as principais espécies descarregadas nos portos de pesca portugueses enquanto na EU o arenque e a espadilha ocupam os primeiros lugares.

Portugal (pesca)			UE (pesca)		
Peso (mil ton.)	% do total		Peso (mil ton.)	% do total	
23	18%	CAVALA	547	15%	ARENQUE
15	13%	SARDINHA	393	11%	ESPADILHA
15	12%	PESCADA ATLÂNTICO	325	9%	VERDINHO
10	8%	REDFISH	270	8%	PESCADA
6	5%	AMEIJÃO	173	5%	SARDINHA
54	44%	OUTROS	1.841	52%	OUTROS

Figura 5 – Principais espécies comerciais desembarcadas, em Portugal e na UE , peso (10³ ton.) e % do total (Fonte: EUMOFA, acesso, 10-02-2023)

Na figura 6 estão representadas algumas das espécies de pescado mais transacionadas em Portugal ocupando a sardinha e cavala o primeiro lugar com cerca de 26 e 23 mil toneladas no grupo dos peixes, o berbigão no grupo dos moluscos bivalve e o polvo no grupo dos cefalópodes.

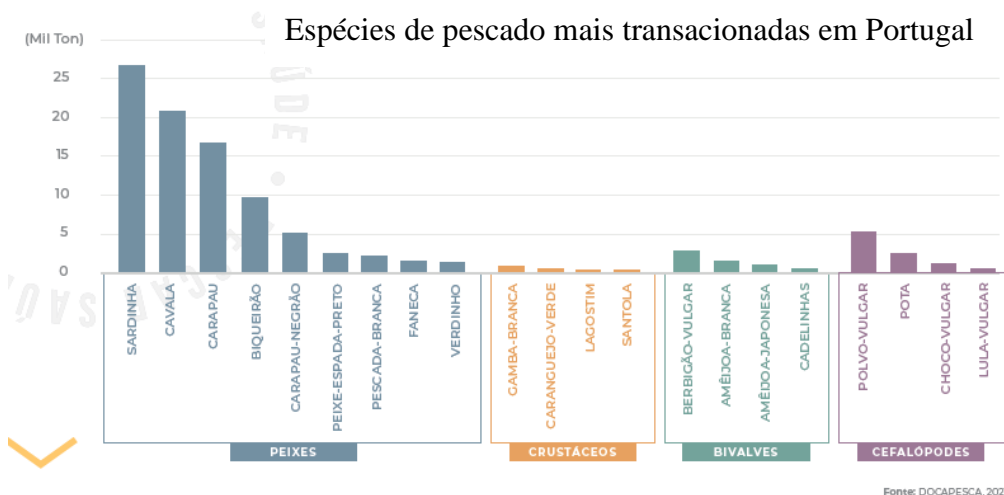


Figura 6 – Espécies de pescado mais transacionado em Portugal (Fonte: Associação Portuguesa de Nutrição, 2022)

3.3 Consumo e valor nutricional do peixe

Em algumas regiões do mundo o peixe representa a principal fonte de proteínas de origem animal. O consumo anual de peixe no mundo tem vindo a aumentar (Fig.7), com uma média anual de 13,4 kg per capita no período 1986-1995 e atingindo 20,5 kg per capita, no ano de 2018 (FAO, 2020).

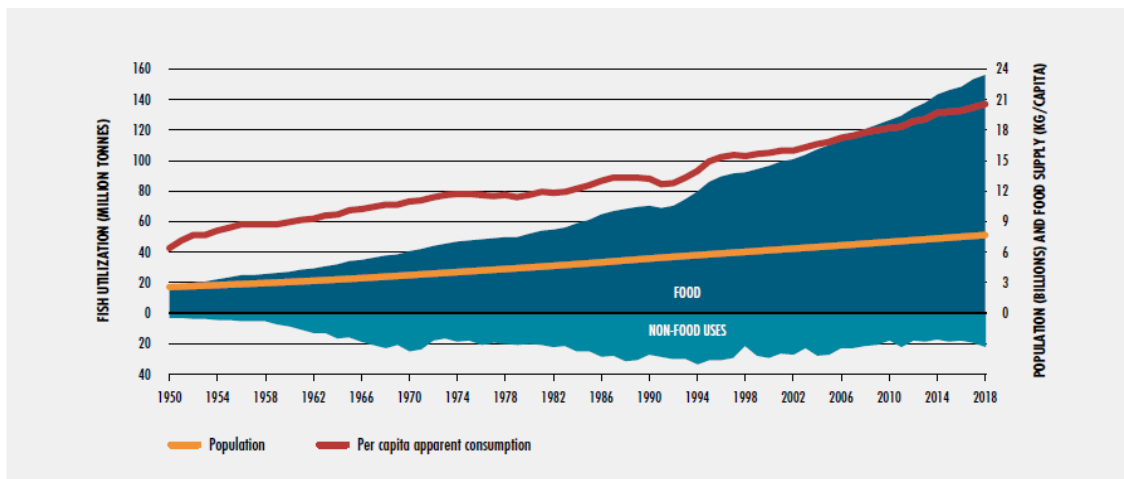


Figura 7 – Evolução da utilização mundial do peixe e consumo aparente (FAO,2020)

Em 2020 a estimativa do consumo aparente de peixe da EU-27 foi de 23,3 kg per capita, 7% de decréscimo, quando comparada com 2019. As espécies mais consumidas foram o atum, o bacalhau, o salmão, o escamudo do Alasca, o arenque, a pescada e o mexilhão. Em Portugal, em 2020, o consumo aparente foi estimado em 57,7 kg per capita, mais do dobro do consumo na EU-27, registando um decréscimo de 4% quando comparado com o ano de 2019. O bacalhau foi de longe a espécie mais consumida (EUMOFA, 2020).

Existe em Portugal um número cada vez maior de pessoas que consomem peixe como alternativa mais saudável ao consumo de carne (ASAE, 2009).

A informação nutricional relativa a algumas espécies de peixes e moluscos apresenta-se no Quadro 2 a e b.

O peixe é rico em proteínas de alto valor biológico, constituindo uma importante fonte de aminoácidos essenciais, como a lisina e a isoleucina. As proteínas do pescado são de melhor digestibilidade devido a serem na sua maioria absorvidas no trato gastrointestinal. A digestibilidade destas proteínas é facilitada pelo menor conteúdo em tecido conjuntivo e pela sua mais rápida degradação sob ação do calor, quando comparadas com as proteínas da carne (APN, 2016).

O peixe é também uma importante fonte de lípidos, sobretudo polinsaturados, nomeadamente ómega-3, com a cavala e a sardinha em destaque. O organismo humano não consegue sintetizar a maioria dos ácidos gordos, sendo importante complementar a sua ausência do organismo com os alimentos ricos nos mesmos. O ómega-3 é importante devido aos seus efeitos anti-inflamatórios.

No peixe, nos moluscos bivalves e nos cefalópodes estão presentes quantidades consideráveis de vitaminas lipossolúveis, das quais se destacam as vitaminas A, D e B12. Na sua composição estão presentes níveis elevados de potássio, fósforo, iodo, selénio e cálcio (APN, 2016).

Quadro 2 - Informação nutricional (INSA, 2016, extraído de APN, 2016)

a) Peixe

	CARAPAU	PEIXE-ESPADA- -PRETO	PESCA DA- -BRANCA	ATUM	CAVALA	SARDINHA GORDA	SARDINHA MEIO-GORDA
Energia(kJ/kCal)*	442,0/105,0	370,0/88,0	351,0/83,0	591,0/140,0	841,0/202,0	920,0/221,0	658,0/158,0
Lípidos (g)*	2,9	2,8	1,4	4,9	13,4	16,4	9,1
Ácidos gordos saturados (g)*	0,7	0,5	0,2	1,7	3,6	4,7	2,5
Ácidos gordos monoinsaturados (g)*	0,8	1,6	0,4	1,7	3,7	4,0	2,2
Ácidos gordos polinsaturados (g)*	0,9	0,2	0,4	0,8	4,7	5,6	3,3
EPA (mg)**	58,6	14,8	66,0	48,6	1217,9	196,0	s/info
DHA (mg)**	54,6	170,5	155,3	419,7	2128,1	1169,4	s/info
Hidratos de Carbono (g)*	0	3,9	0	0	0	0	0
Proteína (g)*	19,7	15,7	17,6	24,1	20,3	18,4	18,9
Fibra alimentar (g)*	0	0	0	0	0	0	0
Colesterol (mg)*	36,0	24,0	19,0	30,0	45,0	20,0	28,0
Vit. A (µg)*	15,0	23,0	10,0	11,0	28,0	47,0	12,0
Vit. D (µg)*	4,1	2,1	1,4	4,2	2,4	21,0	17,0
Vit. B6 (mg)*	0,36	0,16	0,06	0,56	1,0	0,57	0,41
Vit. B12 (µg)*	5,7	1,7	0,72	2,4	14,0	10,0	10,0
Folatos (µg)*	15,0	8,3	18,0	8,3	14,0	15,0	24,0
Sódio (mg)*	80,0	140,0	100,0	45,0	78,0	65,0	65,0
Potássio (mg)*	400,0	330,0	360,0	360,0	360,0	370,0	400,0
Cálcio (mg)*	69,0	14,0	31,0	4,0	39,0	72,0	70,0
Magnésio (mg)*	33,0	29,0	31,0	37,0	37,0	31,0	29,0
Fósforo (mg)*	260,0	180,0	190,0	260,0	280,0	310,0	300,0
Ferro (mg)*	1,2	0,1	0,3	2,2	1,1	1,0	1,7
Zinco (mg)*	1,2	0,5	0,6	1,5	2,2	1,6	1,7

b) Moluscos bivalves e cefalópodes

	A MÊIJOA	MEXILHÃO	OSTRA	CHOCO	POLVO
Energia(kJ/kCal)*	295,0/70,0	295,0/70,0	275,0/65,0	336,0/79,0	310,0/73,0
Lípidos (g)*	1,5	1,5	1,7	0,4	1,2
Ácidos gordos saturados (g)*	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3
Ácidos gordos monoinsaturados (g)*	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1
Ácidos gordos polinsaturados (g)*	0,5	0,5	0,5	0,1	0,6
EPA (mg)**	58,6	s/ info	s/ info	11,2	46,1
DHA (mg)**	54,9	s/ info	s/ info	37,6	60,3
Hidratos de Carbono (g)*	2,0	2,0	3,9	0	0
Proteína (g)*	12,1	12,1	8,6	18,9	15,6
Fibra alimentar (g)*	0	0	0	0	0
Colesterol (mg)*	40,0	40,0	53,0	76,0	64,0
Vit. A (µg)*	360,0	360,0	85,0	9,0	3,0
Vit. D (µg)*	0	0	0	0	0
Vit. B6 (mg)*	0,04	0,08	0,13	0,06	0,07
Vit. B12 (µg)*	37,0	19,0	14,0	1,2	1,3
Folatos (µg)*	9,5	37,0	11,0	8,8	12,0
Sódio (mg)*	290,0	290,0	370,0	200,0	260,0
Potássio (mg)*	280,0	280,0	260,0	320,0	240,0
Cálcio (mg)*	56,0	56,0	66,0	8,0	13,0
Magnésio (mg)*	36,0	36,0	36,0	49,0	43,0
Fósforo (mg)*	240,0	240,0	140,0	270,0	160,0
Ferro (mg)*	3,5	3,5	8,0	0,1	0,7
Zinco (mg)*	4,1	4,1	91,0	1,7	1,3

* Tabela da composição dos alimentos, INSA, 2016

** IPMA

3.4. Metais pesados

Uma importante classe de contaminantes ambientais, que podem chegar até ao Homem através da contaminação dos alimentos, são os metais pesados. Estes metais são constituintes naturais da crosta terrestre, encontrando-se assim amplamente dispersos na natureza. Alguns metais pesados, como sejam o zinco, o selénio e o cobre, são essenciais em quantidades vestigiais para o normal funcionamento de determinadas vias metabólicas. Outros elementos metálicos não possuem quaisquer efeitos funcionais no nosso organismo e tendem a acumular-se nos organismos vivos, podendo constituir um risco para a saúde humana se os alimentos que os contêm forem ingeridos regularmente. (Lopes, 2009).

Os metais pesados são elementos químicos considerados tóxicos poluentes muito persistentes no ambiente. Embora a sua presença nas águas possa ter uma origem geológica natural, ela resulta principalmente das acções do homem no ambiente, designadamente pelas descargas de resíduos industriais e radioativos, de lamas provenientes das instalações de tratamento de águas residuais, da drenagem para o mar dos produtos químicos utilizados na agricultura e da descarga de águas residuais domésticas não tratadas, de aglomerados populacionais e industriais. Uma vez dispersos no ambiente, os metais podem ser distribuídos de forma natural pelos diversos compartimentos ambientais. Ao aumentarem a solubilidade dos metais constituintes do solo, as chuvas ácidas, aumentam a mobilização natural destes elementos para os cursos de água doce e para os oceanos, contribuindo assim para um aumento da concentração destes contaminantes nos meios hídricos.

A elevada resistência à degradação química, física e biológica de muitos destes contaminantes leva a que eles possam persistir no ambiente mesmo depois da proibição quer da sua utilização quer da sua descarga nos cursos de água.

O nível de bioacumulação nos tecidos dos peixes é influenciado por diversos fatores bióticos e abióticos, como sejam, o habitat biológico da espécie, a forma química em que os poluentes se encontram, a temperatura, pH, teor de oxigénio dissolvido e transparência da água; além da espécie, idade, sexo, massa corporal e condições fisiológicas dos peixes. Devido a todas estas fontes de variação, quantificação dos níveis de contaminação química do pescado reveste-se de uma enorme complexidade (Lopes, 2009).

Dos diversos metais pesados dispersos pelo ambiente o mercúrio, o cádmio e o chumbo são dos que apresentam maiores riscos para a segurança alimentar (ASAE, 2009).

Os níveis médios destes elementos tóxicos em espécies capturadas ou comercializadas em Portugal, encontram-se na Quadro 3, de acordo com dados publicados por Lourenço et al. (2012).

Quadro 3 - Teores de Cd, Pb, Hg (total) e As (mg/kg, peso fresco) e me-Hg (%) em vários produtos da pesca consumidos em Portugal (média ± desvio padrão),.

Produto da pesca**	Cd	Pb	Hg		As
			Total	Me-Hg	
<i>Peixes Selvagens</i>					
Sardinha	0,01 ± 0,00	0,05 ± 0,02	0,03 ± 0,01	75 ± 12	4,9 ± 0,4
Carapau	< 0,01	0,02 ± 0,02	0,06 ± 0,05	-	-
Pescada	0,011 ± 0,004	0,06 ± 0,01	0,21 ± 0,16	88 ± 8	6,7 ± 1,4
Bacalhau	< 0,01	<0,02	0,09 ± 0,07	-	-
Raias	0,006 ± 0,002	0,03 ± 0,02	0,24 ± 0,24	80 ± 5	31 ± 11
Peixe-espada preto (PEP)	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,03	0,63 ± 0,27	86 ± 5	2,9 ± 1,0
Tamboril	0,002 ± 0,001	0,020 ± 0,005	0,43 ± 0,32	84 ± 6	10,3 ± 4,2
Fígado de PEP	3,53 ± 1,50	0,063 ± 0,034	1,31 ± 0,88	35 ± 7	7,1 ± 4,2
Fígado de tamboril	0,16 ± 0,20	0,051 ± 0,009	0,21 ± 0,16	75 ± 8	8,1 ± 1,2
Conserva de atum	0,04 ± 0,03	< 0,02	0,28 ± 0,18	76 ± 2	-
<i>Peixes de aquicultura</i>					
Dourada	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,02	0,11 ± 0,04	84 ± 3	4,0 ± 0,5
Salmão	0,002 ± 0,001	0,010 ± 0,005	0,028 ± 0,003	80 ± 7	5,6 ± 0,5
<i>Crustáceos</i>					
Sapateira	0,07 ± 0,06	0,02 ± 0,01	0,10 ± 0,04	-	22 ± 11
Lagostim	0,10 ± 0,04	0,05 ± 0,01	0,40 ± 0,16	78 ± 5	32 ± 8
<i>Cefalópodes</i>					
Polvo	0,38 ± 0,39	0,02 ± 0,01	0,13 ± 0,06	88 ± 8	26 ± 8
Choco	0,31 ± 0,28	0,04 ± 0,01	0,15 ± 0,10	91 ± 4	20 ± 4
Lula	0,04 ± 0,03	0,10 ± 0,03	0,05 ± 0,02	87 ± 7	4,0 ± 0,4
<i>Bivalves</i>					
Amêijoas	0,02 ± 0,01	0,10 ± 0,10	0,02 ± 0,00	-	-
Mexilhões	0,13 ± 0,07	0,20 ± 0,10	0,02 ± 0,00	-	-

Mercúrio

O mercúrio surge no ambiente em resultado de processos de origem natural ou da atividade humana, quer como mercúrio elementar, quer como compostos inorgânicos de mercúrio (combinado com cloro, enxofre ou oxigénio), ou como compostos orgânicos, sendo os mais importantes sob o ponto de vista de exposição humana o metilmercúrio.

O metilmercúrio é o composto de mercúrio mais importante do ponto de vista de exposição humana, pois entra na cadeia alimentar aquática (envolvendo plâncton, peixes herbívoros e, finalmente, os peixes carnívoros), conduzindo à sua bioacumulação. As espécies predadoras, que estão nos níveis tróficos mais altos e com vidas mais longas, são aquelas que apresentam níveis elevados. (ASAE, 2009).

Este contaminante foi identificado como um perigo quando nos anos cinquenta se deu um surto de uma doença neurológica em bebés, cujas mães consumiram peixe da Baía de Minamata, Japão, altamente poluída por descargas industriais de mercúrio.

O mercúrio (Hg) é o único metal líquido à temperatura ambiente, capaz de formar pequenas esferas perfeitas nas rochas e minerais onde é encontrado devido à sua elevada tensão superficial. Dissolve facilmente o ouro, a prata, o chumbo e metais alcalinos, formando ligas relativamente consistentes.

O mercúrio pode surgir em várias formas:

- Mercúrio elementar
- Compostos inorgânicos, combinado com cloro, enxofre ou oxigénio
- Compostos orgânicos estáveis por ligação a 1 ou 2 átomos de carbono, sendo os mais importantes sob o ponto de vista de exposição humana o metilmercúrio.

Grande parte do mercúrio na atmosfera está na forma elementar de vapor de mercúrio e de mercúrio inorgânico. Na água, solo, plantas e animais encontra-se mercúrio inorgânico, na sua forma iónica (Hg^{2+}) ou mercúrio orgânico, geralmente o metilmercúrio. (ASAE, 2009).

O mercúrio ocorre naturalmente e é distribuído no ambiente através de processos naturais ou antropogénicos. A maior fonte de mercúrio é a crosta terrestre sendo libertado através da sua desgaseificação natural (2700 a 6000 toneladas por ano), incluindo áreas de terra, vulcões, rios e oceanos. Atividades humanas como a queima de combustíveis fósseis, exploração mineira e incineração de resíduos sólidos e metalurgias resultam, também, na libertação de quantidades significativas de mercúrio. O mercúrio é usado na produção de soda cáustica e lixívia, sendo muito usado na

indústria elétrica. A sua utilização intensa na medicina, na agricultura (pesticida), em cosméticos e em tintas foi suspensa.

O mercúrio concentra-se nos ambientes marinhos, especialmente nas águas oceânicas profundas. Uma vez libertado no ambiente, o mercúrio inorgânico é convertido por bactérias em orgânico (metilmercúrio) que é a forma que acumula nos organismos marinhos. O metilmercúrio (MeHg) é passível de bio magnificar ao longo da cadeia alimentar, passando dos níveis tróficos mais baixos para os mais elevados. Os peixes que estão no topo da cadeia alimentar tais como o tubarão, espadarte e cherne bioacumulam concentrações de MeHg cerca de 1 a 10 milhões de vezes maiores que os níveis deste dissolvidos nas águas circundantes. (ASAE, 2009).

Os órgãos mais sensíveis à toxicidade do MeHg são o cérebro e o sistema nervoso em desenvolvimento. Os efeitos de níveis elevados de MeHg no desenvolvimento neurológico do feto e das crianças traduzem-se em atraso mental, paralisia cerebral, surdez, cegueira, disartria e danos sensoriais e motores nas intoxicações das populações com MeHg, como o surto de Minamata nos anos 50 causado pelo consumo continuado de peixe contaminado com MeHg libertado de uma indústria química ou o caso do Iraque nos anos 60 e 70 devido ao consumo de cereais para semente tratados com um fungicida com mercúrio. (ASAE, 2009).

Chumbo

O chumbo encontra-se distribuído por toda a natureza, em resultado das erupções vulcânicas, erosão, tempestades de areia/pó, mas principalmente como consequência das atividades antropogénicas – que constituem a principal fonte deste metal nos ecossistemas - de entre as quais se destacam as atividades mineiras, incineração de lixo, e a sua utilização na produção de pesticidas e como aditivo na gasolina e na produção de tintas. Devido às diferentes propriedades que o caracterizam, de entre as quais se podem salientar a sua estabilidade, densidade, maleabilidade e resistência à corrosão, o chumbo tem sido utilizado pelo Homem com diversos objetivos ao longo de milhares de anos. Existem registos do seu uso pelos egípcios na cunhagem de moedas, pelos Romanos na construção das suas canalizações, nos utensílios de cozinha e em objetos de decoração, e na Idade Média, no fabrico de munições. No período renascentista, o chumbo era utilizado para trabalhar o vidro, e no século XX, o

consumo de chumbo viu-se extensamente aumentado com a implementação da indústria automóvel (Lopes, 2009).

Os níveis de chumbo no ambiente aumentaram mais de mil vezes durante os três últimos séculos. O pico desse aumento ocorreu entre 1950 e 2000, reflexo do seu uso mundial como aditivo na gasolina. Em 1984, nos Estados Unidos da América, a combustão de gasolina aditivada com chumbo era a responsável por aproximadamente 90% de todas as emissões deste metal. Esta utilização foi sendo reduzida por indicação da EPA (Environmental Protection Agency), até que em 1990 as emissões automóveis foram reduzidas para valores que rodavam os 30% das emissões anuais de chumbo. O uso de aditivos à base de chumbo foi totalmente banido deste país, em dezembro de 1995.

A concentração de chumbo no sangue constitui a forma mais expedita e comum de estimar a exposição a este elemento na população em geral. Os numerosos estudos realizados neste âmbito, revelaram um declínio na concentração deste elemento no sangue em muitas zonas do mundo, validando assim, os esforços realizados para a redução da exposição do Homem a este elemento. Relativamente a Portugal, e de acordo com os dados da OMS para 2002, o nosso país situava-se numa zona da Europa onde os níveis sanguíneos médios de chumbo em crianças em zonas urbanas, (Lopes, 2009).

As vias de exposição do Homem ao chumbo são a via oral, cutânea e através da inalação, constituindo a ingestão, a principal via de exposição a este metal para a generalidade da população, sendo especialmente importante no caso das crianças. A exposição por inalação representa maior importância nos casos de exposição ocupacional e no caso da via cutânea, considera-se que esta possua um papel importante na exposição ao chumbo, apenas na sua forma orgânica.

O chumbo não apresenta qualquer função no organismo, mas é conhecido por induzir um vasto conjunto de disfunções de ordem fisiológica, bioquímica e comportamental, tanto em animais de laboratório como em humanos. Algumas dessas disfunções ocorrem no sistema nervoso central, no sistema hematopoiético, no sistema cardiovascular, nos rins, fígado e nos sistemas reprodutores masculino e feminino.

Os seus mecanismos de toxicidade envolvem alguns processos bioquímicos fundamentais e podem incluir a sua capacidade para interagir com grupos sulfidrílico, amina, fosfato e carboxilo das proteínas e ainda a sua capacidade para inibir ou reproduzir as ações do cálcio e assim bloquear a entrada de cálcio para os terminais

nervosos, inibir as ATPases do cálcio, sódio e potássio, afetando o transporte membranar, inibir a utilização de cálcio pelas mitocôndrias diminuindo a produção de energia essencial às funções cerebrais. (Lopes, 2009).

Cádmio

O cádmio é um metal que surge naturalmente nas rochas e no solo, embora seja pouco abundante no seu estado puro. É um elemento tóxico, muito resistente à corrosão, não biodegradável e estável.

Os alimentos de origem vegetal produzidos em solos com cádmio constituem a maior fonte de Cádmio não-ocupacional, para além do fumo do tabaco. Alimentos como espinafres, tomate e alface podem acumular Cádmio em teores mais elevados, sendo que o arroz, o chá e o café também podem ter concentrações elevadas. Algumas espécies de marisco (sapateira, camarão, amêijoas, etc.) podem também estar contaminados com teores elevados. Também os rins e fígado dos animais para alimentação humana são reservatórios de Cádmio.

A contaminação dos alimentos, e também do tabaco, conjuntamente com o seu longo tempo de semi-vida (cerca de 30 anos no Homem), contribui para a sua importância em termos de saúde pública.

Os efeitos toxicológicos decorrentes da exposição oral crónica a Cádmio mais críticos verificam-se a nível dos rins. O cádmio pode também causar danos nos ossos, que podem resultar na conhecida doença de Itai-Itai, reportada pela primeira vez no Japão, nos anos cinquenta (ASAE, 2009).

O cádmio é um metal maleável de cor branca prateada, que surge naturalmente nas rochas e no solo em baixa quantidade (concentrações entre 0,1 e 1 mg/kg), normalmente associado a minérios de zinco, chumbo, cobre e ferro. O cádmio obtém-se como subproduto da extração de outros metais, designadamente do zinco.

No meio ambiente, o cádmio não se encontra como um metal puro, mas sim como um metal combinado com elementos como o oxigénio, o cloro, ou o enxofre na forma de óxidos, cloretos, sulfatos ou sulfitos de cádmio.

A sua utilização mais significativa é no fabrico de pilhas de níquel/cádmio. Devido à sua grande resistência à corrosão é usado como revestimento para diversas aplicações e, também, como pigmento em plásticos, estabilizantes para plásticos, ligas e componentes eletrónicos.

O cádmio, que surge no ambiente, provém de diversas fontes, sendo a sua importância relativa a seguinte (ASAE, 2009):

- fertilizantes azotados (41,3%) combustão de combustíveis fósseis (22%)
- produção de ferro e aço (16,7%)
- fontes naturais (8,0%) metais não ferrosos (6,3%)
- produção de cimento (2,5%)
- produtos de cádmio (pigmentos de tintas, plásticos) (2,5%),
- incineração de resíduos (1,0%).

O cádmio é bio persistente e tende a acumular. Uma vez absorvido por um organismo, o cádmio permanece nele por muito tempo (o seu tempo de semi-vida nos rins e fígado em humanos foi estimado em 6 a 38 anos e 4 a 19 anos, respetivamente).

No Homem, a absorção de cádmio varia, em média, entre 3 a 8% do total ingerido, sendo favorecida por dietas deficientes em cálcio e ferro e dietas pobres em proteínas.

A absorção nos intestinos, quando a exposição é baixa, faz-se através da mucosa intestinal onde fica retido, unido à metalotionina, numa extensão de 5%, ocorrendo a sua eliminação através da descamação da mucosa, que se verifica continuamente.

Quando os níveis de exposição são mais elevados, ultrapassa-se a capacidade da metalotionina para complexar o cádmio, pelo que o metal atravessa a mucosa e passa para a circulação, sendo distribuído por todo organismo, com a maior porção a acumular-se no fígado e rins.

Quando a exposição é reduzida e prolongada no tempo (situação que se verifica na exposição por ingestão), o cádmio acumula-se, maioritariamente, nos rins.

O Cádmio é considerado um metal muito tóxico, uma vez que interfere com as funções fisiológicas de outros metais bivalentes (e.g. zinco) e também ao seu elevado tempo de semi-vida no organismo.

3.5. Legislação dos metais pesados

O Regulamento UE 915/2023 define quais os teores máximos de mercúrio, cádmio e chumbo permitidos nos produtos da pesca. Estes são divididos em várias famílias sendo o teor máximo variável entre elas. No quadro 4, 5 e 6 estão representadas as diversas famílias e teores máximos de mercúrio, cádmio e chumbo.

Quadro 4 – Teores máximos de mercúrio para os produtos da pesca

Teor máximo de mercúrio (mg/kg)	
Crustáceos, moluscos e parte muscular comestível do peixe	0,5
Parte muscular comestível dos seguintes peixes: Besugo (<i>Pagellus acarne</i>) Peixe-espada-preto (<i>Aphanopus caro</i>) Goraz (<i>Pagellus bogaraveo</i>) Sarrajão (<i>Sarda sarda</i>) Bica (<i>Pagellus erythrinus</i>) Escolar-preto (<i>Lepidocybium flavobrunneum</i>) Alabotes (espécies de <i>Hippoglossus</i>) Maruca-do-cabo (<i>Genypterus capensis</i>) Espadins (espécies de <i>Makaira</i>) Areeiros (espécies de <i>Lepidorhombus</i>) Escolar (<i>Ruvettus pretiosus</i>) Peixe-relógio (<i>Hoplostethus atlanticus</i>) Maruca-da-argentina (<i>Genypterus blacodes</i>) Lúcius (espécies de <i>Esox</i>) Palmeta (<i>Orcynopsis unicolor</i>) Fanecas e fanecão (espécies de <i>Trisopterus</i>) Salmonete-da-vasa (<i>Mullus barbatus barbatus</i>) Granadeiro (<i>Coryphaenoides rupestris</i>) Veleiros (espécies de <i>Istiophorus</i>) Peixe-espada-branco (<i>Lepidopus caudatus</i>) Escolar ou lanceta (<i>Gempylus serpens</i>), Esturjões (espécies de <i>Acipenser</i>) Salmonete-legítimo (<i>Mullus surmuletus</i>) Atuns (espécies de <i>Thunnus</i> , <i>Katsuwonus pelamis</i> , espécies de <i>Euthynnus</i>) Tubarões (todas as espécies) Espadarte (<i>Xiphias gladius</i>)	1,0
Cefalópodes Gastrópodes marinhos Parte muscular comestível dos seguintes peixes: Biqueirões (espécies de <i>Engraulis</i>) Escamudo-do-alasca (<i>Theragra chalcogramma</i>) Bacalhau-do-atlântico (<i>Gadus morhua</i>) Arenque (<i>Clupea harengus</i>) Peixe-gato-vietnamita (<i>Pangasius bocourti</i>) Carpas (espécies pertencentes à família dos ciprinídeos) Solha-escura-do-mar-do-norte (<i>Limanda limanda</i>) Cavalas e sardas (espécies de <i>Scomber</i>) Solha-das-pedras (<i>Platichthys flesus</i>) Solha (<i>Pleuronectes platessa</i>) Espadilha (<i>Sprattus sprattus</i>) Siluro-de-vidro-gigante (<i>Pangasianodon gigas</i>) Juliana (<i>Pollachius pollachius</i>) Escamudo (<i>Pollachius virens</i>) Salmão e truta (espécies de <i>Salmo</i> e espécies de <i>Oncorhynchus</i> , exceto <i>Salmo trutta</i>) Sardinhas (espécies de <i>Dussumieria</i> , espécies de <i>Sardina</i> , espécies de <i>Sardinella</i> e espécies de <i>Sardinops</i>) Linguado-legítimo (<i>Solea solea</i>) Peixe-gato-riscado ou panga (<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>) Badejo (<i>Merlangius merlangus</i>)	0,3

Quadro 5 - Teores máximos de chumbo para os produtos da pesca

Teor máximo de chumbo (mg/kg)	
Parte muscular comestível do peixe	0,3
Cefalópodes	0,3
Crustáceos	0,5
Moluscos bivalves	1,5

Quadro 6 - Teores máximos de cádmio para os produtos da pesca

Teor máximo de cádmio (mg/kg)	
Parte muscular comestível do peixe	0,050
Parte muscular comestível dos seguintes peixes: Cavalas e sardas (espécies de <i>Scomber</i>) Atuns (espécies de <i>Thunnus</i> , <i>Katsuwonus pelamis</i> , espécies de <i>Euthynnus</i>) Bichique (<i>Sicyopterus lagocephalus</i>)	0,10
Parte muscular comestível de judeu (espécies de <i>Auxis</i>)	0,15
Parte muscular comestível dos seguintes peixes: Biqueirões (espécies de <i>Engraulis</i>) Espadarte (<i>Xiphias gladius</i>) Sardinha-europeia (<i>Sardina pilchardus</i>)	0,25
Crustáceos	0,5
Moluscos bivalves	1,0
Cefalópodes	1,0

4. Metodologia

O plano nacional de colheita de amostras, desenvolvido pela ASAE, refere que nos anos de 2014, 2015 e 2016 foram colhidas 271, 186 e 281 amostras de pescado. Nestas foram encontradas as seguintes não conformidades: 6 microbiológicas e 3 físico-químicas em 2014, 32 microbiológicas e 2 físico-químicas em 2015 e 15 microbiológicas e 8 físico-químicas em 2016 (ASAE, 2017). Ramalho (2019), num estudo de metais pesados em pescado, utilizou 257 amostras colhidas pela ASAE, principalmente no retalho, analisando as respetivas concentrações em mercúrio, cádmio e chumbo.

Para além deste controlo, feito pelas entidades oficiais (ASAE, DGAV), a base logística adotou metodologias de controlo da qualidade do pescado, tendo em vista a segurança alimentar dos consumidores.

O plano de amostragem foi estabelecido pela base logística e as análises aos alimentos foram subcontratadas a um laboratório externo. No caso dos produtos de pesca são amostradas as espécies recebidas na base logística. Nas amostras colhidas são pesquisados metais pesados (Hg, Pb e Cd) e ainda parâmetros microbiológicos. Os resultados de cada amostra são inseridos num boletim de análise e armazenados numa base de dados.

Cada boletim de análise pode ser constituído por vários tipos de análise, e a cada conjunto de análises é atribuído um código. Assim as análises realizadas a um determinado produto são claramente identificadas. Os resultados das análises, por data e produto, são armazenados na plataforma informática, num boletim em formato pdf.

A frequência da amostragem do produto de pesca é ajustada de acordo com o conhecimento prévio das zonas de captura e dos resultados de análises que vão sendo obtidos, quer pela empresa logística, quer através do plano nacional de colheitas da ASAE, intensificando-se em produtos em que houve resultados positivos no que diz respeito aos metais pesados ou a outros contaminantes.

Recolheu-se da plataforma a informação relevante (data de colheita, fornecedor, produto, origem, concentrações de Hg, Pb e Cd), constante nos boletins.

No Quadro 8 associam-se as espécies analisadas à sua proveniência. Verifica-se que doze das vinte e uma espécies são originárias do Atlântico Nordeste e, destas, oito são provenientes de águas portuguesas.

Quadro 8 –Espécies e sua origem

Espécie	Origem
AMEIJOA BRANCA	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS
BERBIGAO	RIA DE AVEIRO
LAMBUJINHA	RIO SADO
OSTRA	RIO SADO
MEXILHAO	ESPANHA
BESUGO	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS
PESCADA	ATL. NE - 3 ÁGUAS PORTUGUESAS, 1 CANAL DA MANCHA, 1 SW DA IRLANDA, 2 GOLFO DO BISCAIA
CORVINA	ATL. NE - 1 ÁGUAS PORTUGUESAS, 1 ATL CE, 4 ESPANHA
CARAPAU	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS
SARDINHA	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS
TAMBORIL	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS
RAIA	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS
ESP. BRANCO	ATL. NE - 1 AÇORES, 1 ÁGUAS PORTUGUESAS
ESP. PRETO	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS
CAMARAO	2 INDIA, 2 CUBA, 2 EQUADOR, 2 PERU, 1 NICARAGUA
POLVO	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS
CHOCO	ATL. NE - CANAL INGLES ORIENTAL E OCIDENTAL
POTA	ATL. SW 8 , ATL. NE 5
LULA	IND. OESTE
PERCA	LAGO VITÓRIA
SALMÃO	NORUEGA

Nas determinações efetuadas pelo laboratório os resultados apresentados são expressos por "<math> <math>" quando a concentração é inferior ao limite de quantificação e por "-" quando a concentração é inferior ao limite de deteção; caso contrário aparece o resultado quantitativo da análise.

Os dados foram analisados utilizando técnicas simples de estatística descritiva. Procedeu-se à contagem, por produto de pesca, das amostras em que as concentrações em Hg, em Pb e em Cd, excediam os respetivos limites legais. Registou-se também o nível máximo de contaminante observado em cada espécie.

Em estudos anteriores de contaminantes em pescado em Portugal são apresentados, por ano, valores médios e quartis das concentrações de todos os produtos de pesca, sem discriminar por espécie (Ramalho, 2019). Lourenço (2012) calculou intervalos de confiança para a média das concentrações em metais pesados, por espécie, por vezes com um pequeno número de observações por amostra.

Neste trabalho não se considerou adequado calcular a média, o desvio padrão ou intervalos de confiança para a média da concentração, uma vez que a medida de

interesse é o valor máximo atingido. Além disso o número de observações em cada produto de pesca é relativamente baixo.

5. Resultados e discussão

Os resultados obtidos para os metais pesados Hg, Pb e Cd, por amostra e produto de pesca são apresentados em Anexo (Quadro A.1). Os valores apresentados com o símbolo de “<” significam que o resultado da análise se encontra abaixo do limite de quantificação, sendo um valor bastante residual.

As concentrações máximas de Hg, Pb e Cd obtidas em cada espécie, bem como as respetivas zonas de captura, e o número de análises, foram agrupadas de acordo com os limites máximos legais de Hg, Pb e Cd (Quadro 9)

Quadro 9 – Concentrações máximas obtidas e número de amostras, por espécie e zona de captura, agrupadas de acordo com os limites legais de Hg, Pb e Cd

Espécie	Zona de captura	Nº de análises	Resultados das análises (valores máximos mg kg-1)		
			Hg	Pb	Cd
AMEIJOA BRANCA	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS	2	-	< 0,08	0,060
BERBIGAO	RIA DE AVEIRO	3	0,014	< 0,08	0,060
LAMBUJINHA	ESTUÁRIO DO SADO	2	-	0,800	0,030
OSTRA	RIO SADO	1	0,043	< 0,08	0,180
MEXILHAO	ESPANHA	4	0,021	0,08	0,130
BESUGO	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS	2	0,472	0,1	< 0,02
PESCADA	ATL. NE - VÁRIOS	7	0,230	< 0,08	< 0,02
CORVINA	ATL. NW/ATL. CENTRO E/ESPANHA	6	0,183	< 0,08	< 0,02
CARAPAU	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS	10	0,093	< 0,1	< 0,02
SARDINHA	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS	7	0,042	0,1	< 0,02
CHOCO	ATL. NE - CANAL INGLES E e W	2	0,042	< 0,08	< 0,02
POLVO	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS	7	0,049	< 0,08	0,34
POTA	ATL. NW (5) / ATL. SW (8)	13	0,041	< 0,1	8
LULA	INDÍCO OESTE	9	0,013	< 0,1	7,70
PERCA	LAGO VITÓRIA - UGANDA/TANZÂNIA	14	0,169	<0,1	0,131
SALMÃO	NORUEGA	7	0,061	<0,1	< 0,02
TAMBORIL	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS	3	0,178	0,1	< 0,02
RAIA	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS	4	0,209	< 0,08	0,04
ESP. BRANCO	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS	2	0,947	< 0,1	< 0,02
ESP. PRETO	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS	6	0,817	< 0,08	< 0,02
CAMARAO	ÍNDICO/AMÉRICA CENTRAL	9	0,249	< 0,1	< 0,02

Verificou-se que as concentrações dos metais pesados Hg e Pb se encontravam abaixo dos limites máximos relativos às espécies analisadas, em todas as amostras (Quadro 10). O limite legal ultrapassado corresponde sempre ao Cd. Duas espécies de moluscos, a pota e a lula, e uma de peixes, a perca, têm concentrações em Cd superiores aos limites legais (Fig.9), representando 10% do total das amostras. Em 11 amostras o Cd excede o limite de 1 mg/kg, sendo 6 amostras (66,7 %) de lula e 5 amostras (62,5 %)

de pota; na perca só 1 amostra não respeita a legislação. Essas amostras, no caso da pota, são provenientes do Atlântico Noroeste (1 em 5) e do Atlântico Sudoeste (4 em 8).

Quadro 10 – Análise de conformidade: nº de análises acima dos limites legais para as diferentes espécies analisadas

Espécie	Zona de captura	Nº análises	Limites máximos legais		
			Hg	Pb	Cd
			Nº de análises acima dos limites		
			0,5	1,5	1
AMEIJOA BRANCA	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS	2	0	0	0
BERBIGAO	RIA DE AVEIRO	3	0	0	0
LAMBUJINHA	ESTUÁRIO DO SADO	2	0	0	0
OSTRA	RIO SADO	1	0	0	0
MEXILHAO	ESPANHA	4	0	0	0
			0,5	0,3	0,05
BESUGO	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS	2	0	0	0
PESCADA	ATL. NE - VÁRIOS	7	0	0	0
CORVINA	ATL. NW / ATL.CENTR E / ESPANHA	6	0	0	0
			0,5	0,3	0,1
CARAPAU	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS	10	0	0	0
SARDINHA	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS	7	0	0	0
			0,5	1	1
CHOCO	ATL. NW - CANAL INGLES W E E	2	0	0	0
POLVO	ATL. NE - ÁGUAS PORTUGUESAS	7	0	0	0
POTA	ATL. NW (5) / ATL. SW (8)	13	0	0	1+4
LULA	IND. OESTE	9	0	0	6
			0,5	0,3	0,05
PERCA	LAGO VITÓRIA	14	0	0	1
SALMÃO	NORUEGA	7	0	0	0
			1	0,3	0,05
TAMBORIL	ATL. NW - ÁGUAS PORTUGUESAS	3	0	0	0
RAIA	ATL. NW - ÁGUAS PORTUGUESAS	4	0	0	0
ESP. BRANCO	ATL. NW - BANCO DOS AÇORES	2	0	0	0
ESP. PRETO	ATL. NWW - ÁGUAS PORTUGUESAS	6	0	0	0
			0,5	0,5	0,5
CAMARAO	ÍNDICO / AMÉRICA CENTRAL	9	0	0	0

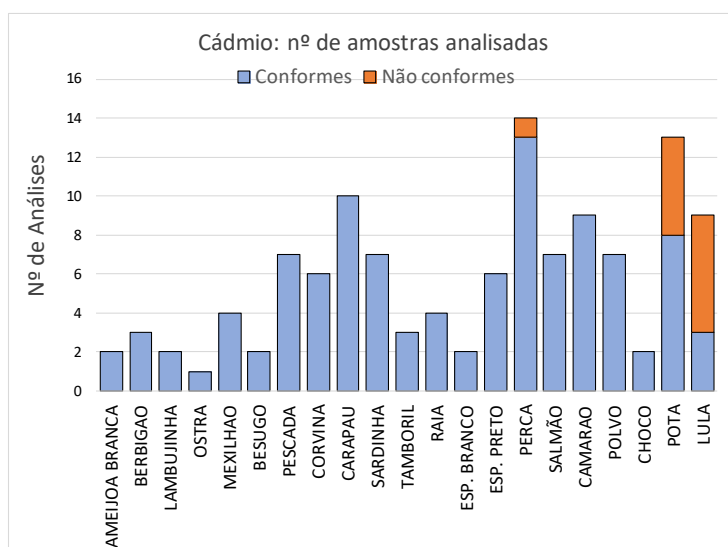


Figura 9 – Número de análises conformes e não conformes para as diferentes espécies relativamente ao cádmio

Na Figura 10 estão representados os valores máximos de Hg obtidos nas várias espécies podendo verificar-se que o limite não é ultrapassado em nenhum dos casos, apesar de haver valores próximos do limite legal. As linhas vermelhas representam os vários limites legais uma vez que estes são variáveis consoante o produto em análise. Apesar de, no peixe espada branco e preto, os máximos observados ultrapassarem a linha vermelha inferior, os resultados são conformes uma vez que o limite legal para estes dois produtos é de 1mg Hg/kg pescado; no entanto apresentam valores muito próximos desse limite. O outro produto que está próximo do seu limite legal, 0,5 mg Hg/kg, é o besugo.

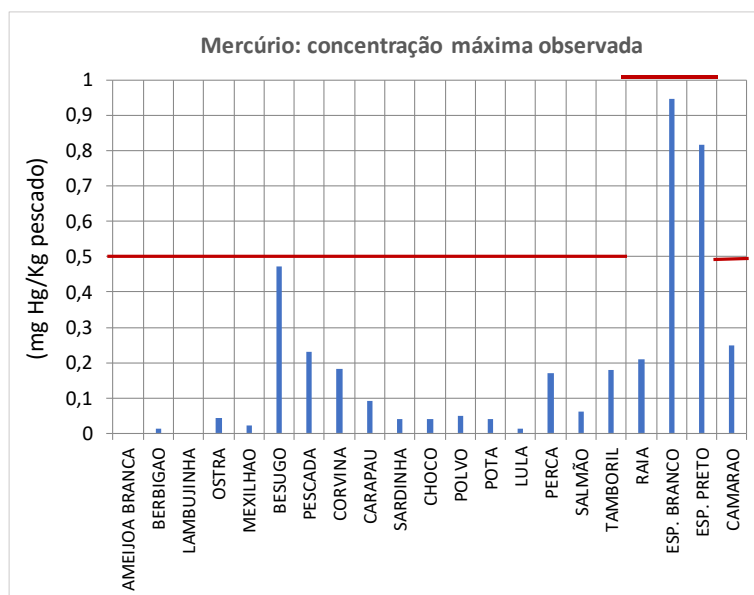


Figura 10 – Concentrações máximas de mercúrio por espécie e máximos legais

Em vários outros casos foram detetadas presenças residuais de Hg, Pb e Cd. Refere-se ainda o caso do outro metal pesado analisado, o chumbo. Não foi elaborado qualquer tratamento estatístico sobre o mesmo, uma vez que quase na totalidade os resultados estão abaixo do limite de deteção, e por esse motivo não foram registados resultados numéricos da concentração.

Estes resultados estão em linha com os encontrados por Ramalho (2019) com base no plano nacional de colheitas da ASAE, em que das espécies analisadas comuns ao presente estudo, apenas na ostra, pota e lula os limites máximos de Cd foram excedidos, representando na pota 50% das amostras e na lula 43%. Não se obtiveram concentrações de Hg ou Pb superiores aos limites legais.

6. Considerações finais

A ASAE e outras entidades oficiais realizam o controlo de qualidade dos alimentos, nomeadamente do pescado, à descarga nos portos de pesca e junto dos importadores. A base logística/centro de distribuição tem em curso um plano de amostragem sistemática dos alimentos, obedecendo à legislação e a um caderno de encargos. No caso do pescado essa amostragem incide sobre os produtos/fornecedores e as análises são contratadas a laboratórios externos.

Concluiu-se que, na maioria das amostras no período temporal estudado, 2017 a 2019, a concentração de Hg e Pb respeita a legislação europeia. O Cd é uma exceção; por esse motivo a frequência de análises na perca, na lula e na pota, espécies com percentagem de incumprimento, e que já é mais elevada que noutras espécies, deve manter-se ou intensificar-se.

O esforço de amostragem da base logística, noutros produtos de pesca, parece estar de acordo com os resultados encontrados, podendo ser intensificado se a percentagem de não conformidades de Hg, Pb ou Cd aumentar e/ou se nas zonas de pesca as condições ambientais vierem a degradar-se.

Poderiam também considerar-se outros critérios para definir as taxas de amostragem, por exemplo o volume de produtos de pesca comercializados.

Apesar do controlo ter apresentado valores dentro dos limites legais, este deve manter-se de forma a haver um controlo rigoroso sobre os produtos de pesca comercializados.

Referências bibliográficas

- Afonso, C. (2009). Produtos da pesca capturados na costa portuguesa: benefícios e perigos associados ao seu consumo. Dissertação para a obtenção do Grau de Doutoramento em Farmácia. Universidade de Lisboa, 262pp
- ASAE (2009) Perfil de Risco dos Principais Alimentos Consumidos em Portugal, Direção Avaliação e Comunicação dos Riscos, 330pp.
- ASAE (2017). Plano nacional de colheita de amostras. Divulgação de dados. in:<https://www.asae.gov.pt/cientifico-laboratorial/area-tecnico-cientifica/pnca-plano-nacional-de-colheita-de-amostras.aspx>
- APN (2016). Pescar Saúde, , E-book n.º 39, Associação Portuguesa dos Nutricionistas ISBN 978-989-8631-27-5
- APN (2022). Pescar Saúde, E-book n.º 63. Associação Portuguesa de Nutrição. Porto. ISBN 978-989-8631-56-5.
- Bonsignore M., et al. (2018). Bioaccumulation of heavy metals in fish, crustaceans, molluscs and echinoderms from the Tuscany coast, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Volume 162, 2018, 554-562,
- Bosch, A. C., O'Neill, B., Sigge, G. O., Kerwath, S. E. & Hoffman, L. C. (2016). Heavy metals in marine fish meat and consumer health: A review., *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96, 32-48.
- DGRM, 2019. Plano estratégico para a aquicultura portuguesa 2014-2020. Direção geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos. 96pp.
- EUMOFA (2020) European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture Products., <https://www.eumofa.eu/portugal> ; <https://www.eumofa.eu/the-eu-market>
- FAO. 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>.
- FAO. 2021. FAO Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2019/FAO annuaire. Statistiques des pêches et de l'aquaculture 2019/FAO anuario. Estadísticas de pesca y acuicultura 2019. Rome/Roma. <https://doi.org/10.4060/cb7874t>
- INE (2017). Balança Alimentar Portuguesa 2012-2016. INE, I. P., Lisboa · Portugal, 2017.
- INE (2021). Balança Alimentar Portuguesa 2016-2020. INE, I. P., Lisboa · Portugal, 2021.
- INE (2018). Estatísticas da Pesca 2018. Instituto Nacional de Estatística. 152pp.
- Lopes, A. (2009). Avaliação da contaminação em metais pesados no pescado: Análise da situação do pescado comercializado em Portugal e dos alertas emitidos pelo sistema RASFF (Rapid Alert for Food and Feed). Dissertação de Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar. Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa, 135 pp.
- Lourenço, H.M. Cardoso, C., Afonso, C. (2012). Avaliação de riscos de contaminantes químicos inorgânicos em pescado. In: Riscos e Alimentos, 4, 7-11, ASAE.
- Ramalho, R.M.M. (2019). Controlo Oficial de Contaminantes no Pescado. Tese de mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar, Fac. Ciência e Tecnologia, Univ. Nova de Lisboa.
- Regulamento (UE) n.º 1881/2006 da Comissão Europeia. (2006). Jornal Oficial da União Europeia: série L, n. 364. <http://data.europa.eu/eli/reg/2006/1881/oj>

Regulamento (UE) n.º 488/2014 da Comissão Europeia. (2014). Jornal Oficial da União Europeia: série L, n.º 138. <http://data.europa.eu/eli/reg/2014/488/oj>

Regulamento (UE) n.º 915/2023 da Comissão Europeia. (2023). Jornal Oficial da União Europeia: série L, n.º 184. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/915/oj>

Anexo

Quadro A1 - Resultados das determinações

Produto	Data	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)
AMEIJOA BRANCA				
	07-08-2017	-	< 0,08	0,05
	27-09-2018	-	< 0,08	0,06
BERBIGAO				
	12-10-2017	0,013	< 0,08	0,019
	27-09-2018	-	< 0,08	0,06
	30-10-2018	0,014	< 0,08	0,03
LAMBUJINHA				
	07-08-2017	-	0,7	< 0,02
	18-09-2018	-	0,8	0,03
OSTRA				
	07-03-2019	0,043	< 0,08	0,18
MEXILHAO				
	07-08-2017	0,021	0,08	0,07
	19-06-2018	0,008	< 0,08	0,13
	18-09-2018	< 0,005	< 0,08	0,1
	21-05-2019	< 0,03	< 0,08	0,05
BESUGO				
	19-07-2017	0,32	0,1	< 0,02
	11-07-2018	0,472	< 0,08	< 0,02
PESCADA				
	19-07-2017	0,23	< 0,1	< 0,02
	21-09-2017	0,19	< 0,08	< 0,02
	20-12-2017	0,176	< 0,08	< 0,02
	11-07-2018	0,097	< 0,08	< 0,02
	27-09-2018	0,06	< 0,08	< 0,02
	02-01-2019	0,123	< 0,08	< 0,02
	22-04-2019	0,142	< 0,08	< 0,02
CORVINA				
	21-09-2017	0,053	< 0,08	< 0,02
	12-10-2017	0,128	< 0,08	< 0,02
	19-06-2018	0,13	< 0,08	< 0,02
	02-10-2018	0,15	< 0,08	< 0,02
	30-10-2018	0,183	< 0,08	< 0,02
	22-03-2019	0,126	< 0,08	< 0,02

Quadro A1 - Resultados das determinações (cont.)

Produto	Data	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)
CARAPAU				
	06-06-2017	0,028	< 0,1	< 0,02
	19-07-2017	0,028	< 0,1	< 0,02
	12-10-2017	0,093	< 0,08	< 0,02
	20-12-2017	0,047	< 0,08	< 0,02
	03-01-2018	0,06	< 0,08	< 0,02
	19-06-2018	0,067	< 0,08	< 0,02
	11-07-2018	0,031	< 0,08	< 0,02
	30-10-2018	0,074	< 0,08	< 0,02
	28-12-2018	0,063	< 0,08	< 0,02
	22-04-2019	0,03	< 0,08	< 0,02
SARDINHA				
	06-06-2017	0,042	0,1	< 0,02
	22-08-2017	0,027	< 0,08	< 0,02
	27-09-2017	0,031	< 0,08	< 0,02
	19-06-2018	0,026	< 0,08	< 0,02
	11-07-2018	0,028	< 0,08	< 0,02
	10-08-2018	0,037	< 0,08	< 0,02
	27-09-2018	< 0,05	< 0,08	< 0,02
TAMBORIL				
	23-05-2017	0,12	< 0,1	< 0,02
	19-06-2018	0,178	< 0,08	< 0,02
	21-05-2019	0,124	< 0,08	< 0,02
RAIA				
	12-10-2017	0,008	< 0,08	0,04
	19-06-2018	0,157	< 0,08	0,03
	30-10-2018	0,209	< 0,08	< 0,02
	21-05-2019	0,123	< 0,08	< 0,02
ESP. BRANCO				
	19-07-2017	0,49	< 0,1	< 0,02
	22-12-2017	0,947	< 0,08	< 0,02
ESP. PRETO				
	21-09-2017	0,63	< 0,08	< 0,02
	19-06-2018	0,542	< 0,08	< 0,02
	11-07-2018	0,455	< 0,08	< 0,02
	27-09-2018	0,45	< 0,08	< 0,02
	29-01-2019	0,817	< 0,08	< 0,02
	22-05-2019	0,669	< 0,08	< 0,02

Quadro A1 - Resultados das determinações (cont.)

Produto	Data	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)
CAMARAO				
	06-06-2017	< 0,011	< 0,1	< 0,02
	21-09-2017	0,013	< 0,08	< 0,02
	20-12-2017	0,018	< 0,08	< 0,02
	18-01-2018	0,016	< 0,08	< 0,02
	19-06-2018	0,02	< 0,08	< 0,02
	02-10-2018	< 0,05	< 0,08	< 0,02
	27-11-2018	0,249	< 0,08	< 0,02
	07-03-2019	0,008	< 0,08	< 0,02
	29-03-2019	< 0,03	< 0,08	< 0,02
POLVO				
	27-09-2017	0,03	< 0,08	< 0,02
	20-12-2017	0,027	< 0,08	< 0,02
	22-12-2017	0,015	< 0,08	< 0,02
	19-06-2018	0,038	< 0,08	< 0,02
	27-09-2018	< 0,05	< 0,08	< 0,02
	02-01-2019	0,031	< 0,08	< 0,02
	21-05-2019	0,049	< 0,08	0,34
CHOCO				
	21-09-2017	0,042	< 0,08	< 0,02
	02-10-2018	< 0,05	< 0,08	< 0,02
POTA				
	16-05-2017	< 0,011	< 0,1	0,9
	07-08-2017	< 0,011	< 0,08	2,4
	21-09-2017	< 0,011	< 0,08	< 0,02
	20-12-2017	< 0,005	< 0,08	0,87
	19-06-2018	< 0,005	< 0,08	2,1
	19-06-2018	< 0,005	< 0,08	0,9
	19-06-2018	< 0,005	< 0,08	8
	02-10-2018	< 0,05	< 0,08	0,5
	20-11-2018	0,036	< 0,08	0,8
	26-04-2019	< 0,005	< 0,08	8
	26-04-2019	< 0,03	< 0,08	0,43
	26-04-2019	< 0,03	< 0,08	1,1
	21-05-2019	0,041	< 0,08	0,24
LULA				
	13-10-2017	0,008	< 0,08	7,7
	17-10-2017	< 0,011	< 0,1	2,5
	10-01-2018	0,009	< 0,08	2,9
	19-06-2018	0,012	< 0,08	2,7
	19-06-2018	0,013	< 0,08	6,2
	30-10-2018	0,007	< 0,08	0,2
	22-03-2019	< 0,03	< 0,08	0,2
	26-04-2019	< 0,005	< 0,08	0,08
	26-04-2019	< 0,03	< 0,08	2,3

Quadro A1 - Resultados das determinações (cont.)

Produto	Data	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)
PERCA				
	16-05-2017	0,047	< 0,1	< 0,02
	19-07-2017	0,14	< 0,1	< 0,02
	21-09-2017	0,13	< 0,08	< 0,02
	17-10-2017	0,115	< 0,08	< 0,02
	20-12-2017	0,07	< 0,08	< 0,02
	25-01-2018	0,131	< 0,08	0,131
	19-06-2018	0,132	< 0,08	0,04
	11-07-2018	0,15	< 0,08	< 0,02
	27-09-2018	0,1	< 0,08	< 0,02
	30-10-2018	0,169	< 0,08	< 0,02
	29-01-2019	0,091	< 0,08	< 0,02
	22-03-2019	< 0,03	< 0,08	< 0,02
	22-04-2019	0,05	< 0,08	< 0,02
	26-04-2019	0,13	< 0,08	< 0,02
SALMÃO				
	23-05-2017	0,025	< 0,1	< 0,02
	19-07-2017	0,029	< 0,1	< 0,02
	20-12-2017	0,014	< 0,08	< 0,02
	19-06-2018	0,026	< 0,08	< 0,02
	11-07-2018	0,012	< 0,08	< 0,02
	20-11-2018	0,033	< 0,08	< 0,02
	22-04-2019	0,061	< 0,08	< 0,02