



**FACULDADE DE CIENCIAS**

**MÁSTER en ENXEÑARÍA de  
PROCESADO de ALIMENTOS**

**D. Mateo Ameneiro Cereijo**

**VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DO PROCESAMENTO  
DE PRODUTOS DO MAR**

Traballo Fin de Máster  
*Xuño 2023*

## **Índice**

PREÁMBULO .....	IV
RESUMO .....	V
<i>RESUMEN</i> .....	VI
<i>ABSTRACT</i> .....	VII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Situación da pesca mundial .....	2
1.2. A industria transformadora en Galicia.....	6
1.3. Produción de residuos na pesca.....	9
2. OBXECTIVOS.....	11
3. METODOLOXÍA DO TRABALLO .....	12
4. RESIDUOS DE PROCESAMENTO DE PRODUTOS DO MAR .....	14
4.1. Residuos de procesamento de peixe.....	15
4.2. Residuos de procesamento de moluscos .....	17
5. VALORIZACIÓN DE SUBPRODUTOS.....	19
6. APLICACIÓNS EN ALIMENTACIÓN HUMANA.....	24
6.1. Polpa de peixe.....	24
6.2. <i>Surimi</i> .....	24
6.3. Outros usos.....	25
7. APLICACIÓNS EN BIOPRODUTOS .....	27
7.1. Péptidos bioactivos .....	28
7.2. Coláxeno.....	29
7.3. Xelatina .....	29
7.4. Ácidos graxos poliinsaturados .....	30
7.5. Quitina e quitosano.....	31

## Valorización de residuos do procesamento de produtos do mar

7.6. Enzimas.....	32
7.7. Outros usos.....	34
8. APLICACIÓNS EN ALIMENTACIÓN ANIMAL.....	35
8.1. Fariña de peixe e aceite de peixe.....	35
8.2. Hidrolizados de proteína.....	37
8.3. Concentrados de proteína.....	38
8.4. Outros usos.....	38
9. OUTRAS APLICACIÓNS.....	40
9.1. Usos industriais.....	40
9.2. Produción de enerxía.....	40
9.3. Usos agronómicos.....	41
10. CONCLUSIÓNS.....	42
BIBLIOGRAFÍA.....	44
ANEXO I.....	50
ANEXO II.....	51
ANEXO III.....	52

## **Índice de táboas**

Táboa 1: Datos xerais de pesca fresca de grandes grupos no 2022 [3] .....	2
Táboa 2: Valor engadido bruto (VEB) en millóns de euros e postos de traballo no sector da pesca galego en 2020 [10] .....	6
Táboa 3: Categorías de SANDACH aplicados á industria transformadora de produtos do mar [12, 30] .....	22
Táboa 4: Enzimas mariños e as súas aplicacións .....	33
Táboa 5: Produción industrial desagregada por produtos en 2020 [4] .....	50
Táboa 6: Opcións de valorización para cada tipo de subproduto [14] .....	52

## **Índice de figuras**

Figura 1. Produción mundial de acuicultura e pesca [5] (mod.).....	3
Figura 2: Utilización da produción pesqueira e acuícola mundial [5] (mod.).....	4
Figura 3: Valor engadido bruto e postos de traballo na industria transformadora galega no período 2000-2020 [10].....	7
Figura 4: Xeración de residuos de produtos do mar [12] (mod.).....	9
Figura 5: Cantidade típica de materia prima non utilizada no procesamento de produtos do mar. Elaborado a partir de datos de [16] .....	14
Figura 6: Residuos da limpeza de dourada (% do peso) [18] (mod.) .....	16
Figura 7: Partes do calamar [24] (mod.).....	17
Figura 8 Partes do mexillón [26] .....	18
Figura 9: Pirámide de priorización estándar das opcións de valorización de subprodutos alimentarios [14] (mod.).....	20
Figura 10: Compoñentes extraídos de subprodutos de peixe [38] (mod.).....	27
Figura 11: Proceso de fabricación de fariña de peixe [42] (mod.).....	35
Figura 12: Valor engadido do sector da pesca por comarcas (media 2018-2020). Elaborado a partir de datos de [9] .....	51

## **Preámbulo**

O presente Traballo Fin de Máster encádrase dentro da modalidade de Revisión Bibliográfica de Investigación, e ten como finalidade a consecución do título de Máster en Enxeñaría de Procesado de Alimentos pola Universidade de Santiago de Compostela. Foi realizado no segundo semestre do curso 2022/23, co profesor D. Thelmo Alejandro Lu Chau como titor.

A escolla da temática do TFM foi suscitada pola miña participación na fábrica do Grupo Profand S.L. en Vilagarcía con motivo das prácticas curriculares realizadas no primeiro semestre. Na empresa traballei en múltiples liñas de procesado de peixe e moluscos, e puiden observar que se xeraban grandes cantidades de residuos, cuxo tratamento era delegado a unha compañía externa. Neste documento pretendo examinar as alternativas existentes para dar valor aos restos producidos neste sector da industria alimentaria.

## **Resumo**

A industria de transformación de produtos procedentes do mar é un sector clave para Galicia. O seu labor no procesamento de pescados, crustáceos e moluscos xera unha enorme cantidade de residuos en forma de subprodutos de procesamento (cabezas, espiñas, recortes, cunchas, augas de cocción, etc.) e descartes por motivos comerciais, que se suman aos producidos noutras etapas da cadea de valor da pesca. O desperdicio de recursos alimenticios mariños dificulta o obxectivo de alimentar unha poboación mundial crecente explotando os mares de xeito sustentábel, e supón un problema económico para as empresas manufactureiras. Así pois, a industria procura, en primeiro lugar, minimizar a produción de residuos e, en segundo lugar, aspira a aproveitar os xerados en diversas aplicacións, evitando ter que tratalos para a súa eliminación. Hai múltiples opcións para valorizar estes residuos. As opcións preferíbeis son as destinadas ao consumo humano (novos alimentos, suplementos dietéticos, fármacos, cosméticos, etc.), seguidas das dedicadas á alimentación animal e, por último, as que aproveitan os residuos para usos industriais, para producir enerxía ou como materiais fertilizantes.

Este Traballo Fin de Máster realiza unha revisión bibliográfica das alternativas de valorización existentes no sector da transformación de produtos do mar na actualidade, centrándose nos peixes e moluscos por seren os que abranguen a práctica totalidade do que se captura e se procesa en Galicia.

- **Palabras clave:** valorización; residuos de produtos do mar; subprodutos de produtos do mar; bioproductos; fariña de peixe; aceite de peixe.

## **Resumen**

*La industria de transformación de productos procedentes del mar es un sector clave para Galicia. Su trabajo en el procesado de pescados, crustáceos y moluscos genera una enorme cantidad de residuos en forma de subproductos del procesado (cabezas, espinas, recortes, conchas, aguas de cocción, etc.) y descartes por motivos comerciales, que se suman a los producidos en otras etapas de la cadena de valor de la pesca. El desperdicio de recursos alimentarios marinos obstaculiza el objetivo de alimentar a una población mundial en crecimiento mediante la explotación de los mares de forma sostenible, y representa un problema económico para las empresas manufactureras. Así, la industria busca, en primer lugar, minimizar la producción de residuos y, en segundo lugar, aspira a aprovechar los generados en diversas aplicaciones, evitando tener que tratarlos para su eliminación. Hay múltiples opciones para valorizar estos residuos. Las opciones preferibles son las destinadas al consumo humano (nuevos alimentos, suplementos dietéticos, fármacos, cosméticos, etc.), seguidas de las dedicadas a la alimentación animal y, por último, las que aprovechan los residuos para usos industriales, para producir energía o como materiales fertilizantes.*

*Este Trabajo Fin de Máster realiza una revisión bibliográfica de las alternativas de valorización existentes en el sector de la transformación de productos del mar en la actualidad, centrándose en los pescados y moluscos porque abarcan la práctica totalidad de lo que se captura y se procesa en Galicia.*

- **Palabras clave:** *valorización; residuos de productos del mar; subproductos de productos del mar; bioproductos; harina de pescado; aceite de pescado.*

## **Abstract**

*The seafood processing industry is a key sector for Galicia. Its work in processing fish, crustaceans and molluscs generates a huge amount of waste in the form of processing by-products (heads, bones, trimmings, shells, cooking waters, etc.) and discards for commercial reasons, which are in addition to those produced at other stages of the fisheries value chain. The waste of seafood resources hinders the goal of feeding a growing world population by exploiting the seas in a sustainable way, and represents an economic problem for manufacturing companies. Industry is therefore seeking, firstly, to minimise waste production and, secondly, it aims to utilise the waste generated in various applications, avoiding having to treat it for disposal. There are multiple options for recovering this waste. The preferred options are those intended for human consumption (new foods, dietary supplements, pharmaceuticals, cosmetics, etc.), followed by those dedicated to animal feed and, finally, those that exploit the waste for industrial uses, to produce energy or as fertiliser materials.*

*This Master's thesis carries out a bibliographical review of the existing recovery alternatives in the seafood processing sector at present, focusing on fish and molluscs because they cover practically all of what is caught and processed in Galicia.*

- **Key words:** *valorisation; seafood waste; seafood by-products; bioproducts; fish meal; fish oil.*

## **1. INTRODUCCIÓN**

Este traballo ocúpase da **industria transformadora de produtos do mar**, que é a rama da industria alimentaria que fai parte da cadea de valor do sector pesqueiro ao converter os recursos obtidos do mar en produtos alimenticios preparados para a súa comercialización. A súa actividade está acoutada no grupo dedicado á industria da alimentación da Clasificación Nacional de Actividades Económicas [1], no epígrafe: *10.2 Procesamento e conservación de pescados, crustáceos e moluscos*. Esta clase está dividida en dúas categorías comprendendo os seguintes procesos de transformación: [2]

### **1) Procesamento de pescados, crustáceos e moluscos** (CNAE 10.21).

- Elaboración de produtos conxelados, ultraconxelados e refrixerados de produtos do mar (peixes, moluscos, algas, etc.), excepto os pratos precociñados conxelados.
- Actividades en barcos factoría dedicados exclusivamente á elaboración e conservación de pescado.
- Desconxelación de pescado, eliminación de cabezas, destripado e despezado, e posterior conxelado.

### **2) Fabricación de conservas de pescado** (CNAE 10.22).

- Todo tipo de procesos de conservación (secado, salgadura, afumado, escabechado, enlatado, etc.).
- Producción de derivados de produtos do mar (filetes de pescado, toros, caviar, etc.), e tamén produtos a base de peixe sexan para alimentación humana ou animal. Non inclúe os pratos precociñados.
- Producción de comidas e produtos solúbeis a partir de peixe e outros animais acuáticos non aptos para o consumo humano.
- Elaboración de fariñas de peixe.

As dúas últimas actividades da lista son —como se exporá no corpo deste traballo— dúas alternativas para a valorización dos subprodutos orixinados na preparación, conservación e transformación de produtos do mar. Outras alternativas son: a elaboración de aceites e graxas, a preparación de sopas de peixe, e a fabricación de extractos e xugos. Porén, estas opcións non están incluídas na categoría CNAE 10.2. [2]

Os **produtos do mar** nos que se centra este TFM son os peixes e mais os moluscos (bivalvos e cefalópodos) por seren os dous grupos máis comúns na pesca de Galicia en capturas [3] (Táboa 1) e en produción industrial<sup>1</sup> [4].

*Táboa 1: Datos xerais de pesca fresca de grandes grupos no 2022 [3]*

Grupo de captura	Captura		Venda	
	kg	%	€	%
Algas	691.083	0,51	542.923	0,12
Bivalvos	7.556.448	5,63	70.904.320	16,21
Cefalópodos	15.064.394	11,22	46.112.670	10,54
Crustáceos	1.461.619	1,09	23.405.314	5,35
Equinodermos	729.412	0,54	7.717.539	1,76
Gasterópodos	1.273	0,00	22.811	0,01
Peixes	108.592.830	80,87	287.447.814	65,72
Poliquetos	5.212	0,00	312.881	0,07
Resto	184.837	0,14	931.963	0,21
<b>TOTAL</b>	<b>134.287.109</b>	<b>100</b>	<b>437.398.236</b>	<b>100</b>

No que segue deste capítulo introdutorio faise unha breve análise do contexto económico do sector pesqueiro e da industria transformadora a nivel global e no ámbito galego, e se explica como se xeran os residuos ao longo de toda a cadea de valor do sector.

## **1.1. Situación da pesca mundial**

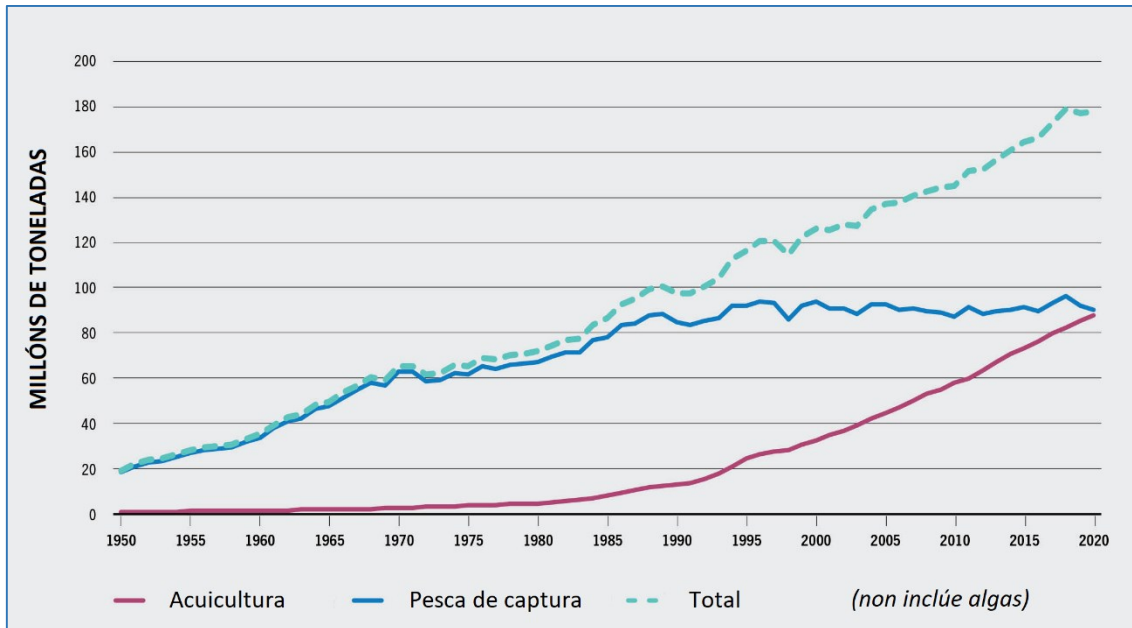
A produción pesqueira mundial experimentou un aumento significativo desde 1950, medrando a unha taxa do 3,3% anual [5], por riba do ritmo de crecemento demográfico, que estivo no rango do 1-2,1% nos últimos 70 anos [6].

As estatísticas da FAO (Organización das Nacións Unidas para a Alimentación e a Agricultura) indican que, tras acadar o seu máximo histórico de 179 millóns de toneladas en 2018 (Figura 1), o sector sufriu un estancamento nos

---

<sup>1</sup> A produción industrial do ano 2020 está recollida no Anexo I (p. 50). Alí obsérvase que, tras os peixes, os moluscos fan parte das clases con maior volume de produción (10.20.32 e 34).

últimos anos por mor do descenso da pesca de captura derivado das políticas medioambientais da China e das repercusións da pandemia da COVID-19. [5]

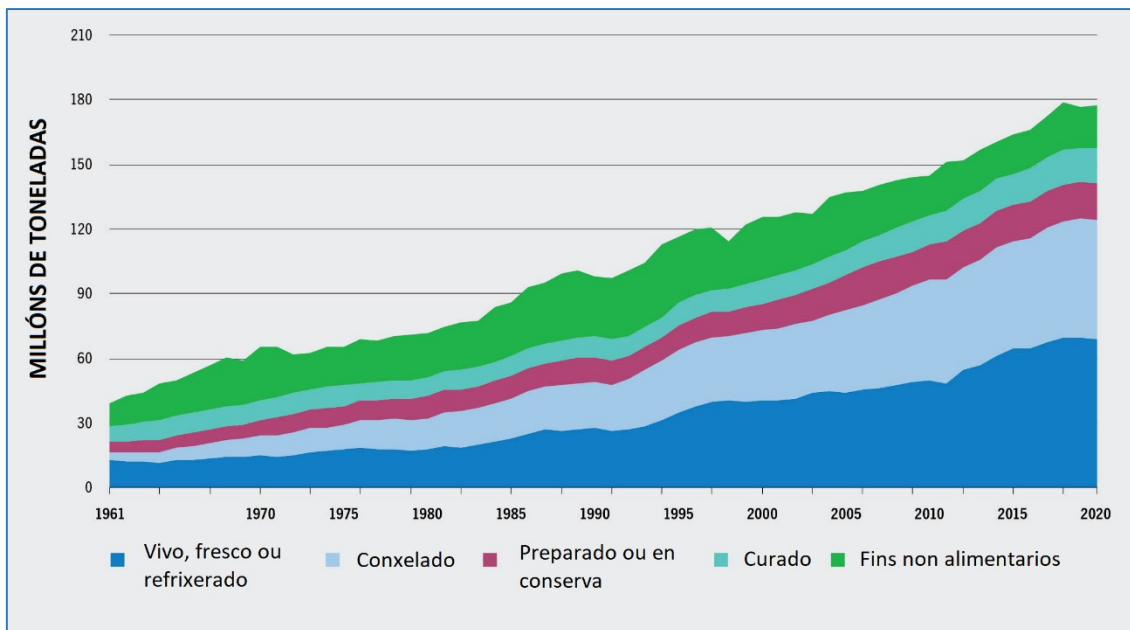


*Figura 1. Producción mundial de acuicultura e pesca [5] (mod.)*

En 2020, a produción estimada foi de **178 millóns de toneladas**, repartidos en 90 da pesca de captura e 88 da acuicultura. O seu valor económico en primeira venda cifrouse en 406.000 millóns de dólares, dos cales o 65% (265.000 millóns) corresponden á acuicultura, malia representar só o 49% da produción en peso. De cara ao futuro, a FAO prevé que a produción acuícola seguirá medrando até chegar aos 106 millóns de toneladas para 2030. Deste xeito, superaríaa a pesca, que subiría até os 96 millóns de toneladas a finais da década. [5]

Con respecto á utilización dos produtos do mar (Figura 2), destinouse á alimentación humana o 89% da produción global (157 millóns de toneladas), mentres que o 11% restante foi empregado en aplicacións non alimentarias como a produción de fariña e aceite de peixe. [5]

Do dedicado a consumo humano, máis de tres cuartas partes dos produtos son vendidos como alimento fresco e refrixerado ou como conxelado (Figura 2). En menor medida están outros formatos que requiren procesos de transformación máis elaborados por parte da industria: os preparados ou en conserva representan o 11%, e os curados (afumados, secados, salgados, en salmoira, etc.) son o 10%. [5]



*Figura 2: Utilización da produción pesqueira e acuícola mundial [5] (mod.)*

Con todo, en países desenvolvidos como os da Unión Europea a preferencia polos produtos máis elaborados é maior que a media global: máis da metade son conxelados, un 26% son preparados ou en conserva e un 13% son curados. [5]

Na actualidade, o sector da pesca está inmerso nun proceso de cambio denominado: "**transformación azul**". Trátase dun conxunto de políticas, estratexias e medidas implementadas coa intención de acadar os Obxectivos de Desenvolvemento Sustentábel (ODS) marcados polas Nacións Unidas para o 2030 [5, 7]. Esta transformación supón un desafío triplo xa que se deben lograr á vez tres metas distintas que están interrelacionadas:

**1) Garantir a seguridade alimentaria e mellorar a nutrición (ODS n.º 2).**

Debido ao crecemento demográfico e mais ao aumento do consumo *per cápita*, o sector pesqueiro está obrigado a elevar a súa produción para atender esa demanda. [5]

Os pescados fan unha achega nutricional moi valiosa á dieta: fornecen vitaminas necesarias e un bo número de minerais, e son fonte de ácidos graxos omega-3 e de proteínas con aminoácidos indispensábeis [8]. Ademais, poden ser un substitutivo da carne, cuxo consumo debe ser reducido por causa do enorme impacto medioambiental da industria cárnica segundo a Axenda 2030 [7].

2) Conservar os recursos mariños (ODS n.º 14).

A proporción de reservas de peixe no mar que se atopan dentro dos niveis de sustentabilidade biolóxica continúa a decaer: pasou do 90% en 1974 ao 64,6% en 2019. A situación muda en función das especies e dos caladoiros; por exemplo, a poboación sustentábel de peixes no Atlántico Norte europeo é do 72,7%, mentres que a do Mediterráneo sitúase nun escaso 36,6%. [5]

3) Impulsar o crecemento económico equitativo (ODS n.º 8).

A pesca ten como finalidade, ademais de fornecer alimentos, proporcionar beneficios económicos ás empresas do sector e dotar dun medio de vida a persoas ocupadas nel (só no sector primario, a pesca e a acuicultura ocuparon a máis de 58 millóns de persoas en 2020 [5]).

En resumo, trátase dun reto difícil pois hai que incrementar a produción, reducir o esgotamento dos recursos mariños e desenvolver a actividade de maneira lucrativa. A fin de conxugar estes tres factores, a transformación azul está levando a cabo tres grandes actuacións: [5, 7]

- realizar unha ordenación pesqueira eficaz (poñendo fin á pesca ilegal, deixando de subvencionar a sobrepesca e apoiando a pesca a pequena escala, entre outras medidas);
- promover a acuicultura sustentábel e eficiente (este modo de produción é crucial porque responde á demanda crecente de alimentos acuáticos —liderará o subministro de peixe no futuro próximo—, e abarata o seu prezo);
- fomentar a actualización e a innovación nas cadeas de valor (facendo máis sinxelo o acceso de todos os actores ás tecnoloxías máis modernas, mellorando o acceso aos mercados lucrativos, e reducindo as perdas de alimentos [ODS n.º 12.3] e os desperdicios xerados).

Atendendo á última liña de actuación, tanto a redución de desperdicios como a súa valorización son un obxectivo claro da transformación azul. E é que, segundo a FAO, cada ano pérdense ou se desperdician arredor de 62 millóns de toneladas de produtos do mar, o 35% da produción mundial. [5]

## **1.2. A industria transformadora en Galicia**

A pesca é unha actividade fundamental para Galicia porque involucra todos os sectores económicos desde a extracción do recurso do mar até a venda do alimento acabado, e porque desenvolve economicamente as comarcas do litoral. En concreto, a industria transformadora é considerada un **sector clave** da nosa economía debido á súa dobre función: gran demandante de insumos locais e grande oferente de produtos finais. [9]

Os datos máis recentes cos que o Instituto Galego de Estatística puxo cifras ao impacto económico e social que tivo o sector son de 2020 [10]. O seu estudo céntrase nas ramas de actividade do sector primario (pesca e acuicultura) e da industria transformadora (procesamento e conservación de pescados, crustáceos e moluscos). Os resultados máis relevantes móstranse na Táboa 2.

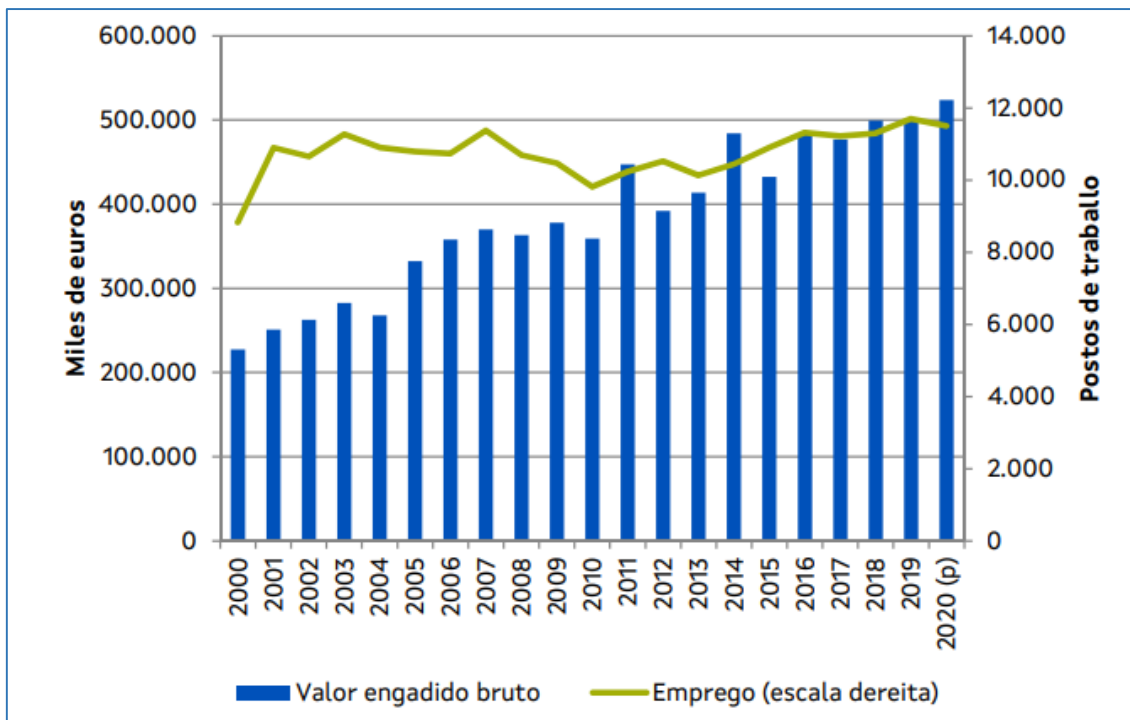
*Táboa 2: Valor engadido bruto (VEB) en millóns de euros e postos de traballo no sector da pesca galego en 2020 [10]*

Ramas de actividade	Impacto económico		Postos de traballo	
	VEB (M€)	% PIB	n.º traballadores	%
Pesca	384	0,7	14.525	1,4
Acuicultura	132	0,2	4.889	0,5
Industria transf.	524	0,9	11.497	1,1
<b>TOTAL SECTOR</b>	<b>1.040</b>	<b>1,8</b>	<b>30.911</b>	<b>2,9</b>
<b>TOTAL GALICIA</b>	<b>58.706</b>	<b>100</b>	<b>1.052.481</b>	<b>100</b>

En síntese, o sector da pesca achegou **1.040 millóns de euros** á economía galega (o 1,8% do PIB), e empregou **30.911 persoas**. Este produto interior bruto está repartido por toda a costa, mais destaca O Barbanza sobre as demais comarcas xa que representa o 28,6% do VEB xerado. (O mapa do impacto do sector por comarcas pode consultarse no Anexo II na p. 51).

Con respecto á industria, por vez primeira desde que hai rexistros superou en VEB ao sector primario. Este fito serve de indicador da evolución do sector da pesca galego cara un sistema de maior transformación da materia prima e máis produtivo. [9, 10]

## *Valorización de residuos de procesamiento de productos do mar*



*Figura 3: Valor engadido bruto e postos de traballo na industria transformadora galega no período 2000-2020 [10]*

O histórico dos últimos vinte anos (Figura 3) amosa un crecemento do 5,5% anual no valor engadido que achega a industria [10]. Ademais, esta suba en valor engadido vai acompañada dun incremento no peso relativo da industria no sector: se no ano 2000 o peso económico era o 27,5%, vinte anos máis tarde ascendeu até o 50,4%. Nesta mesma etapa, as ramas do sector primario mantivéronse estábeis en VEB, pero descendieron de xeito acentuado en emprego (14.067 postos de traballo menos) [9].

A industria transformadora creceu mesmo no período de recesión económica (2008-2013), e evoluciona satisfactoriamente no último período xunto co resto da economía do país [9]. En termos de emprego, a industria si que se resentiu pola crise, mais está a medrar de forma moderada nos últimos anos. Da comparación dos dous parámetros representados na Figura 3 conclúese que a produtividade do traballo subiu de forma considerábel nas últimas dúas décadas.

Galicia é indubidabelmente unha potencia no sector da pesca, mais para definir o nivel que posúe a nosa industria transformadora é conveniente medir o seu peso en comparación co resto de España e de Europa.

## Valorización de residuos de procesamiento de produtos do mar

Segundo un informe de 2018 da consultoría empresarial Ardán, as empresas que lideran en España tanto o procesamento de produtos do mar como o sector conserveiro son galegas (Grupo Profand S.L. e Jealsa Rianxeira S.A.U.). Ademais, en ambas as dúas actividades as factorías galegas ocupan 7 dos 10 primeiros postos. E se se atende á cantidade en vez de á calidade, Galicia tamén despunta: o número de empresas da nosa industria transformadora supón o 35% das españolas e case o 6% das comunitarias; e o volume de produción representa o 68% do estatal e o 8,5% do da Unión Europea. [11]

En termos de produtos elaborados, Galicia sobresaee enormemente como fabricante de: [11]

- conservas de atún (88% do total de España e o 55% da UE);
- pescado conxelado (69% e 13% respectivamente);
- moluscos conxelados (62% e 43%);
- conservas e preparados de sardiña (72% e 11%)<sup>2</sup>.

Esta produción está orientada principalmente cara a exportación: o 93% das conservas e mais o 54% dos conxelados son enviados fóra de Galicia. [9]

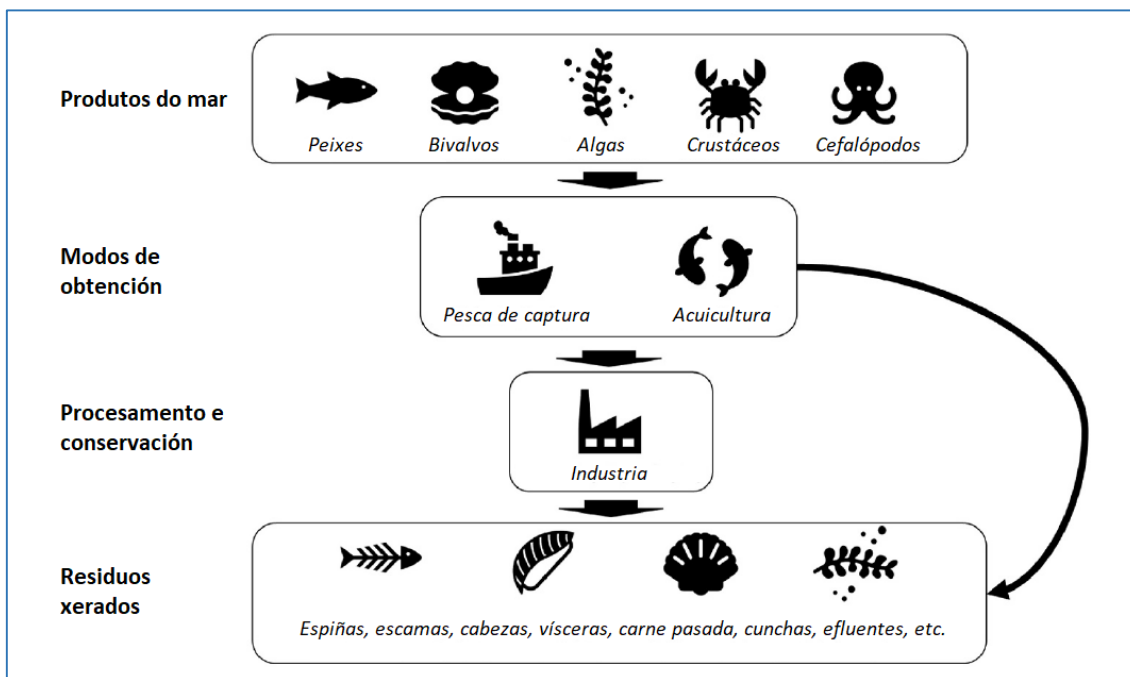
Por último, no que respecta ao emprego, a transformación de produtos do mar é unha ocupación que demanda moita man de obra se se confronta con outras industrias manufactureiras. Así, un 14,4% das empresas do sector da industria pesqueira empregan a máis de 100 persoas mentres que a porcentaxe no total de industrias manufactureiras redúcese até o 1,5%. E aínda máis, mentres que o 85,1% das industrias manufactureiras teñen menos de 10 asalariados, o 53,2% das compañías de procesamento e conservación de pescados, crustáceos e moluscos ocupan a máis de 10 traballadores [9]. En definitiva, a industria transformadora non é soamente un motor económico para o país, senón que ademais xoga un papel fundamental como axente que trae riqueza e benestar social á sociedade galega.

---

<sup>2</sup> As proporcións de fabricación citadas son de 2016. Os datos de volume de produción industrial por clases máis actuais (2020) encóntranse no Anexo I (p. 50) pero non sinalan a porcentaxe que representan no total de España ou a Unión Europea.

### 1.3. Producción de residuos na pesca

O sector pesqueiro xera anualmente grandes cantidades de residuos de tipos moi variados. Estes desperdicios prodúcense ao longo de toda a cadea de valor, comezando pola obtención do recurso do mar, e seguindo pola súa transformación nun produto alimenticio (Figura 4).



*Figura 4: Xeración de residuos de produtos do mar [12] (mod.)*

Na primeira etapa, os barcos pesqueiros producen residuos por dúas vías: mediante os **descartes de captura** (a fracción do pescado que se devolve ao océano), e as **capturas accidentais** (os animais que se apañaron sen ser o obxectivo da pesca). No caso dos descartes, os mariñeiros devolven o capturado por obriga legal (por cota de pesca ou por non acadar o tamaño mínimo permitido) ou por considerar a captura de escaso valor económico. Estímase que esta práctica supón entre 7 e 10 millóns de toneladas a nivel mundial na actualidade. En ambos os casos, os animais acuáticos adoitan estar mortos no momento da devolución ao mar. [12]

Pola súa parte, a orixe dunha boa parte dos **residuos da acuicultura** deriva dunha mala xestión da alimentación. A adición excesiva de sustento na auga provoca a aparición dunha capa de penso e material fecal que contamina o medio e que permite o crecemento de bacterias aerobias, producindo a morte dunha

parte dos animais criados. Ademais, algunhas das partículas poden chegar a obstruír as branquias dos peixes. As factorías de explotación intensiva e as que non posúen un sistema de recirculación de auga son máis propicias a sufrir esta complicación [13]. Outros residuos son os descartes e os efluentes do tratamento da auga. A mortalidade dos animais criados está nun 4% da produción [14].

Á parte de na fase de obtención, tamén se poden producir desperdicios durante o período de almacenamento e transporte do produto. No entanto, esta circunstancia acontece fundamentalmente en países en desenvolvemento por prácticas e infraestruturas deficientes que provocan unha refrixeración inadecuada do produto. [5]

Así e todo, a principal responsábel da xeración de residuos no sector da pesca é a industria de transformación [12]. As operacións de procesamento e conservación de produtos do mar crean unha enorme cantidade de **residuos de procesamento**, que se suman aos que proveñen como insumos de etapas anteriores da cadea de valor, en particular, as capturas accidentais. A determinación e a valorización destes residuos son os temas que ocupan o corpo deste estudo.

## **2. OBXECTIVOS**

O obxecto deste Traballo Fin de Máster é o estudo das opcións de valorización de residuos industriais do sector da pesca. Faise fincapé nas alternativas para o aproveitamento de residuos de peixes e moluscos dado que son os animais acuáticos máis capturados e procesados en Galicia.

Os obxectivos concretos que se pretenden lograr son:

- Identificar os residuos de procesamento e conservación de peixes e moluscos.
- Describir os métodos principais para a valorización dos residuos, así como as súas aplicacións.
- Estabelecer a idoneidade e a viabilidade das alternativas encontradas.

### **3. METODOLOXÍA DO TRABALLO**

Este capítulo explica o proceso de elaboración da revisión bibliográfica de investigación, xustificando as decisións tomadas en cada paso do mesmo.

#### **1) Planificación.**

En primeiro lugar, escolleuse o tema da valorización de residuos da industria da pesca por estar vencellado ás prácticas en empresa realizadas e pola importancia do sector en Galicia. Despois, limitouse o alcance do estudo centrando a atención nos peixes e moluscos. Finalmente, planeouse a estrutura e os contidos do documento da seguinte maneira:

- Introdución: este capítulo está concibido con dous fins: aclarar e presentar conceptos do tema do TFM (a industria transformadora e a xeración de residuos), e pór en contexto a situación do sector a nivel mundial e a súa importancia en Galicia.
- Obxectivos, metodoloxía e bibliografía: capítulos cuxo contido está marcado pola rúbrica do TFM.
- Revisión bibliográfica: os contidos desta parte son a caracterización dos residuos de peixes e moluscos, e mais a exposición das opcións de valorización existentes.
- Conclusión: resumo e comentario final das opcións de valorización.

#### **2) Recopilación de información.**

Empezouse realizando unha busca de información xeral para adquirir un coñecemento básico sobre a cuestión e para afinar os temas de interese para o estudo. Posteriormente, levouse a cabo unha busca específica das materias de interese en distintos idiomas, e se recompilaron os artigos científicos, libros, manuais e estatísticas pertinentes.

A busca realizouse na biblioteca universitaria e a través de internet empregando tanto o motor de busca convencional como os especializados para artigos científicos (*Google Académico, ScienceDirect* e outros). Durante a redacción ampliáronse as fontes consultadas ao revisar as referencias dos artigos e libros que se estaban a usar.

**3) Avaliación e selección da bibliografía.**

As fontes bibliográficas foron seleccionadas segundo o tipo de materia a consultar, seguindo os seguintes criterios:

- Cuestións teóricas: artigos académicos, revistas científicas, libros e manuais.
- Datos e estatísticas: organismos públicos e institutos oficiais.
- Lexislación: boletíns oficiais.

Deuse prioridade as fontes máis actuais e de entidades de prestixio. Aliás, foise directamente ás obras dos autores citados nunha referencia consultada, e se confrontaron os textos que versaban sobre o mesmo tema.

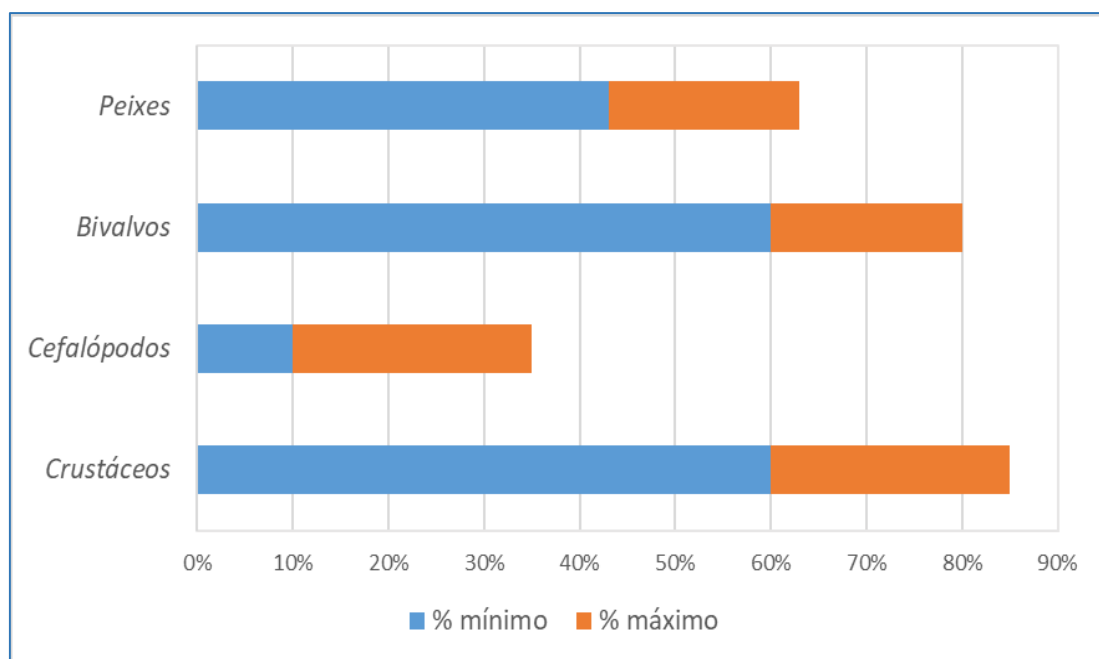
**4) Redacción.**

Os textos do traballo son claros e pertinentes co capítulo correspondente. Os parágrafos están estruturados para constituír unha unidade con coherencia interna, separando a información accesoria en notas ao pé e anexos para non interromper a lectura. Ademais, achegáronse datos para apoiar os enunciados formulados e se incorporaron esquemas, táboas e gráficos cando facilitaban a comprensión do escrito. Por último, as citas bibliográficas foron realizadas seguindo o sistema numérico da norma ISO 690:2010.

#### **4. RESIDUOS DE PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS DO MAR**

A finalidade básica dunha industria alimentaria consiste en confeccionar un alimento seguro, apetecíbel e que reporte un beneficio económico. Por tanto, o procesamento industrial implica a separación dos despojos e das porcións pouco atractivas para o consumidor presentes na materia prima. Deste xeito, até o proceso de transformación máis sinxelo comporta a xeración de residuos.

Na industria de transformación de produtos do mar a xeración de **residuos sólidos** é unha cuestión moi relevante, pois estes poden supor até o 70% do peso dos peixes e mariscos [15]. A porcentaxe depende do tipo de especie e do grao de procesamento que se realice. No xeral, a produción de residuos sólidos está nos intervalos mostrados na Figura 5.



*Figura 5: Cantidade típica de materia prima non utilizada no procesamento de produtos do mar. Elaborado a partir de datos de [16]*

Ademais de desperdicios sólidos, a industria produce tamén un gran volume de **augas residuais** como consecuencia de operacións como: lavado, escaldado, fileteado, cocción, preparación de conservas, etc.; tamén na fabricación de produtos non destinados á alimentación humana como fariña e aceite de peixe. Estímase que son necesarios 10-40 m<sup>3</sup> de auga para procesar cada tonelada de peixe ou marisco cru. [17]

A tendencia actual leva a transformar e acondicionar cada vez máis os produtos do mar, especialmente aqueles que sexan de gran tamaño. A razón é que a industria está a dar resposta á crecente demanda de alimentos fáciles de cociñar e consumir. Así, os produtos elaborados buscan diferenciarse dos produtos frescos vendidos en lonxas e peixarías [14, 15, 18]. Aproximadamente o 5% dos peixes, o 40% dos moluscos e o 90% dos crustáceos son procesados industrialmente [14].

Á parte dos residuos de procesos de transformación, a industria tamén desperdicia os produtos do mar por outras razóns como:

- realizar unha manipulación e conservación deficiente do produto (o alimento caído ao chan, o que está pasado, o que non conservou a cadea de frío, o de orixe incerta, etc.); [12]
- non satisfacer o estándar de calidade (o produto rexeitado por cuestións comerciais como o que ten un tamaño ou peso insuficiente, ou o de aparencia e forma desaxeitadas); [12, 14]
- efectuar probos e ensaios (neste caso o produto non se desperdicia completamente pois cumpre outras metas distintas da produción).

Os descartes que se acaban de mencionar son un recurso valioso para ser recuperado, sempre que o seu estado non estea deteriorado [18]. Como tamén o son os residuos producidos nas operacións de procesamento e conservación de peixes e moluscos que se expoñen deseguido.

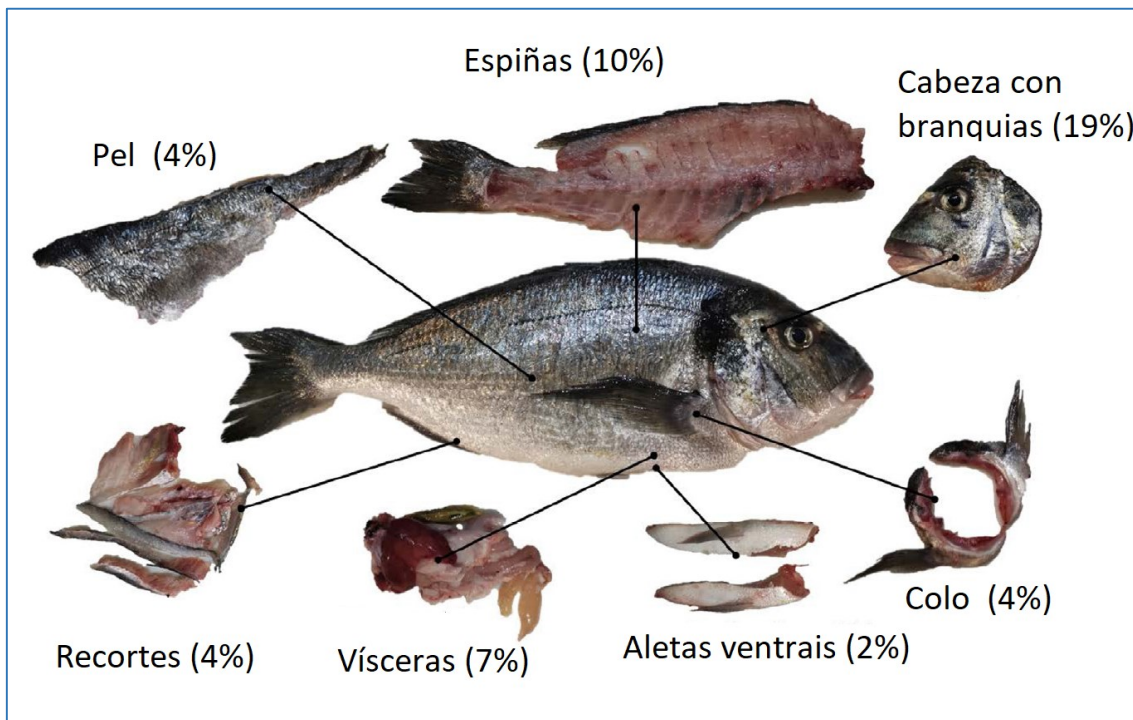
#### 4.1. Residuos de procesamento de peixe

O procesamento esencial dos pescados é a súa limpeza. O proceso exhaustivo consiste nas seguintes operacións: desangrado, evisceración, recortado e retirada de cabeza, pel e espiñas. Despois, a carne do peixe pode ser fileteada a fin de ser presentada nun formato atractivo para o cliente. En tal caso, o produto final adoita constituír unicamente un 30-50% do peixe. [15, 18]

Estas operacións xeran residuos comestíbeis e non comestíbeis como: sangue, vísceras, cabezas, branquias, pel, espiñas, ovas, colas e aletas. A cantidade e composición dos mesmos varía consonte o tipo de peixe (especie, tamaño, idade, etc.) e o tipo de transformación realizada. [18]

## Valorización de residuos de procesamiento de productos do mar

A composición de residuos máis habitual segundo a FAO está dentro dos seguintes intervalos: cabeza (9-12% do peso), vísceras (12-18%), espiñas (9-15%), escamas (cerca de 5%) e pel (1-3%) [5]. O exemplo dunha dourada de 700 g pode verse na Figura 6.



*Figura 6: Residuos da limpeza de dourada (% do peso) [18] (mod.)*

Con respecto aos procesamentos, o fileteado e os procesos de curado (salgado, afumado, etc.) son os implican a xeración da proporción máis grande de residuos sólidos, seguidos da conservación en lata. En peixes graxos, o produto fileteado comporta un 40% de restos, mentres que o produto esfolado (sen pel) só ocasiona un 3-4% de desperdicios. En peixes brancos, a retirada da cabeza, o fileteado do pescado descabezado e o recortado xeran un 20-40% de residuos [19]. En canto á produción de conservas, reportouse que unha fábrica de conservas de sardiña que procesa 12 toneladas de materia prima diariamente ten un nivel de desperdicio de residuos sólidos do 30% [20].

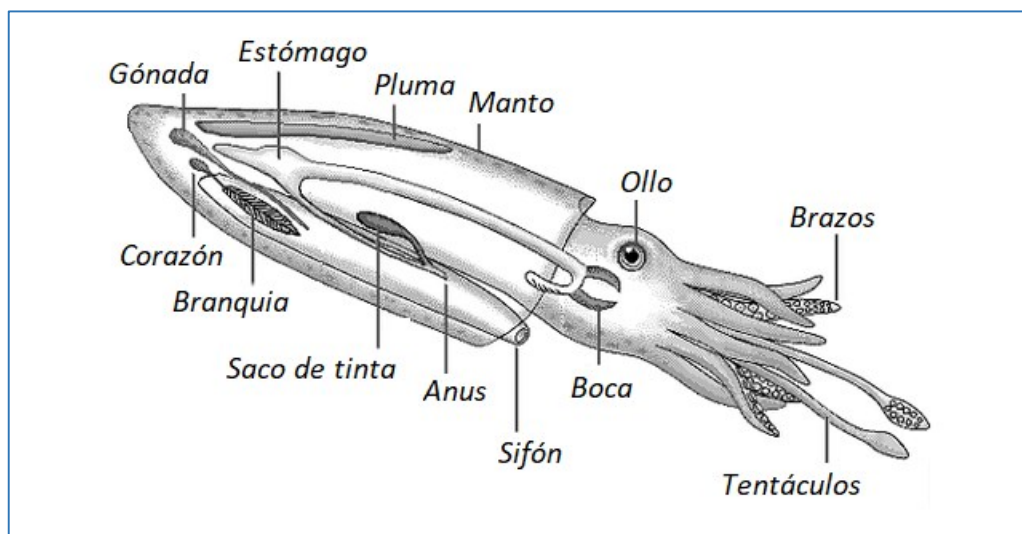
No caso de efluentes líquidos, cómpre salientar a súa importancia na produción de conservas (15 m<sup>3</sup> por tonelada de peixe tratado), e no escamado de peixe branco (10-15 m<sup>3</sup>). O fileteado desta clase de peixes xera 5-11 m<sup>3</sup> de augas residuais, mentres que o de peixes graxos produce 5-8 m<sup>3</sup>; en ambos os casos o seu esfolado supón menos de 0,9 m<sup>3</sup> de efluentes. [17]

## 4.2. Residuos de procesamiento de moluscos

Os moluscos son unha filo do reino animal que engloba, entre outras clases, a cefalópodos (calamares ou luras, polbos, potas, etc.) e bivalvos (ameixas, berberechos, mexillóns, vieiras, etc.). A xeración de residuos de cada clase de molusco é dispar, como se advirte na Figura 5. A razón vén da diferenza substancial na anatomía de cada clase.

No que atinxe aos **cefalópodos**, a xeración de residuos en relación ao peso de cada exemplar é só do 10-35% grazas a posuír un corpo brando e sen cuncha externa. [16, 21]

A limpeza do calamar (Figura 7) comporta, no mínimo, as operacións de: pelado do manto, evisceración (incluído o saco da tinta) e extracción da cuncha interna (pluma), dos ollos e da boca [22, 23]. Desta maneira, ao conservar as aletas do manto e os tentáculos e demais partes comestíbeis da cabeza, os residuos son unicamente o 18-20% da materia prima [23].



*Figura 7: Partes do calamar [24] (mod.)*

No caso do polbo, o procedemento de limpeza é un pouco distinto. Eviscérase e se extrae a boca (bico e cartilaxes) e os ollos, ao igual que no calamar; porén, no polbo córtase a cabeza por completo, e non se retira a cuncha interna porque non teñen cuncha propiamente dita, senón só restos [21].

O proceso de produción de cefalópodos pode culminarse coa súa cocción, xerando como efluentes as augas de cocción. Ademais, o lavado inicial das

## Valorización de residuos de procesamiento de produtos do mar

especies tamén repercute na produción de efluentes (augas de lavado), pero estes posúen moita menos carga orgánica que as de cocción.

O procesamento industrial habitual dos **bivalvos** fundaméntase na limpeza, o escunchado e, opcionalmente, a cocción da carne. Deste xeito, os residuos orixinados son as vísceras, as cunchas e as augas de cocción e de lavado. Debido ao elevado peso que representa a cuncha no seu corpo (30-60% do total), os bivalvos xeran unha proporción maior de residuos do que os moluscos cefalópodos. [14, 25]

En Galicia, o foco está na industria de procesamento de mexillón, cuxa limpeza involucra a retirada do biso, que son os filamentos que unen o pé do mexillón á rocha (Figura 8). Con todo, a cuncha segue a representar a maior parte dos residuos sólidos do procesamento do mexillón (70-80%). [25]



*Figura 8 Partes do mexillón [26]*

Os mexillóns poden ser vendidos como produtos conxelados, ou poden ser cocidos e preparados en conservas en lata. Neste caso a produción de efluentes ricos en carga orgánica é un aspecto a considerar. [25]

## **5. VALORIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS**

O capítulo anterior describiu os restos sólidos e as augas residuais producidas pola transformación de produtos do mar. Estes elementos foron designados como “residuos” —segundo a terminoloxía da Directiva Marco de Residuos da UE [27]— porque son produtos da actividade industrial que posúen escaso valor económico no seu estado e que supoñen un risco sanitario debido á posíbel descomposición da materia orgánica dos mesmos [18]. Por tanto, son sustancias que o industrial procura eliminar<sup>3</sup>. Para que os devanditos residuos poidan ser considerados “subproductos”<sup>4</sup>, a fábrica debe estar capacitada para darlles un uso nunha aplicación útil, é dicir, debe estar preparada para realizar a **valorización** dos mesmos. Así pois, en diante falarase de subproductos xa que o tema tratado refírese á súa valorización.

A Directiva Marco establece unha política de xestión de subproductos xerarquizada, na que a primeira opción é a prevención da xeración dos residuos, e a última é a eliminación dos mesmos; entre ambas están as múltiples alternativas de valorización [27]. Tales alternativas tamén poden ser ordenadas por preferencias, de forma que a xerarquía queda como segue: [14, 28]

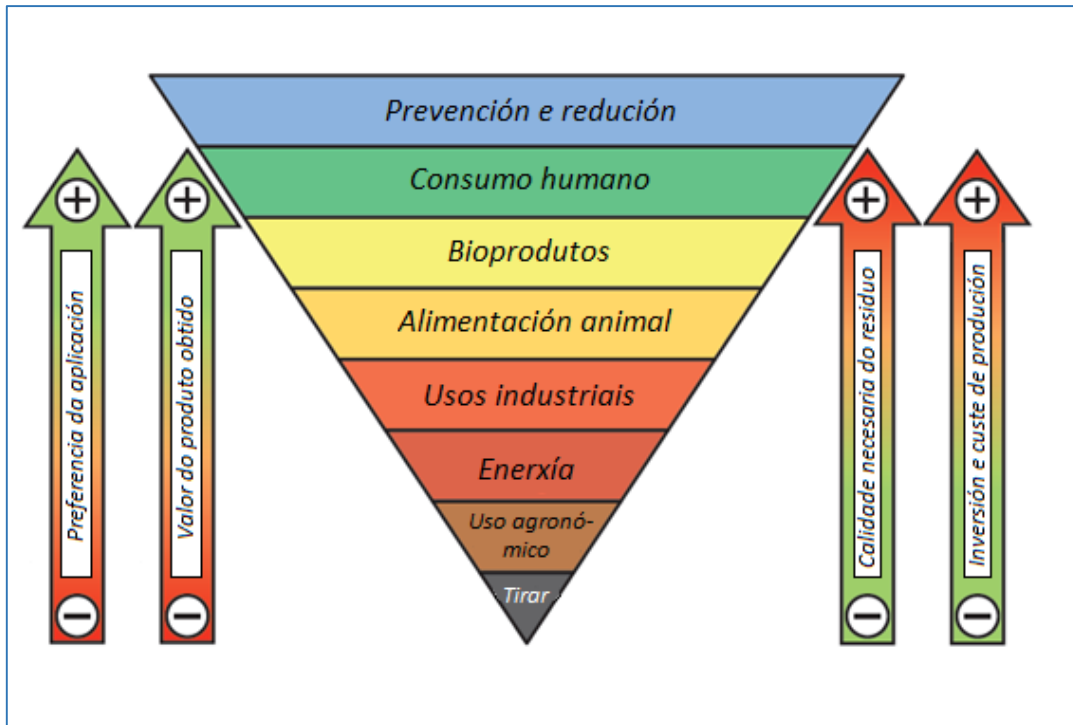
- 1) **Prevención e redución** (adoptar medidas para minguar a cantidade de residuo xerado ou os seus efectos perniciosos).
- 2) **Alimentación humana** (converter os subproductos en ingredientes, esencias ou novos produtos alimenticios como o *surimi*).
- 3) **Bioproductos** (extraer compoñentes dos subproductos a fin de fabricar compostos de alto valor engadido como cosméticos, fármacos e suplementos nutricionais).

---

<sup>3</sup> O art. 3 define residuo como: “calquera substancia ou obxecto do cal o seu posuidor se desprenda ou teña a intención ou a obriga de se desprender”. [27]

<sup>4</sup> O art. 5 establece que as condicións polas que un residuo pode ser considerado como un subproduto son: “a) é seguro que a substancia (...) vai ser usada ulteriormente; b) a substancia (...) pode utilizarse directamente sen ter que someterse a unha transformación ulterior distinta da práctica industrial normal; c) a substancia (...) prodúcese como parte integrante dun proceso de produción; e d) o uso ulterior é legal (...)”. [27]

- 4) Alimentación animal (facer fariña e aceite de peixe; son os usos máis estendidos dos subprodutos de pescado).
- 5) Usos industriais (lubricantes, disolventes, cal, etc.).
- 6) Producción de enerxía (biogás e biodiésel).
- 7) Usos agronómicos (fertilizantes, compost e correctores do solo).



*Figura 9: Pirámide de priorización estándar das opcións de valorización de subprodutos alimentarios [14] (mod.)*

Existe consenso en colocar os usos agronómicos, a xeración de enerxía e os usos industriais na parte baixa da pirámide, e tamén en situar a alimentación animal por riba das anteriores como se amosa na Figura 9. Porén, hai autores [12] que priorizan a elaboración de bioprodutos sobre a aplicación en alimentación humana aducindo o criterio do maior valor engadido do produto obtido. A orde de preferencia mostrada arriba é a exposta pola Axencia de Protección Ambiental dos Estados Unidos [28] e por outros autores [14], baseada na idea que os recursos alimenticios deben ser dedicados como opción prioritaria á produción de bens alimenticios.

Á hora de avaliar a posibilidade de valorizar un determinado residuo nunha determinada aplicación, a industria ha de realizar consideracións tecnolóxicas, loxísticas, económicas e legais.

## Valorización de residuos de procesamiento de productos do mar

En canto á **tecnoloxía**, os subprodutos non son utilizábeis para todas as aplicacións. Para empezar, os efluentes líquidos posúen un rango máis limitado de usos, e a súa aplicación está menos espallada. Despois, hai que diferenciar os subprodutos sólidos orgánicos e os inorgánicos pois a súa composición afecta aos requisitos para a súa preservación, e tamén aos compostos químicos que se poden extraer deles [12, 18]. A trazo groso, hai dous métodos para valorizar subprodutos sólidos: [18]

- transformar toda a masa conxuntamente (p. ex.: fariña de peixe, hidrolizados ou fertilizantes);
- separar distintos tipos de residuos para obter un produto final de alto valor engadido (bioproductos), seguindo estes pasos: 1º) pretratamento macroscópico, 2º) separación das moléculas, 3º) extracción efectiva, 4º) illamento e purificación dos compostos desexados, e 5º) desenvolvemento do produto e do seu mercado.

A valorización dos subprodutos mariños é unha forma de biorrefinaría que está englobada dentro da “**biotecnoloxía azul**”. A biorrefinaría é unha técnica emerxente que posúe o potencial de facer un uso cada vez máis eficaz da biomasa mariña ao transformala en produtos de máis valor. Novas tecnoloxías están a ser estudadas actualmente, no entanto, os custes económicos e os obstáculos técnicos asociados á súa investigación e á súa implementación a escala industrial fan que hoxe aínda non estean estandarizadas. [29]

No que concirne á **loxística**, é necesario contar cun subministro estábel e suficiente de materia prima. Para isto, pode ser útil axuntar os residuos de procesamento da propia empresa con outros similares doutras fábricas ou doutras etapas da cadea de valor. Ademais, as instalacións deben estar preparadas para desenvolver as tarefas de valorización atendendo a cambios estacionais e de composición da materia prima. En especial, a preservación adecuada da materia prima é un factor determinante para a súa valorización pois a calidade da mesma inflúe nos seus posíbeis usos. [14, 18]

Sobre a **economía**, como se observa na Figura 9, os usos de maior valor engadido demandan maior inversión de capital. Por exemplo, a compostaxe non require do equipamento que si precisa a extracción de compostos bioactivos. En

## Valorización de residuos de procesamiento de produtos do mar

consecuencia, hai que avaliar o mercado potencial do produto elaborado (en caso de facer un ben comercial), ou do rendemento económico do proceso desenvolvido en comparación cos custes de tratamento do subproduto como residuo. O volume de materia prima dispoñíbel é normalmente a cuestión máis importante nesta avaliación económica. [14, 18]

No que atinxe á **lexislación**, os subprodutos destinados ao consumo humano están rexidos polas normas propias de calquera ben alimenticio<sup>5</sup>. En cambio, os subprodutos animais non destinados ao consumo humano (SANDACH) deben cumprir as condicións do Regulamento 1069/2009 [30] para cada tipo de residuo.

*Táboa 3: Categorías de SANDACH aplicados á industria transformadora de produtos do mar [12, 30]*

Categoría	Nivel de risco	Xestión do subproduto	Material	Usos permitidos
Cat. 1 (art. 8)	Alto	Só eliminación	Corpos ou partes de animais enfermos ou contaminados	Incineración ou biocombustíbeis en plantas autorizadas
Cat. 2 (art. 9)	Medio	Non destinado a alimentación animal	Subprodutos non aptos para consumo humano	Fertilizantes, vertedoiro (após esterilizado) e usos técnicos seguros
Cat. 3 Art. 10)	Baixo	Decisión comercial do fabricante	Subprodutos de procesamento de peixe e marisco non incluídos nas cat. 1 e 2	Fertilizantes, bio-combustíbeis e alimentación animal

---

<sup>5</sup> Esencialmente, o Regulamento 852/2004 relativo á hixiene de produtos alimenticios e o 853/2004 para alimentos de orixe animal. Tamén, os Regulamentos 178/2002, 2073/2005 e 1881/2006 sobre trazabilidade, criterios microbiolóxicos e límite máximo dalgúns contaminantes.

Como se ve na Táboa 3, o regulamento clasifica os subprodutos en tres categorías con base no seu risco para a saúde humana e animal e marca os usos permitidos de cada unha. Esta normativa é moi restritiva cos subprodutos sospeitosos de estar contaminados ou de estar infectados, e os aboca á súa destrución. Para o resto de subprodutos só rexe o criterio de seren ou non aptos para consumo humano; os aptos (cat. 3) poden ser utilizados de novo na cadea alimentaria, normalmente servindo de alimento para animais de granxa ou de piscifactoría. A decisión de tratar un subproduto apto para consumo humano como SANDACH de categoría 3 está motivada normalmente por cuestións comerciais, pero se debe reparar en que é unha decisión irreversible, isto é, unha vez designado como SANDACH o subproduto non se pode recuperar para alimentación humana. [12]

En conclusión, existe unha enorme variedade de formas de valorizar os subprodutos de procesamiento da industria pesqueira. Cada maneira está suxeita a restricións de tipo tecnolóxico, económico, loxístico e legal. Entre as opcións viábeis, a industria debe priorizar as destinadas á alimentación humana ou a bens de alto valor engadido. De non ser posíbel, o uso en alimentación animal é unha alternativa que presenta custes e beneficios intermedios, e que adoita ser a vía de valorización máis común. Finalmente, os usos industriais, a produción de enerxía e as aplicacións agronómicas son opcións a ter en conta como posibilidades preferíbeis á deposición do residuo.

A continuación, descríbense as principais alternativas para a valorización dos subprodutos de procesamiento de produtos do mar en cada un dos estratos da pirámide de priorización. No Anexo III (p. 52) recóllese un cadro no que figuran algunhas opcións de valorización máis.

## **6. APLICACIONES EN ALIMENTACIÓN HUMANA**

Neste capítulo abórdanse as aplicacións de subprodutos de procesamento de pescados e moluscos como bens alimenticios. Os usos de compoñentes de produtos do mar como suplementos dietéticos ou en alimentos funcionais serán tratados no capítulo seguinte.

### **6.1. Polpa de peixe**

Chámase **polpa de peixe** ao músculo sen espiñas, escamas nin pel que foi obtido por extrusión, separación mecánica ou fileteado e moído dunha ou varias especies de peixe. As características desta substancia están marcadas polas proteínas miofibrilares, as cales constitúen o 66-77% das proteínas no músculo de peixe. Estas proteínas outorgan á polpa a capacidade de formar emulsións e xeles non termolábiles dando lugar a produtos de múltiples formas e texturas [31]. Entre os alimentos conseguidos con polpa de peixe hai: croquetas, bolos, salchichas, hamburguesas e pasteis de pescado [18].

O procesamento da polpa pódese facer de dúas maneiras: lavándoa ou non. Se non se lava, a composición e mais os atributos sensoriais do pescado fican no produto; mentres que se se lava, a polpa perde graxas e proteínas e desaparece a cor e o olor do peixe. Neste último caso, a polpa pode ser transformada en *surimi*, alimento que se tratará no seguinte apartado. [31]

En ambas as situacións, é fundamental contar con materia prima fresca, xa que os lípidos insaturados da carne teñen tendencia a oxidación autocatalítica, provocando a rancificación do alimento. [31, 32]

### **6.2. Surimi**

O *surimi* non é máis que polpa lavada e conxelada con crioprotectores [31]. Trátase dunha pasta formada a partir de carne de peixe picada, que logo é utilizada para elaborar alimentos que imitan o marisco de diversas formas, texturas e sabores como os paus de cangrexo. Esta pasta é un hidroxel no que as proteínas miofibrilares do peixe están entrelazadas e encerran moléculas de auga e outras partículas. A súa textura suave é o atributo máis rechamante deste produto, alén do seu valor nutritivo e do seu prezo económico. [32]

O *surimi* obtense normalmente de peixe pouco graxo e de músculo branco como a pescada, o abadexo e a dourada. Especies de músculo escuro e cun elevado contido de graxa como o salmón e a sardiña dan un *surimi* de baixa calidade, xa que estas características supoñen un problema tecnolóxico á hora de producir a pasta. [32, 33]

A materia prima para fabricar *surimi* é a polpa de peixe crúa, por tanto, o proceso de produción principia coa eliminación da cabeza, vísceras e espiña dorsal (manualmente), e mais das aletas, pel e demais espiñas dos peixes (mecanicamente). A continuación, realízase o proceso chave a fin de lograr unha pasta firme, incolora e inodora: o lavado. A carne de peixe é lavada repetidas veces con auga fresca para eliminar proteínas sarcoplásmicas, graxa, sangue e outras impurezas, e mellorar a calidade das proteínas miofibrilares. Tras cada lavado, é preciso tirar a humidade da carne, o que se leva a cabo mediante diferentes tecnoloxías (adición de sal común e cloruro de calcio, centrifugación e outros métodos). Logo ten lugar a xelificación, xeralmente en dous pasos: 1º) o asentamento da pasta a baixa temperatura (0-40°C), e 2º) a cocción a 80-90°C, que transforma a pasta de forma permanente nun xel ríxido e estábel. Finalmente, é importante engadir un crioprotector como sacarosa ou sorbitol para evitar que as proteínas se agreguen e desnaturalicen ao conxelar a pasta. Normalmente, o *surimi* é conxelado en bloques de 10 kg envoltos en plástico até que a estrutura acadade os -25°C no centro. [32, 33]

É posíbel facer unha especie de *surimi* con cefalópodos, mais o proceso ten que partir de concentrados das súas proteínas miofibrilares dado que estas son demasiado solúbeis en auga polo que se perderían nos lavados. Ademais, está probado que se poden engadir pequenas proporcións de *krill*, lura e polbo a mesturas acidificadas de carne de peixe para elaborar *surimi*. [32]

### **6.3. Outros usos**

Certas partes descartadas do peixe por razóns comerciais son utilizábeis para elaborar **novos produtos de pescado**. Así, pódese aproveitar a parte inferior da cabeza da pescada e do bacallau para preparar *kokotxas*, as ovas poden servir como ingrediente de distintos pratos, e o fígado pode usarse para mollos ou salsas [18]. No Sueste asiático é tradicional elaborar mollo de peixe mediante a

fermentación nun medio salgado de peixes sen valor e subprodutos de procesamiento de marisco. A hidrólise da proteína ten lugar a 30-35°C durante un período longo de tempo (3-24 meses) no que o mollo vai desenvolvendo o sabor [16]. Outra posibilidade é transformar os restos de produtos do mar en fariña para logo fabricar sopas instantáneas, patés e outros alimentos listos para comer [18].

Coas augas de cocción de moluscos e crustáceos pódese elaborar **caldo de marisco**. Estes caldos poden utilizar a fariña de subprodutos mencionada antes e realizar unha segunda cocción coa mesma auga, obtendo un líquido máis rico en compoñentes do marisco. Despois, o caldo é filtrado e pasteurizado por UHT, podendo opcionalmente ser deshidratado para crear un produto en forma de pastilla. [14]

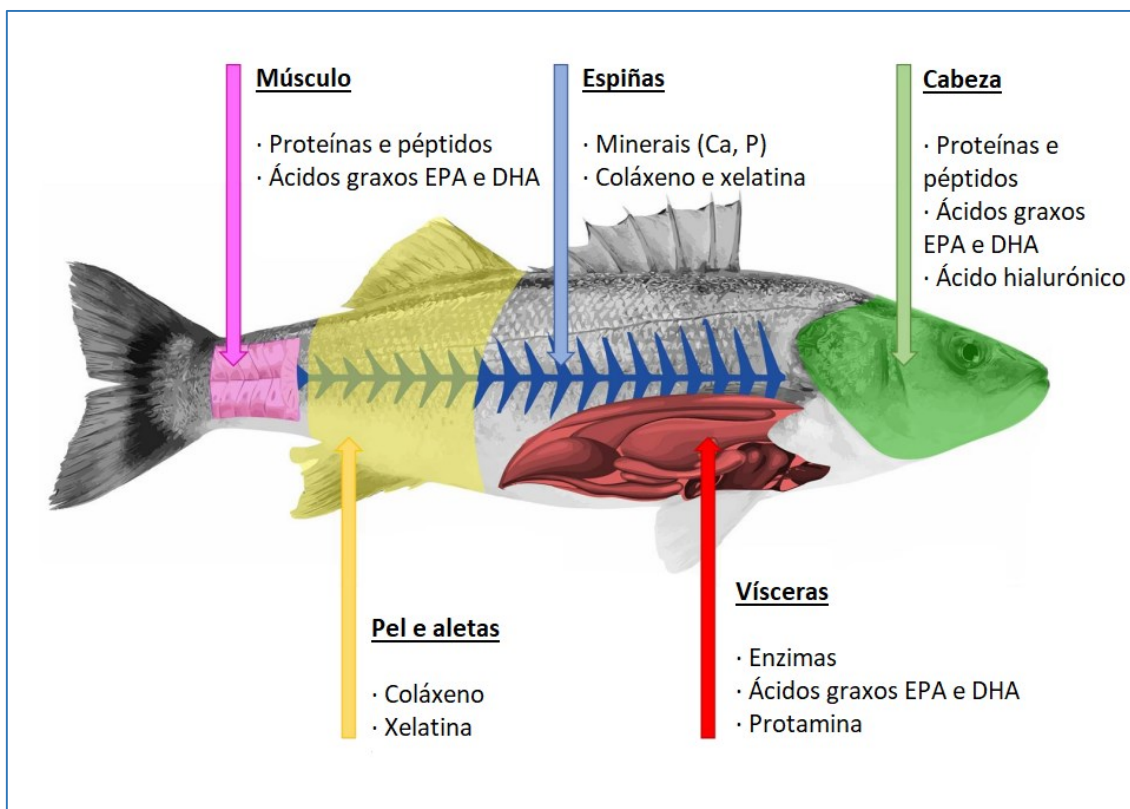
Tamén se poden usar os subprodutos para crear ingredientes usados na propia industria alimentaria como **axentes de textura, sabores e aromas** [14, 16]. Por exemplo, as augas de cocción de mexillón poden ser tratadas por un proceso en serie de electrodiálise e osmose inversa que permite obter un concentrado de aroma natural de mexillón á vez que a auga residual depurada cumpre os estándares para a súa liberación [34]. Outros exemplos son os hidrolizados de proteína (ver p. 37), os cales poden ser utilizados para dotar de sabor e aroma a sopas e mollos de peixe, e a tinta de lura, usada en pratos como o arroz negro ou xunto coas propias luras.

Por último, hai que mencionar que a **xelatina** (ver p. 29) ten aplicacións en produtos como iogures, xeados e osiños de goma, grazas á súa capacidade para aumentar a estabilidade, a elasticidade e o tempo de vida útil dos alimentos [14, 35]. Non obstante, o olor a peixe e a turbidez da xelatina supoñen un reto para a industria alimentaria, que debe clasificar e separar os residuos de procesamiento con rapidez, e aplicar tratamentos retardadores da oxidación das graxas [35].

## **7. APLICACIONES EN BIOPRODUTOS**

Os bioprodutos son todos aqueles materiais, compostos químicos e combustíbeis provenientes de fontes renovábeis de orixe biolóxica que non se empregan en alimentación humana ou animal nin en fertilizantes [36]. No que concirne á valorización de subprodutos de sector do mar, os bioprodutos fan referencia esencialmente a produtos farmacéuticos, cosméticos, nutricionais e médicos. (Algúns autores [15, 37] prefiren empregar o sintagma “compostos de alto valor engadido”).

Os compoñentes que se poden extraer por biorrefinaría son moi numerosos. A Figura 10 mostra os principais elementos que se poden obter de cada parte dos peixes.



*Figura 10: Compoñentes extraídos de subprodutos de peixe [38] (mod.)*

Con respecto a outros animais mariños, tamén ofrecen múltiples oportunidades. Por exemplo, poden obterse quitina e quitosano das coirazas de crustáceos, das cunchas de bivalvos e da pluma de calamar, e da pel e vísceras de calamar poden conseguirse péptidos e ácido glutámico. [23, 25]

Finalmente, cómpre aclarar que neste capítulo sobre bioproductos se enmarcan os usos nutracéuticos (nutricional máis farmacéutico), que inclúen produtos relacionados coa alimentación humana como: [29, 39]

- os alimentos funcionais, isto é, aqueles alimentos de aparencia similar aos convencionais pero que foron enriquecidos no seu procesamento e que reportan beneficios fisiolóxicos e para a saúde (p. ex.: alimentos que engadiron compostos bioactivos como a astaxantina);
- os suplementos dietéticos, que son os produtos con formato de medicamento (cápsulas, pastillas, en po, etc.) que complementan a dieta (p. ex.: concentrados de proteína de peixe).

### 7.1. Péptidos bioactivos

Os **péptidos bioactivos** son secuencias de 2-20 aminoácidos que posúen potenciais papeis reguladores no noso organismo máis aló das súas funcións principais como fontes de nutrientes [16, 40]. Son obtidos por escisión dos enlaces peptídicos de proteínas primarias mediante hidrólise química (ácida ou alcalina) ou enzimática (proteases). O resultado do proceso é unha mestura de polipéptidos de distintos tamaños, cuxa distribución depende tanto da proteína primaria utilizada como do grao e tipo de hidrólise efectuada [40].

No caso que nos ocupa, aprovéitanse os peixes descartados e as fraccións ricas en proteínas de subprodutos de procesamento de pescado, moluscos e crustáceos como fontes de péptidos [14], que se adoitan extraer por vía enzimática [16, 40]. Así pois, o proceso produtivo dun determinado péptido bioactivo comporta: 1º) extracción da proteína primaria, 2º) hidrólise, 3º) illamento do péptido obxectivo, e 4º) purificación [40].

Os péptidos de pescado e marisco destacan pola súa actividade antioxidante e antihipertensiva. Tamén os hai con propiedades de tipo inmunoestimulante, antimicrobiano, anticoagulante (p. ex.: protamina) e mecánico (p. ex.: elastina). Estas características permiten que se apliquen en produtos farmacéuticos, cosméticos e nutracéuticos, e tamén como aditivo alimentario. Na actualidade, a maioría das aplicacións son no sector nutracéutico, en forma de cápsulas e pílulas antihipertensivas. [14, 16, 40]

## **7.2. Coláxeno**

O **coláxeno** é unha proteína fibrosa que está presente na pel e nos ósos dos animais, sendo a proteína máis abundante (25-30% do total [16, 37, 40]). Extráese xeralmente da pel de porco (46%), do coiro bovino (29,4%), e dos ósos de porcinos e bovinos (23,1%) [40]. Tamén se pode producir a partir de residuos de peixe (pel, escamas, espiñas, cartilaxes, vexiga natatoria e aletas), e de moluscos (polbo, lura e sepia) [16, 23]. Incluso é posíbel producir coláxeno a partir do biso dos mexillóns, pero de momento só a escala de laboratorio [25].

O coláxeno de peixes extráese por hidrólise química (con ácido acético) ou enzimática (con pepsina), mais esta última opción é menos habitual porque ten un custe de produción superior. [18, 40]

No xeral, a maior parte do coláxeno que se produce é transformado en **xelatina**, debido ao seu amplo abano de aplicacións [16, 18, 37]. Non obstante, tamén é utilizado en produtos nutracéuticos e como aditivo de alimentos.

No campo alimentario, o mercado do coláxeno e os seus derivados está a medrar grazas a que é unha alternativa segura para a saúde (ao non ter risco de transmitir a encefalopatía esponxiforme bovina ou a gripe aviar) e aceptábel para persoas de certas relixións (musulmáns, xudeus e hinduístas) [16, 18].

En canto ás aplicacións médicas e cosméticas do coláxeno, as súas propiedades como antioxidante e antihipertensivo, e a súa capacidade de mellorar as condicións da pel e dos ósos fan del un bioproducto eficaz nunha ampla gama de usos: tratamento da artrite, reconstrución dental, coidado da pel, etc. [14, 16, 18]

## **7.3. Xelatina**

A **xelatina** é unha substancia branda, incolora e insípida que está composta por proteínas (85-90%), auga (8-12%) e minerais (2-4%) [14, 18, 37]. Consiste en coláxeno parcialmente hidrolizado, e se obtén por medio de dous métodos: hidrólise por vía ácida (xelatina tipo A) e hidrólise por vía básica (xelatina tipo B) [18, 35, 40]. En calquera das dúas vías, o proceso está constituído fundamentalmente por catro etapas: [40]

- o pretratamento da materia prima para tornar o coláxeno solúbel;
- a extracción da xelatina en auga quente;
- a purificación da xelatina (filtración, eliminación de ións, concentración e esterilización);
- o secado da xelatina até unha humidade do 10-12%, que logo é triturada, peneirada e empacquetada.

As características da xelatina de peixe difiren segundo a orixe do animal: mentres que as xelatinas de peixes de auga quente teñen propiedades reolóxicas similares á xelatina tradicional, as de peixes de auga fría dan produtos cun punto de fusión máis baixo e con peores propiedades reolóxicas. Outros parámetros que afectan ás propiedades da xelatina son o método de obtención e as condicións do proceso (pH, temperatura e tempo). [35, 40]

As xelatinas de peixe e de lura posúen propiedades funcionais como a supervivencia á dixestión enzimática no tracto gastrointestinal, unha boa capacidade de absorción e excelentes propiedades de formación de películas que as fan útiles para múltiples aplicacións. [18]

A xelatina é comunmente utilizada en alimentos, fármacos, cosméticos e material médico polas súas propiedades para mellorar a elasticidade, consistencia e estabilidade dos produtos, e tamén ten aplicacións en fotografía [14, 18, 35]. O uso máis estendido da xelatina de peixe de auga fría é a microencapsulación de vitaminas ou nutrientes sensíbeis ao calor [14].

#### 7.4. Ácidos graxos poliinsaturados

Os ácidos graxos presentes nos peixes diferéncianse dos que se encontran noutros seres vivos porque posúen unha notábel cantidade de ácidos graxos poliinsaturados de cadea longa, incluíndo dous **ácidos omega-3**: o **ácido eicosapentaenoico (EPA)** e o **ácido docosahexaenoico (DHA)**. [37, 41]

Estes ácidos son considerados esenciais porque, non podendo ser sintetizados polo organismo, participan en funcións fisiolóxicas importantes do sistema circulatorio e do inmune. Ademais, alégase que reportan beneficios para a saúde como a mellora do benestar emocional, o aumento da agudeza visual e a diminución do risco de sufrir doenzas cardiovasculares e canceríxenas. [37, 41]

Entre as mellores fontes de aceites con ácidos omega-3 están os peixes azuis: salmóns, arenques, anchoas, sardiñas e atúns [41]. En canto aos subprodutos de moluscos, pódense extraer ácidos graxos esenciais a partir de fígado de pota e, en menor proporción, de descartes de mexillón de labios verdes [33].

A extracción do aceite pode efectuarse a partir de descartes e subprodutos por medio dunha diversidade de métodos:

- Cocción e o prensado en frío: o aceite saído da prensa é logo refinado para subir a concentración de ácidos graxos poliinsaturados. [14, 41]
- Extracción con disolventes: é o tecnoloxía máis habitual xunto coa anterior. [16, 41]
- Procesos enzimáticos: por hidrólise catalizada por proteases ou lipases. É unha técnica máis rápida e segura que as anteriores, pero o custe das enzimas supón unha desvantaxe para esta alternativa. [16, 41]
- Tecnoloxías verdes: a extracción con fluídos supercríticos e a asistida por microondas son as opcións máis recentes e prometedoras. [41]

Tras a extracción, o aceite é refinado e purificado eliminando impurezas e olores non desexados, e, opcionalmente, concentrado en ácidos graxos poliinsaturados. [42]

A principal aplicación dos ácidos graxos omega-3 é como produto nutracéutico; úsase en suplementos nutricionais e en alimentos funcionais (enriquecendo produtos de repostería, cereais, bebidas, etc.) e en fármacos (mellorando o seu rendemento). Como suplemento, é vendido tipicamente en cápsulas de xelatina branda. [37, 42]

## **7.5. Quitina e quitosano**

A **quitina** é un polisacárido cunha estrutura semellante á celulosa, sendo o segundo polisacárido máis abundante detrás dela. Trátase dun composto sólido inodoro, insípido e de cor branca, obtido a partir das cascas de crustáceos como fonte maioritaria (xerando o alomorfo  $\alpha$ -quitina) [23, 37, 41], e tamén da pluma do calamar (dando  $\beta$ -quitina, con propiedades lixeiramente distintas) [23, 37, 43], das cunchas de ostras [43] e das escamas de peixe [41].

A fabricación industrial da quitina faise por vía química e implica tres pasos: 1º) desmineralización dos subprodutos con ácidos fortes, 2º) desproteización con bases fortes, e 3º) descoloración. Como alternativa a esta técnica xurdiron dous métodos biolóxicos: a desproteización enzimática e a fermentación con microorganismos; estas opcións son atraentes porque logran un produto de alta calidade sen xerar efluentes químicos concentrados. [16, 37, 41, 43]

Ambos os alomorfos de quitina son insolúbeis en auga, dificultando a súa aplicación como bioproductos. Por isto, o uso case exclusivo da quitina é como precursor na produción de quitosano e outros compostos. [16, 37, 41]

O **quitosano** prodúcese industrialmente pola desacetilación da quitina mediante tratamento cunha solución alcalina concentrada (até o 40 %) a moi alta temperatura (até 140°C). Ao igual que a quitina, o quitosano pode ser descomposto nos seus oligómeros. [16, 37]

Os materiais baseados en quitina, quitosano e os seus derivados empréganse en grandes cantidades para fabricar toda clase de bioproductos (antisépticos, alimentos, cosméticos, medicamentos e suplementos nutricionais) e usos industriais (ver p. 40). En alimentación e nutracéutica, destacan as súas capacidades para aglutinar graxas e para formar películas biodegradábeis, comestíbeis, antibacterianas e antifúnxicas. [16, 37, 41]

## 7.6. Enzimas

Os **enzimas** son un grupo de compostos orgánicos que catalizan as reaccións químicas do metabolismo dos seres vivos. Esta función catalizadora faínos útiles para moitas aplicacións industriais. [16, 41]

Os enzimas dos organismos mariños son froito da adaptación destes seres ás condicións ambientais extremas de temperatura, presión e concentración de sal do océano. En consecuencia, desenvolveron capacidades únicas, moi diferenciadas das dos enzimas de animais terrestres. Por exemplo, as proteases dos peixes (o tipo de enzimas máis abundante neles) teñen unha maior eficiencia catalítica a baixa temperatura e unha maior estabilidade no intervalo de pH límite do que as proteases doutros animais. [16, 41]. A Táboa 4 recolle unha relación de enzimas e as súas aplicacións biotecnolóxicas.

*Táboa 4: Enzimas mariños e as súas aplicacións*

Enzima	Fonte	Aplicación
Pepsina	Estómago e vísceras de bacallau	Produción de caviar, ensilados e escamado de peixes [41]
Tripsina	Tracto dixestivo do peixe <i>Aluterus monoceros</i>	Produción de hidrolizados de proteína de peixe [41]
Carboxipeptidase	Páncreas de lura	Produción de hidrolizados [23]
Outras proteases	Intestino e estómago de varias especies de atún	Produción de hidrolizados e extracción de coláxeno [41]
Lipasas	Intestino de bacallau	Síntese de lípidos [41]
	Descartes de bacallau, salmón, sardiña e xurelo	Produción de ácidos graxos enriquecidos en omega-3 [44]
	Fígado de barramundi	Desengraxado de pel de peixe [41]
Quitinase	Polbo e fígado de lura	Produción de quitosano [44]
Quitosanase	Pluma de lura	Degradación de quitosano [23]
Lisozima	Cuncha de vieira	Axente bacteriostático [44]
Glutación peroxidasa e catalase	Mexillón e outros organismos	Antioxidante e axente conservador de peixe [44]
Transglutaminase	Varios organismos	Texturización, encapsulación de nutracéuticos, películas comestibles e desenvolvemento de análogos de <i>surimi</i> [44]
Uracilo-ADN glicosilase	Fígado de bacallau	Biología molecular [41]

Os subprodutos do procesamento de produtos do mar, especialmente as vísceras, son unha fonte rendíbel e viábel de enzimas. Así pois, por medio de técnicas como a separación por membranas, a cromatografía e o quecemento óhmico, a industria transformadora pode dar un novo uso aos despoños máis difíciles de valorizar en aplicacións de alto valor engadido. [16]

## **7.7. Outros usos**

A lista de compoñentes de produtos do mar utilizados en aplicacións biotecnolóxicas excede os xa mencionados neste capítulo. A continuación, coméntanse algúns compoñentes interesantes máis, que se completan cos citados no Anexo III (p. 52).

Os **minerais** como o calcio presente nas espiñas, e as **vitaminas** como a A e a D que fan parte do aceite de fígado de bacallau son constituíntes dos residuos de pescado que se empregan en produtos para mellorar a alimentación [16]. Tamén se obteñen de subprodutos de peixe tanto o **ácido hialurónico** como o **ácido glutámico**, que teñen aplicacións médicas e cosméticas [14, 23].

A **astaxantina**, un pigmento avermellado proveniente esencialmente de crustáceos, úsase como colorante e antioxidante en produtos nutracéuticos [37]. Ademais, foi achado recentemente que a **tinta de lura** posúe múltiples propiedades funcionais que a fan apropiada para ser usada como bioproducto [23].

Para concluír, os hidrolizados e os concentrados de proteína tamén teñen aplicacións como bioproductos. Os **hidrolizados de proteína** (ver p. 37) poden ser usados como suplementos nutricionais, aglutinantes alimentarios, emulsionantes e xelificantes [44]. Os **concentrados de proteína** (ver p. 38) poden actuar como suplementos dietéticos e como enriquecedores en alimentos funcionais. Por exemplo, conseguiuase aumentar o contido proteico de barras de cereais sen deteriorar a súa calidade sensorial usando concentrados de salmón e atún [45].

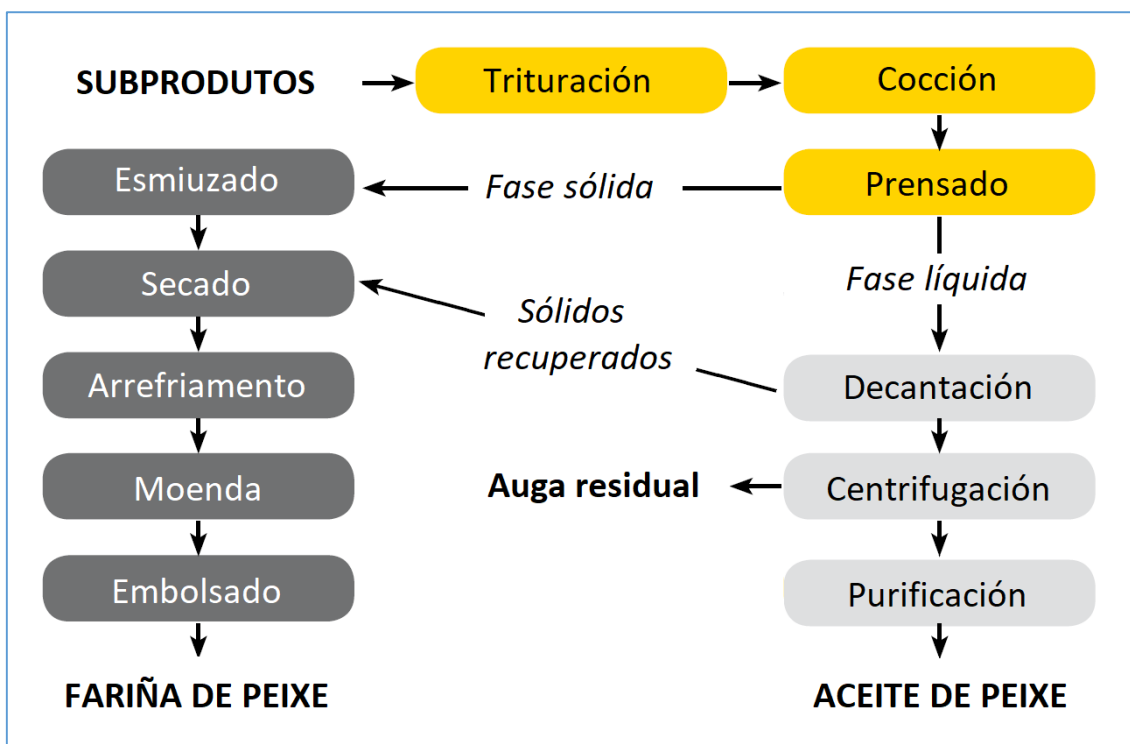
## **8. APLICACIONES EN ALIMENTACIÓN ANIMAL**

### **8.1. Fariña de peixe e aceite de peixe**

A **fariña de peixe** é un po marrón rico en proteínas obtido a partir de toda clase de subprodutos de procesamento (cabezas, recortes, espiñas, etc.) e de peixes enteiros descartados por motivos comerciais. A súa produción constitúe a maneira tradicional de aproveitar os residuos da pesca e a máis utilizada na actualidade. [18, 42]

O proceso produtivo consta de múltiples etapas (Figura 11) e implica un elevado gasto enerxético, por tanto, a fin de facer rendíbel o investimento é necesario operar con grandes cantidades de materia prima [15]. En síntese, a fabricación de fariña de peixe implica as seguintes operacións: [42]

- a cocción da materia prima para coagular as proteínas e separar a auga;
- o prensado para separar os sólidos da fase líquida;
- o secado da torta de prensado e a súa moenda;
- adicionalmente, a separación do aceite e da auga da fase líquida que sae da prensa.



*Figura 11: Proceso de fabricación de fariña de peixe [42] (mod.)*

Como se observa na Figura 11, o **aceite de peixe** é un co-produto obtido ao separar a fracción de graxas da fase líquida xerada no prensado. As plantas modernas de fariña de peixe están automatizadas e constan dun muíño industrial, dunha cámara de cocción e mais dunha centrífuga-decantadora, que é unha unidade compacta que prensa os subprodutos alimentados á vez que os separa en tres fases: sólidos, aceite e auga. [15, 18]

Aínda que a fariña e o aceite son froito do mesmo proceso, o uso que fan da materia prima é considerabelmente dispar: a elaboración de fariña emprega un 29,8% de restos de procesamento (non peixes enteiros), mentres que a de aceite consome un 51% de restos. Esta diverxencia débese ao alto rendemento da extracción de aceite de recortes de peixes como o salmón [46]. Non obstante, a fariña é sempre o produto principal do proceso mentres que o aceite é separado sempre que se traballe con materia prima con máis dun 3% de peso do mesmo [42].

A fariña de peixe é unha excelente fonte de proteínas, graxas e outros constituíntes (calcio, fósforo, vitaminas, etc.). A calidade da composición varía en función da materia prima, o habitual é: 64-67% de proteína, cerca dun 12% de graxa, 10-20% de cinsas e até un 10% de auga [14]. Úsase maioritariamente para alimentar peixes e outros animais mariños en acuicultura (60%). En menor medida emprégase como ingrediente nas dietas de animais de granxa como porcos (25%) e aves de curral (8%), e no penso para mascotas [14, 16, 18].

O aceite de peixe é rico en ácidos graxos omega-3 (EPA e DHA) e ten cantidades variábeis de fosfolípidos. A calidade do aceite depende do nivel de purificación. Así, o aceite bruto saído da centrifugadora pode ser refinado por medio de varias operacións: desgomaxe (eliminando os compostos fosfatídicos), neutralización, descoloración e desodorización [18]. Os aceites máis refinados teñen un prezo elevado e son destinados para pensos de alta calidade; está demostrado que alimentar polos de granxa con aceite de peixe enriquece a súa carne con ácidos esenciais e diminúe o seu nivel de colesterol [47].

Os aceites con máis impurezas serven para pensos de nivel inferior ou, de forma excepcional, poden ser destinados a usos industriais e a produción de enerxía (ver p. 40).

É preciso aclarar que o aceite de peixe producido do xeito aquí descrito non se destina a alimentación humana xa que emprega subprodutos SANDACH. Os aceites de peixe elaborados como suplemento da dieta para persoas (ver p. 30) usan subprodutos aptos para consumo humano e utilizan técnicas máis sofisticadas para a extracción dos ácidos graxos. [42]

O aceite de peixe é un bo complemento da fariña de peixe na formulación de pensos para animais xa que constitúe unha fonte concentrada de calorías e achega ácidos graxos esenciais. O destino primordial do aceite de peixe é o sector acuícola, que consome o 90% da produción [41].

## **8.2. Hidrolizados de proteína**

Os **hidrolizados de proteína de peixe** son un produto da degradación das proteínas en péptidos curtos (2-20 aminoácidos) [18, 44]. Como o seu propio nome indica, son obtidos por hidrólise da fracción proteica do pescado (carne, residuos sólidos e mesmo augas de proceso) [14]. A transformación adoita facerse catalizada por enzimas proteases como tripsina, subtilisina e pepsina por ser a técnica máis rápida e fácil de controlar [18, 44]. Existen alternativas de hidrólise por medios químicos [18], e incluso foi demostrada a posibilidade de obter hidrolizados de proteínas por fermentación con bacterias ácido lácticas a partir de cabezas de peixe [48].

A maior parte dos hidrolizados son pos amorfos, de natureza higroscópica, contendo: 81-93% de proteínas, menos de 5% de graxas, 3-8% de cinsas e 1-8% de humidade. Os peixes brancos como o bacallau ou a pescada son a materia prima máis axeitada para producir estes compostos. [44]

En alimentación animal, úsanse en gandaría, acuicultura e animais de compañía como complemento da súa dieta [14]. Porén, é común que o produto posúa un sabor amargo causado por algúns péptidos que se poden eliminar mediante enzimas carboxipeptidasas [44].

Existe a opción de elaborar **hidrolizados de proteína de calamar** con subprodutos de até catro especies de lura e sepia. A súa composición foi de: 84-88% de proteínas, 6-7% de cinzas e 3% de graxa [17]. Os hidrolizados de calamar son usados na alimentación de polos, porcos, peixes e crustáceos.

### **8.3. Concentrados de proteína**

Os **concentrados de proteína de peixe** son o produto obtido por extracción do aceite e os ósos de subprodutos de pescado e descartes, sendo o máis conveniente utilizar partes con moito músculo e sen vísceras. Trátase dun po deshidratado cun contido proteico elevado, que é superior en termos nutritivos á fariña de peixe. Porén, calquera das técnicas de concentración utilizábeis (extracción con isopropanol, con dicloruro de etileno, utilizando enzimas ou polo método de solubilización/precipitación isoeléctrica) encarecen moito os custes de produción con respecto á produción de fariña. [14, 18]

Existen varios niveis de concentrados proteicos: [14]

- **Concentrados de proteína tipo B**: cun contido proteico de 65-80% e cun contido de graxa preto do 3%.
- **Concentrados de proteína tipo A**: con máis de 80% de proteína, soamente 0,5-1% de graxas, e sen sabor ou olor a peixe.
- **Isolados de proteína**: con máis de 90% de proteína e menos de 1% de graxa.

No xeral, os concentrados de proteína máis puros e de maior calidade organoléptica son usados como bioproductos para consumo humano. Os dedicados á alimentación animal utilizáronse en aplicacións especializadas para gando monogástrico como substitutos do leite ou pensos iniciadores. Son unha excelente fonte de aminoácidos altamente dixeríbeis, aínda que o seu alto prezo limita o seu uso. [14]

### **8.4. Outros usos**

Os subprodutos de pescado pódense usar directamente na **alimentación de animais de peletaría** como visóns, e como **carnada** para a pesca. [14]

Unha alternativa para os subprodutos de peixe (tamén válida para restos de lura [22]) consiste na produción de **ensilados**. Trátase dun líquido pastoso derivado da hidrólise completa das proteínas de recortes e vísceras de peixe. Lévese a cabo nun medio ácido para acelerar a acción dos enzimas e inhibir o crecemento bacteriano. A elaboración de ensilados é unha técnica moi sinxela,

que só precisa dun muiño para triturar os restos de pescado e de ácido fórmico para baixar o pH da mestura. O produto final fornece proteínas, graxas e minerais, e resulta máis palatábel para os animais que a fariña de peixe, pero o seu valor nutricional é inferior. Con todo, os ensilados demostraron ser unha opción eficiente como parte da ración alimentaria de porcos, aves e peixes. [18, 49]

Con respecto aos bivalvos, é frecuente que os restos de carne de mexillón sexan usados como ingrediente na fabricación de fariña de peixe [25]. Pola súa parte, as cunchas poden ser aproveitadas en forma de **cuncha moída**, que consiste en pequenas pedras ou po de cunchas de bivalvos. Este produto é usado en alimentación de aves de curral [14]. A súa utilidade estriba en que favorece a dixestión destes animais e fortalece a cáscara dos ovos pola súa achega de calcio e outros minerais.

Por último, é posíbel facer **fariña de marisco** utilizando restos de crustáceos, principalmente a súa casca externa. O proceso é similar ao da fariña de peixe xa que involucra a cocción dos subprodutos, o secado e unha moenda final, xerando un po de cor rosada. Este produto utilízase como ingrediente de pensos para piscifactorías porque resulta atractivo para os peixes polo seu aroma. É especialmente usado para alimentar salmóns xa que traslada á súa carne a pigmentación vermella dos crustáceos. Tamén se emprega para alimentar animais de granxa. [14]

## **9. OUTRAS APLICACIÓNS**

### **9.1. Usos industriais**

O **aceite de peixe de baixa calidade** ten aplicacións industriais como disolvente para pinturas, tintas e vernices, como lubricante de maquinaria en contacto con alimentos e como axente engraxador no curtido de coiro. [14, 18, 41]

Os produtos baseados en **quitina** ou **quitosano** teñen diversas aplicacións industriais na purificación de augas (eliminando metais tóxicos e graxas), na industria téxtil e na fabricación de papel. [14, 43]

Por último, é habitual a valorización de cunchas de mexillón e outros bivalvos como agregado para o cemento ou como fonte (entre outros compostos) de **carbonato de calcio**, usado na fabricación de polímeros, pinturas, papel, etc. [14, 25]

### **9.2. Producción de enerxía**

Os subprodutos de procesamento de peixe son utilizados na produción de enerxía en forma de dous biocombustíbeis: biodiésel e biogás. Ambos os dous son fontes de enerxía renovábeis que se poden empregar na produción de enerxía térmica e eléctrica.

O **biodiésel** é un líquido formado por ésteres monoalquílicos de ácidos graxos de cadea longa, que se obteñen de aceites de orixe animal ou vexetal por medio de reaccións de transesterificación usando alcohois [18, 50]. O biodiésel de pescado pode obterse de subprodutos da industria conserveira e de aceite de peixes azuis [18], pero presenta un inconveniente ao ser propenso á oxidación polo seu alto contido en ácidos graxos poliinsaturados. A oxidación conduce a un aumento da viscosidade e pode levar á formación de compostos insolúbeis que obstrúan os canos do motor. Como solución, pódese engadir antioxidantes ou mesturar o aceite de peixe con outros máis estábeis como o de palma [50].

O **biogás** é produto da dixestión anaerobia de residuos orgánicos levada a cabo por diversos microorganismos. Consiste nunha mestura gasosa de metano e dióxido de carbono recollida en grandes biorreactores, que logo é purificada para subir a concentración de metano. Os subprodutos da industria pesqueira

poden servir como substrato orgánico para producir biogás, mais é recomendable mesturalos con outros residuos para mellorar a biodegradación da materia orgánica. Como produto secundario da dixestión anaerobia obtense o dixestato, que é un lodo que se pode empregar como emenda orgánica en aplicacións agronómicas. [12, 14]

### 9.3. Usos agronómicos

Os usos agronómicos son unha alternativa interesante para a industria porque permite o aproveitamento dos SANDACH de categoría 2. Ademais, estas aplicacións traen un duplo beneficio pois son positivas para o labor agrícola e tamén desde o punto de vista ambiental. No eido da agricultura, os subprodutos mariños melloran a textura do solo e o crecemento dos cultivos; e no eido ambiental, son unha alternativa aos fertilizantes artificiais, cuxa produción consome moitos recursos enerxéticos e minerais. [12]

Como **fertilizantes** pódense usar unha ampla gama de subprodutos de procesamento: sangue, espiñas, pluma de calamar e outros restos sólidos. Tamén son válidos para esta función os hidrolizados de proteína, os ensilados e o dixestato da produción de biogás. Como materiais fertilizantes, os subprodutos mariños achegan tanto os nutrientes primarios (nitróxeno, fósforo e potasio) como outros como calcio, sodio, magnesio e ferro. Ademais, aumentan a capacidade de almacenamento de carbono do solo, minimizando as emisións de gases de efecto invernadoiro á atmosfera. [12, 18]

Outro uso agronómico é o **compost**. Trátase dun material fertilizante semellante ao humus, que se produce pola descomposición de materia orgánica por acción de bacterias aerobias e outros microorganismos. Para manter o medio aireado, os subprodutos mariños deben estar mesturados con axentes de recheo como serraduras, palla e esterco. [14]

Por último, os subprodutos poden usarse como **correctores do solo**, isto é, como acondicionadores naturais da terra que controlan propiedades como a súa acidez, a súa humidade e a súa textura. Por exemplo, o carbonato de calcio emprégase para corrixir solos ácidos [14], e o po de cunchas de mexillón funciona como absorbente de contaminantes da terra, en particular, de fluoruros [25].

## **10. CONCLUSIONES**

No corpo do presente traballo realizouse unha análise dos residuos de procesamento e conservación de peixes e moluscos desde o punto de vista das súas posibilidades de valorización. Tras todo o exposto ao longo deste estudo, pódense quitar as seguintes conclusións:

### **1) Producción de residuos.**

A industria transformadora de produtos do mar xera grandes cantidades de residuos, cuxa dimensión depende da especie de animal, do grao de procesamento e da eficiencia do proceso. A limpeza e os descartes son as principais fontes de residuos sólidos, mentres que a cocción e a fabricación de conservas lideran a xeración de efluentes.

A produción de residuos na industria destaca sobre o resto de etapas da cadea de valor do sector da pesca. No cómputo global, o desperdicio de recursos alimenticios supón un problema para a seguridade alimentaria da poboación, un deterioro do medio mariño e un prexuízo económico para as empresas. [5]

### **2) Valorización de subprodutos.**

Os subprodutos mariños albergan compoñentes con potencial valor nutritivo e biotecnolóxico que poden ser valorizados en aplicacións rendíbeis como os campos da alimentación humana, a nutracéutica e a alimentación animal. Así mesmo, poden ser empregados noutras industrias, en agricultura e para producir biocombustíbeis. Sendo preferíbeis as opcións de valorización de alto valor engadido —en especial a produción de bens alimenticios—, a viabilidade destas alternativas depende de múltiples factores. Desta maneira, a selección da opción máis axeitada está suxeita a diversas restricións, que ordenadas por importancia quedan como segue: [14]

- i) Disponibilidade de suficiente materia prima de uso legal.
- ii) Disponibilidade das infraestruturas necesarias.
- iii) Estado de desenvolvemento da tecnoloxía (moitas aplicacións en bioproductos aínda non están consolidadas a nivel industrial).
- iv) Rendemento económico (analizando o beneficio esperado, os custes de produción e os potenciais competidores empresariais).

### 3) Opcións de valorización.

A alimentación humana é o destino ideal dos subprodutos de peixes e moluscos xa que recupera o valor económico e o nutricional dos mesmos. A produción de *surimi* destaca por ser unha opción atractiva para consumidores e fabricantes. Ademais, representa unha oportunidade de negocio para Galicia posto que Europa, gran consumidora deste alimento, importa altas cantidades do mesmo doutros continentes [32].

A biorrefinaría é o paradigma da valorización económica dos residuos de procesamiento de produtos do mar. Lógrase que despois de ser utilizados sexan transformados en compostos de alto valor engadido (p. ex.: vísceras convertidas en fontes de enzimas e péptidos bioactivos). Ademais, desincentívase a deposición dos restos de pescado, o que supón un beneficio medioambiental. Moitas aplicacións biotecnolóxicas están aínda en desenvolvemento, pero posúen o potencial de converterse en alternativas funcionais e lucrativas.

A alimentación animal é a aplicación máis estendida grazas á sinxeleza da súa tecnoloxía, que permite tratar toda a biomasa de maneira conxunta. De feito, a FAO prevé que a fabricación de fariña e aceite de peixe continuará medrando e que aumentará a porcentaxe de residuos de procesamiento que consuman [5]. Esta aplicación é interesante debido a que repercute no propio sector e na cadea alimenticia ao servir como penso para animais de granxa e piscifactorías.

Os usos industriais, agronómicos e enerxéticos son opcións que reportan menos beneficios, pero que resultan apropiadas para aqueles residuos non aptos para o consumo humano.

En resumo, o aumento da produción mundial de pesca e acuicultura e a tendencia a procesar cada vez máis os alimentos farán que a xeración de residuos creza nos vindeiros anos. Neste contexto, a recuperación de valor a partir dos subprodutos de procesamiento de produtos do mar é unha ferramenta clave para avanzar cara un modelo de pesca sustentábel desde o punto de vista económico e ambiental.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. **Ministerio de Economía y Hacienda.** REAL DECRETO 475/2007, de 13 de abril, por el que se aprueba la Clasificación Nacional de Actividades Económicas 2009 (CNAE-2009) [PDF en línea]. Madrid: *Boletín Oficial del Estado*, n. 102, 28 de abril de 2007. Disponible en:  
<https://www.boe.es/buscar/pdf/2007/BOE-A-2007-8824-consolidado.pdf>
2. **Instituto Nacional de Estadística.** *Notas explicativas CNAE-2009* [PDF en línea]. Madrid: 6 de abril de 2022, pp. 27-28. Disponible en:  
[https://www.ine.es/daco/daco42/clasificaciones/cnae09/notasex\\_cnae\\_09.pdf](https://www.ine.es/daco/daco42/clasificaciones/cnae09/notasex_cnae_09.pdf)
3. **Consellería do Mar.** *Anuario de Pesca de Galicia 2022* [sitio web]. Xunta de Galicia, 2022, [consultado en 6/4/23]. Disponible en:  
<https://www.pescadegalicia.gal/Publicaciones/AnuarioPesca2022/Informes/1.1.1.html>
4. **Instituto Galego de Estatística.** *Enquisa industrial de produtos. Producción industrial desagregada por produtos (PRODCOM) dende 2009* [sitio web], [consultado en 25/4/23]. Disponible en:  
<https://www.ige.gal/igebdt/esqv.jsp?ruta=verTabla.jsp?OP=1&B=1&M=&COD=9260&R=0%5B2020%5D;1%5B31:427:428:429:430:431:432:395:396:397:398:399:400:401:402:403:404:405:406:407:408:409:410:411:412:413:414:32%5D&C=2%5Ball%5D&F=&S=998:12&SCF=>
5. **FAO.** *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul* [PDF en línea]. Roma: FAO, 2022. ISSN 2663-8649. Disponible en: <https://www.fao.org/3/cc0461es/cc0461es.pdf>
6. **Banco Mundial.** *Crecimiento de la población (% anual)* [sitio web], [consultado en 16/4/23]. Disponible en:  
<https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.GROW?end=2021&start=1961&view=chart>
7. **Project Everyone.** *The 17 goals* [sitio web]. The Global Goals, 2023, [consultado en 15/4/23]. Disponible en: <https://www.globalgoals.org/goals/>
8. **Gökoğlu, N. e Yerlikaya, P.** Chemical composition of fish. En: *Seafood Chilling, Refrigeration and Freezing*. Wiley, 2015, pp. 5–37. ISBN 978-1-118-51221-0.

9. **Instituto Galego de Estatística.** *Análise do sector da pesca* [PDF en liña]. Santiago de Compostela: xaneiro de 2023. Dispoñíbel en: [https://www.ige.gal/estatico/pdfs/s3/publicaciones/AIE\\_Pesca.pdf](https://www.ige.gal/estatico/pdfs/s3/publicaciones/AIE_Pesca.pdf)
10. **Instituto Galego de Estatística.** *Contas económicas anuais. Revisión Estatística 2019* [sitio web], [consultado en 16/4/23]. Dispoñíbel en: [https://www.ige.gal/web/mostrar\\_actividade\\_estadistica.jsp?idioma=gl&codigo=030%207007001](https://www.ige.gal/web/mostrar_actividade_estadistica.jsp?idioma=gl&codigo=030%207007001)
11. **Servicio de Información empresarial ARDÁN.** El sector de la Pesca en Galicia. En: *2018 INFORME ECONÓMICO Y DE COMPETITIVIDAD* [PDF en liña]. Vigo: 2018, pp. 407-444. Dispoñíbel en: [https://www.ardan.es/ardan/informe2018/CAPITULO\\_11.pdf](https://www.ardan.es/ardan/informe2018/CAPITULO_11.pdf)
12. **Cooney, R. et al.** A circular economy framework for seafood waste valorisation to meet challenges and opportunities for intensive production and sustainability. *Journal of Cleaner Production.* 2023, 392. Dispoñíbel en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136283>
13. **Dauda, A. B. et al.** Waste production in aquaculture: sources, components and managements in different culture systems. *Aquaculture and Fisheries.* 2019, 4 (3), 81–88. Dispoñíbel en: <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2018.10.002>
14. **Iñarra, B. et al.** *Guía para la valorización de subproductos de la acuicultura* [PDF en liña]. Derio: AZTI, 2018. ISBN: 978-84-944022-5-8. Dispoñíbel en: [https://www.azti.es/wp-content/uploads/2018/12/AZTI\\_guia\\_VALACUI101218online.pdf](https://www.azti.es/wp-content/uploads/2018/12/AZTI_guia_VALACUI101218online.pdf)
15. **Olsen, R. L., Toppe, J. e Karunasagar, I.** Challenges and realistic opportunities in the use of by-products from processing of fish and shellfish. *Trends in Food Science & Technology.* 2014, 36, 144-151. ISSN 0924-2244.
16. **Suresh, P. V., Kudre, T. G. e Johny, L. C.** Sustainable Valorization of Seafood Processing By-Product/Discard. En: Singhania, R. et al. (ed.). *Waste to Wealth. Energy, Environment, and Sustainability.* Singapur: Springer, 2018, pp. 111-138. ISBN 978-981-10-7430-1.
17. **Arvanitoyannis, I. S. e Kassaveti, A.** Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses. *International Journal of Food Science & Technology.* 2008, 43(4), 726-745. Dispoñíbel en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01513.x>

18. Šimat, V. Valorization of seafood processing by-products. En: Bhat, R. (ed.). *Valorization of Agri-Food Wastes and By-Products: Recent Trends, Innovations, and Sustainability Challenges*. Londres: Academic Press, 2021, pp. 515-536. ISBN 978-0-12-824044-1.
19. Arvanitoyannis, I. S. e Tserkezou, P. Fish waste management. En: Boziaris, I. S. (ed.). *Seafood processing: Technology, quality and safety*. Wiley, 2014, pp. 263-309. ISBN 9781118346174.
20. Soldo, B. *et al.* High quality oil extracted from sardine by-products as an alternative to whole sardines: Production and refining. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2019, 121(7). ISSN 1438-7697.
21. Ramonell, R. *Guía dos mariscos de Galicia*. Vigo: Galaxia, 1985. ISBN 84-7154-506-3.
22. Martin Xavier, K. A. *et al.* Valorization of Squid Processing Waste as Animal Feed Ingredient by Acid Ensilaging Process. *Waste Biomass Valor*. 2017, 8, 2009-2015. ISSN 1877-265X.
23. Wang, C.-H. *et al.* Reclamation of Fishery Processing Waste: A Mini-Review. *Molecules*. 2019, 24, 2234. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/molecules24122234>
24. *Phylum Mollusca* [imaxe JPG en liña]. Weebly.com [consultado en 18/5/23]. Disponible en: <https://zoology2014ryanstaff.weebly.com/mollusca.html>
25. Medina Uzcátegui, L. U., Vergara, K. e Martínez Bordes, G. Sustainable alternatives for by-products derived from industrial mussel processing: A critical review. *Waste Management & Research*. 2022, 40(2), 123-138. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0734242X21996808>
26. *EL MEJILLÓN Y SU PROCEDENCIA* [imaxe JPG en liña]. Nutrineira.com [consultado en 19/5/23]. Disponible en: <http://www.nutrineira.com/2010/04/el-mejillon-y-su-procedencia.html>
27. Unión Europea. DIRECTIVA 2008/98/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 19 de Novembro de 2008 relativa aos residuos e que revoga certas directivas [PDF en liña]. Luxemburgo: *Diario Oficial da Unión Europea*, L312, 22/11/2008. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098>

28. **Environmental Protection Agency.** *Food Recovery Hierarchy* [sitio web]. Estados Unidos, 2022, [consultado en 1/6/23]. Disponible en: <https://www.epa.gov/sustainable-management-food/food-recovery-hierarchy>
29. **Pandi Prabha, S. et al.** Blue biotechnology: a vision for future marine biorefineries. En: Praveen Kumar, R. (ed.) *et. al. Refining Biomass Residues for Sustainable Energy and Bioproducts*. Academic Press, 202, pp. 463-480. ISBN 9780128189962.
30. **Unión Europea.** REGULAMENTO n.º 1069/2009 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 21 de Outubro de 2009 que define regras sanitárias relativas a subprodutos animais e produtos derivados não destinados ao consumo humano e que revoga o Regulamento n.º 1774/2002 (regulamento relativo aos subprodutos animais) [PDF en liña]. Luxemburgo: *Diário Oficial da União Europeia*, L300, 14/11/2009. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1069>
31. **Gamez-Villazana, J., Fernandez-Molina, J. e Ojeda Ojeda, L. E.** PULPA DE PESCADO DE AGUAS CONTINENTALES Y SU POTENCIAL UTILIZACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE EMBUTIDOS. *Revista Alimentos Hoy*. 2021, 29, 53, 81-111. ISSN 2027-291X.
32. **Martín-Sánchez, A. M. et al.** Alternatives for Efficient and Sustainable Production of Surimi: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2009, 8(4), 359-374. ISSN 1541-4337.
33. **Chetachukwu Adegoke, S. e Tahergorabi, R.** Utilization of seafood-processing by-products for the development of value-added food products. En: Bhat, R. (ed.). *Valorization of Agri-Food Wastes and By-Products: Recent Trends, Innovations, and Sustainability Challenges*. Londres: Academic Press, 2021, pp. 537-559. ISBN 978-0-12-824044-1.
34. **Cros, S. et al.** Electrodialysis desalination and reverse osmosis concentration of an industrial mussel cooking juice: Process impact on pollution reduction and on aroma quality. *Journal of Food Science*. 2004, 69(6), C435–C442. ISSN 1750-3841.
35. **Aksun Tümerkan, E. T.** Valorization of seafood industry waste for gelatin production: facts and gaps. En: Bhat, R. (ed.). *Valorization of Agri-Food Wastes*

- and By-Products: Recent Trends, Innovations, and Sustainability Challenges*. Londres: Academic Press, 2021, pp. 561-578. ISBN 978-0-12-824044-1.
36. **National Research Council**. *Biobased Industrial Products: Priorities for Research and Commercialization*. Washington, D.C.: The National Academies Press, 2000. Disponible en: <https://doi.org/10.17226/5295>
37. **Ferraro, V. et al.** Valorisation of natural extracts from marine source focused on marine by-products: A review. *Food Research International*. 2010, 43(9), 2221–2233. ISSN 0963-9969.
38. **Martí-Quijal, F. J., et al.** Fermentation In Fish and By-products Processing: an Overview of Current Research and Future Prospects. *Current opinion in food science*. 2019, 31, 9-16. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.08.001>
39. **Eussen, Simone J.P.M. et al.** Functional foods and dietary supplements: Products at the interface between pharma and nutrition. *European Journal of Pharmacology*. 2011, 668(1), S2-S9. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2011.07.008>
40. **Nghia, N. D.** Seafood By-products: A New Way from Waste to High Added Value in Pharmaceuticals and Cosmetics. En: Kim, S.-K. (ed.). *Encyclopedia of Marine Biotechnology*. Willey, 2020, pp. 2961-2986. ISBN 978-1-119-14377-2.
41. **Coppola, D. et al.** Fish Waste: From Problem to Valuable Resource. *Marine Drugs*. 2021, 19(2), 116. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/md19020116>
42. **Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (ed.)**. *Guía para el aprovechamiento de los subproductos de pescado para la obtención de productos funcionales y bioactivos* [PDF en línea]. Madrid, 2012. Disponible en: [https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/calidad-seguridad-alimentaria/06-Guia\\_Subproductos\\_tcm7-248616\\_tcm30-285791.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/calidad-seguridad-alimentaria/06-Guia_Subproductos_tcm7-248616_tcm30-285791.pdf)
43. **Santos, V. P., et al.** Seafood Waste as Attractive Source of Chitin and Chitosan Production and Their Applications. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020, 21(12), 4290. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijms21124290>
44. **Venugopal, V.** Enzymes from Seafood Processing Waste and Their Applications in Seafood Processing. En: Kim, S.-K. (ed.) e Toldrá, F. (ed.).

*Advances in Food and Nutrition Research*. Academic Press, 2016, vol. 78, pp. 47-69. ISBN 9780128038475.

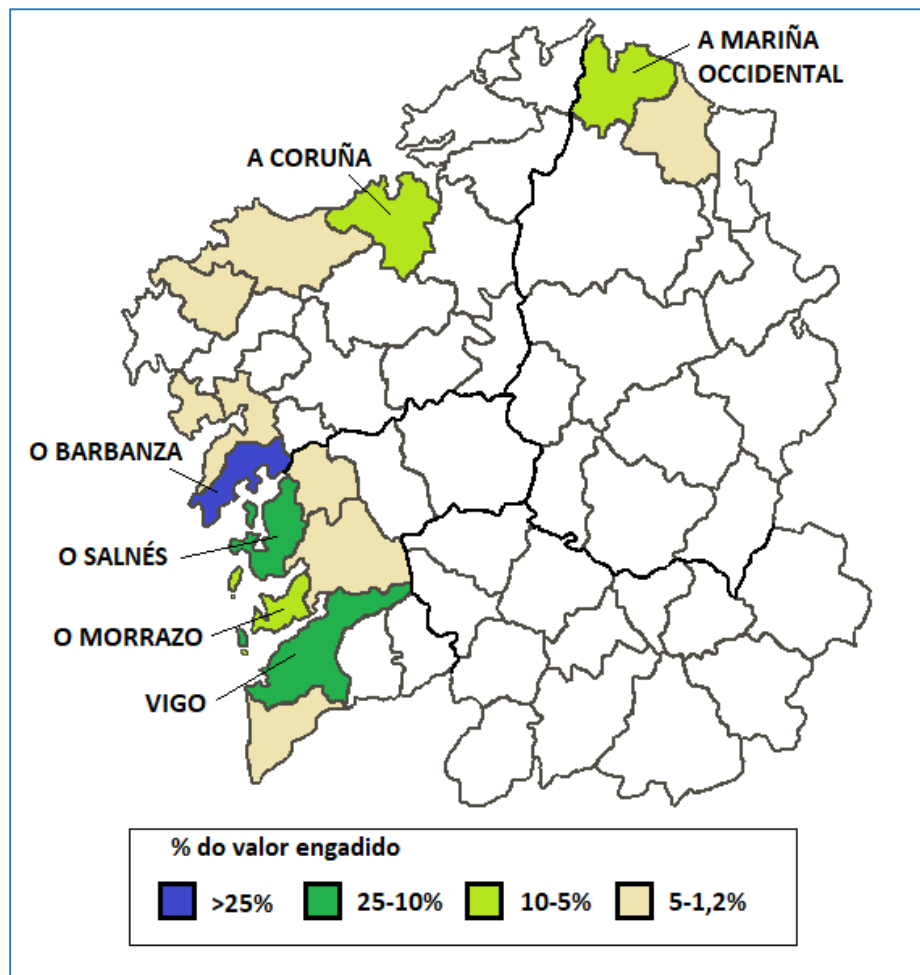
45. Vitorino, K. C. *et al.* Cereal bars flavored with fish protein concentrate from different species. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 2020, 29(1), 65-72. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10498850.2019.1694615>
46. Bachis, E. *Subproductos* [sitio web]. Organización de Ingredientes Marinos (IFFO), 2022, [consultado en 6/6/23] Disponible en: [www.iffocom.es/subproductos](http://www.iffocom.es/subproductos)
47. Muhammed, M. A. *et al.* Effects of fermentatively recovered fish waste lipids on the growth and composition of broiler meat. *British Poultry Science*. 2015, 56(1), 79-87. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00071668.2014.980719>
48. Ruthu *et al.* Fermentative recovery of lipids and proteins from freshwater fish head waste with reference to antimicrobial and antioxidant properties of protein hydrolysate. *Journal of Food Science Technology*. 2014, 51, 1884-1892. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0730-z>
49. Toppe, J. e Avdalov, N. *La elaboración del ensilados de pescado y su utilización en la alimentación animal* [PDF en línea]. Montevideo: Infopesca, 2018. Disponible en: <https://www.infopesca.org/sites/default/files/complemento/publiblibreacceso/2171//Publicacion%20ensi%20revista.pdf>
50. De Almeida, V. F. *et al.* Biodiesel production from mixtures of waste fish oil, palm oil and waste frying oil: Optimization of fuel properties. *Fuel Processing Technology*. 2015, 133, 152-160. ISSN 0378-3820.

## **ANEXO I**

*Táboa 5: Producción industrial desagregada por produtos en 2020 [4]*

CLASIFICACIÓN DE PRODUTOS POR ACTIVIDADE	ano 2020	CANTIDADE	UNIDADE	VALOR (miles de €)
<b>10.2 Pescados, crustáceos e moluscos elaborados e en conserva</b>	-	-	-	3.082.928
10.20.00 Cocción e outros servizos relacionados coa industria da conserva	-	-	-	69.524
10.20.11 Filetes e outros preparados de pescado, frescos ou refrixerados	2.977	TONELADAS		18.046
10.20.12 Fígados de pescado e ovas, refrixerados	x	x		x
10.20.13 Pescado conxelado	76.187	TONELADAS		183.262
10.20.14 Filetes de pescado, conxelados	24.899	TONELADAS		121.814
10.20.15 Carne de pescado (incluso picada) conxelada	2.241	TONELADAS		14.068
10.20.16 Fígados de pescado e ovas, conxelados	x	x		x
10.20.21 Filetes de pescado, secos, salgados ou en salmoira, sen afumar	x	x		x
10.20.22 Fígados de pescado, ovas, aletas e demais despoños comestibles de pescado	x	x		x
10.20.23 Pescado seco, incluso salgado ou en salmoira	1.495	TONELADAS		10.067
10.20.24 Pescado afumado, incluso en filetes	x	x		x
10.20.25.1Conservas e preparados de salmón	x	x		x
10.20.25.2Conservas e preparados de arenques	x	x		x
10.20.25.3Conservas e preparados de sardiña e parrocha	13.533	TONELADAS		75.851
10.20.25.4Conservas e preparados de atún e bonito	355.645	TONELADAS		1.773.939
10.20.25.5Conservas e preparados de xarda	2.080	TONELADAS		11.552
10.20.25.6 Conservas e preparados de anchoa	38	TONELADAS		2.054
10.20.25.7 Filetes rebozados, incluso precociñados, conxelados	7.588	TONELADAS		24.512
10.20.25.8 Outras conservas e preparados de pescado	13.364	TONELADAS		28.380
10.20.25.9 Os demais preparados e conservas de pescado (croquetas, etc.)	617	TONELADAS		2.567
10.20.26 Caviar e sucedáneos de caviar	3	TONELADAS		380
10.20.31 Crustáceos conxelados, secos, salgados ou en salmoira	5.715	TONELADAS		42.047
10.20.32 Moluscos conxelados, secos, salgados ou en salmoira	57.356	TONELADAS		259.314
10.20.33 Outros invertebrados acuáticos e algas, conxelados, secos, salgados ou en salmoira	x	x		x
10.20.34 Crustáceos, moluscos e algas, preparados ou en conserva	75.307	TONELADAS		392.773
10.20.41 Fariñas e pellets non comestibles e outros produtos n.c.o.p. de pescado, crustáceos, moluscos ou algas	31.721	TONELADAS		33.404
10.20.42 Refugallo de pescado, crustáceos e moluscos	43.314	TONELADAS		9.277

**ANEXO II**



*Figura 12: Valor engadido do sector da pesca por comarcas (media 2018-2020). Elaborado a partir de datos de [9]*

### **ANEXO III**

*Táboa 6: Opcións de valorización para cada tipo de subproduto [14]*

Opción de valorización	Descartes de pescado (1)	Cabezas (2)	Ollos (3)	Colas (4)	Aletas (5)	Espiñas (6)	Fígado (7)	Vísceras (8)	Escamas (9)	Pel (10)	Restos de masa muscular (11)	Gónadas (12)	Augas de lavado (13)	Caparazóns de crustáceos (14)	Cunchas de moluscos (15)	Augas de cocción (16)
Novos produtos de pescado	X	X					X				X	X				
Surimi	X										X					
Polpa de pescado	X										X					
Aromas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X
Caldos		X												X		X
Xelatina					X	X			X	X						
Axentes de textura	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X
Péptidos bioactivos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
Quitina/quitosano														X		
Condroitín sulfato						X										
Coláxeno					X	X			X	X						
Xelatina					X	X			X	X						
Pigmentos (Astaraxina)														X		
Enzimas							X	X								
Vitamins liposolúbeis							X	X								
Ácido hialurónico			X													
Insulina								X								
Minerais						X									X	
Peptonas	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X			X

*Valorización de residuos de procesamiento de produtos do mar*

Opción de valorización	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Fosfolípidos							X									
Ácidos graxos poliinsaturados	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X
Protamina												X				
Esterois								X								
Glucóxeno																X
Conchina															X	
Fariña de peixe	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Aceite de peixe	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X				
Fariña de crustáceos														X		
Pensos de animais de peletaría	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Carnada/cebo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
Concentrados de proteínas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
Hidrolizados de proteínas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
Ensilados	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				
Substrato para insectos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Cuncha moída															X	
Coiro									X							
Aceite de peixe	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Minerais					X	X									X	
Quitina/quitosano														X		
Esencia de perla									X							
Biogás	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Biodiésel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Fertilizantes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	
Compost	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
Correctores do solo															X	