

***Caracterização do padrão de comportamento dos  
parâmetros de conservação e manutenção do pescado***

**Saulo Erazo Romero**

Peniche, setembro de 2024

## Projeto

Mestrado em Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar

# ***Caracterização do padrão de comportamento dos parâmetros de conservação e manutenção do pescado***

**Saulo Erazo Romero**

Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação da Doutora Susana Luísa da Custódia Machado Mendes, Professora da Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar, de Peniche, do Instituto Politécnico de Leiria e coorientação da Doutora Ana Luísa de Sousa Augusto, Investigadora no MARE - Instituto Politécnico de Leiria.

Peniche, setembro de 2024

*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*

# Dedicatória

---

Dedico este trabalho à minha família e amigos que acreditaram no meu sonho desde o começo e sempre me apoiaram nesta desafiante fase da minha vida de mudar-me de país e estudar um mestrado numa língua diferente da minha.

*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*

# Agradecimentos

---

Após a conclusão desta tese, quero agradecer a todos os que contribuíram durante este processo.

Às minhas orientadoras Professora Doutora Susana Luísa da Custódia Machado Mendes e Professora Doutora Ana Luísa de Sousa Augusto por toda sua paciência, disponibilidade, exigência e por todos os conhecimentos que me transmitiram durante este percurso.

À empresa que forneceu os dados e partilhou informação do processamento das matérias-primas que foram utilizadas neste trabalho.

À minha família, que apesar de estar longe fisicamente, nunca me deixou sozinho e me apoiaram incondicionalmente neste desafio durante os dias bons e os dias maus. À minha psicóloga, por fornecer as ferramentas necessárias para lidar com as dúvidas e incertezas que todo este processo tem trazido para minha vida.

E sobretudo muito obrigado para mim, por acreditar no processo, procurar ajuda quando foi preciso e confiar em mim mesmo quando as circunstâncias não me favoreciam, pela minha resiliência e determinação.

Gracias.

*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*

# Resumo

---

A classificação das condições de transformação e armazenamento de pescado influencia diretamente os parâmetros de qualidade do produto final, tal como o seu tempo de vida útil. Este estudo teve como objetivo classificar a qualidade sensorial de produtos de pesca congelados, avaliando parâmetros organoléticos como textura, cor, cheiro e sabor. Foram analisadas 127 amostras de peixe ao longo de um período de 10 anos (2013–2023), abrangendo tanto peixes gordos como magros, nomeadamente, atum, salmão, pescada e sardinha. As amostras foram classificadas numa escala qualitativa de qualidade (“Bom”, “Normal”, “Não normal” ou “Razoável”), com base nos critérios estabelecidos pela empresa fornecedora dos dados. No entanto, a análise revelou que os critérios eram ambíguos e pouco padronizados, o que levou à proposta de adoção das escalas de Torry adaptadas para avaliações sensoriais futuras. Os resultados demonstraram que a maioria das amostras foi classificada como “Bom” (88 amostras), especialmente para peixes magros, como é o caso da pescada. No entanto, cinco amostras (de atum e salmão), foram avaliadas como “Não normal”, indicando potenciais problemas relacionados com a oxidação lipídica e técnicas inadequadas de congelação. Com este estudo foi possível perceber a importância de como os processos de congelação controlados e os métodos de avaliação sensorial padronizados são cruciais para garantir a qualidade e segurança dos produtos congelados. Neste sentido, são propostas diretrizes para melhorar a avaliação sensorial, priorizando avaliadores experientes, critérios claros e quantitativos, e o desenvolvimento de escalas específicas para cada tipo de pescado. Estudos futuros devem expandir a base de dados para apoiar a criação de modelos preditivos de vida útil.

*Palavras-chave: Testes de vida útil; peixe; análise sensorial; ultracongelação; oxidação lipídica; parâmetros organoléticos; escala de Torry.*

*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*

# Abstract

---

The classification of the processing and storage conditions of fish directly influences the quality parameters of the final product, such as its shelf life. This study aimed to classify the sensory quality of frozen fish products by evaluating organoleptic parameters such as texture, color, smell, and flavor. A total of 127 fish samples were analyzed over a 10-year period (2013–2023), covering both fatty and lean fish species, including tuna, salmon, hake, and sardines. The samples were classified on a qualitative quality scale (“Good,” “Normal,” “Not Normal,” or “Fair”) based on criteria established by the company that provided the data. However, the analysis revealed that these criteria were ambiguous and lacked standardization, leading to the proposal of adopting adapted Torry scales for future sensory evaluations. The results showed that most samples were classified as “Good” (88 samples), particularly lean fish such as hake. However, five samples (of tuna and salmon) were classified as “Not Normal,” indicating potential issues related to lipid oxidation and inadequate freezing techniques. This study highlighted the importance of controlled freezing processes and standardized sensory evaluation methods to ensure the quality and safety of frozen products. Accordingly, guidelines are proposed to improve sensory evaluation, emphasizing experienced evaluators, clear and quantitative criteria, and the development of species-specific scales. Future studies should expand the database to support the creation of predictive models for shelf life.

*Keywords: shelf-life test; fish; sensorial analyze; ultra-low freezing; lipid oxidation; organoleptic parameters; Torry scale.*

*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*

# Lista de figuras

---

<b>Figura 1.</b> Descargas e capturas de pescado em Portugal nos anos de 2002, 2012 e 2022, em toneladas (Fonte: DGRM).....	2
<b>Figura 2:</b> Fluxograma do processamento do peixe na desde a receção, transformação e embalamento. ....	11
<b>Figura 3.</b> Exemplo da receção de produto congelado. (1) Sardinha ( <i>Sardina pilchardus</i> ); (2) Peixe vermelho ou Red fish ( <i>Sebastes spp.</i> ) em bloco; e (3) Carapau ( <i>Trachurus trachurus</i> ). ....	12
<b>Figura 4.</b> (1) Pargo ( <i>Pagrus pagrus</i> ) eviscerado ultracongelado e com vidragem; (2) Tintureira ( <i>Prionace glauca</i> ) cortada em postas, congelada e com vidragem. ....	13
<b>Figura 5.</b> Mostra o filete de sardinha ( <i>Sardina pilchardus</i> ) a (1) entrar na zona de vidragem para a seguir (2) entrar na máquina de secagem. ....	14
<b>Figura 6.</b> Observa-se o embalamento a granel de (1) filetes de bacalhau ( <i>Gadus morua</i> ), (2) postas de safio ( <i>Conger conger</i> ) e (3) pargo ( <i>Pagrus pagrus</i> ) inteiro e eviscerado. ....	15
<b>Figura 7.</b> Análise sensorial da textura do atum ( <i>Thunnus albacares/obesus</i> ) avaliado como “Bom” (1) Posta de atum congelada. (2) a mesma posta de atum cozida.....	21
<b>Figura 8.</b> Análise sensorial da cor do filete de pescada ( <i>Merluccius capensis/paradoxus</i> ) avaliada como “Normal” (1) filetes de pescada congelada. (2) os mesmos filetes de pescada cozidos.....	25
<b>Figura 9.</b> Avaliação sensorial da cor do salmão ( <i>Salmo salar</i> ) avaliado como (1) "Razoável" e (2) "Sem coloração".....	26
<b>Figura 10:</b> Classificação das espécies de peixes de acordo com o seu teor em gordura (gordo vs magro). ....	34
<b>Figura 11:</b> Distribuição da classificação da textura dos peixes gordos por tipo de produto. ....	35
<b>Figura 12:</b> Distribuição da classificação da textura dos peixes magros por tipo de produto. ....	36
<b>Figura 13:</b> Distribuição da classificação da cor dos peixes gordos por tipo de produto.....	37
<b>Figura 14.</b> Distribuição da classificação do cheiro dos peixes classificados como gordos por tipo de produto.....	39
<b>Figura 15:</b> Distribuição da classificação do cheiro dos peixes classificados como magros por tipo de produto.....	40
<b>Figura 16:</b> Distribuição da classificação do sabor dos peixes classificados como magros por tipo de produto.....	41

*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*

# Lista de tabelas

---

<b>Tabela 1.</b> Ação enzimática em peixes em rigor mortis. Adaptado de (Tavares, et al., 2021).....	4
<b>Tabela 2.</b> Principais compostos formados durante a deterioração através do metabolismo microbiano. Adaptado de (Tavares, et al., 2021). .....	5
<b>Tabela 3.</b> Parâmetros sensoriais avaliados em cada amostra. ....	16
<b>Tabela 4.</b> Exemplo do parâmetro sensorial textura para o bacalhau cozido. ....	17
<b>Tabela 5.</b> Exemplo do parâmetro sensorial cor para o salmão cozido. ....	17
<b>Tabela 6.</b> Exemplo do parâmetro sensorial cheiro para peixe cozido. ....	17
<b>Tabela 7.</b> Exemplo do parâmetro sensorial sabor para peixe cozido. ....	18
<b>Tabela 8.</b> Distribuição da classificação “Textura” de acordo com o tipo do produto. ....	20
<b>Tabela 9.</b> Distribuição da classificação “Cor” de acordo com o tipo do produto. ....	24
<b>Tabela 10.</b> Distribuição da classificação “Cheiro” de acordo com o tipo do produto. ....	28
<b>Tabela 11.</b> Distribuição da classificação “Sabor” de acordo com o tipo do produto. ....	30
<b>Tabela 12.</b> Distribuição da classificação “Conformidade” de acordo com a Avaliação Global.....	33
<b>Tabela 13.</b> Distribuição da classificação “Textura” de acordo com o tipo de peixe (gordo ou magro)..	34
<b>Tabela 14.</b> Distribuição da classificação “Cor” de acordo com o tipo do peixe (gordo ou magro). .....	37
<b>Tabela 15.</b> Distribuição da classificação “Cheiro” de acordo com o tipo do peixe (gordo ou magro). ..	38
<b>Tabela 16.</b> Distribuição da classificação “Sabor” de acordo com o tipo do peixe (gordo ou magro).....	41
<b>Tabela 17.</b> Distribuição da caracterização dos produtos, tendo em conta a sua categoria (gordos ou magros) face à avaliação global e conformidade. ....	42
<b>Tabela 18.</b> Descrição dos aspetos de qualidade a ter em conta com cada sentido durante as avaliações sensoriais. Adaptado de (FAO, Sensory Assessment of Fish Quality Torry Research Station, 2001). ....	44
<b>Tabela 19.</b> Parâmetros sensoriais para a escala de Torry do bacalhau cozido. Adaptado de Archer, 2010. ....	45
<b>Tabela 20.</b> Proposta de avaliação dos parâmetros sensoriais para o atum baseado nos princípios da escala de Torry. ....	46
<b>Tabela 21.</b> Proposta de avaliação dos parâmetros sensoriais para o salmão baseado nos princípios da escala de Torry. ....	47

*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*

# Lista de siglas

---

ADP: adenosina difosfato

AMP: monofosfato de adenosina

ATP: Trifosfato de Adenosina

$A_w$  – Atividade de água

CO<sub>2</sub> - Dióxido de carbono

DDA – Dose Diária Aceitável

DGRM - Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos

EFSA - European Food Safety Authority

FAAs - Aminoácidos livres

FAO - Food and Agriculture Organization

FDA – Administração de Alimentos e Medicamentos dos Estados Unidos

Hx: hipoxantina

IMP: monofosfato de inosina

IPMA - Instituto Português do Mar e da Atmosfera

MAP – Modified-atmosphere packaging

OP - Organizações de Produtores

QIM - Método do Índice de Qualidade (Quality Index Method)

SO<sub>2</sub> – Dióxido de enxofre

TMAO: óxido de trimetilamina.

UV – Raios ultravioleta

VOCs - Compostos orgânicos voláteis

*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*

# Índice

---

<b>DEDICATÓRIA</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b>	<b>V</b>
<b>RESUMO</b>	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>XI</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>XIII</b>
<b>LISTA DE SIGLAS</b>	<b>XV</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>XVII</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Produtos da Pesca</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Importância da conservação dos alimentos</b>	<b>2</b>
1.2.1. Principais mecanismos de deterioração em peixes	3
<b>1.3. Técnicas de conservação do pescado</b>	<b>6</b>
1.3.1. Armazenamento a baixas temperaturas	6
1.3.2. Atmosfera modificada	7
1.3.3. Revestimentos alimentares	8
1.3.4. Secagem	8
<b>1.4. Objetivos</b>	<b>9</b>
<b>2. METODOLOGIA</b>	<b>10</b>
<b>2.1. Compilação da informação de base</b>	<b>10</b>
<b>2.2. Processamento do peixe</b>	<b>10</b>
2.2.1. Receção	12
2.2.2. Pesagem, lavagem e armazenagem	12
2.2.3. Ultracongelação e congelação	12
2.2.4. Corte	14
2.2.5. Vidragem e secagem	14
2.2.6. Pesagem, Embalamento e Armazenamento	15

<b>2.3. Avaliação sensorial</b>	<b>15</b>
<b>2.4. Análise estatística</b>	<b>18</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>19</b>
<b>3.1. Caracterização dos produtos face a parâmetros organoléticos</b>	<b>19</b>
3.1.1. Textura	19
3.1.2. Cor	23
3.1.3. Cheiro	27
3.1.4. Sabor	29
<b>3.2. Caracterização dos produtos face à avaliação global e conformidade</b>	<b>32</b>
<b>3.3. Caracterização dos produtos de acordo com teor de gordura (gordos ou magros)</b>	<b>33</b>
3.3.1. Influência do teor de gordura na textura	34
3.3.2. Influência do teor de gordura no parâmetro Cor	36
3.3.3. Influência do teor de gordura no parâmetro Cheiro	38
3.3.4. Influência do teor de gordura no parâmetro sabor	40
<b>3.4. Caracterização dos produtos tendo em conta a sua categoria (gordos ou magros) face à avaliação global e conformidade</b>	<b>42</b>
<b>3.5. Guia de boas práticas para a caracterização dos produtos</b>	<b>43</b>
<b>4. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS</b>	<b>49</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>51</b>



# 1. Introdução

---

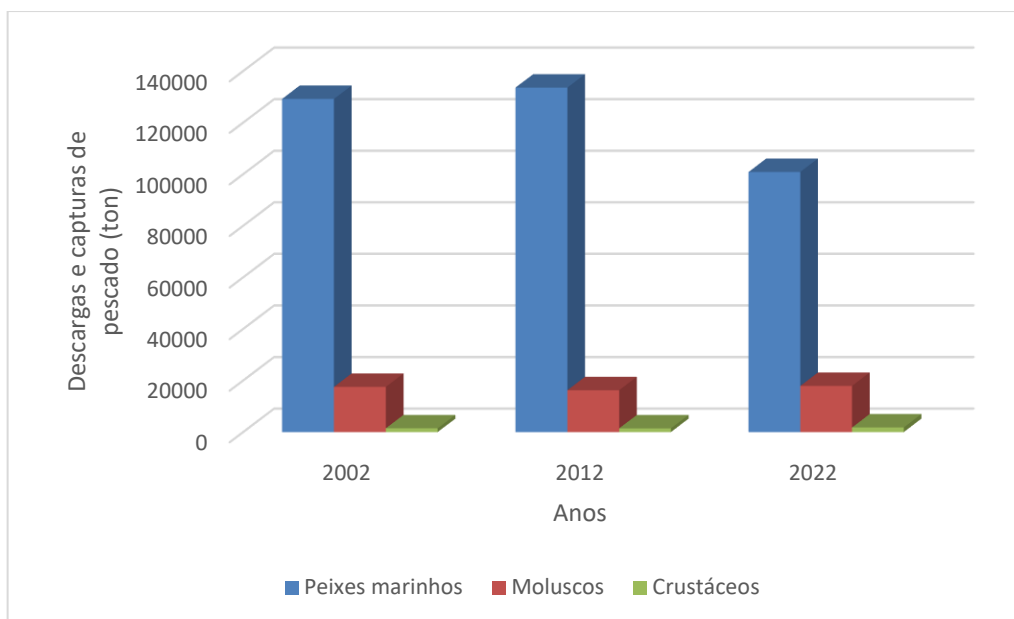
## 1.1. Produtos da Pesca

---

Os dados da 'Food and Agriculture Organization' (FAO) em 2019 indicam que a produção mundial de peixe, crustáceos, moluscos e outros organismos aquáticos foi de 177,8 milhões de toneladas, das quais 92,5 milhões de toneladas correspondem a produtos de pesca e 85,3 milhões de toneladas a produção aquícola, sendo que a venda destes produtos foi estimada num valor de 361 mil milhões de euros. A China situa-se no topo da lista como produtor de capturas seguida pela Indonésia, Índia, Rússia, Peru e Estados Unidos da América. A principal espécie capturada a nível mundial foi o biqueirão (*Engraulis ringens*), seguida pelo paloco do Pacífico (*Gadus chalcogrammus*), o atum (*Katsuwonus pelamis*, *Thunnus albacaris*, *Clupea harengus*) e a sardinha europeia (*Sardina pilchardus*) (FAO, Fishery and Aquaculture Statistics 2019, 2021). Em 2020, 89% do total da produção de pesca e de aquicultura foram utilizados para consumo humano direto, sendo que os restantes 11% destinaram-se a outros produtos, tais como a produção de farinhas e óleos de peixe (FAO, The State of World Fisheries and Aquaculture 2022, 2022). A União Europeia é o maior importador dos produtos da pesca com 33% do total das importações mundiais, seguida pelos Estados Unidos da América e Japão (FAO, Fishery and Aquaculture Statistics 2019, 2021). Em 2020, o consumo mundial de pescado *per capita* foi de 18,4 kg, sendo o pescado representativo de 15% do aporte total de proteínas animais da população mundial (Prabhakar, Vatsa, Srivastav, & Pathak, 2020).

Segundo os dados da Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos (DGRM), no ano 2022, registaram-se 165,801 toneladas de pescado capturadas pelas frotas portuguesas com um valor estimado superior a 330 mil euros. A figura 1 apresenta uma comparação de descargas e capturas em Portugal em 2002, 2012 e 2022, sendo 2022 o ano com um registo de capturas e descargas mais baixo em comparação com os anos anteriores. Este decréscimo viu-se refletido na menor captura de espécies como o biqueirão (*Engraulis encrasicolus*), carapau (*Trachurus picturatus*), atum (*Katsuwonus pelamis*, *Thunnus albacaris*, *Thunnus obesus*), cavala (*Scomber colias*) e sardinha europeia (*Sardina pilchardus*). Em contrapartida, outras espécies tiveram um acréscimo, como é o caso do carapau (*Trachurus trachurus*), do peixe-espada preto (*Aphanopus carbo*) e do verdinho (*Micromesistius poutassou*). Os moluscos também sofreram uma diminuição face a 2021 e, pelo contrário, os crustáceos registaram um acréscimo (DGRM, Estatísticas da Pesca 2022, 2022).

Geograficamente, Portugal continental encontra-se numa zona de transição para ecossistemas mais quentes, tendo uma grande diversidade de pescado, mas não possui uma grande abundância de cada espécie, em contrapartida com as ilhas portuguesas dos Açores e da Madeira que possuem grandes dimensões de cada espécie (DGRM, Pesca Profissional, 2018).



**Figura 1.** Descargas e capturas de pescado em Portugal nos anos de 2002, 2012 e 2022, em toneladas (Fonte: DGRM).

## 1.2. Importância da conservação dos alimentos

Os alimentos fornecem ao corpo os nutrientes (hidratos de carbono, proteínas, gorduras, etc.) para funcionar corretamente (Manoogian, Chaix, & Panda, 2019). Existem várias definições de alimentos, e segundo o Regulamento (CE) n.º 178/2002 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 28 de janeiro de 2002, entende-se por “género alimentício” (ou “alimento para consumo humano”), “qualquer substância ou produto, transformado, parcialmente transformado ou não transformado, destinado a ser ingerido pelo ser humano ou com razoáveis probabilidades de o ser” (Regulamento, 2002). Garantir quantidades suficientes de alimentos seguros e nutritivos é a chave para a promoção da boa saúde (WHO, 2022).

Um dos maiores desafios que a indústria alimentar enfrenta é satisfazer a grande variedade de requisitos numa crescente população cada vez mais exigente no que respeita à origem e segurança dos alimentos, qualidade nutricional e a preços acessíveis para a população, enquanto ao mesmo tempo cumprem com as legislações relativas à segurança alimentar (Regulamento 178/2002). Além disso, como base da diversificação da dieta humana, é ainda necessário disponibilizar alimentos variados, com o menor processamento possível, ou sem comprometer a qualidade físico-química e nutricional (Kilcast & Subramaniam, 2000).

Em todas as etapas do processamento de um alimento, este encontra-se suscetível a processos de deterioração e de contaminação, que são causados na sua maioria por microrganismos, enzimas e/ou seus metabolitos, e oxidação dos tecidos, o que leva à deterioração progressiva do alimento e, conseqüentemente, ao menor tempo de vida útil do produto (Marcacini & Leonardi, 2018).

O pescado é um alimento muito procurado e nutritivo que aporta entre 18-20% de proteína, rico em ácidos gordos ómega-3 e vitaminas D e B2. A presença do ómega-3 incrementa os benefícios do peixe para a saúde, melhorando as suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (Chen, Jayachandran, Bai, & Xu, 2022). Estima-se que a média anual mundial de consumo de pescado é de 18,4kg por pessoa, que representa

15% da ingestão anual de proteína de 4,3 bilhões de pessoas (Prabhakar, Vatsa, Srivastav, & Pathak, 2020). Contudo, a perecibilidade do pescado continua a ser o maior desafio para a sua conservação.

Nas últimas décadas, a indústria alimentar tem procurado ou desenvolvido mecanismos para retardar o processo natural de deterioração dos alimentos, como o uso de salmoura ou embalagem a vácuo, entre outros (Singh & Anderson, 2004). A deterioração alimentar é essencialmente um processo metabólico que, em última instância, leva à rejeição dos alimentos para consumo humano, principalmente devido a mudanças nas suas características sensoriais e físico-químicas (Rawat, 2015).

### 1.2.1. Principais mecanismos de deterioração em peixes

---

A deterioração do peixe fresco começa logo após a colheita e o *rigor mortis*. O índice de *rigor mortis* é utilizado para avaliar o nível de frescura do pescado, que é caracterizado pela perda da plasticidade e extensibilidade dos músculos como resultado da alteração dos ciclos de contração e relaxamento muscular (Alexandre, et al., 2021). Esta deterioração é atribuída principalmente a três diferentes mecanismos: (i) autólise enzimática, (ii) oxidação lipídica e (iii) deterioração microbiológica (Tavares, et al., 2021).

Os alimentos deterioram-se devido ao contato com substâncias químicas que resultam de reações ou ruturas dos componentes químicos na estrutura celular, incluindo proteínas, gorduras e hidratos de carbono. A frequência com que estas reações químicas podem acontecer depende de vários fatores, como a atividade de água ( $a_w$ ), temperatura, pH e a exposição à luz ou oxigénio (Singh & Anderson, 2004). Por exemplo, a concentração de iões de hidrogénio altera-se quando começa a decomposição do pescado por ação hidrolítica, oxidativa ou microbiológica. Quanto maior o pH do tecido (este valor pode variar entre espécies), mais avançadas estarão as reações de deterioração. Os valores de pH no pescado fresco de qualidade oscilam entre 6,0 e 6,5, sendo que valores superiores a 7,0 são indicativos de perda de qualidade (Alexandre, et al., 2021). Outros fatores que podem expor o peixe ao risco de deterioração, são as diferentes artes de pesca, as zonas de captura, o tempo que os peixes são arrastados, os métodos de arrefecimento e as formas de processamento e comercialização. De seguida estão descritos os principais riscos de deterioração, ou seja, autólise enzimática, oxidação lipídica e deterioração microbiológica.

#### (i) Autólise enzimática

A autólise é a ativação das enzimas endógenas dos organismos. A autólise animal é um processo no qual enzimas como a protease, enzima presente no sistema digestivo, lipase e fosfatase são libertadas para o meio extracelular quando o corpo está em condições stress como por exemplo condições externas como luz e temperatura (Huang, Wang, & Tu, 2023). Nos estágios iniciais da deterioração as enzimas com características autolíticas reduzem a qualidade da textura dos peixes, sem produzir odores nem sabores estranhos característicos da degradação o que indica que a degradação autolítica pode limitar o tempo de vida útil e a qualidade do produto, mesmo com níveis relativamente baixos de organismos deteriorantes (Ghaly, Dave, Budge, & Brooks, 2010).

Os processos autolíticos mais comuns em pescado podem ser observados na Tabela 1. Organolepticamente, o maior impacto está na alteração da textura do peixe, junto com a degradação do Trifosfato de Adenosina (ATP) e formação de formaldeído e amónia, cuja via de produção está associada à

formação de odores indesejáveis (Tavares, et al., 2021). As enzimas digestivas causam autólise que resulta no amolecimento do músculo por ação de catepsinas e na ruptura da parede abdominal por ação de tripsinas, quimotripsina, entre outras (Tabela 1). A ausência de ATP no músculo causa o enrijecimento do corpo (*rigor mortis*). É depois do *rigor mortis* que os microrganismos responsáveis pela deterioração microbiológica começam o seu crescimento exponencial (Martins, et al., 2023).

**Tabela 1.** Ação enzimática em peixes em *rigor mortis*. Adaptado de (Tavares, et al., 2021).

Enzima	Substrato	Efeito
Enzimas glicolíticas	Glicogénio	Produção de ácido láctico resultando em queda de pH
Enzimas quebradoras de nucleotídeos	ATP, ADP, AMP, IMP	Produção gradual de Hx
Catepsinas	Proteínas, peptídeos	Amolecimento do tecido
Quimotripsina, tripsina, carboxipeptidases	Proteínas, peptídeos	Explosão da barriga
Calpaína	Proteínas miofibrilares	Amolecimento do tecido
Colagenases	Tecido conjuntivo	Amolecimento e abertura do tecido
TMAO desmetilase	TMAO	Produção de formaldeído

ATP: Adenosina trifosfatase; ADP: adenosina difosfato; AMP: monofosfato de adenosina; IMP: monofosfato de inosina; Hx: hipoxantina; TMAO: óxido de trimetilamina.

#### (ii) Oxidação dos tecidos

Os lípidos são muito importantes para uma nutrição humana adequada e para o desenvolvimento do sabor dos alimentos (Van Dael, 2021). A oxidação lipídica é uma das principais causas de perda de qualidade nos alimentos, resultando em consequências indesejáveis, tais como, sabor rancificado, diminuição do valor nutricionais e possível produção de moléculas potencialmente prejudiciais para a saúde e, conseqüentemente, a redução do tempo de prateleira (Gouvêa, et al., 2023). A temperatura de congelação e armazenamento são um fator chave para reduzir as taxas de oxidação lipídica em pescado, uma vez que com o recurso a baixas temperaturas as taxas de oxidação diminuem (Mariano, et al., 2022). Uma menor temperatura de congelação resulta numa menor oxidação lipídica. Assim por exemplo, a melhor temperatura de congelação, em termos de retardar a oxidação lipídica, foi definida em  $-80^{\circ}\text{C}$  (embora durante o armazenamento os níveis de oxidação podem aumentar) (Aydin & Gokoglu, 2014). Sensorialmente é também possível detetar oxidação lipídica através do aparecimento de um cheiro rancificado, um resultado da formação de peróxido lipídico (Jay, 2000; Alexandre, et al., 2021). Quimicamente, a oxidação é caracterizada pela reação do oxigénio com as ligações duplas dos ácidos gordos que leva à produção de produtos de oxidação voláteis, que afetam as características organolépticas do produto (Yu, et al., 2020).

Segundo Tavares et al. (2021), em peixes frescos, a oxidação lipídica pode ocorrer de forma enzimática ou não enzimática. No processo de hidrólise enzimática dos lípidos, as ligações de carbono são quebradas pelas lípases, formando ácidos gordos livres, sendo os responsáveis pelo sabor a ranço (por exemplo, o ácido linoleico (ómega-6) e o ácido linoleico (ómega-3)) e pela desnaturação de proteínas sarcoplasmáticas e miofibrilares (Tavares, et al., 2021).

Por sua vez, a oxidação não enzimática é desencadeada pela catálise de compostos de hematina (hemoglobina, mioglobina e citocromo), reação esta que leva à formação de radicais o que gera peróxidos, os

quais, são instáveis e formam compostos como aldeídos, cetonas e álcoois (Prabhakar, Vatsa, Srivastav, & Pathak, 2020), os quais provocam a alteração de diversas propriedades, principalmente as sensoriais como textura, sabor, aroma e cor (Oliveira & Iahnke, 2022).

### (iii) Deterioração microbiológica

A composição da microflora dos peixes recém capturados depende de vários fatores, os mais importantes são o conteúdo microbiano da água do meio ambiente, as espécies de peixes, a idade e o tipo de alimentação (Kluga, Kacaniová, Kantor, Kovalenko, & Terentjeva, 2017), já que mediante a alimentação os peixes ingerem microrganismos adicionais tornando-se parte da sua microflora. Esta microflora pode incluir espécies bacterianas do género *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Vibrio*, *Serratia* e *Micrococcus*, entre outros (Ghaly, Dave, Budge, & Brooks, 2010), estas espécies muitas vezes são as principais responsáveis pelos processos de deterioração microbiana. No pescado fresco sem qualquer técnica de preservação, a deterioração deve-se principalmente à ação de fermentativas bactérias gram negativas *Vibrionaceae*, enquanto que em pescado armazenado em refrigeração, bactérias psico-tolerantes como *Pseudomonas* spp. e *Shewanella* spp. são as principais responsáveis pela deterioração (Prabhakar, Vatsa, Srivastav, & Pathak, 2020).

A contaminação do músculo do pescado por microrganismos começa imediatamente após a morte (Bozaris & Parlapani, 2017). Uma atividade da água ( $a_w$ ) elevada (entre 0,95 e 0,99), uma baixa acidez ( $pH > 6$ ) e uma elevada quantidade de compostos azotados não-proteicos resultam num rápido crescimento de microrganismos, resultando em alterações indesejáveis na aparência, textura, sabor e odor do peixe, o que reduz a sua qualidade. Com o crescimento microbiano são produzidos metabolitos secundários tais como cetonas, ésteres, aldeídos, e a sua acumulação nos tecidos do pescado leva à rejeição do produto alimentar (Tavares, et al., 2021). Os principais compostos formados durante a deterioração através do metabolismo microbiano estão descritos na Tabela 2. As aminas biogénicas como a histamina, cadaverina, tiramina e putrescina, são produzidas pela descarboxilação de aminoácidos livres pela ação de microrganismos durante o armazenamento, e, são usadas para monitorizar a segurança e qualidade dos peixes (Biji, Ravishankar, Venkateswarlu, & Mohan, 2016; Ferreira, 2012). A histamina é extremamente estável, e não pode ser removida facilmente ou destruída por cozimento, destilação ou congelamento, e, entre as aminas, é toxicologicamente relevante, causando intoxicação e intolerância alimentar (Tahmouzi, et al., 2011).

**Tabela 2.** Principais compostos formados durante a deterioração através do metabolismo microbiano. Adaptado de (Tavares, et al., 2021).

Composto(s) de Deterioração Produzido(s)	
<b>Bactérias deterioradoras</b>	
<i>Shewanella putrefaciens</i>	TMA, H <sub>2</sub> S, CH <sub>3</sub> SH, (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S, Hx, e ácidos
<i>Pseudomonas</i> spp.	CH <sub>3</sub> SH, (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S, cetonas, ésteres, aldeídos, NH <sub>3</sub> e Hx
<i>Photobacterium phosphoreum</i>	TMA e Hx
Vibrionaceae	TMA e H <sub>2</sub> S
Enterobacteriaceae	TMA, H <sub>2</sub> S, cetonas, ésteres, aldeídos, NH <sub>3</sub> , Hx e ácidos
Bactérias ácido-lácticas	H <sub>2</sub> S, cetonas, ésteres, aldeídos, NH <sub>3</sub> e ácido
Leveduras	Cetonas, ésteres, aldeídos, NH <sub>3</sub> e ácidos
Deterioradores aeróbicos	NH <sub>3</sub> , ácidos acético, butírico e propiónico
Bacilos anaeróbicos	Cetonas, ésteres, aldeídos e NH <sub>3</sub>

TMA: trimetilamina; H<sub>2</sub>S: sulfeto de hidrogénio; CH<sub>3</sub>SH: metilmercaptano; (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S: dimetilsulfureto; História: hipoxantina; NH<sub>3</sub>: amónia.

---

## 1.3. Técnicas de conservação do pescado

---

O desenvolvimento de novas tecnologias tem permitido o processamento em massa de produtos alimentares. A implementação de métodos de conservação mais adaptados às características do pescado, assim como melhorias nas metodologias de produção, instalações, ferramentas, ingredientes e processos permitiram um melhoramento significativo da qualidade final do produto (Silva, 2022).

A conservação de produtos altamente perecíveis, como o pescado, é um dos maiores desafios para a indústria alimentar. O período de vida útil do produto, também conhecido por tempo de prateleira ou tempo de validade, pode ser definido como o tempo durante o qual o alimento permanece seguro para consumo e mantém as características sensoriais, químicas, físicas e microbiológicas desejadas (Giménez, Ares, & Ares, 2012). Por outro lado, também deve estar em conformidade com toda a informação nutricional na rotulagem (tendo em conta as condições de armazenamento recomendadas pelo produtor) (Hough, 2010).

São vários os métodos de conservação que prolongam a vida útil do pescado, como a secagem, defumação, congelamento, arrefecimento, salmoura, fermentação e conservas (enlatamento) (Kwon, et al., 2008). No entanto, o armazenamento a baixa temperatura e as técnicas químicas para controlar a  $a_w$ , a deterioração enzimática, oxidativa e microbiana são atualmente as mais comuns na indústria da fileira do pescado (Ghaly, Dave, Budge, & Brooks, 2010).

### 1.3.1. Armazenamento a baixas temperaturas

---

A conservação dos alimentos mediante o uso das baixas temperaturas tem sido um dos métodos mais usados para a preservação de grande variedade de alimentos, incluindo o peixe (ICMSF, 2005). A utilização de baixas temperaturas, mais especificamente temperaturas de refrigeração (0°C a 5°C) ou de congelação (-10°C a -40°C), permite a inibição e/ou diminuição de taxas de crescimento dos microrganismos e de produção dos metabolitos secundários, como resultado da diminuição de reações químicas e enzimáticas (Jay, 2000). As baixas temperaturas durante a captura, transporte e armazenamento do pescado são de grande importância para diminuir a atividade enzimática e microbiana (Shawyer & Medina, 2003). Cada microrganismo tem uma temperatura na qual cresce de forma ideal. Neste sentido, o objetivo de aplicar baixas temperaturas, é manter a temperatura do produto inferior à temperatura ideal do microrganismo, evitando assim o crescimento microbiológico. Um efeito semelhante pode ser observado nas reações enzimáticas, que em baixas temperaturas apresentam uma atividade significativamente mais reduzida (Marcacini & Leonardi, 2018).

O arrefecimento por congelação ou armazenamento refrigerado são métodos eficientes para a preservação do peixe, o que ajuda a manter a qualidade do produto por mais tempo. É necessário preservar o peixe a 0°C após a captura, pois a sua deterioração é muito rápida (Piredda, et al., 2023). No entanto, tanto as alterações enzimáticas como as não enzimáticas continuam, mas a um ritmo mais lento (Shawyer & Medina, 2003). Ao manter o peixe em temperaturas próximas de 0°C (usualmente em gelo) pode-se prolongar a vida útil até 30 dias (em peixes gordurosos, pode chegar a 40 dias), dependendo de vários fatores, como a temperatura da água na zona de captura e o tipo de espécie. Exemplo disso é o caso da sardinha (*Sardina pilchardus*), que em águas temperadas pode manter-se de 3 a 8 dias, enquanto que em águas tropicais pode manter-se entre 9 e 16 dias (Tavares, et al., 2021). No entanto, devido aos elevados custos energéticos e económicos derivados de manter temperaturas próximas a 0°C, isto não é facilmente atingível para o consumidor geral, portanto, a refrigeração (armazenamento entre de 0°C e 5°C), é o processo de

armazenamento mais comum para peixe fresco, o que resulta num prazo de validade muito mais curto (entre 1 e 3 dias) (Berk, 2009; Safety, 2023).

A congelação é o método que consegue manter o peixe e os produtos da pesca conservados por períodos mais longos, mas alguns parâmetros de qualidade podem ser afetados (Piredda, et al., 2023). Normalmente são aplicadas temperaturas entre  $-18^{\circ}\text{C}$  a  $-40^{\circ}\text{C}$ , em que aproximadamente 80% da água é convertida em gelo, diminuindo a atividade da água, o que conseqüentemente leva à inibição da atividade microbiana. Além disso, a maioria dos microrganismos deteriorantes e patogénicos não conseguem proliferar a temperaturas inferiores a  $-10^{\circ}\text{C}$  (Gokoglu & Yerlikaya, 2015; Doyle & Beuchat, 2007).

São vários os fatores que podem influenciar na deterioração do pescado congelado durante o armazenamento nomeadamente, a espécie, a velocidade de congelamento, a temperatura, o tempo de armazenamento, método de congelamento utilizado e a degradação enzimática. O músculo do peixe sofre alterações químicas e estruturais durante a congelação e armazenamento (Kolbe, 2007). Estas reações podem ser minimizadas pela adição de uma capa de gelo (vidragem), embalagem e pela exclusão de oxigénio e luz (Tavares, et al., 2021).

O fator mais importante que afeta a qualidade do peixe congelado é a taxa de congelação (lenta ou rápida). A congelação rápida, quando o produto é exposto à temperatura perto dos  $-20^{\circ}\text{C}$  em 30 minutos, produz peixes congelados de melhor qualidade do que a congelação lenta, quando o produto atinge uma temperatura desejada entre as 3h e 72h (Doyle & Beuchat, 2007). Uma das maiores diferenças entre a congelação rápida e lenta é a formação de cristais. Com uma congelação rápida os cristais de gelo formados são pequenos, enquanto com uma congelação lenta os cristais de gelo formados são maiores, o que pode limitar o tempo de vida útil de alguns alimentos congelados (Kaale, Eikevik, Rustad, & Kolsaker, 2011). Efetivamente, o facto de os cristais de gelo serem de maior dimensão pode causar danos nas membranas celulares, parede celular e estruturas internas dos alimentos, que ao serem descongelados podem não manter as características expectáveis (nomeadamente textura e sabor) (Marcacini & Leonardi, 2018). Além disso, a congelação favorece a desnaturação das proteínas, o que resulta numa aparência opaca (queimada pelo gelo) e o tecido torna-se macio e esponjoso, o que afeta gravemente a qualidade do produto (Ghaly, Dave, Budge, & Brooks, 2010). O tempo máximo recomendado para manter os alimentos congelados não está baseado na atividade microbiológica, mas principalmente em fatores como a textura, sabor, aparência, e sobretudo na qualidade nutricional uma vez descongelado o produto e subsequentemente cozinhado (ICMSF, 2005).

### **1.3.2. Atmosfera modificada**

---

- Embalagem com atmosfera modificada (MAP)

A utilização de embalagens com atmosfera modificada (MAP – “Modified Atmosphere Packaging”) têm como principal objetivo aumentar o tempo de vida útil dos alimentos ao alterar a atmosfera interna da embalagem com uma variedade de misturas gasosas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), nitrogénio ( $\text{N}_2$ ) e/ou oxigénio ( $\text{O}_2$ ) (Hough, 2010). Por exemplo, as diferentes concentrações nas quais o  $\text{CO}_2$  (de 40% até 75%) é usado na conservação de pescado com MAP tem demonstrado um aumento de até 29 dias na vida útil em filetes de bacalhau (*Gadus morhua*), cavala (*Scomber colias*) e sardinhas (*Sardina pilchardus*), armazenados a  $4^{\circ}\text{C}$  (Zhuang, Hong, Zhang, & Luo, 2020). A utilização de 30%  $\text{CO}_2$  e 70%  $\text{N}_2$  numa embalagem permite diminuir a atividade de proteases. Por exemplo, as *Pseudomonas* têm uma forte capacidade de deterioração, devido à sua atividade proteolítica extracelular, que é diminuída com a utilização desta técnica de conservação (Wang, et al., 2018).

- Embalamento a vácuo

Um dos métodos que a indústria alimentar utiliza para aumentar o tempo de prateleira dos produtos é o embalamento a vácuo, que consiste em retirar todo o ar da embalagem seguido de selagem térmica (Lawrence & Kropf, 2023). Esta ação causa uma redução da pressão residual de ar dentro da embalagem que usualmente é de 1 bar para 0,3-0,4 bar forçando a saída do oxigénio do interior da embalagem (Jay, 2000). Este tipo de técnica além de retardar o processo de deterioração dos organismos aeróbicos, minimiza o encolhimento do produto e ajuda a retardar a oxidação da gordura e a descoloração do produto (Furlaneto K., 2017). Num estudo realizado na China com filetes de carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) armazenados em vácuo a 4°C durante 14 dias, determinou-se que a refrigeração combinada com o embalamento em vácuo incrementou em 11 dias o tempo de vida útil dos filetes de carpa prateada em comparação aos 6 dias das amostras controlo (Kachele, Zhang, Gao, & Adhikari, 2017).

### 1.3.3. Revestimentos alimentares

---

A aplicação de revestimentos comestíveis tem sido considerada uma técnica eficaz e ecológica para preservar a qualidade e segurança dos alimentos. Os filmes de biopolímeros comestíveis à base de proteínas, polissacarídeos, lípidos ou misturas dos mesmos, são seguros, e têm o potencial de substituir as embalagens de plástico sintético (Song, et al., 2023). O revestimento comestível forma uma camada protetora diretamente na superfície do alimento para inibir a deterioração da qualidade e prolongar a vida útil (Yu, et al., 2019). Os produtos de origem natural mais comumente utilizados na formulação de revestimentos e em produtos pesqueiros são o quitosano, o alginato, as proteínas de soro de leite, gelatina ou a combinação os diferentes polímeros (Tavares, et al., 2021). A aplicação de um revestimento comestível de gelatina de peixe com extrato de macroalga (*Fucus vesiculosus*) como componente bioativo em filetes de atum (*Thunnus albacares*) armazenados a 4°C por 12 dias, demonstrou a diminuição da atividade microbiana, o que conseqüentemente acrescenta o tempo de vida útil do filete de atum em refrigeração (Vala, Augusto, Horta, Mendes, & Gil, 2017). Outro estudo também com atum (*Thunnus albacares*) e um revestimento comestível de quitosano misturado com extrato de casca de limão (*Citrus limon*) armazenado a 4°C por 12 dias demonstrou uma redução significativa da atividade microbiana e um tempo de vida útil de 12 dias, em comparação com os 6 dias das amostras controlo sem revestimento (Sabu, Ashita, & Stephy, 2020).

### 1.3.4. Secagem

---

Entende-se como peixe seco os produtos curados, salgados conservados em salmoura e/ou defumados (Pradhan, Nayak, & Armitage, 2022). No entanto, uma definição mais ampla, que inclui a fermentação (já que pode ser armazenada a temperatura ambiente) é dada por Belton et al. (2022), que define o peixe seco como animais aquáticos que são preservados ao usar técnicas simples, como secagem ao sol, salga, fermentação e defumação, os quais permitem um armazenamento como alimento a temperatura ambiente por longos períodos sem uma embalagem especializada (Belton, et al., 2022). Com exceção dos produtos da fermentação, os alimentos secos são aqueles que não contêm mais do que 25% de humidade e uma atividade de água entre 0,00 e 0,60 (Marcacini & Leonardi, 2018; Jay, 2000).

O peixe seco representa 12% do consumo total de peixe a nível mundial. É rico em cálcio e micronutrientes e economicamente importante em países de baixos rendimentos, além de uma fonte de comida e nutrientes (Belton, et al., 2022). Por exemplo, em Portugal as espécies mais comuns são o carapau (*Trachurus trachurus*), a sardinha (*Sardina pilchardus*), a petinga (*Sardina pilchardus*), o galhudo (*Squalus acanthias*) e o polvo (*Octopus vulgaris*) (Dry Fish Museum of Nazaré, 2023).

## 1.4. Objetivos

---

Os alimentos de origem marinha, como o pescado, devem ser processados o mais rápido possível e embalados de uma maneira adequada, para assim conseguir prolongar ao máximo o tempo de vida útil destes produtos e para assegurar a segurança alimentar dos produtos. A congelação desta matéria-prima tem ajudado a retardar a deterioração do produto, embora este tempo possa variar de acordo com a espécie ou a especificação de cada produto. Neste contexto, o objetivo principal deste trabalho é analisar os resultados da avaliação sensorial de vários produtos de pescado ultracongelados, tendo como meta final a possibilidade de aumentar o seu tempo de vida útil e sugerir algumas diretrizes para melhorar a metodologia para a análise do pescado. Para alcançar este objetivo, foram delineadas as seguintes etapas:

- Analisar estatisticamente uma base de dados com informações sobre as análises sensoriais de várias espécies de peixe fornecida por uma empresa processadora de peixe em Peniche (Portugal);
- Analisar os parâmetros organoléticos utilizados por esta empresa para determinar se o produto é conforme ou não conforme para o consumo;
- Propor algumas diretrizes para estudos e avaliações futuras baseados nas tabelas para peixe cozido de avaliação sensorial de Torry.

## 2. Metodologia

---

### 2.1. Compilação da informação de base

---

A informação analisada neste trabalho foi fornecida por uma empresa de congelação de pescado em Peniche (doravante denominada de Empresa A). O estudo incluiu análises sensoriais de 127 amostras de pescado congelado, avaliadas ao longo de um período de 10 anos (2013–2023). As amostras foram armazenadas em câmaras frigoríficas com temperaturas controladas inferiores a  $-18^{\circ}\text{C}$ , de acordo com as especificações internas da Empresa A, até serem submetidas às análises sensoriais. Cada amostra foi acompanhada desde a data de congelação ou embalagem até às diferentes etapas de avaliação (T0, T1, T2, etc.), permitindo a observação de mudanças sensoriais ao longo do tempo.

O tempo de armazenamento variou amplamente entre as amostras, refletindo diferentes práticas de conservação e ciclos de vida do produto. Por exemplo, no caso do bacalhau embalado em 1 de abril de 2013, a primeira avaliação (T0) foi realizada após 6 meses de armazenamento, enquanto a última avaliação (T2) ocorreu (aproximadamente) após 34 meses a congelação. Para a sardinha congelada em 1 de junho de 2014, o período entre T0 e a avaliação final foi de aproximadamente 20 meses. Em termos gerais, a duração média do armazenamento entre a congelação e a última avaliação foi de aproximadamente 18 meses, com variações conforme a espécie e as condições de armazenamento.

Além disso, a análise revelou que períodos de armazenamento prolongados estavam associados a alterações sensoriais específicas, como ranço no cheiro e oxidação na aparência, especialmente em peixes gordos, como o salmão e o atum. Estes resultados, apresentados posteriormente, foram determinantes para propor melhorias nos processos de armazenamento e critérios de avaliação sensorial como a escala de Torry.

Para garantir a rastreabilidade e a precisão dos dados, o ficheiro de registos incluía informações detalhadas sobre o lote, local de armazenamento, tipo de embalagem e datas de validade estimadas. No entanto, nem todos os produtos possuíam todos esses dados completos, o que impossibilitou a sua utilização integral na análise estatística. Apesar desta limitação, os dados disponíveis permitiram realizar uma análise sobre a influência do tempo de armazenamento nas características organoléticas dos produtos.

### 2.2. Processamento do peixe

---

Na Figura 2 apresenta-se o fluxograma do processamento do peixe fresco ou congelado desde a sua receção até seu embalagem e armazenamento que é seguido pela Empresa A. Os pontos mais importantes do processamento são a receção, congelação, corte, embalagem e armazenamento, uma vez que são os pontos que mais poderão interferir com a qualidade do pescado.

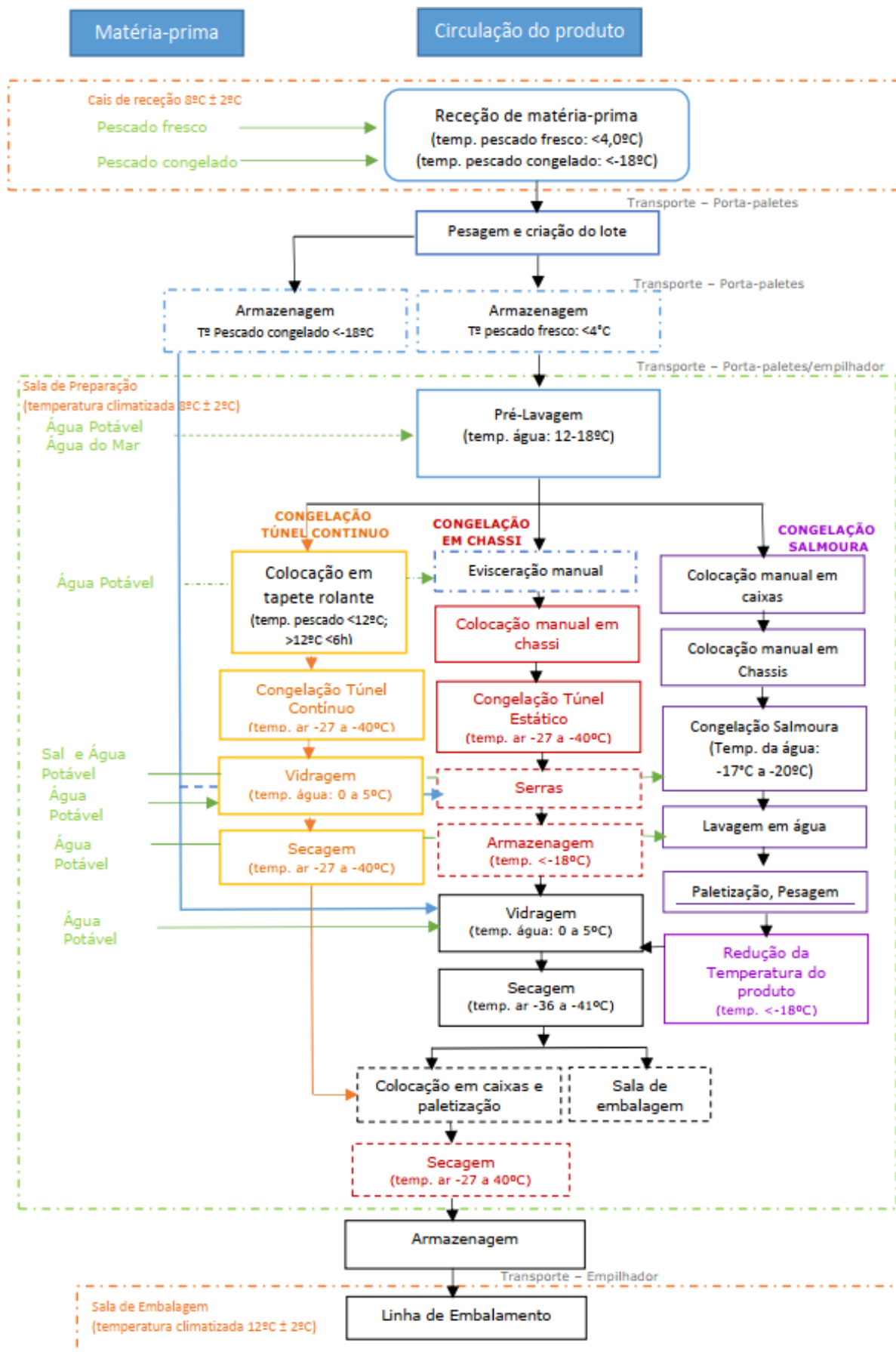


Figura 2: Fluxograma do processamento do peixe desde a recepção, transformação e embalagem.

### 2.2.1. Receção

---

A receção da matéria-prima fresca, pode ser rececionada em dornas ou caixas plásticas, tendo em conta as normas de higiene segundo o Regulamento (CE) n.º 852/2004 e mantendo um controlo de temperatura superior a 4°C para peixe fresco e inferior a -18°C para peixe congelado (figura 3), segundo o Esclarecimento Técnico nº 2 / DGAV / 2019. Nesse momento é feita uma inspeção de controlo de qualidade do produto e no caso da sardinha é tomada uma amostra para avaliar o teor de gordura segundo aos critérios estabelecidos pela própria empresa (classificação visual).



**Figura 3.** Exemplo da receção de produto congelado. (1) Sardinha (*Sardina pilchardus*); (2) Peixe vermelho ou Red fish (*Sebastes* spp.) em bloco; e (3) Carapau (*Trachurus trachurus*).

### 2.2.2. Pesagem, lavagem e armazenagem

---

Os produtos frescos, como por exemplo safio (*Conger conger*) e robalo (entre outros), são pesados e conferidos na guia de acompanhamento do produto (guia de remessa ou fatura). Em seguida, deve ser identificado com um lote de receção. No caso da sardinha, cavala e carapau, estes são lavados, congelados e etiquetados com o lote de receção e permaneceram armazenados a uma temperatura inferior a 4°C até serem inspecionados para avaliação dos parâmetros de frescura do esquema europeu EAB. Este esquema identifica três níveis de qualidade, E (Extra) a mais alta qualidade, A qualidade aceitável, e B é como o nível mais baixo onde o produto não é admitido para consumo (Green, 2010). Os produtos congelados são pesados e armazenados a temperaturas de inferiores a -18°C até à sua avaliação. Estes produtos ficam bloqueados até que o controlo de qualidade da empresa determine que cumprem os parâmetros de qualidade para serem desbloqueados para fabrico, segundo as normativas internas da empresa (IFS).

Dependendo do produto, procede-se com uma lavagem com água corrente ou numa dorna com água de mar limpa (pescados pelágicos) antes de serem acondicionados em caixas plásticas ou dornas.

### 2.2.3. Ultracongelação e congelação

---

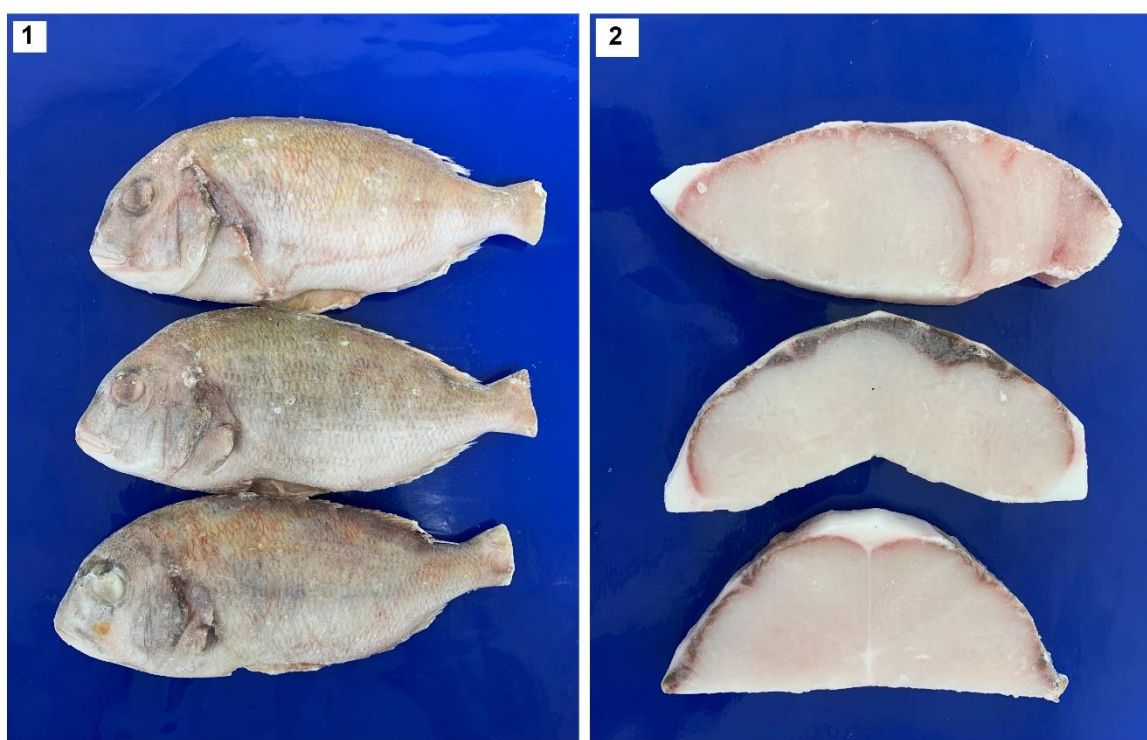
Os produtos frescos podem ser ultracongelados ou congelados inteiros, ser amanhados e depois congelados, ou ser congelados em salmoura.

- Evisceração

A evisceração manual é realizada com água corrente. O produto depois é estendido num chassi seguindo o código de boas práticas de manufatura e de manuseamento do produto. De seguida o produto é submetido à congelação durante 30-45min a uma temperatura do ar entre -27 e -40°C. Em seguida, o pescado passa para as serras para ser aparado ou cortado em postas. Finalmente o produto é armazenado em paletes na câmara de secagem até ser sujeito a vidragem ou ser enviado para a sala de embalagem.

- Ultracongelação em túnel contínuo

A ultracongelação é um processo no qual o produto é rapidamente congelado a temperaturas muito baixas (entre -30°C a -50°C aproximadamente, e entre 30 min a 3 horas, dependendo do produto e volume processado) de modo a evitar a formação de cristais de gelo (Tolstorebrov, Eikevik, & Bantle, 2016). Na Empresa A, o processo de ultracongelação ocorre em túnel contínuo, aqui o produto que já foi lavado é posicionado em cima de uma tela transportadora de alimentação no túnel de congelação contínua, onde o pescado permanece entre 30-45 min a uma temperatura do ar entre -27°C e -40°C. Uma vez terminado o processo de pré-congelação, o produto é transportado para máquina de vidragem que foi previamente preparada com água potável para efetuar o arrefecimento da mesma (figura 4). A temperatura da água de vidragem oscila entre 0°C a 5°C, sendo aí introduzido o produto automaticamente durante 5 a 6 segundos. Posteriormente, é reencaminhado para a máquina de secagem a frio onde permanece entre -36°C e -41°C.



**Figura 4.** (1) Pargo (*Pagrus pagrus*) eviscerado ultracongelado e com vidragem; (2) Tintureira (*Prionace glauca*) cortada em postas, congelada e com vidragem.

- Congelação em salmoura

Na congelação em salmoura, o peixe é retirado manualmente das dornas e colocado em caixas plásticas. As mesmas que são colocadas em chassis, para ser introduzidas no interior do tanque de salmoura (20% de sal). O pescado é submetido à congelação durante 40 min na água de salmoura, cuja temperatura se encontra

entre -17°C a -20°C. Finalmente o chassis é retirado do tanque de salmoura e mergulhado no tanque adjacente ao tanque de salmoura, que contém água potável, durante 10 a 20 segundos.

## 2.2.4. Corte

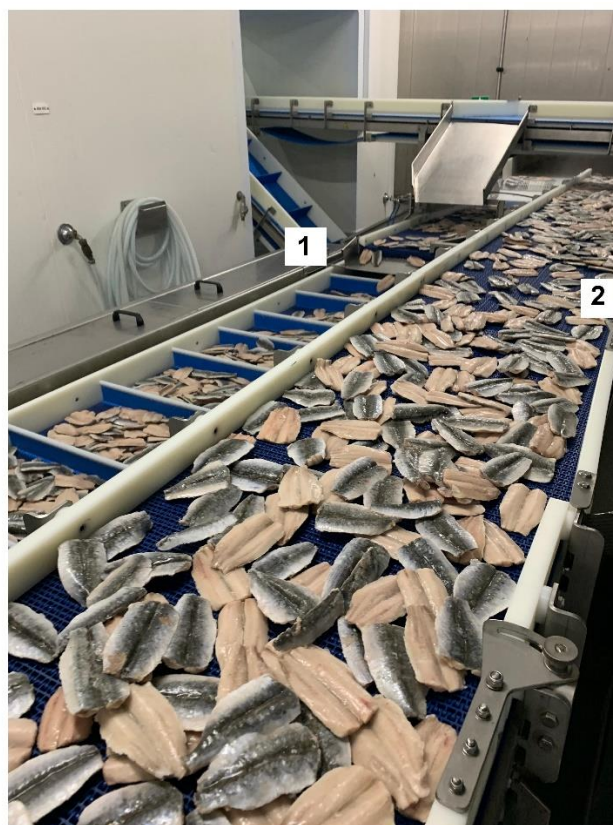
---

O corte, está dependente das especificações do cliente o produto pode precisar de ser aparado, ou cortado em postas. O produto é colocado em transportadores que aprovisionam diretamente cada serra, a operadora apara/corta o pescado e coloca-o numa banda transportadora para ser rececionado em caixas plásticas ou em dornas, segundo as instruções de trabalho efetuadas pela empresa.

## 2.2.5. Vidragem e secagem

---

Caso o produto não tenha sido vidrado numa etapa anterior, procede-se à sua vidragem. O produto é introduzido automaticamente durante 5 a 6 segundos em água de vidragem, cuja temperatura oscila entre 0°C a 5°C e é reencaminhado para a máquina de secagem onde, permanece no túnel de congelação continua a -27 a -40°C como se observa na figura 5.



**Figura 5.** Mostra o filete de sardinha (*Sardina pilchardus*) a (1) entrar na zona de vidragem para a seguir (2) entrar na máquina de secagem.

## 2.2.6. Pesagem, Embalamento e Armazenamento

---

A pesagem, embalagem e armazenamento são os últimos passos do processamento de pescado. Aqui os produtos são colocados em caixas de plástico e empilhados em paletes. As mesmas são colocadas na báscula para ser pesadas e protegidas com película (para proteger da desidratação) e é atribuído um lote de transformação para efeitos de rastreabilidade. O produto é armazenado em paletes na câmara de secagem, onde vai permanecer até ser transportado a sala de embalar ou para uma nova vidragem. Uma vez que o produto esteja na sala de embalagem, é embalado com base nas especificações de cada cliente (em saco, a granel, higienizado ou em vácuo) e armazenado na câmara de armazenamento a -18°C até à sua expedição (figura 6).



**Figura 6.** Observa-se o embalamento a granel de (1) filetes de bacalhau (*Gadus morua*), (2) postas de safio (*Conger conger*) e (3) pargo (*Pagrus pagrus*) inteiro e eviscerado.

## 2.3. Avaliação sensorial

---

A Empresa A utiliza exclusivamente a avaliação sensorial como método para determinar os tempos de vida útil dos seus produtos. Este processo envolve a seleção de lotes aleatórios de produtos congelados, que são posteriormente submetidos a confeção e análise sensorial. Todas as avaliações são realizadas com o produto cozido, seguindo uma metodologia interna que inclui a retirada da vidragem, fervura por 3 a 5 minutos e análise após o arrefecimento à temperatura ambiente. Os parâmetros avaliados incluem aspeto geral, textura, cor, cheiro e sabor, com as amostras classificadas em categorias qualitativas como "Muito Bom," "Bom," "Razoável," ou "Não Normal." Essas classificações determinam a conformidade ou não conformidade dos produtos, bem como a continuidade ou interrupção de sua comercialização.

Apesar da eficiência do método, foi constatado que os critérios internos usados pela empresa para a avaliação sensorial são relativamente ambíguos e carecem de padronização. Nesse sentido, este estudo propõe a adoção das escalas de Torry como uma abordagem futura para melhorar a avaliação sensorial. As escalas de Torry oferecem descritores mais detalhados e quantitativos, permitindo uma caracterização mais objetiva dos parâmetros sensoriais e uma melhor rastreabilidade das decisões tomadas com base nesses

resultados (Green, 2010). Esta proposta visa garantir maior precisão na definição dos tempos de vida útil e assegurar padrões mais consistentes de qualidade e segurança alimentar.

A primeira avaliação ( $T_0$ ) é feita no momento de embalagem do produto. Posteriormente são definidos distintos tempos ( $T_1$ ,  $T_2$ , etc.) para avaliar a conformidade ou não conformidade do produto. A avaliação consiste em: (1) selecionar várias peças de produto embalado, (2) retirar a água de vidragem e, por fim, (3) procede-se à confeção completa do produto (cozimento). De seguida é realizada a avaliação visual, no que respeita ao aspeto geral, assim como a textura, cheiro, cor e sabor. Assim também, as amostras foram classificadas como peixes gordos (teor de gordura superior a 4%) ou magros (teor de gordura inferior a 4%) (Giosuè, et al., 2022). Entende-se por peixes magros ao conjunto de espécies de peixe, que são típicas das águas profundas, cuja gordura é acumulada no fígado e apresentam tipicamente uma coloração muscular branca. Por outro lado, os peixes gordos, são o conjunto de peixes, que se encontram na coluna de água mais à superfície e que a gordura pode-se acumular tanto no fígado, como no tecido muscular, motivo pelo qual a sua coloração é mais escura (Fernandes & Pereira, 2016).

Em cada análise foram avaliados os parâmetros estabelecidos na Tabela 3 e registados numa folha de Excel, junto com as informações relevantes de cada produto nomeadamente, tipo de produto, a descrição, o lote, as datas de congelação e de validade, entre outras.

**Tabela 3.** Parâmetros sensoriais avaliados em cada amostra.

<b>Avaliação Global</b>	<b>Textura</b>	<b>Cor</b>	<b>Cheiro</b>	<b>Sabor</b>
Muito Bom	Muito Bom	Normal	Normal	Muito Bom
Bom	Bom	Razoável	Razoável	Bom
Razoável	Razoável	Sem coloração	Intenso	Razoável
Não normal	Não normal	Não normal	Não normal	Não normal

Para cada parâmetro são tidas em conta algumas características do produto em análise, nomeadamente para a definição dos parâmetros “Muito Bom”, “Bom”, “Razoável” e “Não Normal” tal como detalhado na tabela 4:

**Tabela 4.** Exemplo do parâmetro sensorial textura para o bacalhau cozido.

<b>Avaliação</b>	<b>Firmeza</b>	<b>Suavidade</b>	<b>Humidade</b>	<b>Uniformidade</b>	<b>Parâmetro</b>
<b>Muito Bom</b>	Firme ao toque e desfia-se com facilidade sem desmanchar	Macio, não duro ou elástico	Suculento, não seco	Cozido de forma uniforme, sem partes duras ou secas	Cumprir todas as características
<b>Bom</b>	Firme ao toque, desfia-se com alguma facilidade	Macio, pode ter leve elasticidade	Levemente suculento	Poucas áreas não uniformes	Cumprir três das quatro características
<b>Razoável</b>	Firmeza moderada, alguma dificuldade para desfilar	Textura um pouco dura ou elástica	Pouco suculento, levemente seco	Áreas não uniformes perceptíveis	Cumprir duas das quatro características
<b>Não Normal</b>	Muito duro ou desmancha-se completamente	Muito duro ou muito elástico	Muito seco ou excessivamente suculento	Cozido de forma não uniforme, com partes duras ou secas	Cumprir uma ou nenhuma característica

Esta metodologia é análoga para os restantes tipos de pescado e parâmetros. Por exemplo as tabelas 5, 6 e 7 onde estão identificados os descritivos utilizados para a avaliação da cor em salmão cozido (tabela 5), do cheiro para peixe cozido (tabela 6) e do sabor para peixe cozido (tabela 7).

**Tabela 5.** Exemplo do parâmetro sensorial cor para o salmão cozido.

<b>Avaliação</b>	<b>Cor</b>
<b>Normal</b>	Cor rosa dentro do intervalo natural, mantendo-se uniforme
<b>Razoável</b>	Cor rosa muito pálido
<b>Sem Coloração</b>	Total ausência de pigmentação
<b>Não Normal</b>	Cor diferente devido à oxidação ou queima da congelação

A cor é um atributo muito importante para determinar a qualidade de qualquer alimento, incluindo o peixe. Uma mudança indesejável na cor do músculo do peixe durante o processamento ou armazenamento, pode levar a uma rejeição por parte do consumidor (Singh, Mittal, & Benjakul, 2021). Os alimentos com uma cor adequada são associados pelo consumidor com um melhor sabor, textura e frescura, ou seja, com uma maior qualidade (Ottestad, Enersen, & Wold, 2011)

**Tabela 6.** Exemplo do parâmetro sensorial cheiro para peixe cozido.

<b>Avaliação</b>	<b>Cheiro</b>
<b>Normal</b>	Fresco e agradável, característico do peixe
<b>Razoável</b>	Cheiro levemente alterado, mas ainda aceitável
<b>Intenso</b>	Cheiro alterado, mas ainda aceitável
<b>Não Normal</b>	Odores desagradáveis, como amónia ou enxofre

**Tabela 7.** Exemplo do parâmetro sensorial sabor para peixe cozido.

<b>Avaliação</b>	<b>Sabor</b>
<b>Muito bom</b>	Sabor fresco a mar, agradável e suculento
<b>Normal</b>	Fresco e característico do peixe
<b>Razoável</b>	Sabor levemente alterado, mas ainda aceitável
<b>Não Normal</b>	Sabores estranhos, como amargor ou ranço

Esta avaliação é feita pela equipa do departamento da qualidade da empresa e que decide se o produto está conforme ou não conforme. Se o produto estiver conforme (avaliação “Muito bom”, “Normal” e “Razoável”), e dependendo do tempo que tenha passado desde que foi congelado, estabelece-se uma nova data para avaliação sensorial. Se o produto estiver não conforme, o tempo de vida útil máximo recomendado será a última vez que o produto esteve conforme. Todos estes dados são registados numa base de dados Excel que compõe a base de partida deste projeto.

## 2.4. Análise estatística

---

Com o objetivo de realizar uma análise exploratória sobre possíveis padrões de classificação sensorial, nomeadamente em relação aos parâmetros organoléticos em estudo (textura, cor, cheiro, sabor), foi realizada uma análise descritiva, com recurso a tabelas de contingência. Aspectos como a apreciação global e conformidade do produto, foram igualmente caracterizados. De forma a simplificar a análise de dados, foram realizados agrupamentos de alguns dados, nomeadamente de peixes (peixes gordos e peixes magros devido ao facto da oxidação lipídica ser uma das principais causas de perda de qualidade nos alimentos, já que pode causar sabores estranhos, uma redução do tempo de vida útil, perda dos valores nutricionais e possível produção de moléculas potencialmente prejudiciais para a saúde) (Gouvêa, et al., 2023). Desta forma foi possível fazer uma caracterização dos dados da amostra em estudo. Adicionalmente, o recurso à construção de tabelas de contingência permitiu detetar possíveis padrões de associação e comparação presentes nos dados obtidos. A análise estatística foi realizada através do programa estatístico IBM SPSS Statistics® 29.0.1.0.

## 3. Resultados e discussão

---

### 3.1. Caracterização dos produtos face a parâmetros organoléticos

---

#### 3.1.1. Textura

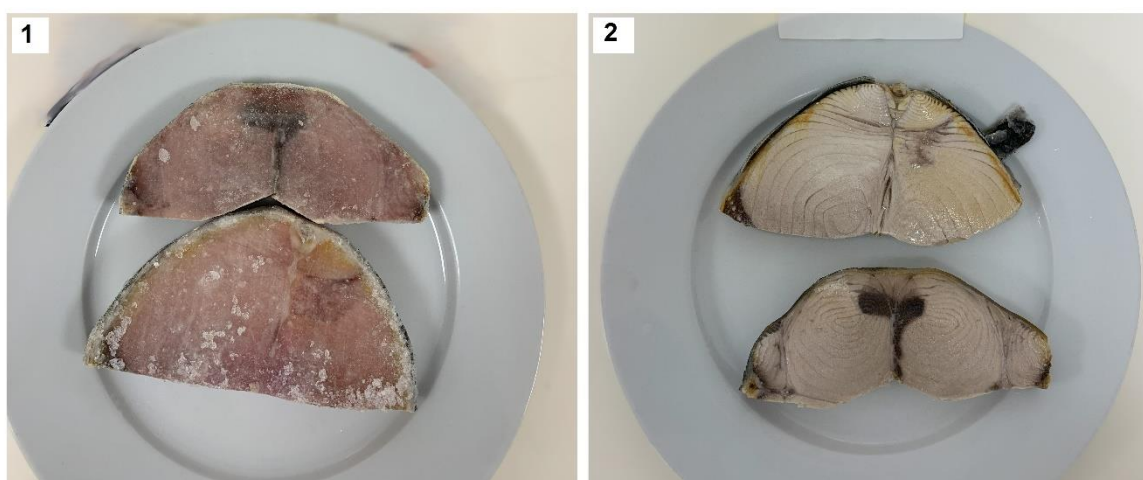
---

A textura é um parâmetro crucial na avaliação da qualidade do peixe. A tabela 8 resume a avaliação da textura dos produtos de pescado ultracongelados amostrados. Foram avaliadas um total de 127 amostras de produto com respeito à textura do peixe cozido. O maior número de amostras avaliadas corresponde à pescada com 27 amostras (21,3%), seguida pela sardinha com 24 amostras (18,9%). A maioria das amostras foram avaliadas com “Bom” (72,4%) e “Razoável” (26,0%), o que indica que aquelas amostras são avaliadas como produtos conformes com respeito à textura tendo em conta que as etapas de conservação e processamento do peixe são cruciais para manter uma boa textura, influenciando significativamente a aceitação do consumidor. Assim por exemplo, na figura 7 observa-se uma amostra de atum avaliada como “Bom” para o parâmetro da textura. No entanto, algumas amostras apresentam uma textura considerada “Não normal”, conforme se observa para o “Atum” e “Salmão”, onde 1,6% apresentou uma avaliação negativa. Para compreender esta avaliação, é necessário considerar as características ideais esperadas na textura de um peixe cozido a partir de matéria-prima ultracongelada, sendo que texturas “Não normais” podem incluir textura esponjosa, desintegração, ou uma textura demasiadamente rígida ou mole (Wu, Pu, & Sun, 2019). Pelo contrário, uma amostra com valores de referência para os parâmetros de textura tem de ter firmeza, coesão e mastigabilidade, (Chen, Jayachandran, Bai, & Xu, 2022). A firmeza é crucial, pois o músculo do peixe deve manter-se firme ao toque, indicando frescura. A coesão e a elasticidade são também desejáveis, pois contribuem para uma textura agradável na boca e uma melhor experiência de mastigação. A mastigabilidade e a adesividade são parâmetros adicionais que refletem a capacidade do músculo de resistir à deformação e regressar à sua forma original após ser mastigado. Além disso, a resiliência do tecido muscular, que indica a capacidade de recuperar a forma após compressão, e a adesão, que mede a força necessária para separar o alimento da superfície de contato, são aspetos importantes na avaliação sensorial da textura do peixe (Cheng, Sun, Han, & Zeng, 2013).

**Tabela 8.** Distribuição da classificação “Textura” de acordo com o tipo do produto.

			Textura			Total
			Não normal	Bom	Razoável	
Tipo Produto	Abrótea	n	0	1	0	1
		% do total	0,0%	0,8%	0,0%	0,8%
	Alabote	n	0	2	0	2
		% do total	0,0%	1,6%	0,0%	1,6%
	Atum	n	1	5	2	8
		% do total	0,8%	3,9%	1,6%	6,3%
	Bacalhau	n	0	8	6	14
		% do total	0,0%	6,3%	4,7%	11,0%
	Carapau Branco	n	0	2	0	2
		% do total	0,0%	1,6%	0,0%	1,6%
	Cavala	n	0	5	0	5
		% do total	0,0%	3,9%	0,0%	3,9%
	Espadarte	n	0	1	1	2
		% do total	0,0%	0,8%	0,8%	1,6%
	Linguado	n	0	3	0	3
		% do total	0,0%	2,4%	0,0%	2,4%
	Peixe Espada Preto	n	0	5	3	8
		% do total	0,0%	3,9%	2,4%	6,3%
	Peixe Gato	n	0	2	0	2
		% do total	0,0%	1,6%	0,0%	1,6%
	Pescada	n	0	21	6	27
		% do total	0,0%	16,5%	4,7%	21,3%
	Raia	n	0	1	1	2
		% do total	0,0%	0,8%	0,8%	1,6%
	Peixe-Vermelho	n	0	5	2	7
		% do total	0,0%	3,9%	1,6%	5,5%
	Safio	n	0	5	0	5
		% do total	0,0%	3,9%	0,0%	3,9%
	Salmão	n	1	3	3	7
		% do total	0,8%	2,4%	2,4%	5,5%
	Salmonete	n	0	4	3	7
		% do total	0,0%	3,1%	2,4%	5,5%
Sardinha	n	0	18	6	24	
	% do total	0,0%	14,2%	4,7%	18,9%	
Tintureira	n	0	1	0	1	
	% do total	0,0%	0,8%	0,0%	0,8%	
<b>Total</b>		n	2	92	33	127
		% do total	1,6%	72,4%	26,0%	100,0%

Num estudo realizado por Miao et al. (2017), sobre os efeitos da frescura na qualidade do atum cozido foram avaliados vários parâmetros de qualidade, entre eles a textura dos bifes de atum em função dos métodos de armazenamento (refrigeração e ultracongelação). Neste estudo foi demonstrado que o atum fresco mantém a qualidade em termos de textura, enquanto o atum congelado apresenta uma maior degradação na qualidade sensorial e química. O estudo analisa a textura do atum em diferentes graus de frescura e após processos de cozedura, destacando mudanças significativas na textura. A textura é medida como um dos parâmetros sensoriais mais importante, influenciada pela frescura e métodos de armazenamento do atum. No estudo é referido que a textura do atum se deteriora com a redução da frescura, sendo que quanto mais fresco é o produto, mais firme e agradável é a textura. Por conseguinte, a frescura antes do congelamento é crucial para manter uma boa qualidade textural após o descongelamento e cozimento. Por outro lado, para o atum menos fresco, este apresenta-se mais mole, esponjoso e menos desejável após cozedura (Miao, Liu, Bao, Wang, & Miao, 2017).



**Figura 7.** Análise sensorial da textura do atum (*Thunnus albacares/obesus*) avaliado como “Bom” (1) Posta de atum congelada. (2) a mesma posta de atum cozida.

Num estudo realizado no Japão, os autores compararam a textura do peixe cru (atum) em comparação com o músculo do peixe cozido, e observou que a textura do atum muda significativamente após cozedura. Por exemplo, o atum cozido apresenta uma maior elasticidade e firmeza em comparação ao cru, devido a mudanças na matriz de colagénio e na desnaturação das proteínas pelo calor (Nakayama, Kimata, & Ooi, 1990). Esta informação é confirmada num outro estudo, onde os autores também observaram que a frescura da matéria-prima tem um impacto na textura do peixe cozido (Miao, Liu, Bao, Wang, & Miao, 2017), (Zhang, Ma, & Dai, 2019). Um atum com menor frescura apresenta uma textura menos desejável após a cozedura, tornando-se mais mole e esponjoso, perdendo suculência e elasticidade (Miao, Liu, Bao, Wang, & Miao, 2017).

No presente estudo, a Empresa A apenas avaliou amostras de peixe congelado que foi recebido nas suas instalações e que é mantido neste estado até à sua expedição. De acordo com um estudo realizado por Nakazawa et al. (2020), os autores observaram que as mudanças na textura da carne de atum congelado durante o armazenamento a longo prazo em temperaturas ultrabaixas (inferiores a  $-30^{\circ}\text{C}$ , tempo de conservação superior a 12 meses), estará relacionada com os valores de pH do músculo aquando da congelação. O músculo de atum com um pH mais alto (superior a 6,8) apresentará menor perda de líquidos e mantendo a textura e coloração durante o armazenamento prolongado a baixas temperaturas. Valores mais altos de pH no momento da congelação ajuda a reduzir a formação de metamioglobina e manter a textura

firme e elástica (Nakazawa, et al., 2020). Tendo em conta toda esta informação poderá sugerir-se que foram vários os fatores que contribuíram para a avaliação negativa na textura do atum, tais como:

- **Impacto do pH:** Um pH inicial menor de 6,8 ao congelar poderá contribuir para uma textura menos desejável após cozimento, devido à suscetibilidade à degradação durante o armazenamento congelado;
- **Processos de cozimento e descongelamento:** O modo de cozedura do atum e descongelamento pode impactar significativamente a sua textura. Um cozimento inadequado ou descongelamento rápido pode levar a mudanças na matriz de colagénio e desnaturação das proteínas, resultando numa textura “Não normal” (Nakazawa, et al., 2020);
- **Armazenamento e embalagem:** um armazenamento inadequado das amostras pode causar mudanças na textura do produto, um inadequado embalagem poderá promover o processo de queimadura pelo gelo, e mudar a textura do produto.

Estes fatores juntos podem explicar a obtenção de uma amostra de atum com textura “Não normal”, mesmo quando a matéria-prima foi ultracongelada. A gestão adequada da frescura antes do congelamento, o controlo do pH e as técnicas apropriadas de cozedura e descongelamento são essenciais para manter a qualidade ideal do atum. Adicionalmente, também a amostra de salmão foi avaliada como “Não normal”. Para perceber porque uma amostra pode ser avaliada como “Não normal” com respeito à textura é necessário perceber quais as características procuradas num salmão cozido.

As características desejadas da textura do salmão cru, incluem uma estrutura muscular intacta e com uniformidade na disposição das fibras. Idealmente, a textura deve ser firme e elástica, sem ser mole ou esponjosa, refletindo a frescura e a qualidade superior do peixe (Alizadeh, Chapleau, de Lamballerie, & Le-Bail, 2007). Por outro lado, as características desejadas do salmão cozido, incluem firmeza e suculência, mantendo uma consistência que é agradável ao paladar quando cozida. A textura deve ser firme o suficiente para manter a integridade durante o manuseio e consumo, mas também tem que ser macia o suficiente para proporcionar uma experiência de degustação agradável, sem ser excessivamente dura ou elástica (Einen & Thimassen, 1998). Num estudo realizado por Radhakrishnan et al. (2024), alguns fatores que afetam a textura do salmão cozido podem incluir:

- **Métodos de produção e alimentação:** As condições de cultivo e dieta podem influenciar a firmeza e a quantidade de gordura nos músculos;
- **Tratamento prévio ao abate:** O manuseamento antes do abate, como o jejum, pode alterar a composição muscular e a textura;
- **Processamento:** Os métodos como a congelação, defumação e cozimento afetam a estrutura das proteínas e a textura final;
- **Condições de armazenamento e embalagem:** Temperaturas e técnicas de armazenamento impactam a degradação das proteínas e a textura do peixe.

Deve-se ter em conta que os quatro produtos em discussão (atum, salmão, tintureira e pescada) chegam congelados à empresa. No entanto, durante o processamento sofrem perdas de temperatura e têm de ser novamente congelados (câmara de secagem) para o seu embalagem e expedição. Pelo que para o atum e o salmão que têm sido avaliados como “Não normal”, a congelação é um fator que pode influenciar na qualidade do produto final avaliado pela empresa neste trabalho. O método de congelação vai ter um impacto direto na microestrutura do músculo, já que a formação de cristais de gelo pode afetar a textura do peixe. Por exemplo, no salmão uma congelação por alteração de pressão a 200 MPa, produz cristais de gelo menores e mais uniformes em comparação com outros métodos, como o congelamento por ar forçado e contato direto, que

resultam em cristais de gelo maiores e mais irregulares (Alizadeh, Chapleau, de Lamballerie, & Le-Bail, 2007). Deste modo, considerando que congelação na empresa A é feita utilizando o método de ar forçado e contato direto, não se pode descartar que este método de congelação poderá justificar parte do produto avaliado como “Não normal” (1,6%) e 26% tenha sido avaliado como “Razoável”, por causa de formações de cristais de gelo maiores.

Em resumo, diversos fatores podem contribuir para a obtenção de amostras com uma textura “Não normal” para as amostras de atum e salmão em estudo. A qualidade e o manuseio prévio, incluindo a frescura inicial, os métodos de congelação (o pH do músculo na congelação é crucial para diminuir a degradação e evitar texturas mais moles e esponjosas derivadas da atividade microbiana e enzimática). Além disso, o processamento, a embalagem e o armazenamento inadequado, poderão também alterar significativamente a textura dos peixes, levando a características indesejadas.

### **3.1.2. Cor**

---

A interpretação da tabela 9 mostra como as amostras de diferentes tipos de peixe são avaliadas em relação à sua cor. Por exemplo, 92,1% das amostras de pescado foram classificadas como tendo uma cor normal, enquanto 7,1% foram avaliadas como razoáveis. A pescada é o produto que tem o maior número de indivíduos avaliados (21,7%), dos quais 25 amostras (19,7%) foram classificadas como “Normal” e 2 amostras como “Razoável”. No caso do salmão, uma amostra (14,3%) foi avaliada como "Sem Coloração" e 6 amostras (85,7%) como normais. Esta amostra é o único produto (0,8%) avaliado como “Sem Coloração” das 127 amostras. Esta análise ajuda a entender a distribuição das avaliações de cor entre diferentes tipos de peixe no estudo. Assim, por exemplo, um peixe avaliado como “Sem coloração” vai ser um peixe não conforme para aquela característica avaliada, neste caso a cor.

**Tabela 9.** Distribuição da classificação “Cor” de acordo com o tipo do produto.

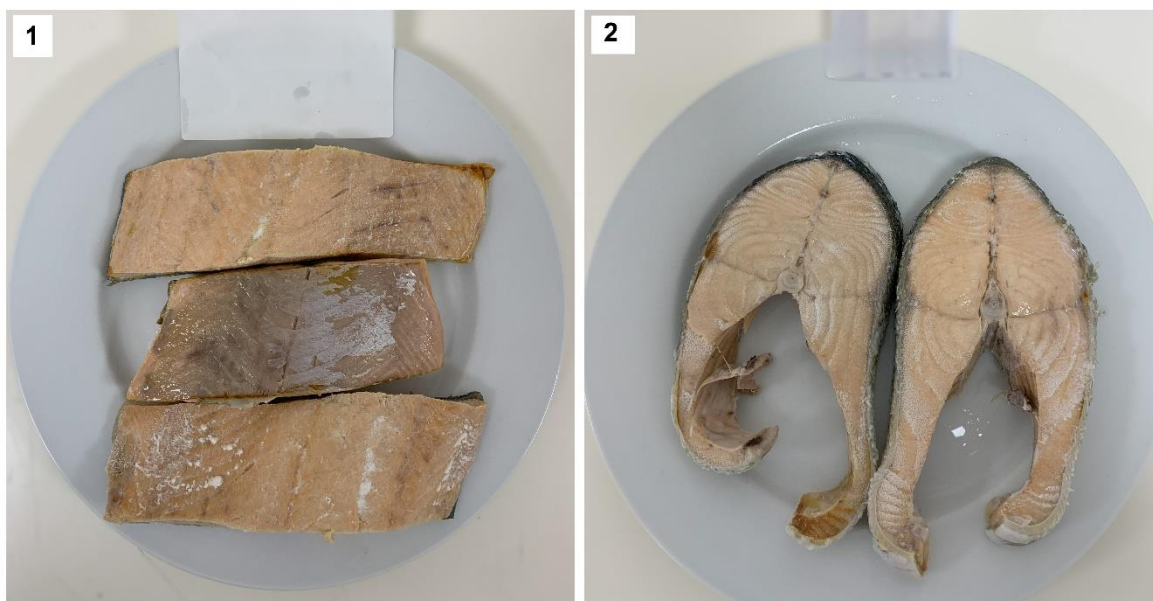
		Cor			Total	
		Sem coloração	Normal	Razoável		
<b>Tipo Produto</b>	Abrótea	n	0	1	0	1
		% do total	0,0%	0,8%	0,0%	0,8%
	Alabote	n	0	2	0	2
		% do total	0,0%	1,6%	0,0%	1,6%
	Atum	n	0	5	3	8
		% do total	0,0%	3,9%	2,4%	6,3%
	Bacalhau	n	0	14	0	14
		% do total	0,0%	11,0%	0,0%	11,0%
	Carapau Branco	n	0	2	0	2
		% do total	0,0%	1,6%	0,0%	1,6%
	Cavala	n	0	5	0	5
		% do total	0,0%	3,9%	0,0%	3,9%
	Espadarte	n	0	2	0	2
		% do total	0,0%	1,6%	0,0%	1,6%
	Linguado	n	0	3	0	3
		% do total	0,0%	2,4%	0,0%	2,4%
	Peixe Espada Preto	n	0	8	0	8
		% do total	0,0%	6,3%	0,0%	6,3%
	Peixe Gato	n	0	2	0	2
		% do total	0,0%	1,6%	0,0%	1,6%
	Pescada	n	0	25	2	27
		% do total	0,0%	19,7%	1,6%	21,3%
	Raia	n	0	2	0	2
		% do total	0,0%	1,6%	0,0%	1,6%
	Peixe-Vermelho	n	0	7	0	7
		% do total	0,0%	5,5%	0,0%	5,5%
	Safio	n	0	5	0	5
		% do total	0,0%	3,9%	0,0%	3,9%
	Salmão	n	1	6	0	7
		% do total	0,8%	4,7%	0,0%	5,5%
	Salmonete	n	0	4	3	7
		% do total	0,0%	3,1%	2,4%	5,5%
	Sardinha	n	0	23	1	24
		% do total	0,0%	18,1%	0,8%	18,9%
	Tintureira	n	0	1	0	1
		% do total	0,0%	0,8%	0,0%	0,8%
<b>Total</b>		n	1	117	9	127
		% do total	0,8%	92,1%	7,1%	100,0%

Ao analisar os resultados expressos na tabela 9, observa-se que os processos de conservação estão a permitir manter a qualidade das amostras resultar, já que 126 amostras (99,2%) foram avaliadas positivamente em relação à cor. Assim por exemplo as amostras de pescada, mantiveram uma cor estável durante o tempo de armazenamento até o momento da avaliação, isso pode ser interpretado como um sinal de que a qualidade do peixe foi preservada adequadamente. A cor desejada neste tipo de peixes deve ser uma cor branca, sem tons amarelados (figura 8). Em peixes “brancos”, a presença de amarelo pode ser associada a oxidação lipídica ou degradação da carne (Tomac, Rodríguez, Perez, Garcia, & Yeannes, 2020). Quanto à avaliação da sardinha, 24 amostras (18,9%) foram avaliadas positivamente mantendo as cores esperadas para sardinha com qualidade. O músculo da sardinha cozida deve apresentar uma cor uniforme, normalmente um tom de rosa a vermelho-claro. A cor desejada é aquela que se mantém dentro de um intervalo de tons de rosa, sem descoloração excessiva ou manchas. A presença de um tom rosado claro é indicativa de uma boa qualidade, enquanto cores mais escuras ou amarelas podem indicar a degradação do produto (Rodrigues, 2014).



**Figura 8.** Análise sensorial da cor do filete de pescada (*Merliccius capensis/paradoxus*) avaliada como “Normal” (1) filetes de pescada congelada. (2) os mesmos filetes de pescada cozidos.

Em relação aos resultados da avaliação da cor do salmão, apenas uma amostra de salmão foi avaliada como “sem coloração”. Na figura 9, observa-se um exemplo de duas amostras, uma avaliada com uma cor “Razoável” e a outra como “Sem coloração”. A cor é uma característica muito importante para que o consumidor final possa identificar se o produto é bom ou se apresenta pouca qualidade. As cores desejadas para o salmão são geralmente de rosa a laranja. Essa coloração indica uma boa preservação dos carotenoides, principalmente a astaxantina, que é crucial para a aparência atraente e a percepção da frescura do salmão. Uma cor viva e consistente é um indicativo de frescura e de tratamento adequado durante a captura, armazenamento e processamento (Einen & Thimassen, 1998). Outros autores falam que além da cor rosada ou laranja, a cor tem de manter uma aparência vibrante e atraente. A estabilidade dos carotenoides durante o processamento e armazenamento é crucial para manter essa cor desejada (Lerfall, Bendiksen, Olsen, & Østerlie, 2016). Estas características de cor são válidas tanto para o produto fresco ou congelado. Um salmão congelado com uma cor ideal é aquele que mantém uma intensidade vibrante entre o laranja e o rosado. A perda de cor durante o congelamento pode ser percebida negativamente, mesmo que a qualidade intrínseca do salmão após descongelamento ainda seja alta (Ottestad, Enersen, & Wold, 2011).



**Figura 9.** Avaliação sensorial da cor do salmão (*Salmo salar*) avaliado como (1) "Razoável" e (2) "Sem coloração"

Assim, por exemplo, as diferentes temperaturas de congelamento podem afetar a cor do salmão. Os congelamentos mais rápidos formam cristais de gelo menores e mais uniformes, preservando a cor rosada do salmão ao refletir a luz de forma mais intensa. Muito pelo contrário, congelamentos mais lentos, formam cristais maiores que refratam a luz, levando a uma cor mais pálida e menos atraente (Dawson, Al-Jeddawi, & Remington, 2018). Observou-se que temperaturas mais baixas de congelação (entre  $-40$  a  $-80$  °C) podem resultar em uma cor mais pálida durante o estado congelado, devido ao aumento da dispersão de luz por pequenos cristais de gelo. Apesar disso, essas temperaturas são ótimas para manter a qualidade após descongelamento (Ottestad, Enersen, & Wold, 2011).

Uma vez que o salmão em estudo neste trabalho é cozido, tal também pode influenciar uma mudança de cor. Há variações distintas na cor externa e interna do salmão que podem afetar a luminosidade e a intensidade da cor ao longo do processo de cozimento. Alterações na cor durante o processo de cozimento são principalmente devidas à desnaturação das proteínas e mudanças nos pigmentos, como a astaxantina, que é responsável pelo tom avermelhado da carne de salmão (Brookmire, Mallikarjunan, Jahncke, & Grisso, 2013) (Lerfall, Bendiksen, Olsen, & Østerlie, 2016). A cor mais aceita em salmão cozido é um tom rosa-claro a laranja-pálido por dentro. Enquanto, exteriormente deve apresentar um tom ligeiramente mais escuro devido ao processo de cozimento (Brookmire, Mallikarjunan, Jahncke, & Grisso, 2013). Deste modo, a amostra de salmão avaliada como "sem coloração" provavelmente resulta de um processamento inadequado do salmão durante a congelação, processamento ou armazenamento. Como os carotenoides são cruciais para a cor do salmão, qualquer degradação ou perda durante o congelamento pode afetar a intensidade da cor. Assim, se o salmão chega congelado e é processado na empresa, a cor pálida ou falta dela pode refletir um controle inadequado de temperatura de congelação ou de armazenamento, que não preserva eficazmente os carotenoides. A perda de cor no salmão ocorre de forma uniforme, devido à degradação de pigmentos como a astaxantina, resultando em um tom pálido, mas sem alterações na textura. Já a queimadura por gelo envolve desidratação localizada, causando manchas esbranquiçadas, uma textura endurecida e aparência seca, além da descoloração (Xu & Sun, 2017).

### 3.1.3. Cheiro

---

A análise do descritivo “cheiro” ajuda a perceber a variação da qualidade olfativa entre diferentes tipos de peixes e suas implicações para a avaliação sensorial. A tabela 6 fornece informação sobre a avaliação do parâmetro “cheiro” das amostras em análise. Por exemplo, 16,7% das amostras de sardinha avaliadas foram classificadas como tendo um cheiro “Não normal”. Além disso, tanto as amostras de atum quanto de salmão registaram apenas uma amostra com cheiro “intenso”. Como se observa na tabela 10, quatro amostras de sardinha de entre 24, foram avaliadas como “Não normal”, e ainda três amostras receberam a avaliação de “Razoável”. O cheiro é um parâmetro muito importante na avaliação sensorial de um alimento. Segundo Triqui e Bouchriti (2003), o cheiro desejável da sardinha fresca é caracterizado como “marinho” ou “algas”, indicativo de um estado de frescura superior. Essa descrição sugere um aroma limpo e fresco, que é agradável e associado à qualidade do peixe recém capturado e bem armazenado (Triqui & Bouchriti, 2003).

**Tabela 10.** Distribuição da classificação “Cheiro” de acordo com o tipo do produto.

		Cheiro				Total	
		Não normal	Intenso	Normal	Razoável		
Tipo Produto	Abrótea	n	0	0	1	0	1
		% do total	0,0%	0,0%	0,8%	0,0%	0,8%
	Alabote	n	0	0	2	0	2
		% do total	0,0%	0,0%	1,6%	0,0%	1,6%
	Atum	n	0	1	7	0	8
		% do total	0,0%	0,8%	5,5%	0,0%	6,3%
	Bacalhau	n	1	0	13	0	14
		% do total	0,8%	0,0%	10,2%	0,0%	11,0%
	Carapau Branco	n	0	0	2	0	2
		% do total	0,0%	0,0%	1,6%	0,0%	1,6%
	Cavala	n	0	0	5	0	5
		% do total	0,0%	0,0%	3,9%	0,0%	3,9%
	Espadarte	n	0	0	2	0	2
		% do total	0,0%	0,0%	1,6%	0,0%	1,6%
	Linguado	n	0	0	3	0	3
		% do total	0,0%	0,0%	2,4%	0,0%	2,4%
	Peixe Espada Preto	n	0	0	6	2	8
		% do total	0,0%	0,0%	4,7%	1,6%	6,3%
	Peixe Gato	n	0	0	2	0	2
		% do total	0,0%	0,0%	1,6%	0,0%	1,6%
	Pescada	n	0	0	22	5	27
		% do total	0,0%	0,0%	17,3%	3,9%	21,3%
	Raia	n	0	0	2	0	2
		% do total	0,0%	0,0%	1,6%	0,0%	1,6%
	Peixe-Vermelho	n	0	0	7	0	7
		% do total	0,0%	0,0%	5,5%	0,0%	5,5%
	Safio	n	0	0	5	0	5
		% do total	0,0%	0,0%	3,9%	0,0%	3,9%
Salmão	n	0	1	6	0	7	
	% do total	0,0%	0,8%	4,7%	0,0%	5,5%	
Salmonete	n	0	0	7	0	7	
	% do total	0,0%	0,0%	5,5%	0,0%	5,5%	
Sardinha	n	4	0	17	3	24	
	% do total	3,1%	0,0%	13,4%	2,4%	18,9%	
Tintureira	n	0	0	1	0	1	
	% do total	0,0%	0,0%	0,8%	0,0%	0,8%	
Total		n	5	2	110	10	127
		% do total	3,9%	1,6%	86,6%	7,9%	100,0%

O estudo de Prost et al. (2006), examinou a evolução dos compostos voláteis e do perfil odorífero de sardinhas cruas durante o armazenamento. Inicialmente, as sardinhas apresentavam um cheiro marinho/iodado desejável, indicativo de frescura. No entanto, com o aumento do tempo de armazenamento (15 dias sob refrigeração a 0 e 4 °C), houve um aumento nos odores de rancidez e uma diminuição no aroma marinho devido à oxidação dos lípidos e redução de compostos de enxofre (Prost, Hallier, Cardinal, Serot, & Courcoux, 2006). Mesmo com refrigeração, o produto eventualmente desenvolve odores rançosos indesejáveis. Sem refrigeração adequada, há um aumento nos odores relacionados com a produção de amônia e compostos voláteis básicos, associados à decomposição bacteriana e oxidação dos compostos lipídicos (Ababouch, et al., 1996). Num estudo realizado por Méndez et al. (2017), foi avaliado o cheiro de sardinhas congeladas durante 9 meses a -18°C, e não foram encontradas modificações substanciais quanto ao cheiro. A congelação e um armazenamento abaixo de -18 °C melhoram a estabilidade dos lípidos e proteínas, retardando o desenvolvimento de odores indesejáveis como o de rancidez, o que contribui para uma melhor preservação da qualidade das sardinhas ao longo do tempo (Méndez, et al., 2017). Ainda quando as sardinhas cheguem frescas à empresa e sejam congeladas imediatamente, algumas amostras foram avaliadas com um cheiro “Não normal”. Este resultado pode ser atribuído a vários fatores, incluindo o processo natural de degradação que pode ser inicial à congelação. Mesmo com um armazenamento eficaz a temperaturas inferiores -18°C, que geralmente retarda a rancificação e a deterioração, variabilidades no manuseio inicial, no tempo entre a captura e o congelamento, ou até pequenas flutuações na temperatura durante o armazenamento podem contribuir para o desenvolvimento de odores indesejáveis.

Em relação à avaliação de bacalhau cozido, pode-se observar que apenas uma amostra (0,8%) foi avaliada como “Não normal”. Há alguns fatores que podem alterar o odor do bacalhau, tais como os métodos de armazenamento, o tempo de armazenamento e a origem (selvagem ou de aquacultura) (Sveindóttir, Martinsdóttir, Hyldig, & Sigurgísladóttir, 2010), (Mai, et al., 2011). Atributos de odor específicos após cozedura, como doce, leitoso, de batata cozida, e manteiga, são influenciados por estes fatores. É por isso que, o cheiro desejável para o bacalhau depende de vários fatores, no entanto, deve sempre incluir notas frescas, limpas e levemente marinhas, sem odores fortes ou desagradáveis de amônia ou decomposição (Sveindóttir, Martinsdóttir, Hyldig, & Sigurgísladóttir, 2010).

### **3.1.4. Sabor**

---

Com a análise da tabela 11 é possível observar que a maioria de amostras avaliadas são de pescada e sardinha e têm uma avaliação de sabor “Bom”, com 77,8% e 75,0% respectivamente. Enquanto isso, uma menor percentagem, isto é, 22,2% das amostras de pescada e 25% de sardinha, foram classificadas como “Razoável”. Além disso, foi observado que uma pequena fração das amostras, especificamente 1,6% do total, que inclui uma amostra de atum e uma de salmão, foram avaliadas como tendo um sabor “Não normal”. Observou-se que um total de 85,8% das amostras foram avaliadas como “Bom” e 12,6% foram avaliadas como “Razoável” o que indica que 125 amostras foram avaliadas como amostras com qualidade. É ainda possível realçar os resultados do bacalhau, onde 14 amostras (11%) foram avaliadas positivamente, e 13 foram avaliadas como “Bom” (10,2%).

**Tabela 11.** Distribuição da classificação “Sabor” de acordo com o tipo do produto.

Tipo Produto		Sabor			Total
		Não normal	Bom	Razoável	
Abrótea	n	0	1	0	1
	% do total	0,0%	0,8%	0,0%	0,8%
Alabote	n	0	2	0	2
	% do total	0,0%	1,6%	0,0%	1,6%
Atum	n	1	6	1	8
	% do total	0,8%	4,7%	0,8%	6,3%
Bacalhau	n	0	13	1	14
	% do total	0,0%	10,2%	0,8%	11,0%
Carapau Branco	n	0	2	0	2
	% do total	0,0%	1,6%	0,0%	1,6%
Cavala	n	0	5	0	5
	% do total	0,0%	3,9%	0,0%	3,9%
Espadarte	n	0	2	0	2
	% do total	0,0%	1,6%	0,0%	1,6%
Linguado	n	0	3	0	3
	% do total	0,0%	2,4%	0,0%	2,4%
Peixe Espada Preto	n	0	8	0	8
	% do total	0,0%	6,3%	0,0%	6,3%
Peixe Gato	n	0	2	0	2
	% do total	0,0%	1,6%	0,0%	1,6%
Pescada	n	0	21	6	27
	% do total	0,0%	16,5%	4,7%	21,3%
Raia	n	0	2	0	2
	% do total	0,0%	1,6%	0,0%	1,6%
Peixe-Vermelho	n	0	7	0	7
	% do total	0,0%	5,5%	0,0%	5,5%
Safio	n	0	5	0	5
	% do total	0,0%	3,9%	0,0%	3,9%
Salmão	n	1	6	0	7
	% do total	0,8%	4,7%	0,0%	5,5%
Salmonete	n	0	6	1	7
	% do total	0,0%	4,7%	0,8%	5,5%
Sardinha	n	0	18	6	24
	% do total	0,0%	14,2%	4,7%	18,9%
Tintureira	n	0	0	1	1
	% do total	0,0%	0,0%	0,8%	0,8%
<b>Total</b>	n	2	109	16	127
	% do Total	1,6%	85,8%	12,6%	100,0%

De forma geral os resultados apresentados indicam que os produtos avaliados têm sido geridos de forma adequada durante a receção, processamento, embalamento e armazenamento, por isso se observa que 98,4% tem uma avaliação positiva em relação ao sabor, e mantendo um sabor associado aos produtos frescos. No entanto, foram também observadas amostras avaliadas negativamente. Para perceber porque o sabor do atum e do salmão foi avaliado como “Não normal” é necessário definir quais os parâmetros desejados de sabor. Assim por exemplo, para o atum, os sabores desejados estão associados a uma frescura elevada que é caracterizada por níveis de metamioglobina e altos níveis de ATP e seus compostos relacionados. O que quer dizer, um sabor fresco e ligeiramente doce. Por outro lado, sabores indesejados incluem gostos rançosos ou amargos, que podem surgir devido à oxidação lipídica e desnaturação de proteínas durante armazenamentos inadequados ou prolongados em temperaturas pouco ideais (Nakazawa, et al., 2020).

A variação na frescura do atum afeta as suas qualidades sensoriais após cozimento. Observou-se que o sabor do atum diminui com a degradação da frescura. O conteúdo de inosina monofosfato (IMP), que contribui para o sabor *umami* e fresco do peixe, diminui significativamente com o aumento do armazenamento e processamento, enquanto os níveis de hipoxantina, que estão associados à perda do sabor fresco do peixe, aumentam (Miao, Liu, Bao, Wang, & Miao, 2017). Noutras palavras, a frescura inicial do atum tem uma influência direta sobre a qualidade do sabor após o cozimento. O sabor esperado após o cozimento, é um sabor mais intenso e rico, realçado pela formação de aldeídos que conferem um sabor mais gorduroso (Zhang, Ma, & Dai, 2019). Por outro lado, o sabor desejável do salmão é *umami*, com equilíbrio entre compostos doces, fresco, frequentemente descritas como “sabor a mar”. Enquanto, notas terrosas, rançosas e amargas são indesejáveis e frequentemente indicam problemas no ambiente de criação, processamento ou armazenamento do salmão (Farmer, McConnell, & Graham, 1997). Assim, tendo em conta esta informação poderá sugerir-se que a amostra de atum foi avaliada como “Não normal” devido principalmente a oxidação lipídica e outros (degradação de ATP, aumento de hipoxantina), que resultaram em sabores rançosos e amargos. Por outro lado, a amostra de salmão foi avaliada como “Não normal” devido à redução de compostos *umami* e voláteis desejáveis como ácido glutâmico e ácido aspártico que são altamente desejáveis, já que esses aminoácidos contribuem para um sabor *umami*, que é percebido como saboroso e satisfatório (Duan, Dong, Sun, Dong, & Gao, 2021). Além disso, o aumento de notas terrosas e rançosas, indica problemas de frescura e armazenamento inadequado. Problemas no armazenamento, como a exposição a temperaturas flutuantes, seja na câmara de armazenamento, seja no processamento (corte ou embalamento) ou a oxidação durante o armazenamento prolongado, podem contribuir para a deterioração do sabor.

Durante o processamento do salmão na empresa A, sobretudo quando o produto vai ser cortado em postas ou bifés, pode dar-se uma perda de temperatura do produto e ter que ser colocado na câmara de secagem para baixar novamente a temperatura do produto abaixo de -18°C. Num estudo realizado por Refsgaard et al. (1998), com salmão congelado, armazenado a três temperaturas (-10°C, -20°C e -30°C) durante 34 semanas e depois cozido, observou-se que as alterações sensoriais mais pronunciadas, davam-se no produto com temperatura de -10°C, e incluíam o aumento do sabor de óleo, sabor metálico e amargo nos filetes de salmão. Essas alterações são atribuídas ao aumento da concentração de produtos de peroxidação lipídica, como aldeídos e cetonas, durante o armazenamento. O conteúdo de hidroperóxidos lipídicos e ácidos gordos livres também aumentou, sendo mais rápido no salmão armazenado a -10 °C (Refsgaard, Brockhoff, & Jensen, 1998). O monitoramento e o registo das condições de congelamento e controlo da cadeia de frio são fundamentais para preservar a qualidade sensorial e evitar alterações indesejáveis no sabor.

## 3.2. Caracterização dos produtos face à avaliação global e conformidade

---

A tabela 12 apresenta a conformidade das amostras de pescado, categorizando como “conforme” e “não conforme” com base na avaliação global que envolve vários parâmetros organoléticos: sabor, textura, cor e cheiro. Assim, das 127 amostras avaliadas, 115 foram classificadas como “conformes” (90,5%) e 12 foram avaliadas como “não conformes” (9,5%).

Assim, por exemplo, ao observar a avaliação de “Não normal”, pode-se ver que todas as cinco amostras avaliadas foram classificadas como “não conformes”. Estas amostras foram avaliadas negativamente uma vez que apresentaram avaliações negativas em um ou mais parâmetros (sabor, textura, cor e/ou cheiro, tabelas 8, 9, 10 e 11). As amostras podem ter tido esta avaliação devido a problemas combinados de frescura, como degradação de textura (mole ou esponjosa), cor (descoloração ou aparência não fresca), cheiro (odor rançoso ou amargo), além do sabor.

Na avaliação “Bom”, observa-se que a maioria das amostras foram consideradas “conformes” (76,5%). Isto indica que essas amostras obedeciam aos critérios de sabor, textura, cor e cheiro depois da sua avaliação sensorial. Apenas uma amostra avaliada como “Bom” foi classificada como “não conforme”, podendo sugerir pequenas falhas em algum dos parâmetros que podem ter comprometido sua avaliação final. Assim também, este último caso, poderia tratar-se de uma amostra pouco comum e pode ser desprezável.

Por outro lado, na avaliação de “Razoável”, verifica-se que 27 amostras (23,5%) foram consideradas “conformes”, enquanto seis foram “não conformes”. A variabilidade na qualidade sensorial dessas amostras foi maior, com mais amostras apresentando pequenas falhas em um (ou mais) parâmetro(s), como se observou na secção 3.1, os produtos avaliados negativamente, como o atum e o salmão, também foram achados como “não conformes”. Não obstante, observa-se que os dados são muito heterogêneos, o que se deve ao fato de que os parâmetros utilizados pela empresa, para avaliar os produtos, não estão claros para os avaliadores. Além disso, os avaliadores nem sempre são os mesmos, o que acrescenta a possibilidade de incongruência entre os resultados. Esse fato ressalta a importância de utilizar avaliadores treinados para garantir a consistência e a precisão nas avaliações sensoriais, como evidenciado por diversos estudos que apontam a relevância do treino adequado na redução de variações subjetivas (Meilgaard, Carr, & Gail, 2007).

**Tabela 12.** Distribuição da classificação “Conformidade” de acordo com a Avaliação Global.

			Conformidade		Total
			Conforme	Não Conforme	
Avaliação Global	Não normal	n	0	5	5
		% dentro de conformidade	0,0%	41,7%	3,9%
	Bom	n	88	1	89
		% dentro de conformidade	76,5%	8,3%	70,1%
	Razoável	n	27	6	33
		% dentro de conformidade	23,5%	50,0%	26,0%
Total		n	115	12	127
		% dentro de conformidade	100,0%	100,0%	100,0%

### 3.3. Caracterização dos produtos de acordo com teor de gordura (gordos ou magros)

---

As espécies em análise contabilizaram um total de 18 tipos de peixes diferentes, os quais foram subdivididos em peixes gordos (% gordura superior a 4% podendo chegar até 20%) e peixes magros (% gordura inferior a 4%). Estes foram analisados face aos parâmetros organoléticos “Textura”, “Cor”, “Cheiro” e “Sabor”.

Na figura 10 é possível observar que, dos peixes considerados gordos, a sardinha é a espécie mais representativa e o dos magros é a pescada. Este é um resultado esperado visto serem dois tipos de peixe com um volume de consumo/comercialização muito elevado em Portugal. Como se pode ver em 2023 foram capturadas 25.092 toneladas de sardinha (Pita, Roumbedakis, Castelo, Feijó, & Wise, 2023), enquanto em 2022 a produção de pescada aumentou, destacando-se como um dos principais produtos da indústria transformadora de pesca (INE, 2023).

Na alimentação humana, o peixe constitui uma das principais fontes de ácidos gordos polinsaturados, contendo cerca de 40% de ácidos gordos de cadeia longa (quantidade que muda com o período de captura e se o peixe é selvagem ou de aquacultura). Estes ácidos gordos polinsaturados são oxidados facilmente em aldeídos (oxidação lipídica), os quais são responsáveis pelas alterações no sabor, textura e odor, o que se conhece como ranço (García, Ferez-Rubio, & Vilas, 2022). Deste modo, o estudo da categorização do pescado pelo conteúdo em gordura e a avaliação da sua qualidade pode ser considerado um tópico de interesse para o presente estudo. Além disso, poderá permitir avaliar se o processo de manipulação e armazenamento do produto não é feito adequadamente, uma vez que peixes com elevado teor de gordura podem apresentar processos de oxidação lipídica muito mais rápidos (Yu, et al., 2020).

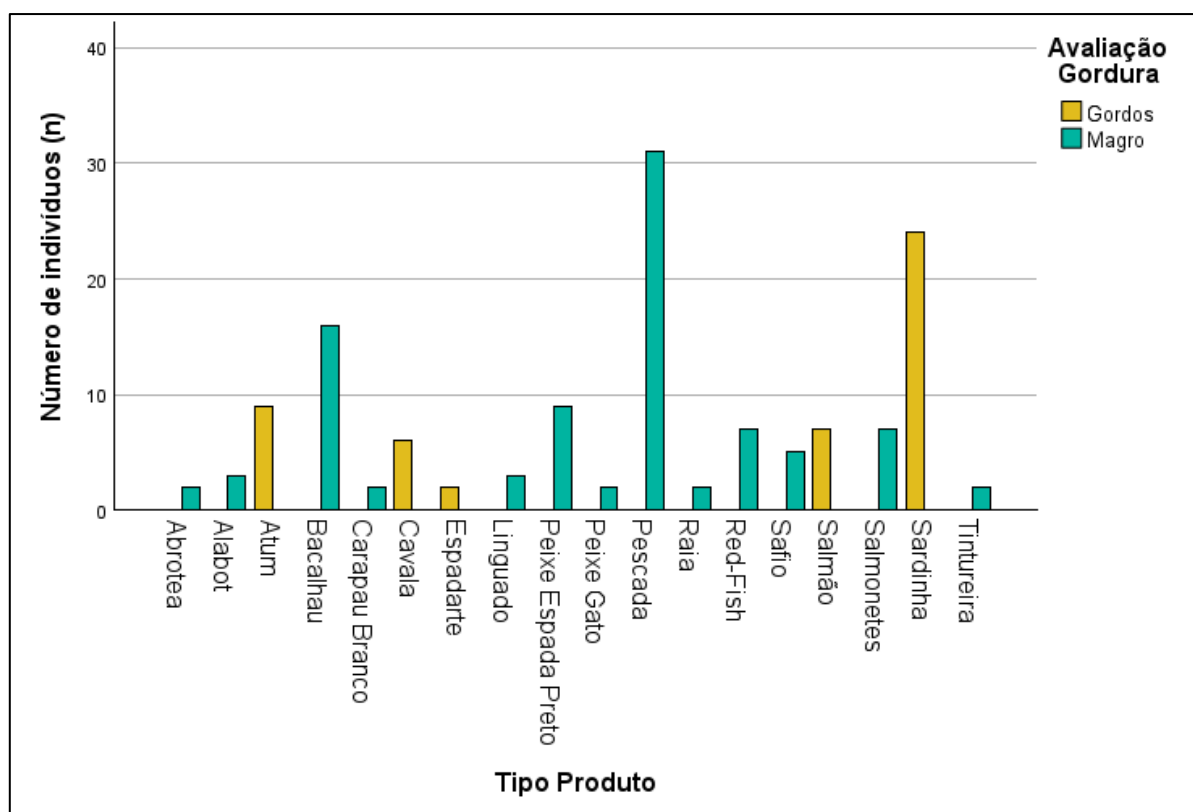


Figura 10: Classificação das espécies de peixes de acordo com o seu teor em gordura (gordo vs magro).

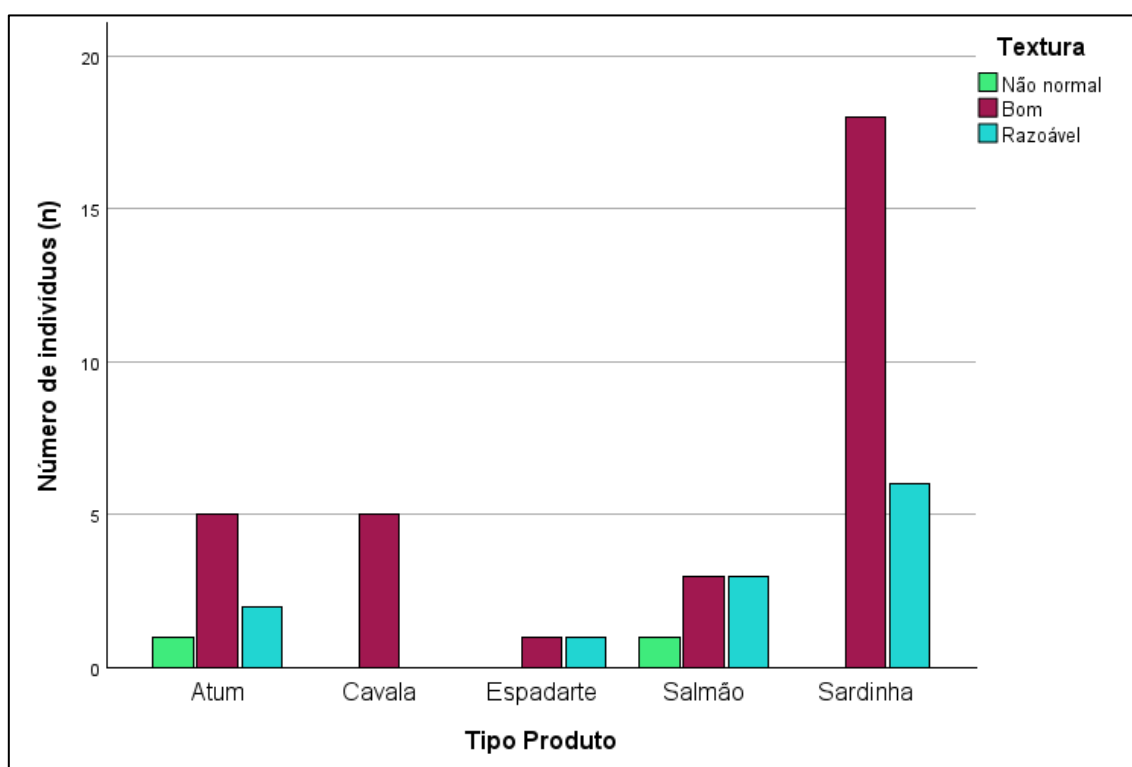
### 3.3.1. Influência do teor de gordura na textura

O parâmetro de textura considera a avaliação sensorial das 127 amostras de peixe, subdivididas em peixes gordos (46 amostras) e peixes magros (81 amostras) (Tabela 13). Ao analisar os resultados avaliados como textura “Bom” é possível observar que a maioria das amostras de peixes magros (60 de 92) foram avaliadas como tendo uma textura “Bom”, o que representa o 47,2% do total das amostras (Tabela 13). Por outro lado, observa-se as amostras avaliadas como textura “razoável”, as amostras de peixes magros também tiveram uma representação relevante na textura “razoável” com 21 amostras (16,5% do total). Assim, também se analisarmos as amostras avaliadas com uma textura “Não normal”, vê-se que todas as amostras avaliadas advêm de peixes gordos. Isto confirma o que se observa na figura 11, onde se pode verificar que se tem amostras avaliadas como “Não normal”, em comparação com a figura 5, onde não se tem amostras avaliadas como “Não normal”.

Tabela 13. Distribuição da classificação “Textura” de acordo com o tipo de peixe (gordo ou magro).

			Textura			Total
			Não normal	Bom	Razoável	
Avaliação Gordura	Gordos	n	2	32	12	46
		% do total	1,60%	25,20%	9,40%	36,20%
	Magro	n	0	60	21	81
		% do total	0,00%	47,20%	16,50%	63,80%
Total		n	2	92	33	127
		% do total	1,60%	72,40%	26,00%	100,00%

Os resultados das análises sensoriais, nomeadamente a textura, mostram que os peixes gordos (figura 11), como a sardinha, o atum e o salmão, apresentam uma maior variabilidade na avaliação da textura. A sardinha, sendo a espécie mais representativa dos peixes gordos, teve a maioria de suas amostras avaliadas como “Bom”, indicando uma textura com elevada qualidade e fresca. Este é um resultado esperado já que a sardinha chega à empresa fresca, e após o controlo de qualidade é imediatamente congelada. Pode-se sugerir que a matéria-prima vêm do produto avaliado como “extra” (categoria E) na receção de matéria-prima. No entanto, o atum e o salmão mostraram registos de textura avaliada como “Não normal”, possivelmente devido ao nível de frescura no momento da congelação destes peixes (que chegam já congelados à empresa) ou devido a da oxidação lipídica. Os peixes gordos são mais propensos a essa degradação, pois acumulam gordura tanto nas vísceras quanto no tecido muscular, o que resulta na formação de aldeídos durante o armazenamento inadequado ou prolongado, afetando negativamente as características organoléticas do produto (Fernandes & Pereira, 2016), neste caso a textura.

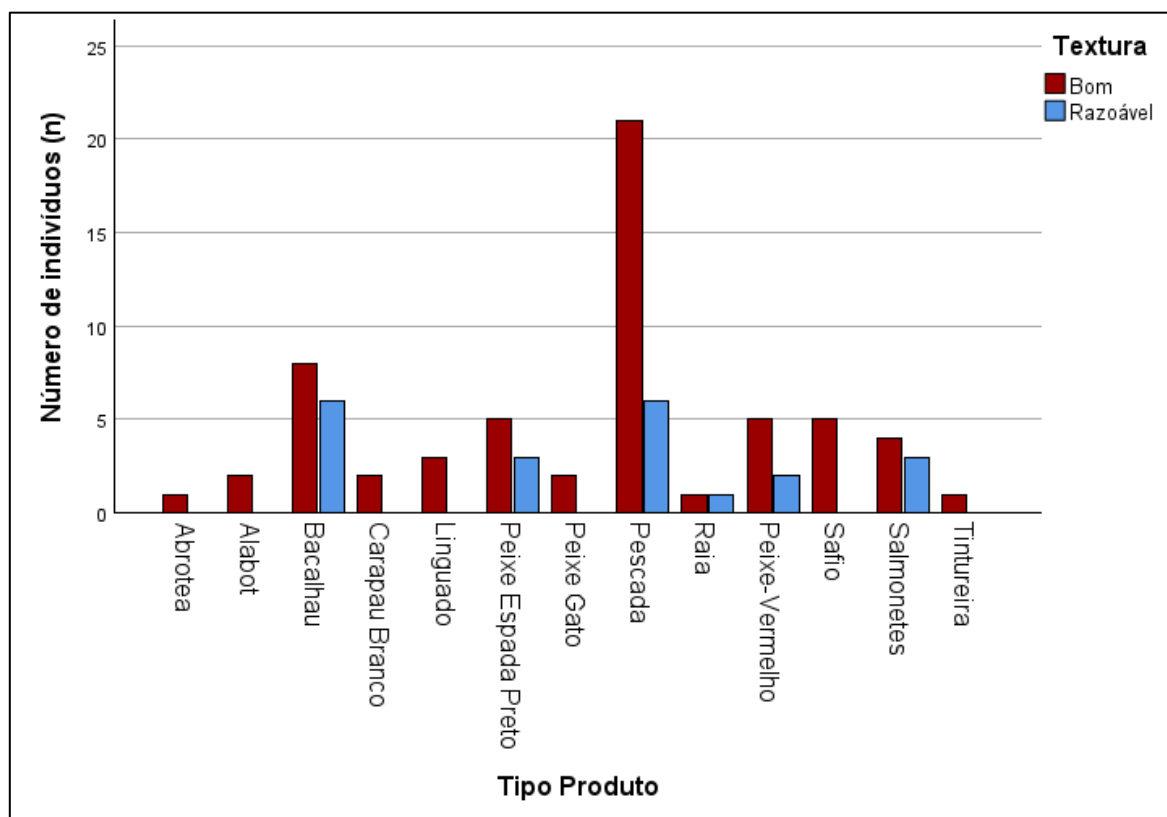


**Figura 11:** Distribuição da classificação da textura dos peixes gordos por tipo de produto.

Por outro lado, os peixes classificados como magros (figura 12), como a pescada, o bacalhau, e o carapau branco, demonstraram uma maior consistência nas avaliações sensoriais, com a maioria de amostras sendo classificadas como “Bom” (47,2%). A pescada, em particular, destacou-se com uma alta proporção de avaliações positivas, refletindo a sua qualidade e frescura. A pescada para ter uma textura desejável deve ser firme ao toque (sendo que a firmeza é um indicativo de frescura), resistindo à pressão sem desmanchar, deve ter elasticidade (o que significa proteína muscular em bom estado), deve apresentar consistência, uma textura homogênea, sem partes moles ou duras (o que indica uma distribuição uniforme da composição muscular e do teor de água) e deve ser suculenta (Rodríguez, Losada, Aubourg, & Barros-Velázquez, 2004).

A ausência de amostras avaliadas como “Não normal” entre os peixes magros pode ser atribuída à menor quantidade de gordura acumulada no tecido muscular, reduzindo o risco de oxidação lipídica.

Conseqüentemente, os peixes magros tendem a manter uma textura mais estável e de alta qualidade, destacando a importância da gestão adequada da cadeia de frio para preservar a qualidade sensorial desses produtos (Fernandes & Pereira, 2016).



**Figura 12:** Distribuição da classificação da textura dos peixes magros por tipo de produto.

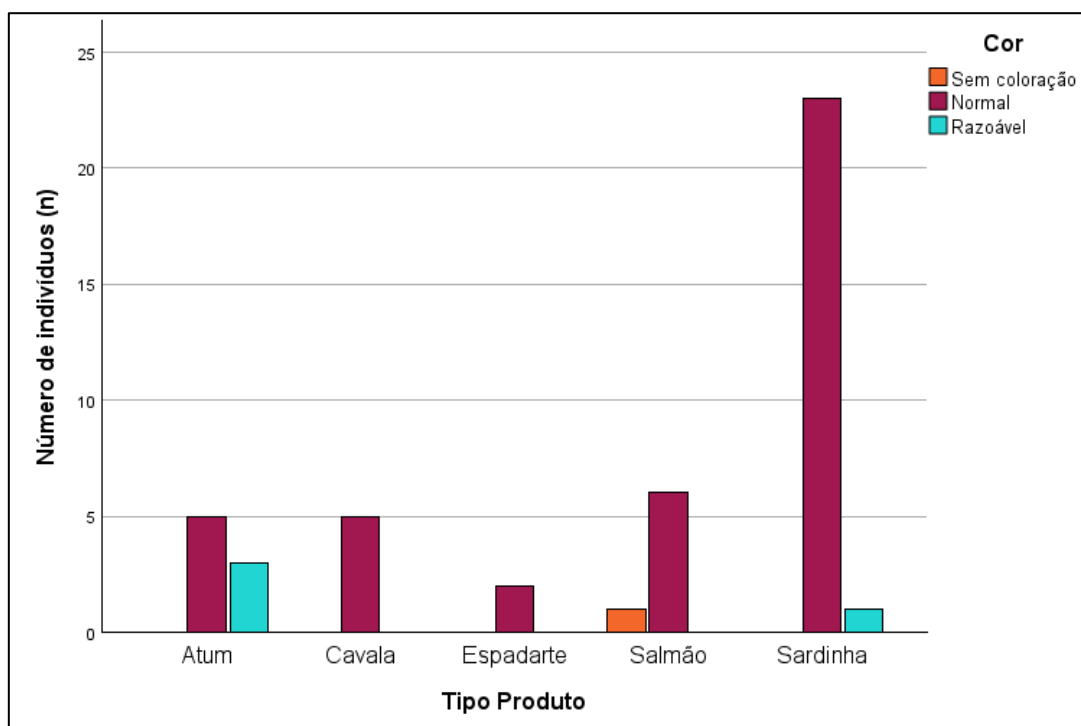
### 3.3.2. Influencia teor de gordura no parâmetro Cor

Um total de 117 amostras (92,1%) foram avaliadas com uma cor “Normal” (tabela 14). Observou-se que os peixes considerados como “Magro”, apresentaram 76 amostras (59,8%) avaliadas como “Normal” que, comparado com as 41 amostras (32,3%) de peixes considerados como “Gordo”, demonstra uma superioridade de salientar no número de amostras dos peixes magros *versus* gordos. Apenas 7,1% das amostras foram avaliadas como razoável, sendo os peixes magros o maior grupo com 5 amostras (3,90%) de 9 amostras (7,10%) totais. Por outro lado, na coluna “Sem Coloração”, observa-se que só uma amostra (de peixe gordo) foi considerada nesta categoria (figura 13).

**Tabela 14.** Distribuição da classificação “Cor” de acordo com o tipo do peixe (gordo ou magro).

			Cor			Total
			Sem coloração	Normal	Razoável	
Avaliação Gordura	Gordos	n	1	41	4	46
		% do total	0,80%	32,30%	3,10%	36,20%
	Magro	n	0	76	5	81
		% do total	0,00%	59,80%	3,90%	63,80%
Total		n	1	117	9	127
		% do total	0,80%	92,10%	7,10%	100,00%

A maioria das amostras de peixes classificados como gordos foram avaliadas com cor “Normal”, porém, houve um registo de “Sem coloração” no salmão. A cor dos peixes gordos é influenciada por pigmentos como a mioglobina e a astaxantina, que podem oxidar durante o armazenamento inadequado, resultando na descoloração do produto (Signh, Mittal, & Benjakul, 2021). No caso dos peixes classificados como magros, a maior parte das amostras foram avaliadas com cor “Normal”. A cor dos peixes magros é menos suscetível a alterações indesejáveis comparada aos peixes gordos, provavelmente devido à menor quantidade de lipídios e pigmentos que oxidam.



**Figura 13:** Distribuição da classificação da cor dos peixes gordos por tipo de produto.

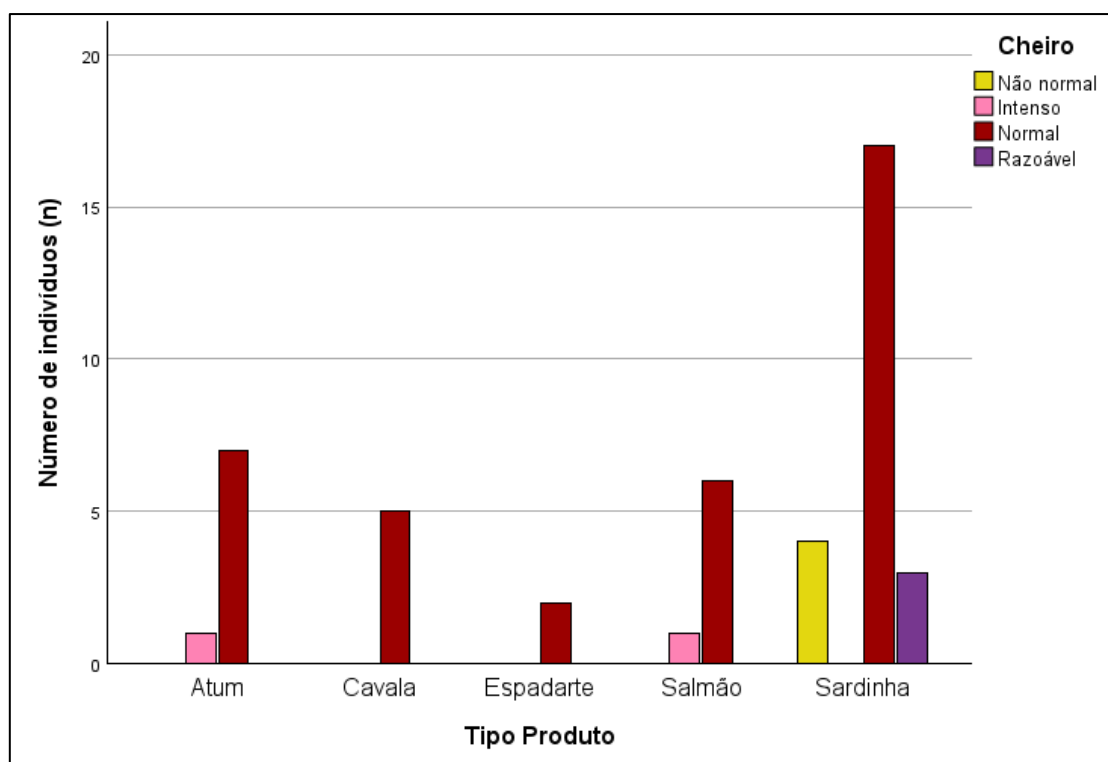
### 3.3.3. Influência do teor de gordura no parâmetro Cheiro

O parâmetro de cheiro fornece uma indicação relativa aos odores do produto. Avaliações de cheiro podem revelar a frescura e a qualidade do peixe, sendo essencial para a aceitação do consumidor. Mudanças indesejáveis no cheiro podem indicar degradação lipídica ou microbiológica (Prost, Hallier, Cardinal, Serot, & Courcoux, 2006). Os resultados apresentados na tabela 11 permitem observar os resultados obtidos para o parâmetro de cheiro tendo em conta o tipo de produto (ou seja, gordo ou magro). Assim, observa-se que para 110 amostras (86,6%) a classificação atribuída foi como “Normal”. No entanto, de entre estas amostras, os peixes magros têm o maior registo de amostras avaliadas como “Normal”, ou seja, 57,6%. Por outro lado, observa-se que 7,9% das amostras foram avaliadas com uma textura “Razoável”, das quais, os peixes magros têm um registo de 7 amostras (5,5%), versus, 3 registos de amostras de peixes gordos (2,4%).

**Tabela 15.** Distribuição da classificação “Cheiro” de acordo com o tipo do peixe (gordo ou magro).

			Cheiro				Total
			Não normal	Intenso	Normal	Razoável	
Avaliação Gordura	Gordos	n	4	2	37	3	46
		% do total	3,10%	1,60%	29,10%	2,40%	36,20%
	Magro	n	1	0	73	7	81
		% do total	0,80%	0,00%	57,50%	5,50%	63,80%
Total		n	5	2	110	10	127
		% do total	3,90%	1,60%	86,60%	7,90%	100,00%

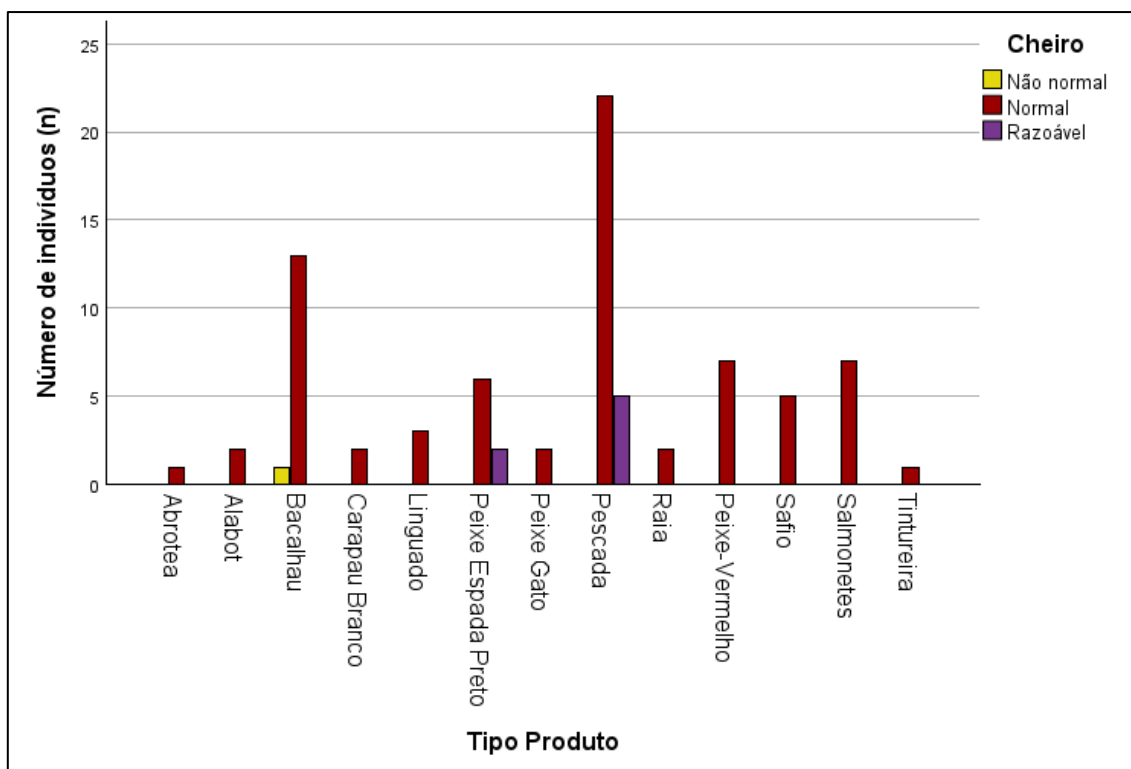
Na figura 14 observa-se a distribuição da classificação “cheiro” para cada tipo de peixe gordo. Verifica-se que o atum e o salmão apresentaram um cheiro intenso durante a avaliação (1,6% em relação à totalidade da amostra). Por outro lado, observam-se as amostras com um cheiro avaliado como “Não normal”, tanto para peixes gordos (sardinha com um 3,1%; figura 14), como para peixes magros (bacalhau com um 0,8%; figura 15). A maioria das amostras com cheiro “Não normal” ou “intenso” são de peixes gordos, sugerindo maior suscetibilidade à degradação do odor.



**Figura 14.** Distribuição da classificação do cheiro dos peixes classificados como gordos por tipo de produto.

Tal como referido anteriormente na secção 3.1.3, de forma geral os compostos associados a um cheiro não normal ou estranho são gerados por reações enzimáticas, oxidação lipídica, ação microbiana e reações derivadas do ambiente e a temperatura (Sae-leaw, Benjakul, Gokoglu, & Nalinanon, 2013). Além disso, dá-se a formação de aldeídos, os quais são responsáveis pelas alterações organoléticas que provocam um produto ranço (García, Ferez-Rubio, & Vilas, 2022).

Na figura 15 observa-se a distribuição da classificação do cheiro para os peixes magros. Apesar de que uma amostra de bacalhau recebeu uma avaliação de cheiro “Não normal”, a maioria das amostras de peixes magros apresentaram um cheiro normal (57,5%). Ao ser uma amostra única, pode-se dizer que se trata de uma amostra atípica e desprezável. Uma menor frequência de cheiros avaliados como “não normais” em peixes magros pode ser atribuída à menos quantidade de lípido, reduzindo assim a oxidação lipídica.



**Figura 15:** Distribuição da classificação do cheiro dos peixes classificados como magros por tipo de produto.

A análise dos dados de cheiro revela que os peixes magros tendem a manter um cheiro normal com maior frequência, enquanto os peixes gordos são mais propensos a apresentar cheiros que podem classificar-se como “intensos” ou “não normais” devido à oxidação lipídica (García, Ferez-Rubio, & Vilas, 2022). Isso reforça a necessidade de práticas adequadas de armazenamento e processamento para preservar a qualidade sensorial dos peixes congelados, especialmente das espécies gordas. A ausência de um cheiro inadequado é crucial para garantir a aceitação do produto pelo consumidor e evitar a rejeição devido a odores indesejáveis.

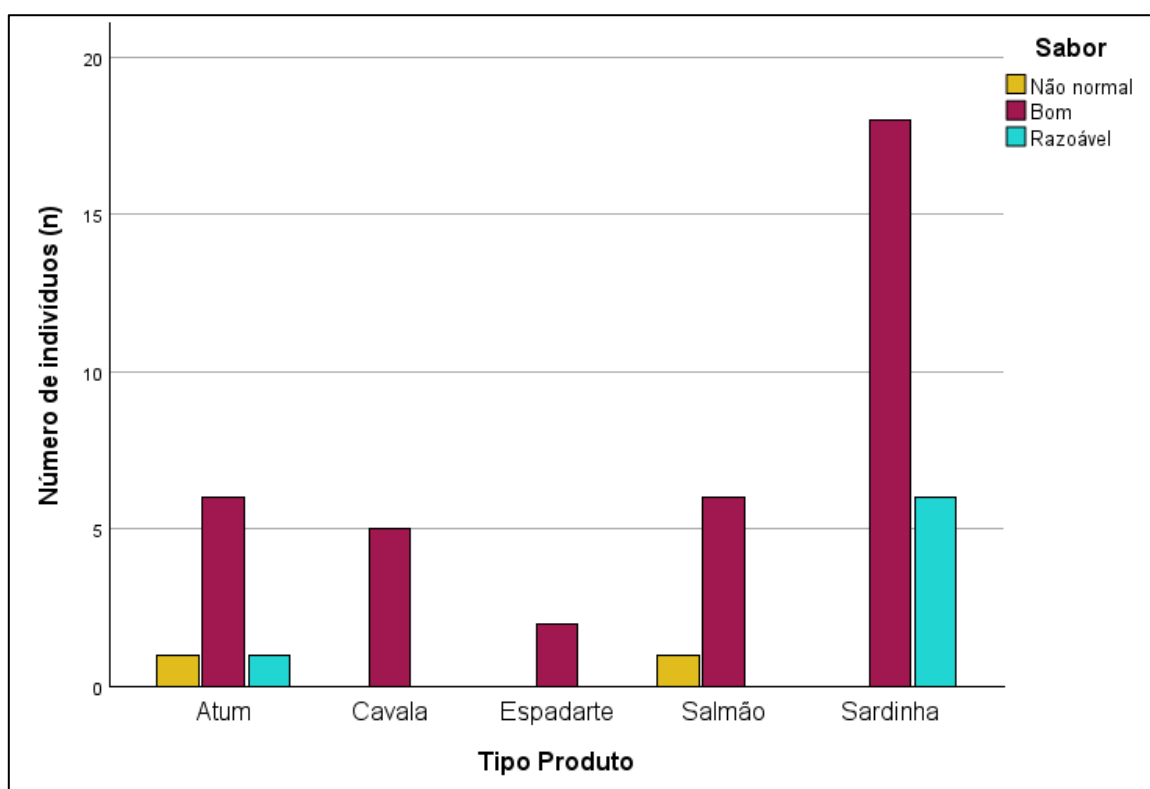
### 3.3.4. Influência do teor de gordura no parâmetro sabor

Os resultados da avaliação do sabor, por tipo de peixe (isto é, gordo ou magro) são apresentados na tabela 16. Assim, verifica-se que 72 registos de amostras (56,7%) de peixes magros foram avaliados com um sabor “Bom”. Por outro lado, há 16 amostras (12,6%) que foram avaliadas como razoáveis, das quais 9 correspondem a peixes magros (7,1%) e 7 a peixes gordos (5,5%).

Com carácter residual observam-se 2 registos apenas de peixes gordos (1,6%), cuja classificação atribuída foi de sabor “Não normal”. Tal como pode-se observar na figura 16, estas amostras correspondem ao atum e ao salmão.

**Tabela 16.** Distribuição da classificação “Sabor” de acordo com o tipo do peixe (gordo ou magro).

			Sabor			Total
			Não normal	Bom	Razoável	
Avaliação Gordura	Gordos	n	2	37	7	46
		% do total	1,60%	29,10%	5,50%	36,20%
	Magro	n	0	72	9	81
		% do total	0,00%	56,70%	7,10%	63,80%
Total		n	2	109	16	127
		% do total	1,60%	85,80%	12,60%	100,00%



**Figura 16:** Distribuição da classificação do sabor dos peixes classificados como magros por tipo de produto.

Nos peixes classificados como gordos, tanto o atum como o salmão apresentaram registros de sabor “Não normal” (1,6%). Esta classificação poderá ser justificada pelo seu maior teor em gordura total tornando-os mais propensos à oxidação, resultando em sabores rançosos e indesejáveis. Nos peixes classificados como magros, observa-se que a maioria das amostras foram avaliadas com sabor “Bom” (56,7%), indicando uma alta qualidade e frescura. Estes resultados são os esperados, já que a menor quantidade de gordura nos peixes magros reduz o risco de oxidação lipídica, preservando o sabor desejável do produto (Fernandes & Pereira, 2016).

No peixe, a fração de fosfolípidios da bicamada lipídica da membrana celular contem muitos ácidos gordos insaturados, o que torna a carne do peixe particularmente suscetível à oxidação (Wang, et al., 2019). Por fim, a análise dos dados de sabor revela que os peixes magros tendem a manter um sabor bom com maior frequência, enquanto os peixes gordos são mais suscetíveis a apresentar sabores não normais devido à oxidação lipídica. Isso reforça a necessidade de práticas adequadas de armazenamento e processamento para

preservar a qualidade sensorial dos peixes, especialmente das espécies gordas. Manter um sabor adequado é essencial para garantir a aceitação do produto pelo consumidor e evitar a rejeição devido a sabores indesejáveis (Nakazawa, et al., 2020).

### 3.4. Caracterização dos produtos tendo em conta a sua categoria (gordos ou magros) face à avaliação global e conformidade

Pelos resultados obtidos, 127 amostras foram avaliadas no total, das quais 115 amostras (90,6%) foram avaliadas como conformes (tabela 17). Adicionalmente, é possível realçar que, 58 (71,6%) de amostras consideradas como “Magro” e “Conforme” avaliadas como “Bom”. Da mesma forma, há quatro registos de amostras de peixes gordos que na avaliação global foram avaliados como “Não normal” e “Não Conforme”. Assim por exemplo, observa-se que na coluna “Não normal” quer para os peixes gordos conformes, quer para os peixes magros conformes, não se tem nenhuma amostra que tenha sido avaliada na avaliação global como “Não normal”. Por outras palavras, sempre que na avaliação global de um produto foi avaliado como “Não normal”, também foi avaliado como “não conforme”, independentemente se foi classificado como peixe gordo ou magro.

**Tabela 17.** Distribuição da caracterização dos produtos, tendo em conta a sua categoria (gordos ou magros) face à avaliação global e conformidade.

			Avaliação Global			Total
			Não normal	Bom	Razoável	
<b>Gordos</b>	Conforme	n	0	30	10	40
		% do total	0,00%	65,20%	21,70%	87,00%
	Não Conforme	n	4	0	2	6
		% do total	8,70%	0,00%	4,30%	13,00%
	Total	n	4	30	12	46
		% do total	8,70%	65,20%	26,10%	100,00%
<b>Magro</b>	Conforme	n	0	58	17	75
		% do total	0,00%	71,60%	21,00%	92,60%
	Não Conforme	n	1	1	4	6
		% do total	1,20%	1,20%	4,90%	7,40%
	Total	n	1	59	21	81
		% do total	1,20%	72,80%	25,90%	100,00%
<b>Total</b>	Conforme	n	0	88	27	115
		% do total	0,00%	69,30%	21,30%	90,60%
	Não Conforme	n	5	1	6	12
		% do total	3,90%	0,80%	4,70%	9,40%
	Total	n	5	89	33	127
		% do total	3,90%	70,10%	26,00%	100,00%

Os resultados obtidos permitem observar a importância da avaliação de cada um dos parâmetros selecionados pela Empresa A. Observou-se a importância de um processamento adequado nas diferentes etapas da cadeia de produção para reduzir as variáveis que podem afetar a qualidade do produto final. Desde a receção da matéria-prima até o embalamento, armazenamento e expedição. As mudanças sensoriais são notáveis no aspeto global, textura, cheiro e sabor e rapidamente podem-se deteriorar depois da captura do peixe, durante o processamento (cortar, amassar, embalar, etc.), armazenamento, transporte, distribuição ou retalho (García, Ferez-Rubio, & Vilas, 2022). No entanto, ao observar os resultados obtidos, é difícil perceber qual o conjunto de parâmetros (textura, cor, cheiro e sabor) que apresentam a maior influência na classificação das amostras sejam avaliadas como conformes ou não conformes. Todas as amostras da avaliação global que foram avaliadas como “Não normal” foram designadas como não conformes, no entanto, esta relação não fica clara para os indicadores “Bom” e “Razoável” (tabela 17). Por exemplo, ao observar os itens considerados como razoáveis, verifica-se que há 33 amostras (26,0%), para as quais não fica claro qual foi o critério para que 27 amostras (21,3%) (de entre 33) tenham sido avaliadas como conformes e 6 foram avaliadas como não conformes (4,7%).

### **3.5. Guia de boas práticas para a caracterização dos produtos**

---

Vários métodos de avaliação sensorial da frescura dos peixes têm sido utilizados nos últimos anos. Estes métodos incluem a avaliação sensorial de Torry, o Esquema Europeu (EAB) e o Método do Índice de Qualidade (QIM, sigla em inglês). Embora existam variações na forma como estes métodos funcionam, todos se baseiam na utilização das características físicas dos produtos marinhos crus para determinar uma classificação que indique a qualidade do peixe (Archer, 2010). É necessário ter em conta que estes métodos são utilizados para avaliar produto fresco, e que o produto que se apresenta neste trabalho é produto congelado. Não obstante, o método de avaliação de Torry contempla também a avaliação do peixe cozido, razão pela qual pode-se ter em conta algumas das diretrizes deste método para propor algumas orientações para futuras avaliações (Green, 2010).

Baseado na análise de dados e nos resultados observados ao longo deste projeto, sugerem-se as seguintes diretrizes ou guias que poderão ajudar ao melhoramento na recolha de dados e, sobretudo, na avaliação dos mesmos.

Numa primeira etapa, deveria conhecer-se quais são os aspetos de qualidade que se devem ter em conta com cada um dos sentidos (visão, olfato, paladar e tato) durante a avaliação do produto (FAO, Sensory Assessment of Fish Quality Torry Research Station, 2001). Alguns aspetos de qualidade que se sugerem ter em conta apresentam-se na tabela 18. Salienta-se que, é importante que a equipa que vai avaliar cada produto, seja um grupo com experiência dentro da área de qualidade e imparcial, para evitar que as avaliações sejam parciais por interesses comerciais (Giménez, Ares, & Ares, 2012).

**Tabela 18.** Descrição dos aspectos de qualidade a ter em conta com cada sentido durante as avaliações sensoriais. Adaptado de (FAO, Sensory Assessment of Fish Quality Torry Research Station, 2001).

<b>Sentido</b>	<b>Aspectos de Qualidade</b>
<b>Visão</b>	Aparência e condição geral, tamanho, forma, manchas físicas, cor, brilho, identidade
<b>Olfato</b>	Frescura, odores e sabores estranhos, oleosidade, ranço e fumo
<b>Paladar</b>	Frescura, sabores estranhos, aromas, oleosidade, ranço, defumado, adstringência, os sabores primários (acidez, amargor, salgado, doçura)
<b>Tato</b>	Textura geral, dureza, maciez, elasticidade, fragilidade, rugosidade, suavidade, granulação, gomosidade, fluidez, umidade, seca, presença de ossos

A forma de avaliar cada um dos parâmetros pode seguir os princípios do método de Torry. Uma primeira classificação pode ser feita entre peixes gordos e magros, e construir escalas de qualificação para determinar se os produtos são conformes ou não conformes. Assim, por exemplo, nas tabelas do método de Torry, cada uma possui uma escala de 10 pontos, atribuindo a cada característica um valor, e baseado nesse valor atribui-se uma característica de qualidade. Por exemplo, 10 pontos indicam um nível de frescura no sabor e cheiro, enquanto 3 indica um pescado deteriorado (Green, 2010).

É necessário ter em conta que muitas características serão únicas de cada espécie, nomeadamente, a textura, sabor, cor e cheiro. Aliás, as tabelas da escala de Torry foram projetadas para certas espécies. No entanto, podem usar-se estas tabelas como base de partida para criar novas tabelas para a avaliação sensorial por cada espécie. A tabela 19 apresenta uma adaptação de uma das tabelas de Torry para bacalhau cozido (Archer, 2010).

**Tabela 19.** Parâmetros sensoriais para a escala de Torry do bacalhau cozido. Adaptado de Archer, 2010.

Escala	Cheiro	Sabor	Textura, sensação na boca e aspeto	Parâmetro
10	Cheiro leve a doce, leite a ferver, amiláceo, seguido de fortalecimento desses odores	Aquoso, metálico, amiláceo; inicialmente sem doçura, mas um sabor da carne levemente doce pode-se desenvolver	Seco, quebradiço com fibras curtas e duras	<b>Muito Bom</b>
9	Marisco, algas marinhas, carne cozida, planta verde crua	Doce, carnudo, cremoso, planta verde, característico	Suculento, fibroso; inicialmente firme e fica mais suave com o armazenamento; aparência originalmente branca e opaca, tornando-se amarelada e cerosa durante o armazenamento.	<b>Bom</b>
8	Perda de odor, odor neutro	Sabores doces e característicos, mas de intensidade reduzida		
7	Raspas de madeira, seiva de madeira, baunilha	Neutro		
6	Leite condensado, caramelo, tipo caramelo	Insípido		
5	Odor de jarro de leite (sem leite), batata cozida.	Leve acidez, vestígios de sabores "estranhos"		
4	Ácido láctico, leite azedo	Leve amargor, sabores azedos e "estranhos"	<b>Razoável</b>	
3	Ácidos gordos inferiores (tipo, ácido acético ou butírico), grama cortada, sabão, nabo	Amargo forte, borracha, leve enxofre		<b>Não normal</b>

Estas caracterizações deveriam ser personalizadas para cada um dos produtos que a empresa comercializa e sobre os quais está a fazer um estudo para determinar o tempo de vida útil. Desta forma, os resultados obtidos ajudarão a perceber de melhor forma sobre quais os parâmetros a avaliar para os produtos, e permitirá à empresa A tomar decisões com respeito a estratégias para acrescentar o tempo de vida útil dos produtos. Desta forma, poderão ser eliminadas as variáveis externas que podem afetar a avaliação da escala de cada produto, como é o caso das variações de temperatura ou a forma de embalamento dos produtos.

Uma vez efetuadas estas tabelas, é mais fácil planificar como, quando e onde vão ser recolhidas as amostras, quais serão os provadores dos produtos uma vez estabelecidos os prazos para a avaliação e com que frequência é que se realizarão as avaliações. Por outro lado, é importante a criação de uma zona específica para armazenar os produtos em análise, já que assim podem-se manter os parâmetros de ambiente e temperatura para todas as amostras, reduzindo assim o ruído que possa interferir nas avaliações e originar avaliações erradas. As amostras escolhidas, devem estar perfeitamente identificadas, e no planeamento deve ter-se em conta a manutenção de stock da amostra suficiente para que se possa dar continuidade ao estudo durante vários meses.

Baseados na informação apresentada neste documento. Em seguida, são propostas duas tabelas, que podem servir de ponto de partida para a avaliação de atum (tabela 20) e de salmão (tabela 21), para futuras avaliações sensoriais.

**Tabela 20.** Proposta de avaliação dos parâmetros sensoriais para o atum baseado nos princípios da escala de Torry.

<b>Escala</b>	<b>Cheiro</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura, sensação na boca e aspeto</b>	<b>Parâmetro</b>
<b>10</b>	Cheiro fresco, leve cheiro de mar, sem odores estranhos	Sabor fresco, levemente doce e umami, característico do atum, sem sabores estranhos	Carne firme, elástica e succulenta, aparência brilhante e uniforme, cor vermelho vivo	<b>Muito Bom</b>
<b>9</b>	Cheiro fresco, marinho, ligeiramente metálico, sem odores estranhos	Sabor doce, carnudo, com leve sabor metálico característico, sem sabores estranhos	Carne firme, mas começando a perder um pouco a elasticidade, ainda succulenta, cor vermelho escuro	<b>Bom</b>
<b>8</b>	Perda de cheiro fresco, odor ligeiramente neutro	Sabor neutro, leve perda de doçura e sabor metálico	Carne começando a amolecer, mas ainda aceitável, cor vermelho pálido	
<b>7</b>	Odor levemente metálico	Sabor neutro, leve perda de doçura e sabor metálico	Carne menos firme, começando a perder succulência, cor vermelho pálido	
<b>6</b>	Odor neutro com leve presença de odores estranhos, leve ranço	Sabor insípido, começo de sabores estranhos e ranço	Carne mole, perda significativa de firmeza, cor vermelho opaco	
<b>5</b>	Odor levemente ácido ou rançoso	Sabor levemente ácido, com vestígios de sabores estranhos e ranço	Carne mole, sem succulência, aparência opaca, cor desbotada	
<b>4</b>	Odor ácido ou de óleo rançoso	Sabor amargo leve, sabores estranhos e ácidos	Carne muito mole, quebradiça, cor desbotada	
<b>3</b>	Odores de ácidos gordos oxidados (óleo ranço), sabão, ranço forte	Sabor amargo forte, sabores estranhos e ranço intenso	Carne esponjosa ou pastosa, desintegra-se facilmente, cor cinza ou amarelada	<b>Não normal</b>

**Tabela 21.** Proposta de avaliação dos parâmetros sensoriais para o salmão baseado nos princípios da escala de Torry.

Escala	Cheiro	Sabor	Textura, sensação na boca e aspeto	Parâmetro
10	Cheiro fresco, marinho, com leve cheiro de algas marinhas, sem odores estranhos	Sabor fresco, ligeiramente doce e umami, característico do salmão, sem sabores estranhos	Carne firme, elástica e succulenta, com aparência brilhante e uniforme, cor rosa ou laranja intenso	<b>Muito Bom</b>
9	Cheiro fresco, marinho, ligeiramente oleoso, sem odores estranhos	Sabor doce, carnudo e oleoso, com leve sabor a mar, sem sabores estranhos	Carne firme, mas começando a perder pouco de elasticidade, ainda succulenta, cor rosa ou laranja vivo	<b>Bom</b>
8	Perda de cheiro fresco, odor ligeiramente neutro	Sabor doce e oleoso, mas de intensidade reduzida	Carne começando a amolecer, mas ainda aceitável, cor rosa ou laranja pálido	
7	Odor levemente metálico	Sabor insípido, começo de sabores estranhos e ranço	Carne menos firme, começando a perder succulência, cor rosa ou laranja pálido	<b>Razoável</b>
6	Odor neutro com leve presença de odores estranhos, leve ranço	Sabor insípido, início de sabores estranhos e ranço	Carne mole, perda significativa de firmeza, cor rosa ou laranja opaco	
5	Odor levemente ácido ou rançoso	Sabor levemente ácido, com vestígios de sabores estranhos e ranço	Carne mole, sem succulência, aparência opaca e cor desbotada	
4	Odor ácido ou de óleo rançoso	Sabor amargo leve, sabores estranhos e ácidos, presença de ranço	Carne muito mole, quebradiça, cor desbotada	
3	Odores de ácidos gordos oxidados (óleo ranço), sabão, ranço forte	Sabor amargo forte, sabores estranhos e ranço intenso	Carne esponjosa ou pastosa, desintegra-se facilmente, cor amarelado	<b>Não normal</b>

Finalmente, é importante ter em conta alguns pontos que podem ajudar a aperfeiçoar o protocolo da análise sensorial, além das tabelas de Torry para cada produto.

- **Número de réplicas:** aumentar o número de réplicas pode melhorar a robustez dos resultados. Mais réplicas permitem uma melhor avaliação da variabilidade entre as amostras e garante que os resultados não sejam afetados por variações aleatórias;

- **Periodicidade das avaliações:** A definição de uma periodicidade bem planeada para as avaliações é crucial para capturar mudanças sensoriais ao longo do tempo. As avaliações muito espaçadas podem perder detalhes importantes de quando e como ocorrem as mudanças significativas;
- **Melhoramento dos protocolos para ter amostras comparáveis:** garantir que as amostras sejam mantidas sob condições idênticas e rigorosamente controladas é essencial para evitar variabilidade que não seja intrínseca às mudanças sensoriais;
- **Uso de amostras “cegas”:** implementar o uso de amostras cegas, onde os avaliadores não conheçam o tempo de prateleira ou as condições de armazenamento das amostras, pode melhorar a objetividade dos resultados. Esta abordagem permite que os avaliadores se concentrem puramente nas características sensoriais, sem influência de informações preconcebidas (Vassilopoulou, et al., 2010). Num estudo realizado em 2016 por Kulawik e seu equipo, o uso de amostras cegas ajudou a reduzir preconceitos dos avaliadores em provas de filetes de tilápia. Isso permitiu que a avaliação se concentre exclusivamente nas características sensoriais, como sabor, cor, textura e cheiro, resultando numa análise mais imparcial e precisa da qualidade dos filetes congelados (Kulawik, Migdał, Tkaczewska, & Özoğul, 2016).

Com a implementação destas diretrizes, é possível melhorar significativamente a caracterização sensorial dos produtos marinhos ultracongelados (são cozidos para sua avaliação), garantindo avaliações mais precisas e consistentes. Isso facilitará decisões informadas sobre a qualidade e a vida útil dos produtos, bem como permitirá estratégias eficazes para melhorar a conservação e a aceitação no mercado.

## 4. Conclusões e Perspetivas futuras

---

Foram realizadas análises sensoriais de 127 amostras de peixes, onde foram avaliados diferentes parâmetros, tais como, avaliação global, textura, cor, cheiro e sabor. Cada um destes parâmetros foi avaliado como “Bom”, “Normal”, “Razoável”, “Não normal” ou “Sem coloração” (no caso da cor). Os dados recolhidos foram organizados numa base de dados e analisados com o objetivo de identificar padrões que ajudem a decidir se o produto está “conforme” ou “não conforme”. No caso de ser considerado “conforme” significa que mantém um conjunto de características organoléticas que ainda permitem sua comercialização. Em oposição, no caso de ser considerado “não conforme” significa que o produto já não mantém um conjunto de características de qualidade aceitáveis para sua comercialização.

Dentro dos parâmetros estabelecidos pela empresa A, observa-se que as amostras que na avaliação global foram avaliadas como “Não normal”, também foram classificadas como “Não conformes”. No entanto, é de salientar a heterogeneidade dos dados recolhidos, nomeadamente devido à ausência de informação decorrente do facto de as avaliações sensoriais não terem sido feitas no devido tempo (ou, simplesmente, porque não foram feitas), a existência de distintos tipos de um mesmo produto (o que aumenta a variabilidade e possível enviesamento das análises sensoriais feitas), e a falta de um processamento para realizar as cozeduras e as avaliações. Neste sentido, tais factos podem influenciar os resultados obtidos e mascarar as avaliações sensoriais.

Por outro lado, também o embalamento apresenta ausência de critério no procedimento, uma vez que se observaram embalamentos a granel, em saco, higienizados e em vácuo, cujas vidragens diferem. Este facto, assim como o reduzido tamanho amostral para cada um dos procedimentos impediu que fosse realizado o estudo adequado para o impacto das vidragens nos diferentes produtos.

Adicionalmente, também produtos como o atum e o salmão, que não são congelados na empresa, podem apresentar problemas de qualidade se a congelação de origem não for bem controlada. Isso ressalta a importância do controlo rigoroso do processo de congelamento para manter a qualidade dos produtos que não são congelados na empresa.

Foram sugeridas algumas diretrizes baseadas nos métodos de avaliação sensorial da qualidade dos produtos marinhos frescos adaptadas para trabalhar com peixe congelado. Uma das recomendações é fornecer ao avaliador uma tabela com os aspetos de qualidade que devem ser avaliados com cada sentido durante as avaliações. Do mesmo modo, sugere-se a construção de tabelas baseadas na escala de Torry, para as espécies de importância económica da empresa, e eventualmente todas as espécies das quais se precise realizar testes de vida útil baseados em análises sensoriais.

Baseado neste trabalho, recomenda-se:

- Padronizar o processo de avaliação sensorial: é fundamental que o processo de avaliação sensorial esteja padronizado, estabelecendo critérios claros e consistentes como o número de réplicas ou a periodicidade para todas as avaliações e a uniformização dos métodos de cozedura, análise e avaliação sensorial;
- Utilizar ou desenvolver métodos como a escala de Torry adaptada para diferentes espécies de peixe;
- Treinar e capacitar com regularidade aos avaliadores: garantir que os avaliadores possuam experiência na área. Além disso, manter uma formação contínua permite manter os padrões de avaliação sensorial elevados e consistentes. Além disso, implementar o uso de amostras cegas,

onde os avaliadores não conheçam o tempo de prateleira ou as condições de armazenamento das amostras, pode melhorar a objetividade dos resultados;

- Haver um maior rigor com o controlo da cadeia de frio, especialmente para produtos como o atum e o salmão, que são congelados fora da empresa. Monitorizar e registar as condições de congelamento irá garantir que a qualidade do produto seja mantida;
- Planeamento e melhoria na amostragem e gestão dos dados, assegurando que todas as informações necessárias sejam registadas de maneira precisa, uniforme e coerente;
- Por fim, elaborar tabelas sensoriais detalhadas para cada espécie de peixe, onde se incluem parâmetros específicos de cheiro, sabor, textura e aparência, adaptados a cada espécie.

A implementação destas recomendações ajudará a melhorar a precisão, a consistência e a coerência das avaliações sensoriais, assegurando a qualidade e a aceitação dos produtos de peixe no mercado.

Finalmente, um dos maiores desafios deste tipo de estudos, é o tempo. Ao tratar-se de testes de vida útil, baseados nas análises sensoriais dos produtos, é sabido que são estudos que devem decorrer durante vários meses (e inclusive anos). Indubitavelmente, para poder atingir estes objetivos ao longo dos anos, o planeamento do projeto deve ser muito claro e contemplar as distintas eventualidades, como as mudanças de pessoal (que manipulam o produto) ou dos avaliadores, entre outras. Outro dos constrangimentos neste projeto foi a falta de matéria-prima para poder realizar repetições das avaliações sensoriais (caso haja essa necessidade). Em muitas situações a matéria-prima disponível foi reduzida, por forma a dar uma continuidade à avaliação sensorial adequada, rigorosa e coerente. Não obstante estas limitações, este estudo permite o planeamento e desenvolvimento de futuras ferramentas, tais como a criação das tabelas para avaliação de peixe cozido (previamente ultracongelado). Por outro lado, também a criação de uma base de dados mais robusta e com mais informações sobre os produtos permitirá o estudo de padrões que ajudem a criar modelos matemáticos para conhecer o tempo de vida útil das distintas espécies de produtos marinhos ultracongelados.

# Bibliografia

---

- Ababouch, L., Souibri, L., Rhaliby, K., Ouahdi, O., Battal, M., & Busta, F. (1996). Quality changes in sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice and at ambient temperature. *Food Microbiology*, *13*, 123-132. doi:<https://doi.org/10.1006/fmic.1996.0016>
- Alexandre, A., Albergaria, F., Venâncio, A., Ribeiro, A., Haddad, F., Tanaka, M., . . . Gomes, M. (2021). Qualidade de peixes: Uma breve revisão. Em *Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos* (pp. 144-173). doi:<https://doi.org/10.37885/210203356>
- Alizadeh, E., Chapleau, N., de Lamballerie, M., & Le-Bail, A. (2007). Effect of different freezing processes on the microstructure of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *8*, 493-499. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2006.12.003>
- Archer, M. (2010). Sensory assessment scoresheets for fish and shellfish. *Seafish*. Obtido de <https://www.seafish.org/document/?id=c551ce18-93d1-41c1-ae82-82185632cd98>
- Aydin, I., & Gokoglu, N. (2014). Effects of temperature and time of freezing on lipid oxidation in anchovy (*Engraulis encrasicolus*) during frozen storage. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 996-1001. doi:<https://doi.org/10.1002/ejlt.201300450>
- Belton, B., Johnson, D., Thrift, E., Olsen, J., Hossain, M., & Thilsted, S. (2022). Dried fish at the intersection of food science, economy, and culture: A global survey. *Fish and Fisheries*, 941-962. doi:<https://doi.org/10.1111/faf.12664>
- Berk, K. (2009). *Food Process Engineering and Technology*. Elsevier Ltd. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373660-4.X0001-4>
- Biji, K., Ravishankar, C., Venkateswarlu, R., & Mohan, C. (2016). Biogenic amines in seafood: a review. *Springer*. doi:<https://doi.org/10.1007/s13197-016-2224-x>
- Boziaris, I., & Parlapani, F. (2017). Specific Spoilage Organisms (SSOs) in Fish. Em *The Microbiological Quality of Food - Foodborne Spoilers* (pp. 61-98). Elsevier Ltd. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100502-6.00006-6>
- Brookmire, L., Mallikarjunan, P., Jahncke, M., & Grisso, R. (2013). Optimum Cooking Conditions for Shrimp and Atlantic Salmon. *Journal of Food Science*, 303-313. doi:<https://doi.org/10.1111/1750-3841.12011>

- Chen, J., Jayachandran, M., Bai, W., & Xu, B. (2022). A critical review on the health benefits of fish consumption and its bioactive constituents. *Food Chemistry*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130874>
- Cheng, J., Sun, D., Han, Z., & Zeng, X. (2013). Texture and Structure Measurements and Analyses for Evaluation of Fish and Fillet Freshness Quality: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. doi:<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12043>
- Dawson, P., Al-Jeddawi, Q., & Remington, N. (2018). Effect of Freezing on the Shelf Life of Salmon. *International Journal of Food Science*. doi:<https://doi.org/10.1155/2018/1686121>
- DGRM. (2018). *Pesca Profissional*. Lisboa - Portugal: Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos.
- DGRM. (2022). *Estatísticas da Pesca 2022*. Lisboa - Portugal: Instituto Nacional de Estatística, I. P.
- Dias, J., & Guillotreau, P. (2004). Nearly two centuries of fish canning : an historical look at european exports of canned fish. *International Institute of Fisheries Economics & Trade*. Obtido de [https://www.researchgate.net/publication/280945477\\_Nearly\\_two\\_centuries\\_of\\_fish\\_canning\\_an\\_historical\\_look\\_at\\_european\\_exports\\_of\\_canned\\_fish](https://www.researchgate.net/publication/280945477_Nearly_two_centuries_of_fish_canning_an_historical_look_at_european_exports_of_canned_fish)
- Doyle, M., & Beuchat, L. (2007). *Food Microbiology*. Washington DC: ASM Press. ISBN 978-1-55581-407-6.
- Dry Fish Museum of Nazaré*. (2023). Obtido de Visit Center of Portugal: <https://www.centerofportugal.com/entity/dry-fish-museum-of-nazare>
- Duan, Z., Dong, S., Sun, Y., Dong, Y., & Gao, Q. (2021). Response of Atlantic salmon (*Salmo salar*) flavor to environmental salinity while culturing between freshwater and seawater. *Aquaculture*, 530. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735953>
- Einen, O., & Thimassen, M. (1998). Starvation prior to slaughter in Atlantic salmon (*Salmo salar*) White muscle composition and evaluation of freshness, texture and colour characteristics in raw and cooked fillets. *Aquaculture*, 169, 37-53. doi:[https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(98\)00332-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(98)00332-9)
- FAO. (2001). *FAO*. Obtido em 2024, de <https://www.fao.org/3/x5989e/X5989e00.htm>
- FAO. (2021). *Fishery and Aquaculture Statistics 2019*. Em Y. FAO. Rome: FAO. doi:<https://doi.org/10.4060/cb7874t>
- FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation*. doi:<https://doi.org/10.4060/cc0461es>
- Farmer, L., McConnell, J., & Graham, W. (1997). Flavor Characteristics and Lipid Composition of Atlantic Salmon. *Flavor and Lipid Chemistry of Seafoods*, 674, 95-109. doi:10.1021/bk-1997-0674.ch010

- Fernandes, C., & Pereira, T. (2016). *Pescar Saúde*. Associação Portuguesa dos Nutricionistas. APN. Obtido de [https://www.apn.org.pt/documentos/ebooks/E-book\\_pescado\\_Final\\_High.pdf](https://www.apn.org.pt/documentos/ebooks/E-book_pescado_Final_High.pdf)
- Ferreira, S. (2012). Histamina em pescado no âmbito dos dados provenientes do sistema de alerta rápido - RASFF. *Riscos e Alimentos - ASAE/DACR*, 20-23. doi:<http://dx.doi.org/10.13140/2.1.4510.6885>
- Furlaneto K., C. F. (2017). Modified atmosphere in minimally processed cauliflower conservation and quality. *Semina: Ciências Agrárias*, 3549-3562. doi:<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n6p3549>
- García, M., Ferez-Rubio, J., & Vilas, C. (2022). Assessment and Prediction of Fish Freshness Using Mathematical Modelling: A Review. *Foods*. doi:<https://doi.org/10.3390/foods11152312>
- Ghaly, A., Dave, D., Budge, S., & Brooks, M. (2010). Fish Spoilage Mechanisms and Preservation Techniques: Review. *American Journal of Applied Sciences*, 859-877. doi:<https://doi.org/10.3844/ajassp.2010.859.877>
- Giménez, A., Ares, F., & Ares, G. (2012). Sensory shelf-life estimation: A review of current methodological approaches. *Food Research International*, 49, 311-325. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2012.07.008>
- Giosuè, A., Calabrese, I., Lupoli, R., Riccardi, G., Vaccaro, O., & Vitale, M. (2022). Relations between the Consumption of Fatty or Lean Fish and Risk of Cardiovascular Disease and All-Cause Mortality: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Advances in Nutrition*, 13, 1554-1565. doi:<https://doi.org/10.1093/advances/nmac006>
- Gokoglu, N., & Yerlikaya, P. (2015). *Seafood Chilling, Refrigeration and Freezing*. Pondicherry, India: John Wiley & Sons, Ltd. Obtido de [http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/87738/22/Chilling-Book-Nalan\\_Gokoglu%2C\\_Pinar\\_Yerlikaya%5D\\_Seafood\\_Chilling%2C%28z-lib.org%29.pdf](http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/87738/22/Chilling-Book-Nalan_Gokoglu%2C_Pinar_Yerlikaya%5D_Seafood_Chilling%2C%28z-lib.org%29.pdf)
- Golden, O., Araújo, A., Caldeira, A., & Santos, M. (2023). Raw fish consumption in Portugal: Commonly consumed fish species and associated risk factors for anisakiosis. *Food Control*, 145. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109457>
- Gouvêa, F., Oliveira, V., Mariano, B., Takenaka, N., Gamallo, O., Ferreira, M., & Saldanha, T. (2023). Natural antioxidants as strategy to minimize the presence of lipid oxidation products in canned fish: Research progress, current trends and future perspectives. *Food Research International*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113314>
- Gram, L., & Dalgaard, P. (2002). Fish spoilage bacteria – problems and solutions. *Current Opinion in Biotechnology*, 262–266. doi:[https://doi.org/10.1016/S0958-1669\(02\)00309-9](https://doi.org/10.1016/S0958-1669(02)00309-9)

- Green, D. (2010). Sensory Evaluation of Fish Freshness and Eating Qualities. Em *Handbook of Seafood Quality*. doi:<https://doi.org/10.1002/9781444325546.ch3>
- Hough, G. (2010). *Sensory Shelf Life Estimation of Food Products*. Boca Raton, FL: ISBN 9781420092912.
- Huang, X., Wang, H., & Tu, Z. (2023). A comprehensive review of the control and utilization of aquatic animal products by autolysis-based processes: Mechanism, process, factors, and application . *Food Research International* . doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112325>
- ICMSF. (2005). Fish and Fish Products. Em *Microorganisms in Foods 6: Microbial Ecology of Food Commodities - Second Edition* (pp. 211-214). New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers. doi:<https://doi.org/10.1007/0-387-28801-5>
- INE. (2023). *Estatísticas da Pesca 2023*. INE. ISBN 978-989-25-0643-2.
- Jay, J. (2000). *Modern Food Microbiology*. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publishers, Inc. ISBN 978-0834216716.
- Kaale, L., Eikevik, T., Rustad, T., & Kolsaker, K. (2011). Superchilling of food: A review. *Journal of Food Engineering*, 141-146. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.06.004>
- Kachele, R., Zhang, M., Gao, Z., & Adhikari, B. (2017). Effect of vacuum packaging on the shelf-life of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillets stored at 4 °C. *LWT*, 80, 163-168. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2017.02.012>
- Kilcast, D., & Subramaniam, P. (2000). *The stability and shelf-life*. Boca Raton FL: Woodhead Publishing Limited. ISBN 978-1-85573-500-2.
- Kluga, A., Kacaniová, M., Kantor, A., Kovalenko, K., & Terentjeva, M. (2017). Identification of microflora of freshwater fish caught in the Driksna river and pond in Latvia. *Environmental Science*. doi:<https://doi.org/10.22616/foodbalt.2017.016>
- Kolbe, E. K. (2007). *Planning for Seafood Freezing*. Alaska: Sea Grant Alaska. ISBN 1-56612-119-1.
- Kulawik, P., Migdał, W., Tkaczewska, J., & Özoğul, F. (2016). Assessment of Color and Sensory Evaluation of Frozen Fillets from Pangasius Catfish and Nile Tilapia Imported to European Countries. *International Journal of Food Properties*. doi:<https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1079790>
- Kwon, T., Hong, J., Moon, G., Song, Y., Kim, J., J.C., K., & Kim, M. (2008). Food technology: Challenge for health promotion. *IUBMB Journals*, 279-287. doi:<https://doi.org/10.1002/biof.5520220155>
- Lawrence, E., & Kropf, H. (2023). Packaging | Vacuum. *Food Science*. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-85125-1.00210-6>

- Lerfall, J., Bendiksen, E., Olsen, J., & Østerlie, M. (2016). A comparative study of organic- versus conventional Atlantic salmon. II. Fillet color, carotenoid- and fatty acid composition as affected by dry salting, cold smoking and storage. *Aquaculture*, 451, 369-376. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.10.004>
- Liu, Y., Huang, Y., Wang, Z., Cai, S., Zhu, B., & Dong, X. (2021). Recent advances in fishy odor in aquatic fish products, from formation to control. *International Journal of Food Science & Technology*, 56, 4959-4969. doi:<https://doi.org/10.1111/IJFS.15269>
- Mai, N., Gudjónsdóttir, M., Lauzon, H., Sveinsdóttir, K., Martinsdóttir, E., Audorff, H., . . . Arason, S. (2011). Continuous quality and shelf life monitoring of retail-packed fresh cod loins in comparison with conventional methods. *Food Control*, 22, 1000-1007. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.12.010>
- Manoogian, E. N., Chaix, A., & Panda, S. (2019). When to eat: the importance of eating patterns in health and disease. *Journal of Biological Rhythms*, 34(6), 579-581. doi:<https://doi.org/10.1177%2F0748730419892105>
- Marcacini, B., & Leonardi, J. G. (2018). Métodos de Conservação de Alimentos. *Revista Saúde em Foco*, 51-61. Obtido de [https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/006\\_M%C3%89TODOS\\_DE\\_CONSERVA%C3%87%C3%83O\\_DE\\_ALIMENTOS.pdf](https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/006_M%C3%89TODOS_DE_CONSERVA%C3%87%C3%83O_DE_ALIMENTOS.pdf)
- Mariano, B., Oliveira, V., Chávez, D., Castro, R., Riger, C., Mendes, J., . . . Saldanha, T. (2022). Biquinho pepper (*Capsium chinense*): Bioactive compounds, in vivo and in vitro antioxidant capacities and anti-cholesterol oxidation kinetics in fish balls during frozen storage. *Food Bioscience*, 47. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101647>
- Martins, L., Oliveira, D., Paulino, R., Galuppo, M., Soares, R., Borges, R., & Freitas, R. (2023). QUALIDADE E SEGURANÇA DO PESCADO: REVISÃO. Em *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Brasil. doi:<https://doi.org/10.53934/9786585062060-29>
- Mata, M. (2009). Managerial strategies in canning industries: A case study of early twentieth century Portugal. *Business History*, 51, 45-58. doi:<https://doi.org/10.1080/00076790802602180>
- Meilgaard, M., Carr, B., & Gail, C. (2007). *Sensory Evaluation Techniques* (Vol. 4). CRC Press. doi:<https://doi.org/10.1201/b16452>
- Méndez, L., Fidalgo, L., Pazos, M., Lavilla, M., Torres, A., Saraiva, J., . . . Aubourg, S. (2017). Lipid and Protein Changes Related to Quality Loss in Frozen Sardine (*Sardina pilchardus*) Previously Processed Under

High-Pressure Conditions. *Food Bioprocess Technol*, 10. doi:<https://doi.org/10.1007/s11947-016-1815-x>

Méndez, M., & Abuín, J. (2012). Thermal processing of fishery products. Em *Thermal processing New Technologies and Quality Issues, Second Edition* (pp. 249-271). Boca Raton: CRC Press. doi:<http://dx.doi.org/10.1201/b12112-13>

Miao, H., Liu, Q., Bao, H., Wang, X., & Miao, S. (2017). Effects of different freshness on the quality of cooked tuna steak. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 44, 67-73. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.07.017>

Minh Vo, T., Duc Tran, T., AMoroso, G., Ventura, T., & Elizur, A. (2023). Analysis of carotenoids and fatty acid compositions in Atlantic salmon exposed to elevated temperatures and displaying flesh color loss. *Food Chemistry*, 417. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135867>

Mustapha, M., Ajibola, T., Ademola, S., & Salako, A. (2014). Proximate analysis of fish dried with solar d. *Journal of Food Science*. Obtido de [https://www.researchgate.net/publication/287951219\\_Proximate\\_analysis\\_of\\_fish\\_dried\\_with\\_solar\\_driers](https://www.researchgate.net/publication/287951219_Proximate_analysis_of_fish_dried_with_solar_driers)

Nakayama, T., Kimata, T., & Ooi, A. (1990). Texture of Raw and Cooked Fish Muscles Investigated by Sensory and Instrumental Evaluations. *J-Stage*, 37, 988-996. doi:[https://doi.org/10.3136/nskkk1962.37.12\\_988](https://doi.org/10.3136/nskkk1962.37.12_988)

Nakazawa, N., Wada, R., Fukushima, H., Tanaka, R., Kono, S., & Okazaki, E. (2020). Effect of long-term storage, ultra-low temperature, and freshness on the quality characteristics of frozen tuna meat. *International Journal of Refrigeration*, 112, 270-280. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2019.12.012>

Olafsdóttir, G., Martinsdóttir, E., Oehlenschläger, J., Dalgaard, P., Jensen, B., Undeland, I., . . . Nilsen, H. (1997). Methods to evaluate fish freshness in research and industry. *Trends in Food Science & Technology*, 8, 258-265. doi:[https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(97\)01049-2](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(97)01049-2)

Oliveira, A., & Iahnke, S. (2022). Principais aspectos de deterioração da qualidade de pescado e relação com a Legislação Brasileira: uma breve revisão. Em *Ciência e Tecnologia do Pescado: Uma Análise Pluralista* (Vol. 4). Brasil: Editora Científica Digital. doi:<https://dx.doi.org/10.37885/220308322>

Ottestad, S., Enersen, G., & Wold, J. (2011). Effect of Freezing Temperature on the Color of Frozen Salmon. *Journal of Food Science*. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02313.x>

Piredda, R., Mottola, A., Lorusso, L., Ranieri, L., Catanese, G., Cipriano, G., . . . Di Pinto, A. (2023). Microbiome-based study in wild-caught Scomber scombrus fish products at the end of the supply chain. *LWT*, 186. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115264>

- Pita, C., Roumbedakis, K., Castelo, D., Feijó, D., & Wise, L. (2023). *Projeto Sardinha 2020*. Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA). Obtido de <https://www.ipma.pt/export/sites/ipma/bin/docs/publicacoes/pescas.mar/ValorEconomicoSocialCulturalSardinha-Sardinha2020.pdf>
- Prabhakar, P., Vatsa, S., Srivastav, P., & Pathak, S. (2020). A Comprehensive Review on Freshness of Fish and Assessment: Analytical Methods and Recent Innovations. *Food Research International*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109157>
- Pradhan, S., Nayak, P., & Armitage, D. (2022). A social-ecological systems perspective on dried fish value chains. *Current Research in Environmental Sustainability*, 4. doi:<https://doi.org/10.1016/j.crsust.2022.100128>
- Prost, C., Hallier, A., Cardinal, M., Serot, T., & Courcoux, P. (2006). Effect of Storage Time on Raw Sardine (*Sardina pilchardus*) Flavor and Aroma Quality. *Journal of Food Science*, 69, 198-204. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb10732.x>
- Radhakrishnan, G., Prabhu Philip, A., Caimi, C., Lock, E., Araujo, P., Liland, N., . . . Belghit, I. (2024). Evaluating the fillet quality and sensory characteristics of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed black soldier fly larvae meal for whole production cycle in sea cages. *Aquaculture Reports*, 35. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2024.101966>
- Rahman, M. (2020). Handbook of Food Preservation. Boca Raton: CRC Press. ISBN 9781498740487.
- Rawat, S. (2015). Food Spoilage: Microorganisms and their prevention. *Asian Journal of Plant Science and Research*, 47-56. doi:<https://www.imedpub.com/articles-pdfs/food-spoilage-microorganisms-and-their-prevention.pdf>
- Refsgaard, H., Brockhoff, P., & Jensen, B. (1998). Sensory and Chemical Changes in Farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar*) during Frozen Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46. doi:<https://doi.org/10.1021/jf980309q>
- Regulamento, 1. (28 de 01 de 2002). *Eur-Lex*. Obtido de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A32002R0178>
- Rodrigues, P. (2014). Estudo de Alternativas à Remoção Manual da Pele de Sardinha (*Sardina pilchardus*) para conservas. *Instituto Politécnico de Viana do Castelo*. Obtido de <https://core.ac.uk/download/pdf/148828524.pdf>
- Rodríguez, O., Losada, V., Aubourg, S., & Barros-Velázquez, J. (2004). Enhanced shelf-life of chilled European hake (*Merluccius merluccius*) stored in slurry ice as determined by sensory analysis and assessment of

microbiological activity. *Food Research International*, 749-757.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.03.008>

- Sabu, S., Ashita, T., & Stephy, S. (2020). Chitosan and lemon peel extract coating on quality and shelf life of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) meat stored under refrigerated condition. *Indian Journal of Fisheries*, 67(1). doi:<http://dx.doi.org/10.21077/ijf.2019.67.1.91361-15>
- Sae-leaw, T., Benjakul, S., Gokoglu, N., & Nalinanon, S. (2013). Changes in lipids and fishy odour development in skin from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) stored in ice. *Food Chemistry*, 141(3), 2466-2472. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.049>
- Safety, F. (19 de 09 de 2023). *Food Safety*. Obtido de <https://espanol.foodsafety.gov/tablas-de-seguridad-alimentaria-mfu8/Tabla-de-conservaci%C3%B3n-de-alimentos-fr%C3%ADos>
- Shawyer, M., & Medina, A. (2003). *The use of ice on small fishing vessels*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 436., Rome. Obtido de <https://www.fao.org/3/y5013e/y5013e04.htm#bm04.1>
- Signh, A., Mittal, A., & Benjakul, S. (2021). Undesirable discoloration in edible fish muscle: Impact of indigenous pigments, chemical reactions, processing, and its prevention. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. doi:<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12866>
- Silva, L. (2022). *Revolução Industrial 4.0 Na Engenharia De Alimentos*. Minas Gerais: Universidade Federal de Uberlândia. Obtido de <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/36549/1/Revolu%C3%A7%C3%A3oIndustrialEngenharia.pdf>
- Singh, R., & Anderson, B. (2004). *Understanding and measuring the shelf-life of food*. California - USA: Woodhead Publishing Limited. doi:<https://doi.org/10.1533/9781855739024.1.3>
- Song, G., Lin, S., Wu, Y., Shen, J., Wu, J., Zhu, W., . . . Wang, S. (2023). Emulsifier free fish gelatin based films with excellent antioxidative and antibacterial activity: Preparation, characterization and application in coating preservation of fish fillets. *Journal of Food Engineering*, 343. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.111362>
- Sveindóttir, K., Martinsdóttir, E., Hyldig, G., & Sigurgísladóttir, S. (2010). Sensory characteristics of different cod products. *Journal of Sensory Studies*. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2009.00259.x>
- Tahmouzi, S., Ghasemlou, M., Aliabadi, F., Shahraz, F., Hosseini, H., & Khaksar, R. (2011). Histamine formation and bacteriological quality in skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*): effect of defrosting temperature. *Journal of Food Processing and Preservation*. doi:[10.1111/j.1745-4549.2011.00650.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2011.00650.x)

- Tavares, J., Martins, A., Fidalgo, L., Lima, V., Amaral, R., Pinto, C., . . . Saraiva, J. (2021). Fresh Fish Degradation and Advances in Preservation Using Physical Emerging Technologies. *Foods*. doi:<https://doi.org/10.3390/foods10040780>
- Tolstorebrov, I., Eikevik, T., & Bantle, M. (2016). Effect of low and ultra-low temperature applications during freezing and frozen storage on quality parameters for fish. *International Journal of Refrigeration*, *63*, 37-47. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2015.11.003>
- Tomac, A., Rodríguez, S., Perez, S., Garcia, A., & Yeannes, M. (2020). Vacuum impregnation in Merluccius hubbsi hake fillets brining. Effect on mass transfer kinetics, texture and colour. *LWT*, *119*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108892>
- Triqui, R., & Bouchriti, N. (2003). Freshness Assessments of Moroccan Sardine (*Sardina pilchardus*): Comparison of Overall Sensory Changes to Instrumentally Determined Volatiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. doi:<https://doi.org/10.1021/jf0348166>
- Vala, M., Augusto, A., Horta, A., Mendes, S., & Gil, M. (2017). Effect of Tuna Skin Gelatin-Based Coating Enriched with Seaweed Extracts on the Quality of Tuna Fillets During Storage at 4 °C. *International Journal of Food Studies*, 201-221. doi:<https://doi.org/10.7455/ijfs/6.2.2017.a7>
- Van Dael, P. (2021). Role of n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in human nutrition and health: review of recent studies and recommendations. *Nutrition Research and Practice*, 137-159. doi:<https://doi.org/10.4162/nrp.2021.15.2.137>
- Vassilopoulou, N., Douladiris, N., Sakellariou, A., Cortes, S., Sinaniotis, A., Rivas, M., & Papadopoulus, N. (2010). Evaluation and standardisation of different matrices used for double-blind placebo-controlled food challenges to fish. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-277X.2010.01046.x>
- Wang, G., Ma, F., Zeng, L., Bai, Y., Wang, H., Xu, X., & Zhou, G. (2018). Modified atmosphere packaging decreased *Pseudomonas fragi* cell metabolism and extracellular proteolytic activities on meat. *Food Microbiology*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.07.007>
- Wang, J., Fang, J., Wei, L., Zhang, Y., Deng, H., Guo, Y., . . . Meng, Y. (2019). Decrease of microbial community diversity, biogenic amines formation, and lipid oxidation by phloretin in Atlantic salmon fillets. *LWT*, *101*, 419-426. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.11.039>
- WHO. (19 de 05 de 2022). *World Health Organization*. Obtido de <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>

- Wu, L., Pu, H., & Sun, D. (2019). Novel techniques for evaluating freshness quality attributes of fish: A review of recent developments. *Trends in Food Science & Technology*, 83, 259-273. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.12.002>
- Xu, J., & Sun, D. (2017). Identification of freezer burn on frozen salmon surface using hyperspectral imaging and computer vision combined with machine learning algorithm. *International Journal of Refrigeration*, 74, 151-164. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2016.10.014>
- Yu, D., Wu, L., Regenstein, M., Jiang, Q., Yang, F., Xu, Y., & Xia, W. (2019). Recent advances in quality retention of non-frozen fish and fishery products: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. doi:<https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1596067>
- Yu, Y., Yang, S., Lin, T., Qian, Y., Xie, J., & Hu, C. (2020). Effect of Cold Chain Logistic Interruptions on Lipid Oxidation and Volatile Organic Compounds of Salmon (*Salmo salar*) and Their Correlations With Water Dynamics. *Frontiers in Nutrition*, 7. doi:<https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00155>
- Zhang, Y., Ma, X., & Dai, Z. (2019). Comparison of nonvolatile and volatile compounds in raw, cooked, and canned yellowfin tuna (*Thunnus albacores*). *Journal of Food Processing and Preservation*. doi:<http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.14111>
- Zhuang, S., Hong, H., Zhang, L., & Luo, Y. (2020). Spoilage-related microbiota in fish and crustaceans during storage: Research progress and future trends. *Comprehensive Reviews In Food Science and Food Safety*, 252-288. doi:<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12659>

*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*