

# **Estudo comparativo das características físico-químicas e sensoriais de polvo, pescada, cachucho e barracuda comercializados em Faro e em Luanda**

**Mirian Inocência de Sousa**

**Trabalho Final de Mestrado em Tecnologia de Alimentos**

Departamento de Engenharia Alimentar

Trabalho efetuado sob orientação de:

Professor Doutor Eduardo Esteves

Professora Doutora Ana Cristina Figueira

**2015**

# **Estudo comparativo das características físico-químicas e sensoriais de polvo, pescada, cachucho e barracuda comercializados em Faro e em Luanda**

**Mirian Inocência de Sousa**

**Trabalho Final de Mestrado em Tecnologia de Alimentos**

Departamento de Engenharia Alimentar

Trabalho efetuado sob orientação de:

Professor Doutor Eduardo Esteves

Professora Doutora Ana Cristina Figueira

**2015**

## **Estudo comparativo das características físico-químicas e sensoriais de polvo, pescada e cachucho comercializados em Faro e em Luanda**

### **Declaração de autoria de trabalho**

Declaro ser a autora deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída

---

©2015 Mirian Inocência de Sousa. A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicitar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor

## **Dedicatória**

*Á Deus, meu fiel companheiro na hora da tribulação*

*Aos meus pais Manuel Inocêncio de Sousa e Maria Antónia Domingos Ferreira Manuel,  
meus alicerces e sol da minha vida, pelo amor, proteção e carinho.*

*Á Doutora Naira Manuela de Sousa, minha companheira nos momentos difíceis, pela força,  
incentivo e paciência que teve.*

*Á minha avó Joaquina Prado Paim pelo amor incondicional.*

*Àqueles que, em algum momento de suas vidas sentem que aquilo que fazem não é senão uma  
gota de água no mar.*

## **Agradecimentos**

Ao Ministério das Pescas de Angola, pela concessão da bolsa de mestrado e oportunidade.

À Direção em particular a Doutora Filomena Vaz Velho por ter concedido esta oportunidade.

Ao Professor Doutor Eduardo Esteves pela orientação, paciência, compreensão demonstrada durante este período e por toda dedicação.

À Professora Doutora Ana Cristina Figueira, pela sua colaboração, orientação e participação em todas as fases do meu Mestrado bem como as suas preciosas sugestões para a realização deste trabalho.

À Engenheira Vera Gonçalves, que me marcou pela sua amizade, companheirismo, incentivo, paciência, por servir de apoio e partilhar um pouco do seu conhecimento ao longo deste ano. Espelho de uma profissional competente.

Ao Professor Doutor Jaime Aníbal pela disponibilidade e simpatia com que me auxiliou com as metodologias de determinação do ABVT.

Ao Engenheiro António Unza e Doutora Avelina Victor, pelos esforços feitos para que tudo corresse bem durante o período de desenvolvimento do trabalho de mestrado em Luanda.

A todos os Docentes e Técnicas dos laboratórios de química e processamento de alimentos Departamento de Engenharia Alimentar da UAlg em Faro e Técnicos do laboratório de físico-química do INIP em Luanda que nunca negaram esforços para me ensinarem e ajudarem nas rotinas dos laboratórios.

Aos meus familiares, sempre com uma palavra de apoio e força para seguir em frente. A vocês agradeço por serem meus alicerces.

Ao Eduardo Panguila, Suzana Nicolau, Cassia de Sousa e Isabel Mafuca, por tudo que fizeram por mim, por me ampararem nos maus momentos, pela paciência que tiveram comigo e companhia durante estes dois anos.

Ao Romilson Brito, Lídia Manuel, Almodevar Baldaia, Andreia Cravinho e Luísa Silva pelo suporte, amizade e constante incentivo.

Aos provadores que participaram das análises sensoriais.

A todos os meus amigos que mesmo estando do outro lado do oceano nunca deixaram de me ajudar, incentivar e pela sua/nossa inquestionável amizade que nunca cessará.

A todos aqueles que me têm acompanhado nesta caminhada, o meu profundo e sincero obrigado!

## Resumo

Nos últimos anos a segurança e a qualidade dos alimentos tornaram-se questões de grande preocupação no mundo. O pescado é um alimento de elevado valor nutricional e de grande aceitação por parte dos consumidores. Contudo, por ser um alimento rapidamente perecível, os produtores têm tido especial atenção com relação a qualidade do mesmo, tendo em conta o importante papel que desempenha na aceitação por parte dos consumidores, no comércio internacional para muitos estados costeiros, assim como na saúde humana. Assim sendo, avaliação da frescura do pescado é feita mediante inspeções microbianas, medições físicas, medições químicas e avaliação sensorial. Neste contexto, o presente trabalho tem como finalidade avaliar a frescura do polvo, do cachucho e da pescada comercializados em Faro e do polvo, do cachucho e da barracuda comercializados em Luanda através de métodos físicos, químicos e sensoriais, bem como determinar a composição química das referidas espécies e comparar a composição química do polvo e do cachucho comercializados em Faro e em Luanda. A comparação dos espécimes foi feita pelo uso da análise estatística *t-student*. Com base nas análises químicas e na análise estatística foi possível verificar as diferenças estatísticas entre a composição química das espécies comercializadas em Faro e em Luanda. O parâmetro que mais se diferenciou foi o teor de cloretos (0,5% vs. 1,00%) do cachucho comercializado em Luanda e Faro e do polvo (1,4% vs. 0,8 %) de Luanda e de Faro. O cachucho de Luanda apresentou maior teor proteico em relação ao cachucho de Faro (18,3 % vs, 14,4%). As análises físico-químicas e sensoriais mostraram que as espécies apresentavam um elevado grau de frescura. A análise estatística de correlação Rho Spearman demonstrou que o TBARS, a CRA e a  $a_w$  têm alta correlação com a análise sensorial (odor, firmeza e a cor da pele), o que quer dizer que estes parâmetros são mais adequados para a determinação da frescura das espécies analisadas.

**Palavras-chave:** composição nutricional, análise sensorial, frescura do pescado

## Abstract

In recent years the safety and quality of food have become issues of great concern worldwide. The fish is a high nutritional value of food and wide acceptance by consumers. However, being a highly perishable food, producers have had special attention with respect to quality of it, taking into account the important role it plays in acceptance by consumers, in international trade for many coastal states, as well as on human health. Therefore, fish freshness evaluation is made by microbial inspections, physical measurements, chemical measurements and sensory evaluation. In this context, this study aims to assess the freshness of the octopus, cachucho and hake marketed in Faro and octopus, cachucho and barracuda marketed in Luanda through physical, chemical and sensory methods, and to determine the chemical composition of such species and to compare the chemical composition of octopus and cachucho marketed in Faro and Luanda. Comparison of the specimens was taken by use of the *t-student* statistical analysis. On the basis of chemical analyses, it was possible to observe statistically significant differences between the chemical composition of species marketed in Faro and in Luanda. The parameter that differed most was the chloride content (0.5% vs. 1.00%) of cachucho marketed in Luanda and Faro and octopus (1.4% vs. 0.8%) of Luanda and Faro. The cachucho from Luanda showed higher protein content compared to cachucho in Faro (18.3% vs 14.4%). The physical-chemical and sensory analysis showed that the specimens were at high level of freshness. Statistical analysis Rho Spearman correlation showed that TBARS, CRA and  $a_w$  are highly correlated with the sensory attributes (odor, firmness and skin color), which means that these parameters are more suitable for the determination of freshness the species analyzed.

**Keywords:** nutritional composition, sensory analysis, fish freshness.

## ÍNDICE

Resumo.....	iii
Abstract.....	iv
Índice de Figuras.....	viii
Índice de Tabelas.....	ix
Lista de Abreviaturas.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Consumo do pescado e sua importância económica.....	1
1.1.1 Consumo de pescado em Portugal.....	3
1.1.2 Consumo de pescado em Angola.....	3
1.2 Caracterização das espécies em estudo.....	4
1.2.1 Pescada ( <i>Merluccius</i> spp.).....	4
1.2.2 Cachucho ( <i>Dentex</i> spp.).....	6
1.2.3 Polvo ( <i>Octopus vulgaris</i> ).....	7
1.2.4 Barracuda ou Bicuda-africana ( <i>Sphyaena guachancho</i> ).....	9
1.3 Composição química e nutricional das espécies.....	11
1.3.1 Água.....	12
1.3.2 Cinzas.....	12
1.3.3 Proteínas.....	13
1.3.4 Azoto não-proteico.....	14
1.3.5 Lípidos.....	15
1.3.6 Hidratos de Carbono.....	20
1.3.7 Efeito da Sazonalidade.....	20
1.4 Avaliação da qualidade e segurança do pescado.....	21
1.4.1 Alterações <i>post-mortem</i> do pescado.....	22
1.5 Método sensorial.....	24
1.6 Determinação da textura e da cor através de métodos instrumentais.....	26

1.6.1	Textura .....	26
1.6.2	Cor.....	29
1.7	Métodos físico-químicos .....	30
2.	OBJETIVOS .....	33
3.	MATERIAL E MÉTODOS .....	34
3.1	Amostragem e planejamento experimental .....	34
3.2	Análise sensorial.....	36
3.3	Determinações físicas e químicas.....	42
3.3.1	Humidade e cinzas .....	42
3.3.2	Capacidade de retenção da água (CRA).....	43
3.3.3	Atividade da água ( $a_w$ ) .....	43
3.3.4	Cor.....	43
3.3.5	Textura .....	44
3.3.6	Determinação do potencial hidrogeniônico (pH) .....	44
3.3.7	Proteína bruta .....	46
3.3.8	Teor de azoto básico volátil total (ABVT).....	47
3.3.9	Teor de matéria gorda livre .....	47
3.3.10	Teor em cloretos.....	48
3.3.11	Teor em substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) .....	48
3.3.12	Análise estatística.....	50
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	51
4.1	Composição nutricional.....	51
4.2	Parâmetros de qualidade e avaliação da frescura .....	60
4.2.1	pH.....	60
4.2.2	Atividade da água e Capacidade de retenção da água.....	61
4.2.3	Cor e Textura.....	62
4.2.4	Azoto básico volátil total.....	64

4.2.5	Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico .....	66
4.2.6	Análise sensorial .....	68
4.2.7	Corelação entre os parâmetros de degradação .....	73
5.	CONCLUSÕES .....	77
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Consumo <i>per capita</i> do pescado a nível mundial no período de 2008-2010.....	2
<b>Figura 2.</b> Espécie a) <i>M. capensis</i> e b) <i>M. merluccis</i> .....	5
<b>Figura 3.</b> <i>Dentex macrophthalmus</i> .....	7
<b>Figura 4.</b> Imagem de diferentes aspectos do <i>Octopus vulgaris</i> .....	8
<b>Figura 5.</b> Mapa de distribuição das espécies descritas em cima .....	9
<b>Figura 6.</b> Distribuição geográfica da espécie <i>Sphyræna guachancho</i> .....	10
<b>Figura 7.</b> Estrutura do ácido alfa linolénico e ácido linoleico.....	17
<b>Figura 8.</b> Estrutura dos ácidos gordos da família ómega-3 e ómega-6 .....	18
<b>Figura 9.</b> Alterações do pescado durante a conservação em gelo .....	24
<b>Figura 10.</b> Modelo CIE 1976 L* a* b* .....	30
<b>Figura 11.</b> Imagens das espécies analisadas.....	34
<b>Figura 12.</b> Espécimes de pescada, cachucho e polvo, acondicionados em gelo. ....	35
<b>Figura 13.</b> Procedimento para avaliação do cheiro e muco das branquias.....	41
<b>Figura 14.</b> Procedimento para avaliação do cheiro bucal e muco do polvo.....	41
<b>Figura 15.</b> Medição da cor do polvo .....	44
<b>Figura 16.</b> Imagem da medição da textura da a) amostra do tentáculo do polvo; b) pescada e c) cachucho.....	45
<b>Figura 17.</b> Determinação do pH do a) cachucho; b) polvo e c) pescada utilizando elétrodo para sólidos.....	45
<b>Figura 18.</b> Medidor de pH para líquidos .....	46
<b>Figura 19.</b> Composição química/nutricional (média ± desvio padrão) em termos de humidade, proteínas, lípidos, cloretos e teor em cinzas dos polvos analisados. ....	56
<b>Figura 20</b> Composição química/nutricional (média ± desvio padrão) em termos de humidade, proteínas, lípidos, cloretos e teor em cinzas dos cachuchos analisados. ....	58
<b>Figura 21.</b> Valores médios dos atributos de qualidade das espécies analisadas .....	69
<b>Figura 22.</b> Apreciação global da qualidade das espécies analisadas.....	71

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela I.</b> Avaliação da frescura dos peixes brancos. ....	27
<b>Tabela II.</b> Avaliação da frescura dos cefalópodes. ....	28
<b>Tabela III.</b> Avaliação do grau de frescura da pescada ( <i>Merluccius</i> spp.) pelo método do índice de qualidade.....	37
<b>Tabela IV.</b> Avaliação do grau de frescura do <i>Dentex macrophthalmus</i> pelo método do índice de qualidade.....	38
<b>Tabela V.</b> Avaliação do grau de frescura da pescada usada para a barracuda ( <i>Sphyræna guachancho</i> ) pelo método do índice de qualidade.....	39
<b>Tabela VI.</b> Avaliação do grau de frescura do polvo ( <i>Octopus vulgaris</i> ) pelo método do índice de qualidades (QIM).....	40
<b>Tabela VII.</b> Comprimento e peso dos espécimes analisados. ....	51
<b>Tabela VIII.</b> Composição química (em % média $\pm$ desvio padrão) das espécies analisadas em Faro e em Luanda. ....	52
<b>Tabela IX.</b> Valores (média $\pm$ desvio padrão) atividade da água (aW) e da capacidade de retenção da água (CRA) do pescado analisado .....	61
<b>Tabela X.</b> Valores (média $\pm$ desvio padrão) dos parametros da cor (sistema CIELab) de espécies comercializadas em Faro.....	63
<b>Tabela XI.</b> Resultados (média $\pm$ desvio padrão) do teor em ABVT (em mgN/100g). ....	65
<b>Tabela XII.</b> Valores (média $\pm$ desvio padrão) do teor em TBARS (em $\mu$ g MDA/g).....	66
<b>Tabela XIII.</b> Resultados da análise de correlação de Spearman entre parâmetros físico-químico e atributos sensoriais .....	74

## LISTA DE ABREVIATURAS

$\omega$  - Ómega

$\mu\text{g}$  - Micrograma

$\mu\text{L}$  - Microlitro

AA - Ácido ariquidónico

AGL - Ácido gama-linolénico

ALA -  $\alpha$ -linolénico

ATP - Trifosfato de adenosina

BHT - Hidroxitolueno butilado

CIE - Comissão Internacional *L'Eclairage*

DGPA - Direção Geral das Pescas e Aquicultura (Portugal)

DHA - Ácido docosahexanóico

dp – Desvio- padrão

EPA - Ácido eicosapentaenóico

EFSA - *European Food Safety Authority*

EU- União Europeia

FAO - *Food and Agriculture Organization of the United Nations*

INIP - Instituto Nacional de Investigação Pesqueira (Luanda, Angola)

ISSFAL - *International Society for Study of Fatty Acids and Lipids*

ISO - *International Organization for Standardization*

LA - Ácido linoleico

M - Molar

mM - Milimolar

MDA - Malondialdeído

MeHg - Metilmercúrio MUFA - Ácido gordo monoinsaturado

N - Normal

nm - Nanómetro

NP - Norma Portuguesa

NPN - Nitrogénio não-proteico

*p* - Nível de significância estatística observada

PCB- Policlorobifenilos

PUFA - Ácido gordo monoinsaturado

QIM – *Quality Index Method* (ou método do índice de qualidade)

SFA - Ácido gordo saturado

TBA - Ácido tiobarbitúrico

TCA - Ácido tricloroacético

TMA - Trimetilamina

TMAO - Óxido de trimetilamina

# 1. INTRODUÇÃO

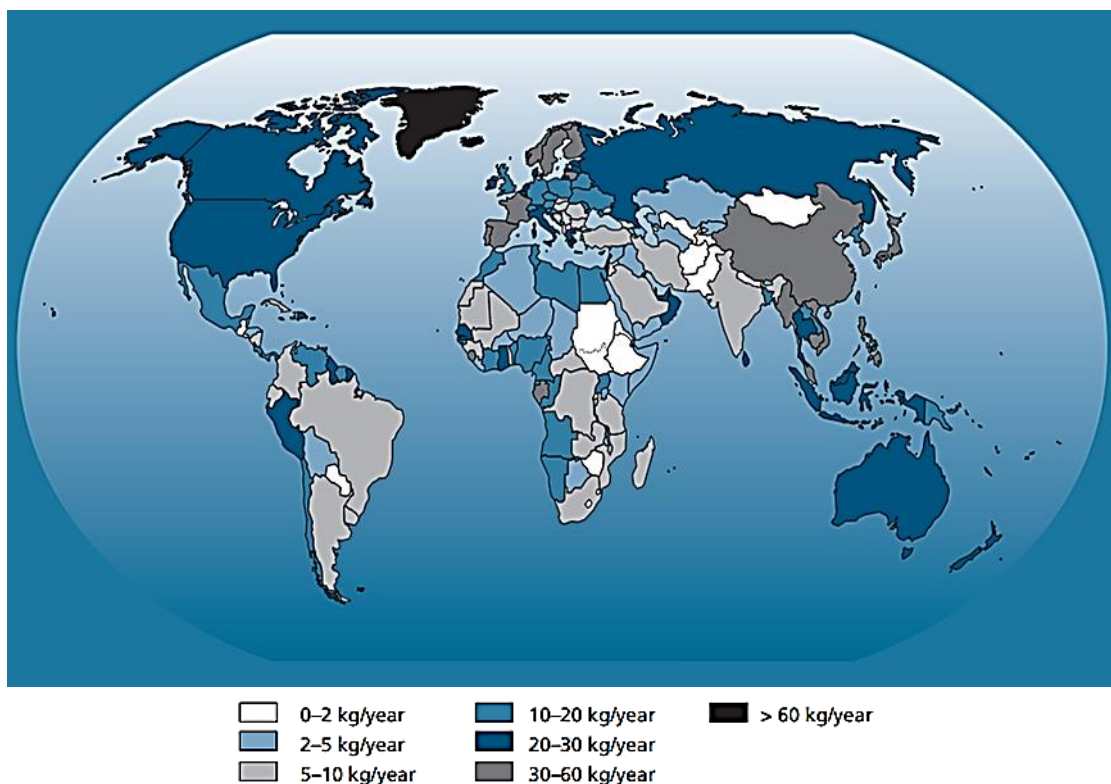
## 1.1 Consumo do pescado e sua importância económica

Nas últimas cinco décadas, a preocupação com o consumo de alimentos saudáveis como o pescado, tem crescido em larga escala por se destacar nutricionalmente de outros alimentos de origem animal e por ser uma fonte rica de proteínas com alto valor biológico. Possuem ainda aminoácidos essenciais, minerais, baixo teor de colesterol e são ricos em ácidos gordos essenciais, pelo que desempenham um importante papel no sistema de alimentação (FAO, 2014a; McManus et al., 2011).

A FAO (2014a) estima que em 2012, a produção pesqueira e produção aquícola a nível mundial foi de 158 milhões de toneladas, cerca de 10 milhões de toneladas a mais do que em 2010. Em 2009 as espécies pelágicas contribuíram cerca de 22% para o total de capturas, constituindo assim a maior parte das capturas mundiais. As grandes espécies pelágicas como o atum e o espadarte entre outras espécies similares contribuíram para 19% das capturas mundiais. Por outro lado, os peixes demersais contribuíram com cerca de 12% do total das capturas mundiais, aproximadamente 10,9 milhões de toneladas, os crustáceos com cerca de 6% e os moluscos com cerca de 7% (FAO, 2011).

O consumo direto de produtos da pesca utilizados na alimentação humana aumentou de 71% em 1980 para mais de 86% (cerca de 136 milhões de toneladas) em 2012. Segundo a FAO (2014a), o consumo mundial *per capita* de pescado médio aumentou em de 9,9 kg em 1960 para 19,2 kg em 2012. Este alimento representa hoje 17% da proteína consumida pela população mundial e 21,7 milhões de toneladas destinadas a usos não alimentares (FAO, 2011). O consumo anual *per capita* de pescado pode variar de menos de 1 kg em alguns países para mais de 100 kg em outros países (Figura 1). A título de exemplo, o consumo de peixe *per capita* na China aumentou de uma taxa média anual de 6,0 % no período de 1990-2010 para 35,1 kg em 2010 (FAO, 2014a).

Em alguns países densamente povoados, onde os níveis de ingestão de proteína total podem ser baixos, as proteínas de peixe podem ser consideradas um componente nutricional essencial. Segundo o relatório da FAO, a pesca e a aquacultura representam o sustento de 10 a 12% da população mundial desde os anos de 1990 (FAO, 2014a).



**Figura 1.** Consumo *per capita* de peixe a nível mundial no período 2008-2010 (FAO, 2014a).

A China tem sido responsável pela maior parte do crescimento da disponibilidade do peixe devido á sua grande expansão na produção de peixe, particularmente na aquicultura (FAO, 2014a). Estima-se que em 2030 a China será responsável por 37 % da produção total de peixe, sendo 17% provenientes de captura e 57% de produção aquícola (World & FAO, 2013).

Segundo a FAO, (2014a) com o crescimento da população e o aumento da procura de alimentos, as exportações de peixe tornaram-se uma importante fonte de divisas em muitos países, proporcionando um meio de subsistência para 540 milhões de pessoas, o que representa 8% da população mundial, atingindo assim cerca de 130 milhões de dólares em 2012.

Consequentemente, a pesca (vista como uma indústria/atividade extrativa) ultrapassou os seus limites sustentáveis o que conduziu á necessidade da gestão de pescas de forma a manter as capturas dentro dos limites estabelecidos. No entanto, o seu *deficit* tem sido suprido pelos produtos provenientes da aquicultura que por sua vez têm vindo a satisfazer grande parte da procura (FAO, 2009; FAO, 2011).

### 1.1.1 Consumo de pescado em Portugal

Portugal possui uma elevada diversidade de espécies marinhas mas tem uma abundância relativamente baixa de pescado por se situar numa zona de transição para ecossistemas mais quentes. A costa ocidental é caracterizada pela existência de fenómenos sazonais e afloramentos costeiros (*up-welling*) e pela influência das águas do Mediterrâneo, na costa algarvia, o que determina a diversidade de espécies e a abundância de pequenas espécies pelágicas (DGPA, 2007).

Portugal é um dos países da União Europeia mais *dependente* de pescado. O consumo *per capita* de pescado não está apenas relacionado com a pesca ou a disponibilidade de recursos marinhos, mas também com os hábitos alimentares. A pesca em Portugal para além de constituir uma das principais atividades económicas de muitas comunidades, funciona como um fator de fixação das populações existentes ao longo da costa que têm a pesca como a sua principal atividade e que apresentam dificuldades de diversificação profissional (DGPA, 2007).

De acordo com a *Direção Geral das Pescas e Aquicultura* (DGPA, 2007), o consumo *per capita* de produtos da pesca em Portugal aproxima-se dos 56 kg/ano, representando um consumo individual de cerca 160 g de pescado por dia, correspondente a mais de 32 % do total da dieta proteica animal diária por habitante. Os dados de 2008 revelam que Portugal é o país da União Europeia com o consumo *per capita* de pescado mais elevado, sendo o terceiro maior consumidor de pescado a nível mundial (FAO, 2010).

### 1.1.2 Consumo de pescado em Angola

A costa angolana tem 1650 km de comprimento, estende-se da província de Cabinda até a província do Namibe, tem fronteiras ao norte com a República Democrática do Congo e a República da Zâmbia, no leste, no sul com a República da Zâmbia e o Oceano Atlântico no oeste. É bastante rica em recursos pesqueiros, sendo considerada uma área de interesse por possuir uma elevada diversidade de espécies, tanto tropicais e subtropicais como espécies de águas temperadas (Kuedikuenda & Xavier, 2009).

A costa angolana possui duas correntes divergentes, as águas frias de Benguela que fluem para norte e a corrente quente de Angola que flui para sul, que criam uma corrente de ressurgência forte capaz de produzir condições favoráveis para a *produção primária* (plâncton)

capaz de suportar outros recursos marinhos, que atraem várias espécies entre elas a sardinha e o carapau, que são as duas principais espécies mais comercializadas em Angola (FAO, 2014b).

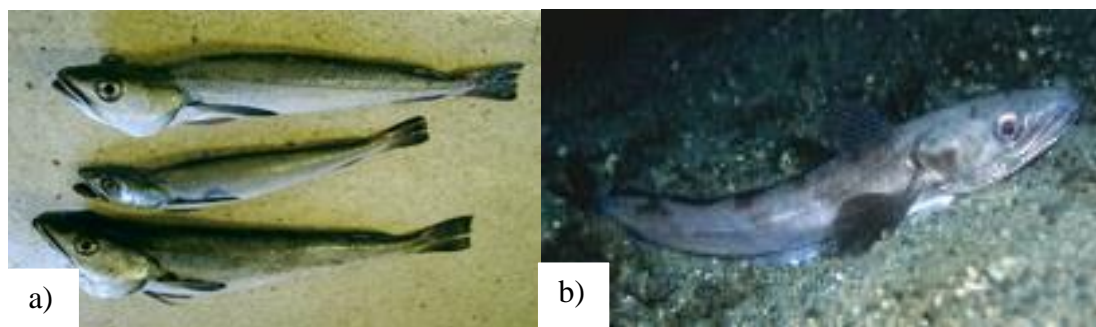
Este fenómeno de ressurgência determina ainda a riqueza de outras espécies pelágicas, cefalópodes e crustáceos (Gabriella, 1986). Desta forma, Angola é um dos países mais ricos de África em termos de recursos marinhos. Todavia, o consumo *per capita* de pescado é de cerca 14,2 kg/ano (FAO, 2014b).

De acordo com a FAO (2014b), em 2012 a pesca representou aproximadamente 1,7 % do Produto Interno Bruto (PIB) de Angola, permanecendo o terceiro sector mais importante para a economia nacional, depois da produção do petróleo e da mineração. Em 2012, foi estimada uma produção de 277.000 toneladas, das quais as espécies pelágicas representam cerca de metade. No entanto, as mudanças nas condições hidroclimáticas e a sobrepesca reduziram o potencial pesqueiro (FAO, 2014b).

## **1.2 Caracterização das espécies em estudo**

### **1.2.1 Pescada (*Merluccius* spp.)**

As espécies do género *Merluccius* (Figura 2), nomeadamente as pescadas, apresentam ampla distribuição mundial, sendo bastante consumidas em diferentes países. Estas espécies demersais podem ser encontradas ao longo do nordeste e sudeste do Oceano Atlântico, no Mar Mediterrâneo e no Mar Vermelho, ao longo do Oceano Pacífico Oriental e do Sul da Nova Zelândia, em regiões temperadas e subtropicais, sendo bastante apreciadas em Portugal e em Angola e consideradas importantes a nível económico (Abella et al., 2005; Cohen et al., 1990; Gordo et al., 2006; Murua & Michael, 2010).



**Figura 2.** Espécie a) *M. capensis* e b) *M. merluccius*<sup>1</sup>.

A pescada é classificada taxonomicamente da seguinte forma (Froese, 2015):

- **Classe:** Actinopterygii
- **Ordem:** Gadiforme
- **Família:** Merlucciidae
- **Género:** *Merluccius*

A espécie *M. merluccius* (Figura 2b) também conhecida como a Pescada do Atlântico ou Pescada Europeia, encontra-se amplamente distribuída no nordeste do Atlântico, no Mar Mediterrâneo e no norte do Golfo da Guiné sendo mais abundante nas ilhas Britânicas e no sul de Espanha (Figura 5) (Baixas-Nogueras et al., 2003a; Murua & Michael, 2010), e são encontradas num intervalo de profundidade de 30 e 1075 metros, geralmente a 70 - 400 metros (Kuedikuenda & Xavier, 2009). Trata-se de uma espécie predadora, com uma longevidade máxima de 20 anos, que se alimenta essencialmente de pequenos peixes, crustáceos e moluscos (Carpentieri et al., 2005). Em comparação com as outras espécies de *Merluccius* existentes é caracterizada por um corpo longo e magro, cabeça grande, sendo cerca de 25 – 30 % do comprimento do corpo (Cohen et al., 1990; Murua & Michael, 2010).

A Pescada Europeia pode ser encontrada juntamente com outras espécies de pescada como *M. senegalensis* e *M. cadenati* (Murua & Michael, 2010) visto que possui uma grande região de desova, que se estende ao longo de toda a margem ocidental da Europa, a partir de Portugal para o norte da Escócia e sul da Noruega e no mar Mediterrâneo. A *M. merluccius* é capturada para o consumo humano e em muitos países mediterrâneos incluindo a Espanha e Portugal, a

---

<sup>1</sup>

<http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?ID=30&genusname=Merluccius&speciesname=merluccius&AT=merluccius+merluccius&lang=English>

pescada encontra-se entre as mais populares espécies marinhas sendo normalmente vendida fresca em gelo (Triqui, 2006).

No Nordeste do Atlântico são encontradas algumas espécies como *Merluccius capensis* também conhecidas como Pescada do Cabo e *Merluccius polli*, consideradas as espécies do género *Merluccius* mais consumidas em Angola (Murua & Michael, 2010). Quando jovens se alimentam de crustáceos e pequenos peixes de águas profundas, enquanto os adultos se alimentam principalmente de pequenos carapaus e de pequenas pescadas (Kuedikuenda & Xavier, 2009).

*Merluccius capensis* encontra-se num intervalo de 50-1.000 metros de profundidade, mas quando juvenis são encontradas em zonas costeiras com profundidade geralmente inferior a 100 metros. Em adultos são encontrados em águas mais profundas entre 150-400 metros da costa, enquanto as *Merluccius polli* estão distribuídas num intervalo de 50-910 metros de profundidade (Gabriella, 1986).

### 1.2.2 Cachucho (*Dentex* spp.)

*Dentex macrophthalmus* (Figura 3) são peixes da família *Sparidae* que é comercialmente importante, abundante em águas com 30 a 500 metros de profundidade em fundos rochosos e arenosos no Mar Mediterrâneo e no Atlântico (Figura 5) (Gabriella, 1986; Potts et al., 2010).

Conhecida como Cachucho tanto em Portugal como em Angola, esta espécie é bastante abundante ao longo da costa de Marrocos e é uma das mais abundantes espécies demersais na região sul da costa Angolana. Está amplamente distribuída desde o norte de Angola até ao norte da Namíbia, com maiores concentrações na Baía do Tigre e na Baía de Benguela (Luana, 2015a; Potts et al., 2010). Devido á sua grande abundância, esta espécie tem sido alvo da pesca artesanal e industrial em muitos países. As explorações são mais intensas durante as migrações para desovas sazonais costeiras (Kilongo et al., 2007; Potts et al., 2010). As migrações sazonais de *D. macrophthalmus* acontecem entre a costa e as águas mais profundas, de acordo com as condições hidrográficas locais e o seu ciclo de vida (Gabriella, 1986). Segundo Kilongo et al., (2007), o cachucho alimenta-se principalmente de peixes, crustáceos, plâncton, cefalópodes, poliquetas e eufasidiáceos.

A sua classificação taxonómica (Luna, 2015a):

- Classe: *Actinopterygii*
- Ordem: *Perciformes*
- Família: *Sparidae*
- Género: *Dentex*
- Espécie: *Dentex macrophthalmus*



**Figura 3.** *Dentex macrophthalmus* (FAO)<sup>1</sup>.

### 1.2.3 Polvo (*Octopus vulgaris*)

A classificação taxonómica do polvo comum é (Sealifebase)<sup>2</sup>:

- **Classe:** Cephalopoda
- **Ordem:** Octopoda
- **Família:** Octopodidae
- **Género:** *Octopus*
- **Espécie:** *O. vulgaris*

---

<sup>1</sup> <http://www.fao.org/fishery/species/3181/en>

<sup>2</sup> <http://www.sealifebase.org/summary/octopus-vulgaris.html>



**Figura 4.** Imagens de diferentes aspectos do *Octopus vulgaris* (Fonte: Animal Pictures Archive<sup>1</sup>, Awesome ocean<sup>2</sup>).

A classe *Cephalopoda* é caracterizada por incluir espécies cujos indivíduos apresentam simetria bilateral do corpo, cabeça diferenciada, bolsa de tinta e um sistema nervoso bem desenvolvido. Em torno da boca possuem um conjunto de oito braços móveis e providos de ventosas como é o caso dos octópodes, ou oito braços e dois tentáculos com ou sem ventosas na extremidade que é mais volumosa, conhecidos como decápodes (Hanlon & Messenger, 1998).

O polvo-comum (Figura 4), possui uma cabeça distinta do corpo, oito braços cerca de quatro a cinco vezes maiores que o corpo, com o par dorsal um pouco mais curto que os restantes. Possui um sifão, abertura tubular que serve de passagem à água, atrás da cabeça, encontra-se o manto, que é uma estrutura musculosa que abriga todos os outros órgãos que serve como proteção para os órgãos e ajuda na respiração e contração (Hanlon & Messenger, 1998; Leonardo, 2010).

*O. vulgaris* é um animal carnívoro, cuja dieta alimentar é a base de várias espécies marinhas como crustáceos, peixes e moluscos (de Beer & Potts, 2013; Gabriella, 1986). Os polvos podem atingir um comprimento superior a 1,5 m e um peso total igual ou superior a 10 kg. Do ponto de vista comercial, os cefalópodes com maior interesse são os polvos, os chocos e as lulas. *O. vulgaris* é um dos cefalópodes mais estudados e mais conhecidos mundialmente, é considerado um animal cosmopolita por habitar tanto em águas tropicais e subtropicais como temperadas (Figura 5), sendo bastante consumido em muitos países. Normalmente encontra-se distribuído no Mar Mediterrâneo, no Oceano Atlântico, no Índico e no Pacífico (Hurtado et al., 1999; Leonardo, 2010; Rosa et al., 2002). É uma espécie que habita em águas rasas até uma

<sup>1</sup> <http://animal.memozee.com/view.php?tid=3&did=26846&lang=kr>

<sup>2</sup> <http://www.awesomeocean.com/2015/03/05/item-take-jail-octopus/>

profundidade de 200 metros sob diversos fundos de substratos, como fundos arenosos, rochosos e em recifes de corais (de Beer & Potts, 2013).

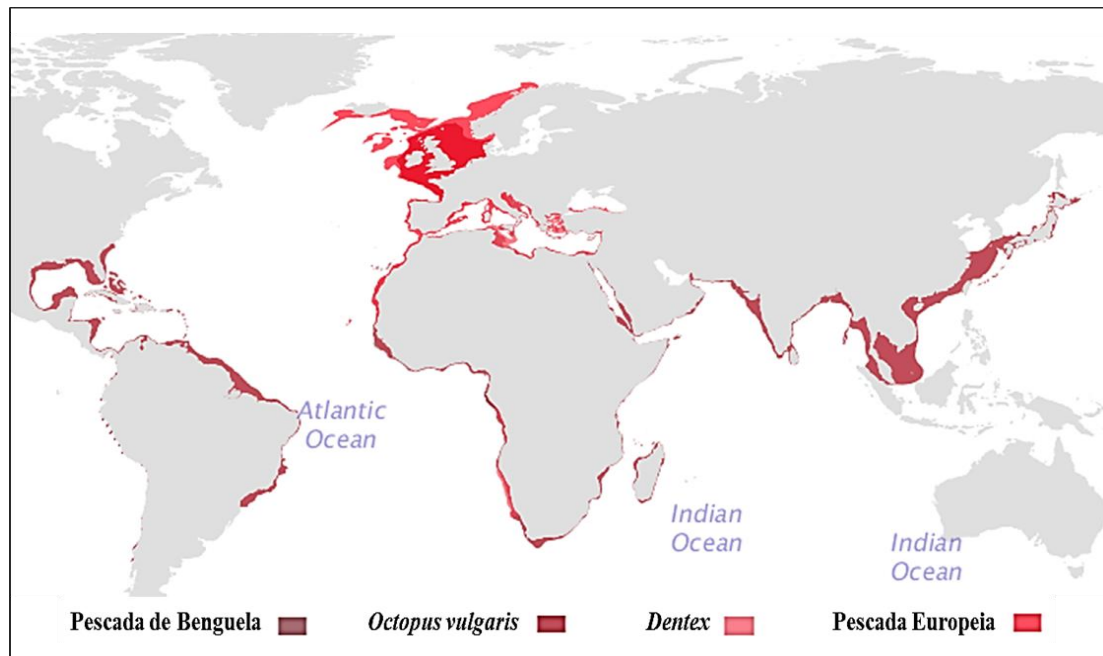


Figura 5. Mapa de distribuição das espécies descritas em cima (FAO, 2015)<sup>1</sup>.

#### 1.2.4 Barracuda ou Bicuda-africana (*Sphyraena guachancho*)

A espécie *Sphyraena guachancho*, vulgarmente conhecida em Luanda como barracuda ou pescada-bicuda (ou bicuda-africana em Portugal, de acordo com Fishbase<sup>2</sup>) são peixes alongados e finos, que podem alcançar 71 cm de comprimento e um peso de 1,8 kg. A espécie possui uma boca grande com dentes aguçados e as duas barbatanas dorsais separada uma da outra (Gabriella, 1986).

Taxonomicamente a espécie é classificada da seguinte forma (Luna, 2015b):

- **Classe:** *Actinopterygii*
- **Ordem:** *Perciformes*

<sup>1</sup> <http://www.fao.org/figis/geoserver/factsheets/species.html>

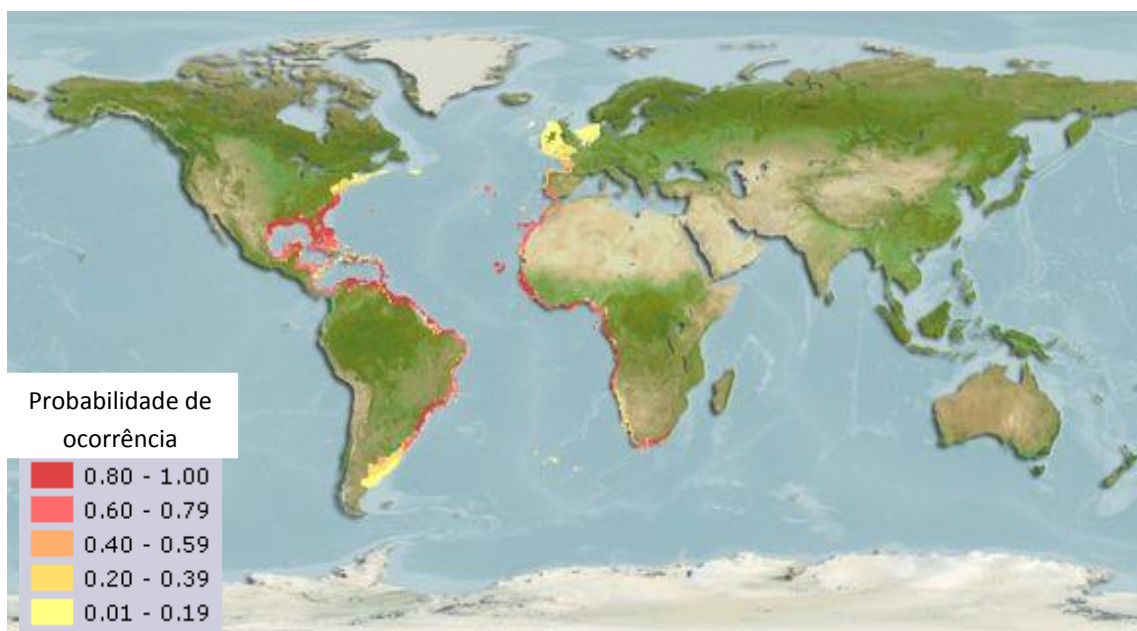
<sup>2</sup>

<http://www.fishbase.org/comnames/CommonNamesList.php?ID=1236&GenusName=Sphyraena&SpeciesName=guachancho&StockCode=1252>

- **Família:** *Sphyraenidae*
- **Gênero:** *Sphyraena*
- **Espécie:** *Sphyraena guachancho*

As barracudas formam cardumes em águas turvas sobre fundos lodosos junto da costa, em estuários e águas salobras. Vivem desde a superfície e até 100 metros de profundidade. Alimentam-se de pequenos peixes principalmente, pertencentes às famílias *Engraulidae*, *Clupeidae*, *Lutjanidae* e *Synodontidae*, de lulas da família *Loliginidae* e de camarões (Gabriella, 1986; Luana, 2015b).

*Sphyraena guachancho* é uma espécie pelágica que se encontra distribuída no norte do Golfo do México e em todo o Mar do Caribe, no Brasil, no Senegal, em Angola, nas ilhas Canárias e Cabo Verde (Luna, 2015b).



**Figura 6.** Distribuição geográfica da espécie *Sphyraena guachancho*<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>

<http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?ID=1236&genusname=Sphyraena&speciesname=guachancho&AT=sphyraena+guachancho&lang=English>

### 1.3 Composição química e nutricional das espécies

O pescado é um dos alimentos mais utilizados na dieta alimentar do Homem. Do ponto de vista da composição nutricional o pescado é um dos alimentos mais completos, devido à quantidade e qualidade dos nutrientes presentes, sendo um alimento ideal para uma dieta equilibrada e saudável quando livre de contaminantes (de Figueirêdo et al., 2010).

A carne do pescado é uma fonte rica em minerais, vitaminas, aminoácidos, possui uma elevada proporção de ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa como o ómega-3 e o ómega-6 e apresentam um baixo teor de colesterol (Jabeen & Chaudhry, 2011; Menezes et al., 2009)

Genericamente, a composição da componente edível do pescado varia entre 60-82% de humidade, aproximadamente 20% de proteína e a fração lipídica geralmente oscila ao longo do ciclo de vida de uma dada espécie (de <1% até 20%). Por outro lado, o teor em hidratos de carbono é baixo, varia de 0,3% a 1%, as cinzas representam 1 a 2% da massa edível e as substâncias nitrogenadas não-proteicas sem importância nutricional, mas com relevância para a deterioração não atingem 0,5% na carne do pescado fresco (Filho et al., 2010; Sartori & Amâncio, 2012; Soares & Gonçalves, 2012).

O conhecimento da composição química do pescado é um dos aspetos básicos para avaliar o seu valor nutricional e os benefícios associados ao seu consumo. Estes componentes são importantes, no que se refere às características físicas como a textura, a capacidade de amaciamento da carne e às qualidades organoléticas (Soares & Gonçalves, 2012). O pescado para além de ser um alimento de fácil digestão, quando consumido regularmente protege contra uma série de doenças, como doenças cardiovasculares, contribui para o desenvolvimento cerebral, combate doenças ósseas e a anemia devido a sua riqueza em ómega-3, proteínas, ferro, vitamina D, cálcio, e vitamina B<sub>12</sub>. No entanto, o consumo de pescado também apresenta riscos relacionados com a contaminação por metilmercúrio (MeHg) e outros compostos tóxicos como por exemplo os policlorobifenilos (PCB) (Amlund et al., 2007; Brunner et al., 2009).

Por outro lado, o pescado é um dos alimentos proteicos mais suscetível a autólise, oxidação e hidrólise de lípidos, visto que possui uma elevada atividade de água nos tecidos, um pH próximo da neutralidade e um alto teor de nutrientes. Durante o processo de deterioração ocorrem alterações das características organoléticas que por sua vez se refletem no nível de frescura ou na decomposição do pescado, causada pela atividade antimicrobiana resultante da presença de altos níveis de compostos nitrogenados no músculo (Baixas-Nogueras et al., 2003b).

### 1.3.1 Água

O pescado apresenta um elevado teor de humidade no músculo e a sua quantidade varia de espécie para espécie. O teor de água no músculo do pescado pode variar entre 60% e 82%, embora algumas espécies de águas profundas podem apresentar um teor de humidade de cerca de 90% (Afonso, 2009; Purwaamidjaja, 2010).

O teor de humidade varia na razão inversa do teor lipídico. Neste sentido, as espécies “magras” apresentam um teor de humidade superior ao das espécies “gordas”. Para a maior parte das espécies a soma destes dois constituintes é de cerca de 80 %, assim sendo uma espécie com um teor de humidade de 60 % indica um peixe com um teor lipídico elevado (peixe “gordo”), ao passo que um teor de humidade de 80 % indica uma espécie com um baixo teor lipídico (peixe “magro”) (Afonso, 2009).

A água presente no pescado pode-se apresentar sob a forma de moléculas livre ou ligada a um substrato. A quantidade de água livre que não se encontra comprometida com as moléculas constituintes do pescado, encontram-se disponível para reações. De facto, grande parte da quantidade de água presente no pescado está disponível, no sentido em que é favorável à proliferação microbiana e à ocorrência de reações químicas, maioritariamente de índole enzimática e degradativa (Abbas et al., 2009; Sikorski, 1990).

### 1.3.2 Cinzas

Os minerais como o ferro, o zinco, o manganês e o cobre presentes nos alimentos são essenciais e desempenham importante papel no sistema biológico. No entanto, em quantidades elevadas estes minerais podem produzir efeitos tóxicos, enquanto alguns minerais como o mercúrio, chumbo e cádmio são tóxicos mesmo em quantidades ínfimas (Nurnadia et al., 2013).

Os minerais presentes no pescado podem ser benéficos ou tóxicos para o ser humano. As cinzas do pescado são compostas por uma variedade de minerais (cálcio, ferro, zinco, potássio, selénio, cobalto, sódio, magnésio, manganês, fosforo, cobre e crómio), com o total a raramente ultrapassar 1-2 % do peso húmido da parte edível do pescado (Marques et al., 2010). No entanto, a concentração desses elementos é influenciada por uma série de fatores como as diferenças biológicas (idade, tamanho, espécie, sexo e maturidade sexual), fonte de alimentação, diferenças sazonais e as condições ambientais como a composição da água, temperatura, salinidade e ocorrência de contaminantes (Nurnadia et al., 2013).

O cálcio, o sódio, o potássio, o cloro, o ferro e o fósforo, são os mais importantes, enquanto os outros são necessários em quantidades mínimas. O déficit desses elementos nutricionais essenciais conduz a uma série de problemas tais como a redução de produtividade, a incapacidade do sangue para coagular, a osteoporose e a anemia entre outras (Fawole et al., 2007; Marques et al., 2010)

Os organismos marinhos absorvem os minerais da água e da sua dieta, depositando-os nos seus tecidos ósseos e órgãos. Estes minerais são responsáveis pela formação óssea, pela manutenção do sistema coloidal e na regulação do equilíbrio ácido-base e compostos biologicamente importantes como enzimas e hormonas, contribuindo desta forma para o crescimento dos peixes (Fawole et al., 2007; Watanabe et al., 1997). Devido a esta capacidade de absorção, os organismos marinhos são importantes fontes de elementos essenciais. Também são considerados bons bioindicadores de contaminação por metais pesados (elementos vestigiais) no meio marinho (Chi et al., 2007; Fawole et al., 2007).

Estes elementos são encontrados na natureza em quantidades mínimas, porém os efluentes gerados nas atividades industriais e agrícolas aumentam os níveis desses elementos no ambiente marinho. A contaminação por metais pesados pode causar uma série de problemas para a saúde humana, devido a sua toxicidade, bioacumulação, longa persistência e biomagnificação/bioamplificação na cadeia alimentar (Terra et al., 2008).

### 1.3.3 Proteínas

O músculo do pescado é constituído por vários grupos de proteínas. Essas proteínas são de alto valor nutritivo, por conterem um perfil completo de aminoácidos, principalmente de aminoácidos essenciais, fornecidos na dieta, como o triptofano, lisina, arginina, histidina, bem como os restantes aminoácidos não-essenciais (Huss, 1995; Murray & Burt, 2001). Para além da dieta alimentar, o teor de proteínas do pescado varia com a temperatura e a qualidade da água, bem como com a composição genética. Quando os níveis de gorduras e hidratos de carbono não são adequados, as proteínas podem ser usadas como fonte de energia e suporte de vida, ao invés de crescimento (Cho, 1983). A quantidade de proteína em peixes varia de espécie para espécie, geralmente entre 15% e 20%, embora existam algumas espécies que apresentam valores de proteínas mais extremos, como 28%, ou abaixo de 15% como por exemplo o pregado que pode conter 8,8% de proteína (Geicer & Borgstrom, 2012; Murray & Burt, 2001).

As proteínas do pescado têm uma digestibilidade bastante alta, acima de 95%, superior à da carne e do leite (de Oliveira & Amancio, 2012). Por serem fontes de lisina, metionina e cisteína, as proteínas presentes no músculo do pescado podem aumentar significativamente o valor de dietas à base de cereais usadas pelo homem, que são pobres nestes aminoácidos essenciais (Huss, 1995).

De acordo com as suas características físico-químicas, as proteínas presentes no músculo do pescado podem ser divididas em três grupos:

- Proteínas estruturais – actina, miosina, tropomiosina e actomiosina. Estas proteínas são solúveis em soluções salinas neutras de elevada força iónica e constituem 70 a 80% do total de proteínas do músculo do pescado.
- Proteínas sarcoplasmáticas – proteínas solúveis do sarcoplasma (globulina, enzimas e mioalbumina). As proteínas sarcoplasmáticas representam aproximadamente 25-30% da proteína total do músculo, são solúveis em soluções salinas neutras de baixa força iónica (<0,15 M) (Huss, 1995). Essas proteínas são na sua maioria enzimas que participam no metabolismo da célula, como a conversão de energia anaeróbica do glicogénio para ATP (Huss, 1995).
- Proteínas do tecido conjuntivo como por exemplo o colagénio; são proteínas que constituem cerca de 3% da proteína total em *Teleostei* (peixes ósseos) e aproximadamente 10% em *Elasmobranchii* (peixes cartilagíneos) (Huss, 1995). Estas existem em quantidades variadas e diferentes tipos de colagénio presentes em diferentes espécies podem ter uma influência sobre as propriedades texturais do músculo do peixe (Huss, 1995).

Para além da textura, as proteínas também influenciam outros atributos sensoriais do pescado como a cor e o sabor.

#### 1.3.4 Azoto não-proteico

O azoto ou nitrogénio não-proteico (NPN) no pescado varia entre 10 e 40% e constitui 9 a 18% do azoto total nos teleósteos. Os principais componentes desta fração são aminoácidos livres, pequenos péptidos, o óxido de trimetilamina (TMAO), trimetilamina, creatina,

creatinina, bases de purina, nucleótidos e a ureia no caso dos peixes cartilagosos (Huss, 1995). Esta fração pode representar de 0,5 a 10 % da parte comestível do pescado e variam não só de espécie para espécie mas também de acordo com o tamanho e a sazonalidade (Albuquerque et al., 2004; Huss, 1988).

Apesar dos seus baixos níveis, os constituintes da fração NPN desempenham um papel importante na qualidade do pescado, sendo utilizados para a determinação da frescura do pescado por ser a primeira fração a ser utilizada pelos microrganismos e servirem de fonte de energia para os mesmos (Albuquerque et al., 2004). O óxido de trimetilamina é um importante constituinte desta fração, encontra-se presente em muitas espécies de peixes, crustáceos e moluscos, sendo formado pela oxidação da trimetilamina durante o processo de deterioração dos produtos da pesca (Van Waard, 1988).

### 1.3.5 Lípidos

Os lípidos são biomoléculas orgânicas insolúveis em água, compostos por ácidos gordos e glicerol. Estas biomoléculas contribuem significativamente para a qualidade dos alimentos quer em termos nutricionais quer sensoriais. Tendo em conta os processos fisiológicos em que participam, os lípidos exercem um papel essencial na nutrição do animal e do Homem (Tocher, 2003). Por outro lado, desempenham um importante papel como fonte de energia para o animal durante a migração, reprodução e a fase de crescimento e são considerados fontes de ácidos gordos essenciais para o pescado (Sikorski & Kolakowska, 2010).

O teor lipídico é o parâmetro que mais variação apresenta na composição química do pescado. A composição de lípidos em pescado é influenciada por fatores endógenos e exógenos. A fração lipídica do produto da pesca pode variar entre 0,25% e 2,5% e dependendo da quantidade de lípidos armazenados na parte edível, o peixe pode ser classificado como “espécie magra” (normalmente espécies demersais), “semi-gorda” ou “gorda” (geralmente espécies pelágicas). Algumas espécies são denominadas “semi-gorda” por armazenarem lípidos em algumas partes do tecido ou por armazenarem lípidos em quantidades menores do que as espécies ditas “gordas” (Huss, 1995).

A deposição de lípidos no peixe ocorre, principalmente, no músculo e no fígado. As espécies magras acumulam as suas reservas lipídicas no fígado, maioritariamente sob a forma de triglicéridos e uma menor parte no músculo sob a forma de fosfolípidos, ao passo que as

espécies gordas as armazenam preferencialmente no tecido muscular. Por outro lado, algumas espécies por armazenarem quantidades muito elevadas de lípidos, depositam a gordura na cavidade abdominal e músculos responsáveis pelo movimento das barbatanas e da cauda (Huss, 1995).

Os lípidos têm relevância na qualidade do pescado por serem precursores de compostos aromáticos. Por exemplo, quando ocorre a oxidação dos ácidos gordos dá-se a produção de compostos voláteis que para além de conferirem um sabor a “ranço”, transmitem um cheiro desagradável ao pescado (Soares & Gonçalves, 2012).

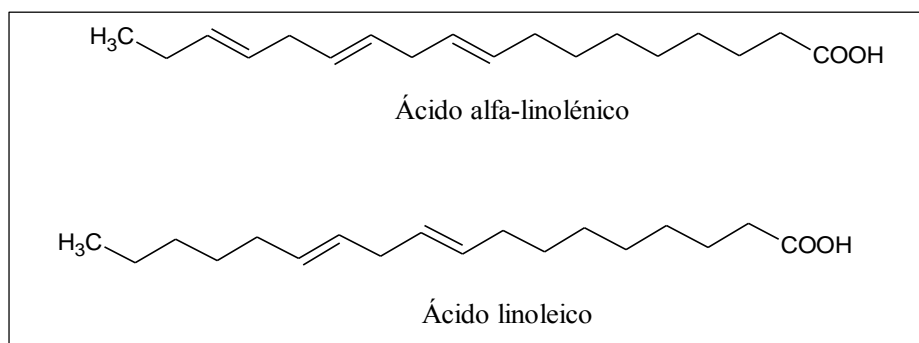
Os ácidos gordos são os principais precursores de lípidos e podem ser encontrados em óleos vegetais e em gordura animal. São caracterizados quimicamente por conterem um grupo carboxílico situado num extremo da molécula e um grupo alquilo não-funcional na extremidade oposta (R-COOH). Os ácidos gordos são divididos em três grupos:

- Ácidos gordos saturados (SFA na sigla em inglês) – ácidos que não possuem ligações duplas;
- Ácidos gordos monoinsaturados (MUFA na sigla em inglês) – contêm apenas uma ligação dupla;
- Ácidos gordos polinsaturados (PUFA na sigla em inglês) – possuem duas ou mais ligações duplas.

Os ácidos gordos desempenham um importante papel na dieta alimentar, conferindo uma série de benefícios. Os ácidos gordos essenciais exercem um papel importante na saúde humana, não são sintetizados pelo organismo e são adquiridos pela ingestão de certos alimentos, ao passo que os ácidos não-essenciais têm finalidades energéticas. Os principais ácidos gordos essenciais são:  $\alpha$ -linolénico (ALA na sigla em inglês – 18:3 $\omega$ 3) e ácidos linoleico (LA na sigla em inglês – 18:2 $\omega$ 6) (Figura 7), pertencentes às famílias ómega-6 ( $\omega$ 6 ou n-6) e ómega-3 ( $\omega$ 3 ou n-3) (Huss, 1995).

O pescado apresenta grande variedade de ácidos gordos saturados, monoinsaturados e polinsaturados. Os ácidos gordos saturados mais comuns no pescado são o ácido palmítico (16:0), esteárico (18:0) e mirístico (14:0). O ácido palmítico destaca-se em relação aos outros ácidos por se encontrar em maior percentagem (Huss, 1995).

Relativamente aos MUFA, os mais abundantes nos produtos da pesca são o ácido oleico (18:1 $\omega$ 9) e o ácido palmitoleico (16:1 $\omega$ 7) (Afonso, 2009).



**Figura 7.** Estrutura do ácido alfa linolénico e ácido linoleico.

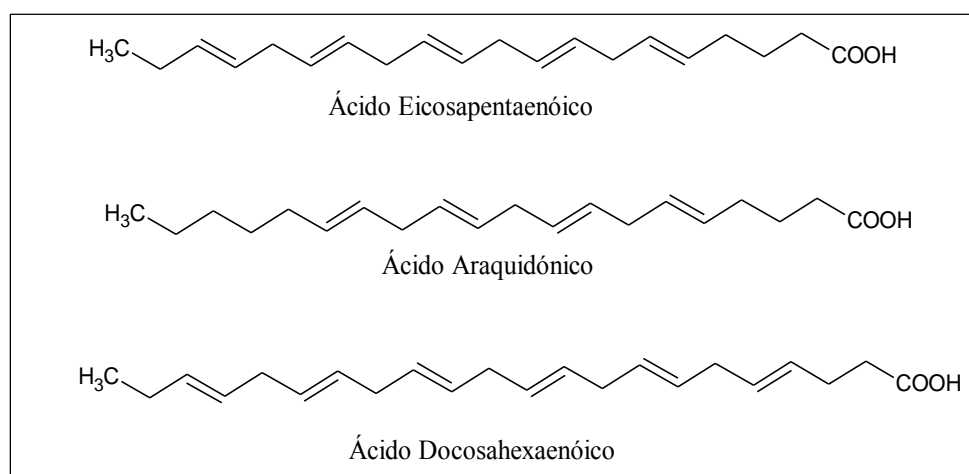
Segundo Huss (1995), a percentagem dos PUFA com quatro ou mais ligações duplas e com mais de vinte átomos de carbono é significativamente maior no pescado que nos produtos que contêm gordura vegetal ou outros animais. Mais de 40% dos lípidos existentes no peixe apresentam um teor de ácidos gordos insaturados de cadeia longa com 14 a 22 átomos de carbonos (Huss, 1995). A percentagem de ácidos gordos polinsaturados com quatro, cinco ou seis ligações duplas é ligeiramente maior nos ácidos gordos polinsaturados de lípidos de peixes marinhos, com aproximadamente 88% do que os lípidos de peixes de água doce com cerca de 70% (Huss, 1995; Justi et al., 2005).

A quantidade dos ácidos gordos presentes no pescado depende da sua dieta alimentar, uma vez que o número dos ácidos gordos biossintetizados não é significativo, podendo desta forma variar com a disponibilidade do alimento ingerido (Huss, 1995; Łuczyńska et al., 2012; Tocher, 2003).

Os ácidos ómega-3 e ómega-6 são gorduras polinsaturadas que desempenham um papel muito significativo na saúde humana e podem ser encontradas em peixes marinhos, peixes de água doce e em plantas (Martins et al., 2008). Segundo Almeida & Franco (2006), os peixes de água doce apresentam uma maior percentagem de ácidos gordos da família ómega-6, enquanto os peixes marinhos apresentam maior percentagem de ácidos gordos ómega-3.

O principal ácido gordo ómega-3, o ácido  $\alpha$ -linolenico é convertido pelo organismo em ácido eicosapentaenóico (EPA na sigla em inglês, C20: 5 $\omega$ -3) e ácido docosahexanóico (DHA na sigla em inglês, C22: 6 $\omega$ -3) (Figura 8) (Huss, 1995; Nazemroaya et al., 2009). Para o homem, as concentrações destes ácidos podem aumentar no plasma e nos tecidos, através da suplementação com óleo de peixe, previnem o aparecimento de várias doenças e melhoram o funcionamento do sistema nervoso e reprodutivo (Martins et al., 2008; Menezes et al., 2009;

Shirai et al., 2002). Os ácidos gordos ômega-3 reduzem a inflamação e ajudam na prevenção de certas doenças crônicas, como a artrite e doenças cardíacas, entre outras (Steffens & Wirth, 2005). Em contrapartida, a deficiência de ômega-3 no organismo pode provocar a diminuição de memória e de capacidades mentais, distúrbios de aprendizagem, batimento cardíaco irregular, sensação de formiguelo nos nervos, baixa visão, maior tendência para a formação de coágulos sanguíneos, diminuição da imunidade, aumento dos triglicerídeos, hipertensão, anorexia nervosa, hiperatividade, síndrome de *deficit* de atenção e urticária nas pernas (Burgess et al., 2000; Gebauer et al., 2006; Guiné & Henriques, 2011; Ruxton et al., 2004). No entanto, quando consumido em quantidades elevadas pode ocorrer a diminuição de triglicéridos e um aumento de colesterol (Guiné & Henriques, 2011). Para algumas pessoas com diabetes, a ingestão de ácidos gordos ômega-3 nos alimentos, sob a forma de suplementos com ácido docosahexaenóico e ácido eicosapentaenóico é benéfica na redução dos triglicerídeos e da pressão arterial. Por outro lado, a ingestão de ácido alfa-linolenico pode não ser benéfica para algumas pessoas diabéticas por não conseguirem converter o ácido alfa-linolenico em ácido docosahexaenóico e ácido eicosapentaenóico (Guiné & Henriques, 2011).



**Figura 8.** Estrutura dos ácidos gordos da família ômega-3 e ômega-6.

O principal ácido gordo ômega-6, o ácido linoleico é convertido pelo organismo em ácido gama-linolénico (AGL) e posteriormente em ariquidónico (AA) (Figura 8). Os AA são convertidos em ecosanóides, que são moléculas com 20 átomos de carbono, os quais atuam como modulares químicos em diversos processos biológicos de grande importância para o organismo (Calder, 2006). Os eicosanóides derivados dos ácidos gordos omega-3 são menos

aterogênicos e vasocontrativos que os eicosanóides provenientes dos ácidos gordos omega-6 (Vanek & Connor, 2007).

O consumo de alimentos com elevados teores de ácido ômega-3 e ômega-6 tem sido o foco da atenção de muitos cientistas e dos próprios consumidores, por possuírem determinadas características que tornam o seu consumo indispensável na prevenção e mitigação de várias doenças. Neste sentido, têm sido elaborados vários estudos acerca das doses recomendáveis de ingestão diária dos vários ácidos gordos, particularmente, através do consumo de pescado, para prevenção das doenças acima referidas.

Desta forma e compilando vários estudos, a *International Society for Study of Fatty Acids and Lipids* - uma organização científica internacional (ISSFAL) -, cujo objeto de estudo está relacionado com o efeito do consumo de lípidos e dos ácidos gordos na saúde pública, recomenda um consumo de EPA+DHA mínimo de 500 mg/dia de para a prevenção de doenças cardiovasculares (Cunnane et al., 2004);

A *European Food Safety Authority* da União Europeia (EFSA, 2005, 2012) recomenda um consumo de:

1. 250 mg/dia EPA+DHA para indivíduos saudáveis a fim de prevenir o aparecimento de doenças;
2. 100-200 mg/dia de DHA para as grávidas e lactantes, de forma a compensar perdas oxidativas do ácido docosaheptaenóico na dieta materna e a acumulação de ácido na gordura do corpo do feto/bebé;
3. 100 mg/dia de DHA para crianças de 7-24 meses;
4. O consumo diário de gorduras saturadas não deve exceder 10% da energia total assimilada e
5. Os lípidos insaturados devem constituir cerca de 70% do teor lipídico total ingerido.

O desequilíbrio entre os ácidos gordos omega-6 e omega-3 e a deficiência de ácidos gordos essenciais no organismo podem causar graves problemas de saúde, como ataques cardíacos, cancro, resistência à insulina, asma, lúpus, esquizofrenia, depressão, Alzheimer, depressão pós-parto, envelhecimento acelerado, acidente vascular cerebral, obesidade, diabetes e artrite, entre outros (Guiné & Henriques, 2011; Ruxton et al., 2004).

### 1.3.6 Hidratos de Carbono

Hidratos de carbono são compostos orgânicos constituídos por carbono, hidrogénio e oxigénio, que têm a função de servir como fonte de energia nos organismos vivos. Na biomassa de plantas os hidratos de carbono compõem três quartos mas estão presentes apenas em pequenas quantidades no corpo de animais e incluem moléculas como glicogénio, açúcares e seus derivados. No pescado encontram-se presentes em quantidades muito baixas, geralmente inferiores a 0,5% (Chow & Halver, 1980).

### 1.3.7 Efeito da Sazonalidade

O pescado contém vários constituintes químicos como água, proteína e outros compostos azotados, gordura, vitaminas, hidratos de carbono e cinzas que por sua vez apresentam um efeito importante sobre a composição corporal. Alguns destes constituintes como as proteínas, lípidos e hidratos de carbono fornecem a energia necessária durante a fase reprodutiva e em períodos de escassez de alimentos. A quantidade dos constituintes químicos varia de espécie para espécie e de acordo com a fase de maturação e ciclo reprodutivo, a localização geográfica, com o seu ciclo natural e sexo, entre outras (Tzikas et al., 2007; Venkataraman & Chari, 1951). Para além destes fatores a variação da temperatura da água ao longo do ano também influencia a composição química do músculo do pescado (Celik, 2008).

Os peixes podem estar sujeitos a períodos de fome por razões naturais ou fisiológicas como a migração e a desova ou por causa de fatores externos como a escassez de alimentos. Geralmente durante o período de desova ocorrem longas migrações que requerem elevados níveis de energia. Desta forma algumas espécies para além de utilizarem os lípidos para energia também utilizam as proteínas como fonte de energia. Quando as migrações são longas, as espécies esgotam as reservas de lípidos e de proteínas, o que conduz á redução da condição biológica, diminuindo as probabilidades de sobrevivência dos peixes, antes de chegarem aos lugares específicos de desova (Huss, 1995; Lloret et al., 2008). Após a desova os peixes retomam o comportamento alimentar e muitas vezes migram para encontrar fontes adequadas de alimentos. Durante o período de alimentação, dependendo do quanto foi esgotado, ocorre um aumento do teor de proteína no tecido muscular, e um rápido aumento do conteúdo lipídico (Huss, 1995).

Vários autores observaram que durante o ano vários organismos marinhos apresentam grandes variações no teor de gordura e composição de ácidos gordos. Nos peixes a composição dos ácidos gordos reflete a composição dos ácidos gordos presentes na sua alimentação; assim a dieta alimentar, a estação do ano e a localização são os principais fatores que mais afetam a composição dos ácidos gordos (Ozogul et al., 2008; Özyurt et al., 2006).

Em relação aos outros constituintes o teor de lípidos é o que mais oscila ao longo do ciclo de vida numa dada espécie, podendo atingir os valores mínimos durante o período de ovulação/gametogénese/pré-desova (Bandarra et al., 2001; de Oliveira & Amancio, 2012; Venkataraman & Chari, 1951).

#### **1.4 Avaliação da qualidade e segurança do pescado**

Nas últimas décadas tem aumentado a preocupação dos consumidores pelas questões relacionadas com os alimentos que consomem, tanto no que se refere á qualidade do produto bem como à segurança dos alimentos. Por esta razão, a segurança alimentar constitui uma das principais preocupações da indústria alimentar, que é evidenciada pela legislação aplicável para a qualidade dos alimentos nas várias etapas da cadeia de produção (Soares & Gonçalves, 2012; Vieira et al., 2011). As atuais questões da segurança alimentar resultam da potencial presença de perigos para a saúde pública nos alimentos cuja responsabilidade é principalmente das entidades oficiais e dos produtores. Os consumidores demonstram preocupação com os riscos associados à contaminação química ou microbiológica (Soares & Gonçalves, 2012).

Os produtos da pesca são alimentos altamente perecíveis devido às suas características intrínsecas e ao seu habitat natural. Genericamente a elevada atividade da água ( $a_w$ ), a natureza psicrófila da flora bacteriana, o pH próximo da neutralidade, o tipo de proteínas e o baixo teor de tecido conjuntivo promovem a ocorrência de um conjunto de alterações que rapidamente contribuem para sua desvalorização quer em termos de qualidade quer em termos económicos (Soares & Gonçalves, 2012).

Após a captura ocorrem algumas alterações no pescado, como a perda da elasticidade do músculo e a formação de compostos voláteis que ocorrem durante o armazenamento devido á atividade enzimática e bacteriana. Essas alterações devem-se aos processos bioquímicos que ocorrem após a morte do pescado (Macagnano et al., 2005). Essa diminuição da qualidade da carne do pescado é acompanhada pela diminuição da capacidade de retenção da água do músculo, visto que ocorrem mudanças nas propriedades funcionais do músculo do pescado

(Pacheco-Aguilar et al., 2003). A capacidade de retenção da água (CRA) é definida pela integridade da sua fração de proteínas miofibrilares. Estas proteínas podem ser afetadas pelas alterações *post-mortem* do pescado. Durante o processo de deterioração ocorre a quebra do óxido de trimetilamina por ação enzimática dando origem a dimetilamina (DMA) e formaldeído. O formaldeído, por ser extremamente reativo, forma ligações cruzadas com as proteínas miofibrilares, causando um endurecimento da textura e uma perda de capacidade de retenção de água (Haard & Simpson, 2000).

#### 1.4.1 Alterações *post-mortem* do pescado

Durante o processo de captura ocorre um aumento dos iões amónio no músculo do pescado e consequentemente a redução dos níveis de glicogénio. Assim sendo, depois da morte do pescado dá-se a diminuição do pH associada à formação do ácido láctico procedente da glicose e da hidrólise do ATP (Huss, 1995; Rehbein & Oehlenschlager, 2009). De acordo com Huss (1995), após a morte, o músculo do pescado apresenta-se flexível e elástico devido às quantidades apreciáveis de glicogénio, fosfocreatinina e adenosina 5'-trifosfato (ATP) presentes. Posteriormente ocorre a contração do músculo (*rigor mortis*) dada a formação do complexo actomiosina, provocada pela diminuição dos níveis de ATP e pelo aumento dos iões cálcio no sarcoplasma, provocando alterações nas propriedades das proteínas e consequentemente, o músculo torna-se duro, rígido e inextensível. Após algumas horas ocorre o amaciamento da carne, mas sem a elasticidade inicial, que continua durante o armazenamento. Essa última fase, denominada *post-rigor mortis*, é induzida pela atividade enzimática, sendo simultânea com as alterações autolíticas (Botta, 1995; de Almeida et al., 2005; Huss, 1995).

Tendo em conta que o músculo do pescado contém um nível de glicogénio relativamente baixo em comparação ao dos mamíferos, o pH apresenta uma maior queda em relação aos outros animais de abate. Desta forma, para espécies magras o pH de 6,9 a 7 decresce até 6,2 a 6,3, embora as espécies de carne escura como a cavala possam atingir valores mais baixos de aproximadamente 5,5 a 5,7 (Argenta, 2012). À medida que o pH diminui ocorre a desnaturação parcial das proteínas e a perda da capacidade de retenção da água das mesmas, sendo a textura, a cor e o sabor da carne afetados (Huss, 1995; Rehbein & Oehlenschlager, 2009). Durante a conservação do pescado dá-se o aumento gradual do pH, associado à formação de compostos voláteis, em particular compostos azotados que conferem um cheiro desagradável típico de pescado deteriorado, como resultado das reações autolíticas e bacterianas (Huss, 1995).

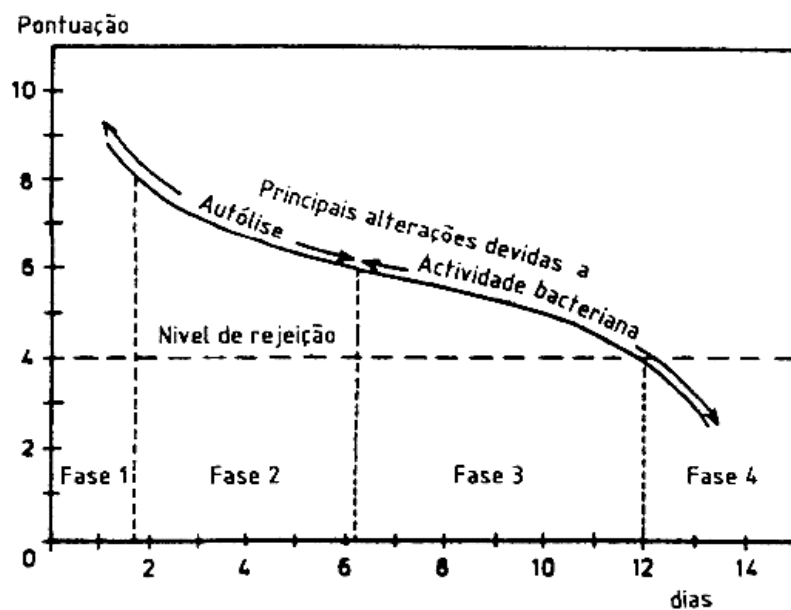
Por ação bacteriana, o óxido de trimetilamina (OTMA) pode ser transformada em trimetilamina (TMA) e por influência enzimática pode ser transformado em dimetilamina (DMA) ou em formaldeído (FA) (Esteves & Aníbal, 2007). O TMA e amónia são os principais componentes do azoto básico volátil total (ABVT) (usado como indicador químico da frescura do pescado) (Rehbein & Oehlenschlager, 2009).

Durante o armazenamento ocorrem outras alterações químicas que envolvem a oxidação lipídica do pescado. A fração lipídica pode sofrer reações de oxidação e hidrólise, que resultam na produção de substâncias como aldeídos, cetonas e outros produtos de polimerização responsáveis pela rancidez e por sabores desagradáveis (Esteves & Aníbal, 2007; Huss, 1995).

As alterações na qualidade do pescado são descritas por uma curva em forma de S como aquela apresentada na Figura 9. De acordo com Esteves & Aníbal (2007), as alterações acima descritas acontecem mais ou menos em simultâneo, mas são mais importantes em determinados períodos. Inicialmente, o processo de autólise é dominante enquanto a atividade bacteriana é mais importante no final.

A escala é numerada de 0 a 10, em que 10 indica frescura absoluta, 8 indica uma boa qualidade, 6 diz respeito a um peixe insípido e 4 corresponde ao nível de rejeição. O gráfico indica uma rápida degradação do peixe durante a 1ª fase, nas 2ª e 3ª fases a velocidade do processo de degradação é mais lenta e por fim observa-se uma velocidade mais elevada na 4ª fase, correspondente ao pescado impróprio para o consumo humano (Huss, 1995).

Tendo em conta a complexidade do processo de degradação do pescado, surgiu a necessidade de se utilizar a combinação de alguns métodos para avaliar a qualidade do produto da pesca, dependendo do objetivo. Portanto, a qualidade do pescado fresco é determinada através de métodos físicos, microbiológicos, químicos e sensoriais. O método sensorial é o mais utilizado devido à sua fácil execução e compreensão e não requerer a utilização de equipamentos/instrumentos de medida.



**Figura 9.** Alterações do pescado durante a conservação em gelo (Huss, 1997).

A avaliação do grau de frescura do pescado pelo método sensorial é feita com base em critérios subjetivos mediante exame organolético. No entanto, o método exige provadores treinados. Este método é o mais utilizado pelos consumidores mas também o mais usado pelos inspetores sanitários, pois fornece uma informação mais completa sobre o estado do pescado (Soares & Gonçalves, 2012).

Relativamente aos métodos físicos, químicos e microbiológicos apesar de serem bastante utilizados e objetivos revelam-se morosos, destrutivos e dispendiosos (Esteves & Aníbal, 2007; Soares & Gonçalves, 2012). Mais ainda, as análises microbiológicas permitem somente detetar a presença de microrganismos patogénicos e microrganismos indicadores de contaminação fecal mas não fornecem informação acerca da frescura do pescado (Soares & Gonçalves, 2012).

### 1.5 Método sensorial

A qualidade no pescado fresco é “facilmente” avaliada pelas características sensoriais. Geralmente, o pescado fresco deve apresentar-se íntegro, com odor de plantas marinhas, olhos brilhantes e convexos. No caso do peixe, deve apresentar escamas brilhantes bem aderentes à pele, curvatura natural do corpo, carne firme, de consistência elástica e cor característica da espécie e, caso seja possível avaliar, as vísceras íntegras e perfeitamente diferenciadas e a musculatura da parede intestinal não deve apresentar sinais de autólise (Nunes et al., 2007). Em

relação ao polvo deve possuir tentáculos firmes e uma espécie de película sobre as ventosas (Barbosa & Vaz-Pires, 2004).

As alterações sensoriais do pescado são facilmente percebidas após dias de armazenamento. Durante o processo de deterioração, ocorrem alterações nas características sensoriais do pescado como por exemplo: as escamas que se tornam opacas e se soltam facilmente, os olhos turvos com pupilas leitosas, as branquias mais descoradas ou escuras, a carne amolecida e sem elasticidade, a pele sem brilho, um cheiro desagradável; revelando-se impróprio para o consumo (Nunes et al., 2007).

A avaliação sensorial é um método fiável para analisar a frescura de alimentos, como o pescado, tendo em conta aspetos como a coloração e a aparência. É um método bastante utilizado nas indústrias pesqueiras, devido à rápida necessidade de avaliação de lotes de matérias-primas, bem como pela facilidade de execução. Este método apresenta ainda outras vantagens devido ao baixo custo, rapidez, não é destrutivo e é um método que está relacionado com os critérios de aceitação adotados pelos consumidores (Bekaert, 2006; Bernardi et al., 2013; Soares & Gonçalves, 2012).

Entre os métodos sensoriais mais utilizados para a análise da frescura do pescado, destaca-se o Método do Índice de Qualidade (Quality Index Method - QIM), por ser um método específico para cada espécie (Hyldig & Green-Petersen, 2004). O método foi desenvolvido em 1980 na *Tasmanian Food Research Unit* por Bremmer e colaboradores. O QIM foi desenvolvido, inicialmente, para peixe inteiro armazenado sob refrigeração, mas hoje em dia tem sido aplicado a filetes, peixe congelado e outros produtos (do Amaral & Freitas, 2013).

O QIM pretende estimar o grau de frescura e a qualidade do pescado, é um método rápido e eficiente para muitas espécies de peixes, que se baseia na avaliação objetiva dos principais atributos sensoriais de cada espécie de pescado como sejam a textura da pele, o aspeto dos olhos, o aspeto e odor das brânquias/guelras, etc., através de um sistema de pontos de demérito (0 a 3) (do Amaral & Freitas, 2013; Soares & Gonçalves, 2012).

Segundo Nunes et al. (2007), o método do índice de qualidade, foi desenvolvido como uma medida alternativa para ultrapassar as deficiências encontradas nas tabelas de avaliação sensorial da frescura do pescado em vigor na UE (Regulamento (CE) N.º 2406/96, de 26 de novembro de 1996) (Vaz-Pires & Barbosa, 2004), as quais fazem uso de três níveis de qualificação: E - extra, com alta qualidade; A - boa qualidade; B - satisfatória.

As tabelas foram criadas com base em grupos de produtos: peixes brancos e azuis, esqualos, cefalópodes e crustáceos. Aquele regulamento foi fixado para mais de 40 espécies, no entanto, existem ainda muitas outras, comercializadas nas lotas portuguesas, que não se encontram incluídas. Para além desta lacuna, existe outra relacionada com os descritores que constam nas tabelas, pois estes nem sempre são os mais adequados impedindo a descrição conveniente das alterações que ocorrem (Nunes et al., 2007). A título de exemplo, na tabela I e tabela II (pp. 27 e 28), encontram-se os esquemas preconizados pela União Europeia (UE) para peixes brancos e cefalópodes, respetivamente.

## **1.6 Determinação da textura e da cor através de métodos instrumentais**

Como foi acima descrito, o método sensorial é o processo comum e muito satisfatório para avaliação do grau de frescura do pescado. Embora este método tenha vindo a satisfazer a necessidade das avaliações da qualidade na indústria de pescado, várias outras técnicas têm sido introduzidas para a avaliação (quantitativa) dos parâmetros físicos, químicos e biológicos do pescado.

Desta forma, quando são usados os métodos químicos e físicos para avaliação da qualidade do pescado, a avaliação sensorial deve ser conduzida de forma a garantir que os resultados mostram uma boa concordância com os testes instrumentais (Alasalvar et al., 2001; Macagnano et al., 2005).

### **1.6.1 Textura**

A relação entre a textura e o grau de frescura é conhecida. A textura do peixe é um importante atributo de qualidade tanto para os consumidores como para os produtores. Este parâmetro é influenciado por vários fatores extrínsecos e intrínsecos como a idade, o tamanho, o estado nutricional, os métodos utilizados para a captura e varia de espécie para espécie (Huss, 1995; Hyldig & Nielsen, 2001).

Segundo Szczesniak (2002), a textura é definida como a manifestação sensorial e funcional das propriedades mecânicas, estruturais e de superfícies dos alimentos, detetada através dos sentidos como a visão, a audição, o toque e a cinestesia, sendo os mais comuns o toque e a pressão.

**Tabela I.** Avaliação da frescura dos peixes brancos (adap. Reg. (CE) No. 2406/96).

Critérios				
Categoria de frescura				
	Extra	A	B	Não admitidos <sup>(1)</sup>
<b>Pele</b>	Pigmentação viva e irisada (exceto para os cantarilhos) ou opalescente; sem coloração	Pigmentação viva mas sem brilho	Pigmentação baça e em vias de descoloração	Pigmentação baça <sup>(2)</sup>
<b>Muco cutâneo</b>	Aquoso, transparente	Ligeiramente turvo	Leitoso	Cinzento amarelado, opaco
<b>Olho</b>	Convexo; pupila negra viva; córnea transparente	Convexo e ligeiramente encovado; pupila negra e baça; córnea ligeiramente opalescente	Chato; córnea opalescente; pupila opaca	Côncavo no centro; pupila cinzenta; córnea leitosa <sup>(2)</sup>
<b>Branquias</b>	Cor viva; sem muco	Cor menos viva; muco transparente	Castanhas/cinzentas em descoloração; muco opaco e espesso	Amareladas; muco leitoso <sup>(2)</sup>
<b>Peritoneu (no peixe esviscerado)</b>	Liso; brilhante; difícil de separar da carne	Ligeiramente baço; pode ser separado da carne	Grumoso; bastante fácil de separar da carne	Descolado da carne <sup>(2)</sup>
<b>Cheiro das branquias e da cavidade abdominal (exceto solha ou patruça)</b>	A algas marinhas	Ausência de cheiro a algas marinhas; cheiro neutro	Fermentado ou ligeiramente acre	Acre <sup>(2)</sup>
<b>Solha ou patruça</b>	A óleo fresco; apimentado; cheiro a terra	A óleo; algas marinhas ou ligeiramente adocicado	A óleo; fermentado bafiento, ligeiramente rançoso	Acre <sup>(2)</sup>
<b>Carne</b>	Firme e elástica; superfície macia <sup>(3)</sup>	Menos elástica	Ligeiramente mole; menos elástica; superfície mole e baça	Mole flácida <sup>(2)</sup> ; escamas facilmente separáveis da pele superfície rugosa

<sup>(1)</sup> A coluna será apenas aplicável até ser adotada uma decisão da Comissão que fixe as características do peixe impróprio para o consumo humano, nos termos da diretiva 91/493/CEE do Concelho. <sup>(2)</sup> ou num estado de decomposição mais avançado. <sup>(3)</sup> O peixe fresco antes dos primeiros sintomas do *rigor mortis*, não se apresentará firme e elástico, sendo assim classificado na categoria extra.

**Tabela II.** Avaliação da frescura dos cefalópodes (adap. Reg. (CE) No. 2406/96).

	Critérios		
	Categoria de frescura		
	Extra	A	B
<b>Pele</b>	Pigmentação viva; pele aderente á carne	Pigmentação baça; pele aderente á carne	Descorada; facilmente descolada da carne
<b>Carne</b>	Muito firme; branca nacarada	Firme; banca de cal	Ligeiramente mole; branca rosada ou a amarelecer ligeiramente
<b>Tentáculos</b>	Resistente ao arranque	Resistente ao arranque	Mais fáceis de arrancar
<b>Cheiro</b>	Fresco; algas marinhas	Fraco ou nulo	Cheiro a tinta

A sua avaliação por meios sensoriais é difícil de se descrever porque resulta de vários parâmetros que cobrem cada impressão, desde que o peixe entra em contacto com a superfície da boca, até o momento em que é completamente triturado. Além disso, a estrutura muscular do pescado não é homogénea e pode provocar uma variação na medição da textura por meios instrumentais (Hyldig & Nielsen, 2001). Durante o armazenamento sob refrigeração ocorrem alterações estruturais no músculo do pescado. Os produtos da pesca tendem a ficar secos e duros devido às mudanças que ocorrem na redistribuição da água e na deformação das proteínas da fibra muscular (Olafsdottir et al., 2004).

A avaliação da textura, pressionando um dedo sobre o pescado e observando a reação da marca após a pressão é comum na indústria do pescado. Este é um método subjetivo e não “agradável” para os consumidores (Alasalvar et al., 2001).

A medição instrumental da textura pode ser usada para determinar as alterações estruturais do alimento. Os instrumentos utilizados, os texturómetros, encontram-se equipados com uma grande variedade de acessórios para os diferentes tipos de análises (Olafsdottir et al., 1997). Os diferentes parâmetros possíveis de avaliar, como sejam a compressão, a força de cisalhamento, a punção e a tensão são utilizados para medir e avaliar a textura do pescado. Estas técnicas avaliam a força, a inclinação, a deformação e a área sob a curva força-deformação. Embora a força seja o índice mais comumente usado na determinação da qualidade textural, as restantes variáveis são indicativas da dureza das amostras (Cheng et al., 2014). Entre estes parâmetros, a compressão e a força de cisalhamento são os mais recomendados para peixes frescos (Alasalvar et al., 2001).

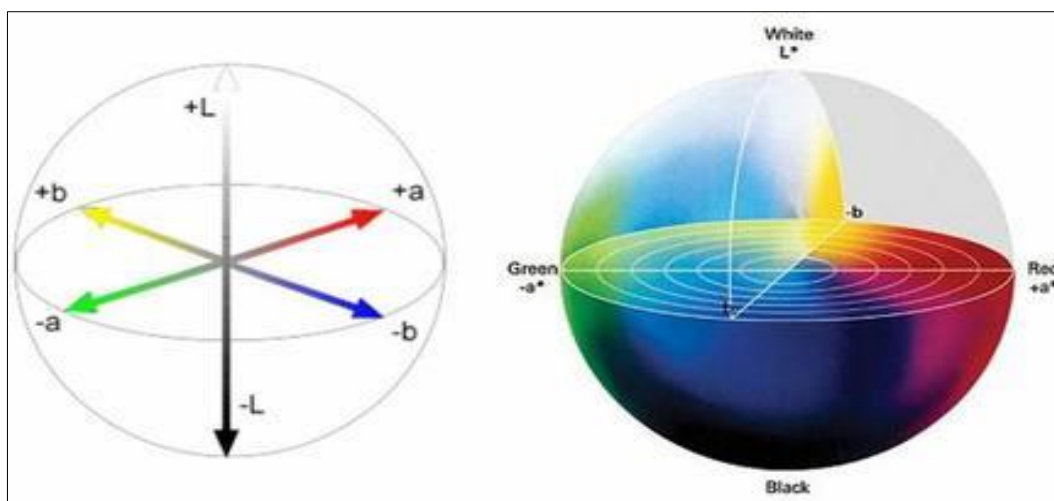
Em comparação com a avaliação sensorial foi provado que as medições da textura por métodos instrumentais são mais precisas, devido à redução da variação entre as medidas, alegadamente influenciada por fatores “humanos” (Cheng et al., 2014).

### 1.6.2 Cor

A qualidade dos produtos da pesca é (em boa parte) avaliada pela aparência visual, que inclui parâmetros mensuráveis como a cor (Huss, 1995). Os consumidores muitas vezes avaliam a qualidade inicial do produto pela sua cor e aparência. A cor dos produtos da pesca é um fator essencial pelo qual os consumidores avaliam a sua aceitação, uma vez que, a cor não é estável e muda com a diminuição da frescura.

Tal como a textura, outras propriedades como a aparência da pele, a aparência do muco, o cheiro e a cor estão relacionados com o tempo de armazenamento. As primeiras alterações sensoriais que aparecem no pescado durante o armazenamento estão relacionadas com a cor e a textura (Olafsdottir et al., 1997).

A medição instrumental da cor tornou-se um importante parâmetro para o controlo da qualidade nas indústrias alimentares. Existem vários sistemas de medição em uso. Segundo Schubring (2010), o primeiro sistema funcional para medição da cor, designado CIE 1931, foi desenvolvido pela *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE). O sistema de medição de cor CIE transforma o espectro de reflexão ou de transmissão de objetos num espaço de cor tridimensional, usando a distribuição da potência espectral do iluminante e a cor de correspondência de funções dos observadores-padrão. Todavia, o sistema de medição de cor original não é visualmente uniforme. A versão mais recente, CIE  $L^* a^* b^*$  (também conhecido como CIELab) partilha com o sistema de Hunter (HunterLab®), a importância em termos de aplicação industrial. As coordenadas  $L^* a^* b^*$  são usadas para definir as posições de todas as cores no espaço de cor (Olafsdottir et al., 1997). Neste sistema, o  $L^*$  indica a luminosidade numa escala de 0-100 (do preto para o branco); o  $a^*$  (+) vermelho e (-) verde; o  $b^*$  (+) amarelo e (-) azul (Figura 10) (Olafsdottir et al., 2004). Os valores da cor são medidos pelo método colorimétrico ou espectrofotométrico envolvendo a luz refletida de uma superfície da amostra (Kong et al., 2007).



**Figura 10.** Modelo CIE 1976 L\* a\* b\* (Fonte: Memória gráfica<sup>1</sup>).

### 1.7 Métodos físico-químicos

Os métodos físico-químicos são utilizados para monitorizar o grau de frescura/nível de qualidade e quantificar os compostos formados durante o processo de degradação do pescado. Estes métodos baseiam-se na determinação de compostos gerados pelas mudanças dos componentes do músculo, catalisadas por enzimas endógenas ou exógenas e produzidas pela proliferação dos microrganismos.

Durante o processo de degradação, ocorrem alterações das propriedades físico-químicas do músculo do pescado, que se devem a um conjunto de fenómenos que interferem no catabolismo dos nucleótidos, no valor do pH, na degradação de proteínas, de aminoácidos livres e de lípidos, que favorecem a formação de compostos indesejáveis como os compostos azotados voláteis, nomeadamente a histamina, a cadaverina e a putrescina entre outras (Savay et al., 2008).

A intensidade com que se desenvolvem as alterações físico-químicas do pescado depende da espécie e da sua manipulação, que vai desde a captura ao processamento e comercialização (Soares & Gonçalves, 2012).

Estudos relatam que a perda da qualidade do pescado é causada principalmente pelas mudanças autolíticas, originadas após a captura e o fim da etapa *rigor mortis*. Após esta fase são formados os compostos da fase *pós-rigor*, produzidos pela atividade microbiana, a qual

<sup>1</sup> <http://www.memoriagrafica.com/5/post/2011/02/modelo-cie-1976-lab.html>

pode ser controlada até certo ponto pela aplicação de processos tecnológicos (Savay et al., 2008).

Após a morte do pescado ocorrem alguns fenômenos bioquímicos que resultam da formação de ácido láctico e conseqüentemente contribuem para a redução do pH. Por outro lado, os níveis de glicogênio presente inicialmente no músculo, o estado nutricional, a condição física e o estresse antes da morte têm efeito nos níveis de glicogênio armazenado e por conseguinte, no pH final do músculo após a morte (Huss, 1995).

Desta forma, a determinação do valor de pH no músculo do peixe permite obter uma importante informação acerca da sua condição, sendo que à medida que o pH diminui, ocorre a desnaturação parcial das proteínas e estas perdem a capacidade de retenção da água, o que afeta a textura do músculo (Huss, 1995).

Ao longo do armazenamento o pH pode aumentar gradualmente devido à formação de compostos azotados, resultantes das reações autolíticas e bacterianas (Huss, 1995). No entanto, alguns autores consideram que o pH não é um índice seguro para avaliação do grau de frescura do pescado, devido à variação que existe entre amostras e pela ocorrência de ciclos de flutuações durante os períodos de armazenamento (Soares & Gonçalves, 2012).

A quantidade de substâncias azotadas disponíveis nos músculos sob a forma de aminoácidos livres, de óxido de trimetilamina, ou de peptídeos simples, como anserina, glutatona, taurina e creatina, desempenham um importante papel no aparecimento de outros compostos de degradação, visto que, a presença destas substâncias constitui o ponto de partida fundamental para a atividade dos microrganismos (Soares & Gonçalves, 2012).

De acordo com o Regulamento (CE) Nº 2074/2005 de 5 de Dezembro de 2005, a determinação do teor de azoto básico volátil total (ABVT), é um dos controlos químicos utilizados para evitar a comercialização dos produtos da pesca impróprios para o consumo humano. O ABVT tem sido utilizado para estimar o grau de frescura do pescado. Em pescado fresco, o teor de ABVT encontra-se entre 5 e 10 mg N 100 g<sup>-1</sup> de músculo; com um estado de frescura razoável, o ABVT do pescado pode variar entre 15 e 25 mg N 100 g<sup>-1</sup>. No início da putrefação, o teor de ABVT atinge os 30-40 mg N 100g<sup>-1</sup>, podendo ultrapassar 50 mg N 100g<sup>-1</sup> quando o produto se encontra bastante deteriorado (Savay et al., 2008).

O índice do ácido tiobarbitúrico (do Inglês *thiobarbituric acid reactive substances*, ou TBARS) também é considerado um indicador de avaliação da frescura do pescado, visto que é

um método utilizado na determinação do nível da oxidação lipídica em produtos alimentares. Este método é um indicador da formação de compostos secundários provenientes da oxidação lipídica (Pokorny & Dieffenbacher, 1989).

O pescado é um alimento que possui um alto teor de ácidos gordos polinsaturados, muito suscetíveis à oxidação, que provocam alterações nas características organolépticas que refletem o nível de frescura do mesmo (Soares & Gonçalves, 2012). O processo de oxidação dos ácidos gordos dá-se em duas etapas. Primeiro ocorre a oxidação primária em que os produtos formados são hidroperóxidos de lípidos e podem ser detetados por métodos químicos (Huss, 1995). Os produtos primários quebram-se facilmente dando origem a outros produtos. Os produtos formados nesta oxidação secundária são os aldeídos, as cetonas, os ácidos gordos de cadeia curta entre outros, que produzem um sabor e odor desagradável, afetam a textura e conferem um carácter duvidoso ao pescado (Abbas et al., 2008; Huss, 1995). Alguns dos produtos da oxidação secundária como os aldeídos reagem com o ácido tiobarbitúrico, ocorrendo a formação de um produto colorido avermelhado que pode ser determinada espectrofotometricamente. Os resultados são expressos em termos do padrão dialdeído e apresentados como micromoles de malondialdeído presentes em 1 grama de gordura (Huss, 1995) ou como quantidade de malondialdeído (mol ou  $\mu\text{g}$ ) em relação à quantidade de tecido analisado. Os produtos da pesca com teor em TBARS acima de 1-2  $\mu\text{mol}$  MDA-equivalentes por g de gordura ou acima de 10  $\mu\text{mol}$  MDA-equivalentes por 1 kg de pescado terão provavelmente sabor rançoso (Connel, 1975 e Ke et al., citado por Huss, 1995).

## 2. OBJETIVOS

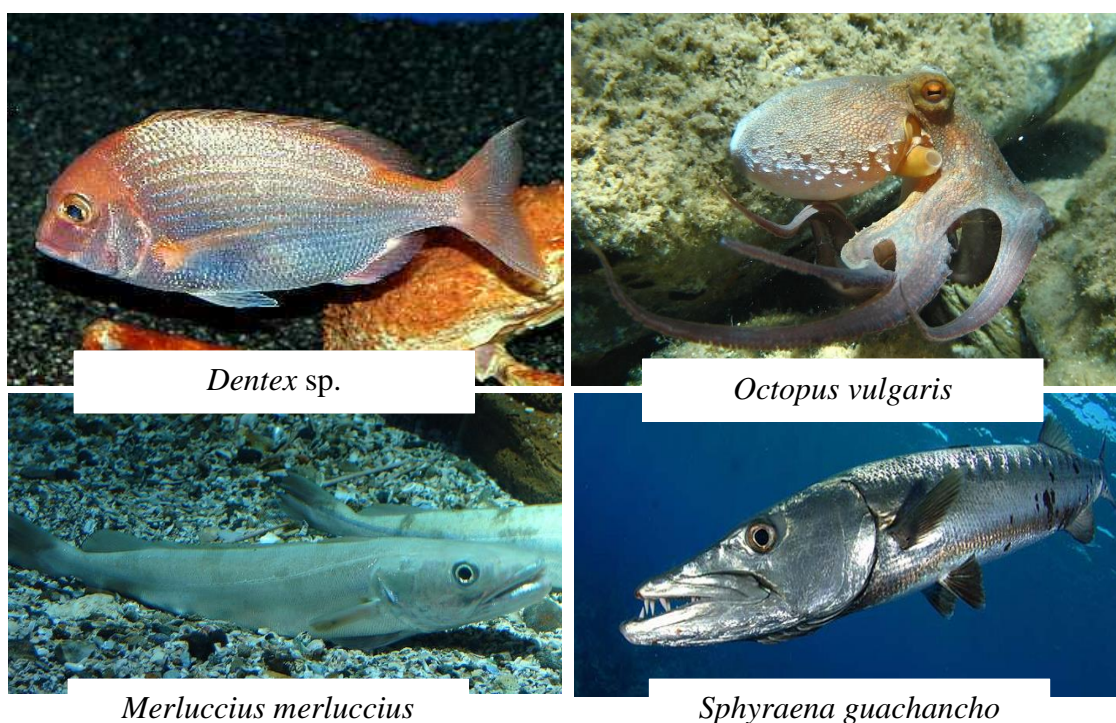
Este trabalho teve como principais objetivos:

- Descrever a composição nutricional de polvo (*Octopus vulgaris*), de cachucho (*Dentex* sp.), de pescada (*Merluccius merluccius*) e de barracuda (*Sphyraena guachancho*) comercializados em Faro e/ou Luanda;
- Avaliar, em termos físico-químicos e sensoriais, a qualidade daquelas espécies em Faro e/ou Luanda; e
- Comparar a composição nutricional e os indicadores de qualidade de cachucho e polvo comercializados em Faro e Luanda.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Amostragem e planeamento experimental

Foram analisadas quatro espécies de pescado comercializadas no sul de Portugal (Faro) e/ou Angola (Luanda): duas espécies demersais, a pescada (*Merluccius merluccius*) e o cachucho (*Dentex macrophthalmus*), um cefalópode, o polvo (*Octopus vulgaris*), e uma espécie pelágica, a barracuda (*Sphyraena guachancho*) (Figura 11). De acordo com as informações constantes dos rótulos e/ou dos fornecedores, as amostras utilizadas neste estudo foram capturadas em duas regiões distintas, na Costa Angolana e na Costa Portuguesa.



**Figura 11.** Imagens das espécies analisadas (Fonte: Rho<sup>1</sup>; Animal Pictures Archive<sup>2</sup>; Aquarium Finisterrae<sup>3</sup> e Metropolitan Oceanic<sup>4</sup>).

O estudo foi realizado em duas etapas, a primeira no Laboratório de Química do Departamento de Engenharia Alimentar do Instituto Superior de Engenharia da Universidade

<sup>1</sup> <http://diving.tank.jp/sports/fish/4actinopterygii/2neopterygii/27suzuki/37tai/37tai.htm>

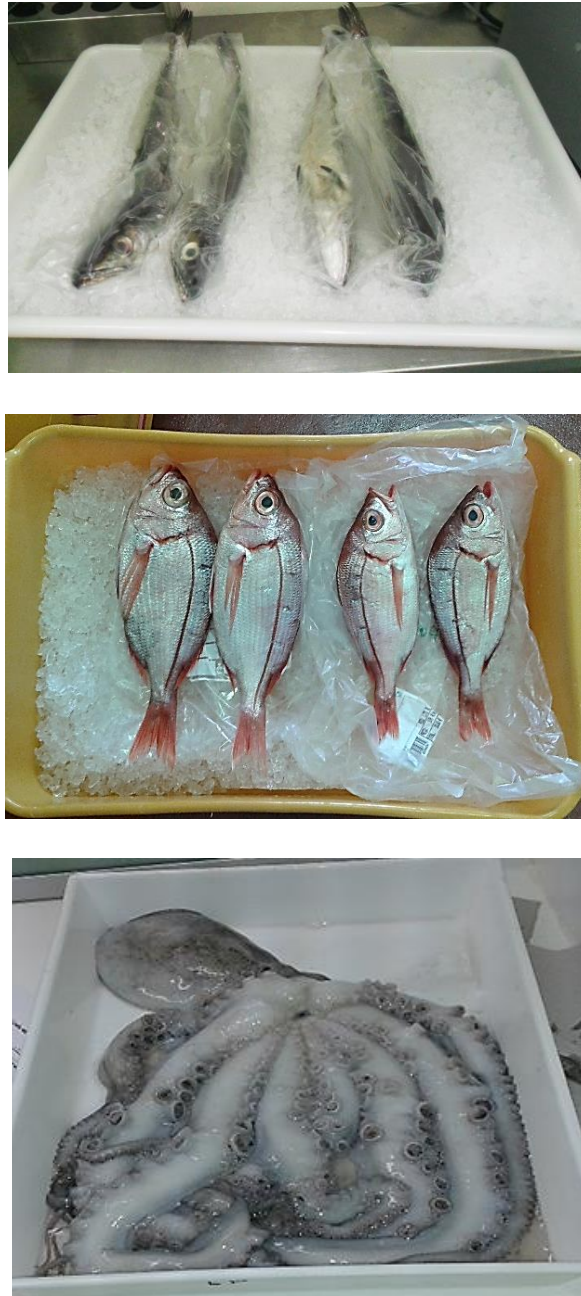
<sup>2</sup> <http://animal.memozee.com/view.php?tid=3&did=26846&lang=kr>

<sup>3</sup> [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Merluccius\\_merluccius.002\\_-\\_Aquarium\\_Finisterrae.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Merluccius_merluccius.002_-_Aquarium_Finisterrae.JPG)

<sup>4</sup> <http://www.svsu.edu/~tkschult/moia/great-barracuda.html>

do Algarve e a segunda no Laboratório de Físico-Química do Departamento de Controlo de Qualidade do Instituto Nacional de Investigação Pesqueira de Luanda (INIP).

Os espécimes analisados foram adquiridos no circuito comercial e transportados para o laboratório onde foram mantidos refrigerados em gelo (Figura 12). No laboratório, as amostras frescas foram identificadas relativamente à espécie, sujeitas a registo do peso total ( $\pm 0,1$  g) e/ou do comprimento total ( $\pm 0,1$  cm).



**Figura 12.** Espécimes de pescada, cachucho e polvo, acondicionados em gelo.

Para o estudo comparativo das características físico-químicas e sensoriais do polvo, da pescada, do cachucho e da barracuda comercializados em Faro e/ou Luanda, avaliaram-se os espécimes do ponto de vista sensorial e determinando parâmetros relacionados com a composição nutricional (humidade, cinzas, teor em proteínas, teor lipídico e teor de cloretos) e com a frescura/qualidade e deterioração (pH,  $a_w$ , CRA, ABVT, TBARS) que se descrevem adiante.

Para a avaliação sensorial do grau de frescura, para a medição da cor e para a determinação da textura (dureza), utilizaram-se espécimes inteiros. Para a realização das restantes análises físico-químicas, os espécimes foram previamente lavados, preparados sob a forma de filetes e posteriormente, triturados.

### **3.2 Análise sensorial**

Em Faro a análise sensorial foi realizada por um painel de provadores, formado por 24 pessoas experientes cooptados entre os docentes, funcionários e alunos de graduação do Departamento de Engenharia Alimentar, em sala de provas especificamente projetada para este fim de acordo com a NP 4258:1993 e ISO 8589:2007, e em Luanda foi realizado por um painel de provadores, formado por 14 pessoas não experientes entre os técnicos de biologia, química e microbiologia do Departamento de Controlo de Qualidade dos Produtos da Pesca, numa sala não projetada de acordo com a NP 4258:1993 e ISO 8589:2007, contudo, foram criadas condições para este fim.

A avaliação da frescura seguiu o Método do Índice de Qualidade (ou QIM) e baseou-se nos atributos que melhor definem as alterações que ocorrem no pescado, como por exemplo o aspeto geral (pele, firmeza da carne e coloração do abdómen), forma dos olhos, características da pupila e da córnea, cor, cheiro e a presença de muco nas branquias ou da região bocal no caso do polvo. Foram selecionados para cada atributo de qualidade dois a quatro descritores, que melhor indicam as alterações ocorridas. De acordo com o QIM, a cada descritor é atribuída uma pontuação de ponto de demérito, que varia entre zero e três. O grau de frescura do pescado é determinado através da soma dos pontos de demérito atribuídos. Os descritores correspondentes ao estado de maior frescura são pontuados com zero e os de menor estado de frescura são pontuados com dois ou três.

Para a avaliação sensorial da pescada foi utilizado o esquema QIM descrito por Nunes et al. (2007) (Tabela III). Para o polvo utilizou-se o esquema desenvolvido por Vaz-Pires & Barbosa

(2004) (Tabela VI). Para o cachucho e para a barracuda, utilizaram-se esquemas QIM adaptados daqueles propostos para a dourada e para a pescada, respetivamente, descritos por Nunes et al. (2007) (Tabelas IV e V).

**Tabela III.** Avaliação do grau de frescura da pescada (*Merluccius spp.*) pelo método do índice de qualidade (Nunes et al., 2007).

Atributos de qualidade		Descritores	Pontos de demérito
Aspeto geral	Pele	Cinzenta Brilhante;	0 ( )
		Cinzenta menos brilhante;	1 ( )
		Cinzenta descorada;	2 ( )
	Firmeza da carne (observada na zona dorsal)	Firme elástica;	0 ( )
		Firme menos elástica;	1 ( )
		Branda;	2 ( )
	Mole	3 ( )	
Olhos	Córnea	Transparente, brilhante;	0 ( )
		Ligeiramente opalescente (branco leitoso);	1 ( )
		Opaca;	2 ( )
		Opaca ensanguentada	3 ( )
	Pupilas	Negra brilhante;	0 ( )
		Negra acinzentada, menos brilhante;	1 ( )
		Negra acinzentada (tipo catarata);	2 ( )
		Cinzenta esbranquiçada	3 ( )
	Forma	Plana;	0 ( )
Ligeiramente afundada;		1 ( )	
Afundada		2 ( )	
Brânquias (Guelras)	Cor	Vermelha brilhante;	0 ( )
		Vermelha descorada;	1 ( )
		Vermelha acastanhada	2 ( )
	Muco	Nenhum, pouco;	0 ( )
		Ligeiramente opaco;	1 ( )
		Opaco, espesso	2 ( )
	Cheiro	Fresco, a algas;	0 ( )
		Neutro;	1 ( )
		Ligeiramente acre, afrutado	2 ( )
<b>Índice de qualidade (total de pontos de demérito)</b>			<b>0-19</b>

**Tabela IV.** Avaliação do grau de frescura de cachucho (*Dentex macrophthalmus*) pelo método do índice de qualidade, adaptado de Nunes et al. (2007).

Atributos de qualidade		Descritores	Pontos de demérito
Aspeto geral	Pele	Brilhante, iridescente;	0 ( )
		Menos brilhante e iridescente;	1 ( )
		Ligeiramente descorada;	2 ( )
		Muito descorada	3 ( )
	Coloração do abdómen	Prateada;	0 ( )
		Esbranquiçada ou ligeiramente amarelada;	1 ( )
Firmeza da pele	Amarelada;	2 ( )	
	Rígida;	0 ( )	
	Firme, elástica;	1 ( )	
	Mole	2 ( )	
Olhos	Córnea	Límpida, translúcida;	0 ( )
		Ligeiramente turva;	1 ( )
		Turva, amarelada	2 ( )
	Pupilas	Negra brilhante;	0 ( )
		Acinzentada (Ligeiramente leitosa);	1 ( )
		Branca acinzentada	2 ( )
			3 ( )
Forma	Convexa;	0 ( )	
	Plana;	1 ( )	
	Concava;	2 ( )	
Brânquias (Guelras)	Cor	Vermelha brilhante;	0 ( )
		Vermelha menos brilhante;	1 ( )
		Vermelha descorada ou acastanhada	2 ( )
	Cheiro	Algas (pouco intenso);	0 ( )
		Bafio (ranço, mofo);	1 ( )
	Ligeiramente metálico	2 ( )	
<b>Índice de qualidade (total de pontos de demérito)</b>			<b>0-18</b>

**Tabela V.** Avaliação do grau de frescura da pescada usada para barracuda (*Sphyræna guachancho*) pelo método do índice de qualidade, adaptado de Nunes et al. (2007).

Atributos de qualidade		Descritores	Pontos de demérito
Aspeto geral	Pele	Cinzenta Brilhante;	3 ( )
		Cinzenta menos brilhante;	4 ( )
		Cinzenta descorada;	5 ( )
	Firmeza da carne (observada na zona dorsal)	Firme elástica;	4 ( )
		Firme menos elástica;	5 ( )
		Branda;	6 ( )
Mole		7 ( )	
Olhos	Córnea	Transparente, brilhante;	4 ( )
		Ligeiramente opalescente (branco leitoso);	5 ( )
		Opaca;	6 ( )
		Opaca ensanguentada	7 ( )
	Pupilas	Negra brilhante;	
		Negra acinzentada, menos brilhante;	4 ( )
		Negra acinzentada (tipo catarata);	5 ( )
			6 ( )
		Cinzenta esbranquiçada	7 ( )
Forma	Plana;	3 ( )	
	Ligeiramente afundada;	4 ( )	
	Afundada	5 ( )	
Brânquias (Guelras)	Cor	Vermelha brilhante;	3 ( )
		Vermelha descorada;	4 ( )
		Vermelha acastanhada	5 ( )
	Muco	Nenhum, pouco;	3 ( )
		Ligeiramente opaco;	4 ( )
		Opaco, espesso	5 ( )
	Cheiro	Fresco, a algas;	3 ( )
		Neutro;	4 ( )
		Ligeiramente acre, afrutado	5 ( )
<b>Índice de qualidade (total de pontos de demérito)</b>			<b>0-19</b>

**Tabela VI.** Avaliação do grau de frescura do polvo (*Octopus vulgaris*) pelo método do índice de qualidades (QIM) (Vaz-Pires & Barbosa 2004).

Parâmetros de qualidade	Descritores	Pontos de demérito	
<b>Pele</b>	<b>Aspetto/Cor</b>	Muito brilhante, cores intensas e nítidas, branca nas zonas mais claras do corpo, pele elástica;	<b>0</b> ( )
		Brilhante, cores menos intensas, ligeiramente rosada nas zonas mais claras do corpo, pela com pouca elasticidade;	<b>1</b> ( )
		Menos brilhante ou baça, manchas laranjas ou castanhas, cor geral mais alaranjada, rosada nas zonas mais claras do corpo, pele repuxada	<b>2</b> ( )
	<b>Cheiro</b>	Fresco, algas marinhas;	<b>0</b> ( )
		Ligeiramente a fresco, ligeiramente herbáceo ou neutro;	<b>1</b> ( )
		Metálico, herbáceo, ácido, intenso.	<b>2</b> ( )
<b>Muco</b>	Transparente, aquoso	<b>0</b> ( )	
	Ligeiramente leitoso, viscoso (pegajoso), moderado ou ausente	<b>1</b> ( )	
<b>Músculo</b>	<b>Textura</b>	Firme, rija;	<b>0</b> ( )
		Flácida, mole	<b>1</b> ( )
<b>Olhos</b>	<b>Córnea</b>	Translúcida;	<b>0</b> ( )
		Ligeiramente opalescente;	<b>1</b> ( )
		Opalescente	<b>2</b> ( )
	<b>Pupilas</b>	Preto brilhante;	<b>0</b> ( )
Preto, vermelho escuro, turva;		<b>1</b> ( )	
Vermelho escuro, opaco, normalmente com hemorragia		<b>2</b> ( )	
<b>Região bucal</b>	<b>Cor</b>	Branca, amarelada;	<b>0</b> ( )
		Rosada	<b>1</b> ( )
	<b>Cheiro</b>	Algas marinhas ou neutro;	<b>0</b> ( )
		Sulfuroso, cítrico, doce, ácido	<b>1</b> ( )
	<b>Muco</b>	Transparente;	<b>0</b> ( )
		Leitoso;	<b>1</b> ( )
	Amarelado	<b>2</b> ( )	
<b>Tentáculos</b>	<b>Material das ventosas</b>	Tipo de película sobre as ventosas;	<b>0</b> ( )
		Um aglomerado no centro das ventosas;	<b>1</b> ( )
		Completamente aglomerado no centro das ventosas	<b>2</b> ( )
<b>Índice de qualidade (total dos pontos de demérito)</b>		<b>0-16</b>	

No caso de alguns dos parâmetros, houve necessidade de esclarecer os provadores relativamente à descrição das características que se pretendiam avaliar. A textura do músculo

(firmeza da carne e elasticidade) foi analisada exercendo uma pequena pressão com o indicador na zona dorsal do peixe. A capacidade de recuperação do músculo (ou não) e a sua rapidez permite classificar a firmeza e a elasticidade do músculo:

- Firme e elástica: rapidez e recuperação total do músculo;
- Firme e menos elástica: recuperação mais lenta do músculo;
- Branda: recuperação lenta do músculo, ficando a marca da pressão;
- Mole: o músculo não recupera e fica a marca da pressão.

Em relação ao aspeto e em particular o muco, foi avaliado pelo seu aspeto e a cor. A análise das brânquias foi realizada levantando os opérculos e a cor foi inspecionada nos dois lados do peixe, uma vez que podia ser diferente em cada lado, como apresentado na Figura 13. No caso do olho, a pupila foi avaliada pela cor e a forma e a córnea pela cor. Finalmente, no caso do peixe, o odor foi avaliado levantando os opérculos e cheirando as brânquias; relativamente ao polvo, a cotação do odor foi atribuída cheirando a região bucal (Figura 14).



**Figura 13.** Procedimento para avaliação do cheiro e muco das brânquias.



**Figura 14.** Procedimento para avaliação do cheiro bucal e muco do polvo

### 3.3 Determinações físicas e químicas

#### 3.3.1 Humidade e cinzas

A humidade e as cinzas foram determinadas de acordo com as Normas Portuguesas (NP) 2282 (IPQ, 1991) e 2032 (IPQ, 1988).

O método para a determinação do teor de humidade consistiu na secagem das amostras numa estufa a uma temperatura constante de  $105 \pm 2$  °C e pesagem das amostras até a massa constante registando-se a perda de massa (em g). Cada amostra, obtida de cada um de 5/6 exemplares, foi analisada em duplicado. A percentagem de humidade (%H) foi obtida através da seguinte expressão:

$$\%H = \frac{m_H - m_S}{m_H - m_0} \times 100\%$$

em que:

$m_H$  = massa, expressa em g, da amostra húmida,

$m_S$  = massa, expressa em g, da amostra após a secagem e

$m_0$  = massa expressa em g, da placa previamente seca.

Para a determinação do teor em cinzas, as amostras foram incineradas em bico de Bunsen e transferidas para uma mufla onde foram sujeitas a uma temperatura de 550 °C durante uma noite, registando-se a perda da massa (em g). Cada amostra, obtida de cada um de 5/6 exemplares, foi analisada em duplicado. Cálculo da percentagem de cinzas (% C):

$$\%C = \frac{(m_0 + m_c) - m_0}{(m_0 + m_H) - m_0} \times 100\%$$

em que:

$m_c$  = massa da cinza, expressa em g,

$m_0$  = massa, expressa em g, do cadinho previamente incinerado e

$m_H$  = massa da amostra, expressa em g.

### 3.3.2 Capacidade de retenção da água (CRA)

A capacidade de retenção da água (CRA) foi medida conforme o método adaptado de Simeonidou, Govaris & Vareltzis (1997). Do músculo de cada um dos 5 exemplares que compunham a amostra, foram pesados 2 g, moídos e homogeneizados em papel de filtro Whatman n.º 1 (previamente tarado). Estas amostras foram centrifugadas a 4000×g e 5°C durante 10 min. Posteriormente separaram-se as amostras do papel de filtro e foram transferidas para uma estufa a 105 °C. Após a secagem, pesaram-se as amostras. Cada amostra foi analisada em duplicado. Para o cálculo da CRA utilizou-se a diferença do peso da amostra antes e após a centrifugação, expressos em percentagem (% CRA):

$$\%CRA = \frac{m_i - m_{CF}}{m_i} \times 100\%$$

onde:

$m_i$  = massa, expressa em g da amostra inicial e

$m_{CF}$  = massa, expressa em g da amostra após a centrifugação.

### 3.3.3 Atividade da água ( $a_w$ )

A atividade da água foi somente determinada nas amostras de Faro, dado a falta de equipamento para o efeito no INIP. Para a determinação da atividade da água ( $a_w$ ) utilizou-se um aparelho medidor de  $a_w$  (Grant, GD120) termostaticado a uma temperatura de ca. 25 °C e aproximadamente 8 g da amostra triturada e homogeneizada. Registou-se o valor da atividade da água a intervalos de tempo regulares, até se obter um valor constante. Cada amostra, obtida de cada um de 5/6 exemplares, foi analisada em duplicado.

### 3.3.4 Cor

A determinação da cor das amostras de pescado (Figura 15) foi realizada pela leitura direta da refletância nas coordenadas  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (vermelho-verde) e  $b^*$  (amarelo-azul) com um colorímetro (DR Lange, spectro-color) e empregando o sistema CIE  $L^* a^* b^*$ . A cor foi determinada em diferentes localizações na superfície do pescado (pele) e as medições foram realizadas em 3 zonas distintas (i.e. triplicado) em cada um dos 5/6 exemplares da amostra de pescado comercializada em Faro.



**Figura 15.** Medição da cor do polvo.

### 3.3.5 Textura

Das várias propriedades texturais possíveis de avaliar, analisou-se a dureza das amostras de pescado (Figura 16) através de um teste de compressão por meio de um texturómetro (Brookfield LFRA 1500), utilizando uma sonda esférica (ref. TA44) de aço inox com um diâmetro de 12,7 mm, e uma velocidade de penetração constante de  $1 \text{ mm s}^{-1}$ . No peixe a textura da carne foi determinada na região dorsal, enquanto no polvo foi registada numa amostra do tentáculo com 10 cm de comprimento. A determinação da textura foi realizada em triplicado em cada um dos cinco/seis espécimes que compunham as amostras comercializadas em Faro. Neste teste, a dureza (em g·f) reflete as características mecânicas do pescado quando submetido a uma força definida mediante a utilização do texturómetro.

### 3.3.6 Determinação do potencial hidrogeniónico (pH)

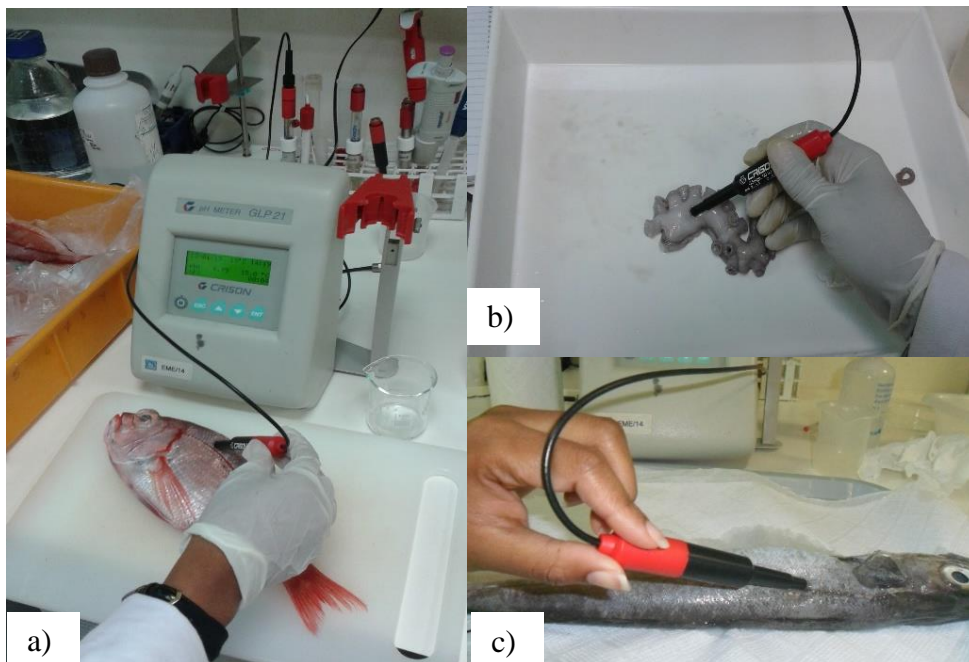
Em Faro, a medição do pH foi realizada diretamente no músculo dorsal do pescado inteiro (pescada, cachucho) e numa parte do tentáculo no polvo (Figura 17), com um eletrodo de pH para sólidos, ligado a um potenciómetro (pH meter GLP21, Crison). A determinação do pH foi realizada em triplicado em cinco/seis amostras.

Em Luanda, a medição do pH foi realizada com um eletrodo de pH (AMTAST) para líquidos (Figura 18). A extremidade do eletrodo é imerso em 50 mL de uma solução de água

destilada a temperatura ambiente com 5 g da amostra triturada e homogeneizada. A determinação do pH foi realizada em duplicado em cinco amostras.



**Figura 16.** Imagem da medição da textura da a) amostra do tentáculo do polvo; b) pescada e c) cachucho.



**Figura 17.** Determinação do pH do a) cachucho; b) polvo e c) pescada utilizando elétrodo para sólidos.



**Figura 18.** Medidor de pH para líquidos.

### 3.3.7 Proteína bruta

O teor de proteína bruta foi determinado através do método de Kjeldahl como descrito na AOAC (1998).

A amostra (aproximadamente 2g) foi digerida com ácido sulfúrico concentrado na presença de um catalisador de Kjeldahl. Prosseguiu-se com uma para alcalinização com excesso de hidróxido de sódio (40%), e a posterior destilação por arrastamento de vapor para a libertação do amoníaco, dentro de um recipiente com um volume conhecido de ácido bórico e indicador de vermelho de metilo, seguida de titulação com uma solução padronizada de ácido clorídrico. Para converter o resultado em teor de proteína bruta, multiplicou-se o valor do azoto total pelo fator de correção de 6,25.

Cada amostra, proveniente de cada um dos 5/6 exemplares com compunham a amostra, foi analisada em duplicado. A percentagem de proteína (%Proteína) calculou-se a partir de azoto total ( $N_T$ ) através de:

$$N_T = \frac{V_{HCl} - V_B}{m_0} \times 0,1 N \times 1,4$$

$$\%Proteína = N_T \times 6,25$$

em que:

$V_{HCl}$  = volume do ácido clorídrico, em mL,

$V_B$  = volume do ácido clorídrico gasto no ensaio em branco, em mL, e

$m_0$  = massa da amostra, em g.

### 3.3.8 Teor de azoto básico volátil total (ABVT)

A determinação do teor de azoto básico volátil total no pescado foi realizada através do método de Conway, como descrito na Norma Portuguesa NP 2930 (IPQ 1988).

O processo baseia-se na extração das bases voláteis por meio de uma solução de ácido tricloroacético a 5% (m/v), seguida de alcalinização por ação de carbonato de potássio saturado, para a libertação das bases voláteis e sua recolha numa solução de ácido bórico 4% (m/v). Para a quantificação das bases voláteis fez-se uma titulação com uma solução padrão de ácido clorídrico 0,02N. Cada amostra, obtida de cada um de 5/6 exemplares, foi analisada em duplicado.

O teor de azoto básico volátil (ABVT, mg 100 g<sup>-1</sup>) foi calculado usando a seguinte expressão:

$$ABVT = \frac{21 \times (V_{HCl} - V_B)}{(V_D - V_B) \times 1 \times m_0} \times (10 + H)$$

sendo:

V<sub>HCl</sub> = volume do ácido clorídrico, em mL, gasto no ensaio com a toma,

V<sub>B</sub> = volume do ácido clorídrico, em mL, gasto no branco,

V<sub>D</sub> = volume do ácido clorídrico, em mL, gasto na difusão, e

m<sub>0</sub> = massa da amostra, em g.

### 3.3.9 Teor de matéria gorda livre

O teor de matéria gorda livre foi determinado pelo método de *Shoxhlet*, descrito na Norma Portuguesa NP 1972 (IPQ 1992).

A quantificação da matéria gorda por este método baseia-se na extração dos lípidos de uma amostra seca, efetuando-se várias lavagens sob refluxo, durante aproximadamente 8 h com éter de petróleo. Posteriormente o solvente é eliminado por evaporação a pressão reduzida, efetuando-se a secagem dos balões em estufa e a pesagem. Para a determinação dos lípidos amostraram-se individualmente cinco/seis espécies e cada amostra foi analisada em duplicado. O cálculo para a obtenção do teor de matéria gorda livre (%MGL) foi o seguinte:

$$\%MGL = \frac{(P_B + O) - (P_B)}{m_0} \times 100\%$$

sendo:

$P_B$  = peso do balão, em g,

$O$  = peso do óleo, em g e

$m_0$  = massa da amostra, em g.

### 3.3.10 Teor em cloretos

O teor em cloretos foi determinado pelo método de Volhard, conforme a Norma Portuguesa NP 2929 (IPQ 1988).

O método consiste na adição de uma solução padrão de nitrato de prata em excesso e de ácido clorídrico concentrado para a precipitação dos cloretos. Após adição dos reagentes, as amostras são submetidas ao aquecimento durante 15 minutos, até a dissolução da matéria orgânica. Após a filtração e lavagem do precipitado obtido, faz-se a titulação do excesso de nitrato de prata com uma solução padrão de tiocianato de amónio. As amostras, obtidas de cada um de 5/6 exemplares, foram analisadas em duplicado.

O teor em cloretos (%Cl) da amostra, em mg NaCl, é dado pela seguinte expressão:

$$\%Cl = \frac{0,585 \times (V_{Ag} - V_N)}{m_0} \times 100\%$$

em que:

$V_{Ag}$  = volume da solução padrão de nitrato de prata, em mL,

$V_N$  = volume da solução padrão de tiocianato de amónio, em mL, e

$m_0$  = massa da amostra, em g.

### 3.3.11 Teor em substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

O nível de oxidação lipídica das amostras foi avaliado através da quantificação, por colorimetria, da formação de compostos oxidados secundários conforme o método adaptado da Norma Portuguesa NP 3356 (IPQ, 1990) e de Ramanathan & Das (1992).

Para o efeito, homogeneizaram-se 2 g de amostra, obtida de cada um dos 5/6 exemplares, com 25 ml de solução de ácido tricloroacético a 5 % e 100 µL de BHT (hidroxitolueno butilado) utilizando o Ultra-Turrax T 25 (Janke & Kunkel IKA-Labortechnik). Filtrou-se o homogenato por papel de filtro Whatman® nº1 para um Erlennenmeyer.

Mediram-se, para tubos de ensaio, volumes de 5 mL do filtrado, adicionaram-se 5 mL de solução reagente de TBA (ácido tiobarbitúrico) e taparam-se os tubos. Levaram-se a banho de água fervente durante 40 min e deixou-se arrefecer até à temperatura ambiente. O conteúdo de cada tubo foi transferido para uma célula de vidro com 1 cm de percurso ótico e mediu-se a absorvância a um comprimento de onda de 530 nm, num espectrofotómetro. Em Faro foi utilizado um espectrofotómetro Hitachi, U-2000 spectrophotometer de absorção UV/VIS e em Luanda foi utilizado em espectrofotómetro CECIL CE 2021 de absorção UV/VIS.

No ensaio em branco foram utilizadas as mesmas quantidades de todos os reagentes utilizados no ensaio, tendo sido substituído o volume do filtrado por água.

Para elaboração das curvas-padrão utilizaram-se volumes de 1,0; 3,0; 5,0; 7,0 e 9,0 ml de uma solução padrão de concentração 0,1 mM MDA (malondialdeído). Perfez-se o volume para 50 mL com água destilada. Obtiveram-se concentrações, respetivamente, de 0,002; 0,006; 0,01; 0,014 e 0,018 mM. Em seguida mediram-se para tubos de ensaio volumes de 5 mL de cada um dos padrões, adicionaram-se 5 mL de solução reativa de TBA e taparam-se os tubos. Levaram-se a banho-maria a 70 – 80 °C durante 30 min, deixando-os posteriormente arrefecer até à temperatura ambiente e procedeu-se à leitura a absorvância a um comprimento de onda de 532 nm. As curvas padrão foram realizadas paralelamente a cada ensaio e as determinações realizaram-se sempre em duplicado.

O índice de TBARS, expresso em µg de MDA/g de amostra, foi calculado segundo a equação:

$$\text{TBARS} = \frac{72 \times \times 25 \text{ mL}}{m}$$

em que:

m = massa da amostra, em g,

MDA = µg malondialdeíd/mL, e

72 é a massa molecular do MDA.

### 3.3.12 Análise estatística

Os dados obtidos foram compilados e analisados usando o Microsoft Excel e o SPSS Statistics v. 22 (IBM). Os resultados foram expressos como média  $\pm$  desvio padrão. Os efeitos e as diferenças foram considerados significativas se  $p < \alpha$  (neste trabalho,  $\alpha=0.05$ ).

A significância dos fatores “local” (Faro e Luanda) e “espécie” (cachucho, polvo, pescada e barracuda) sobre as variáveis comprimento e peso foi avaliada inicialmente recorrendo à análise de variância multivariada (MANOVA) depois de avaliados os pressupostos de normalidade multivariada e de homogeneidade das variâncias-covariâncias. As comparações múltiplas entre as médias da composição química foram realizadas segundo a estatística  $T^2$  de *Hotelling*. Quando observada a significância, procedeu-se ao teste *t-Student* para verificar a significância das diferenças existentes entre as espécies no teor dos diversos parâmetros analisados.

A relação entre os parâmetros físico-químicos de degradação e sensoriais (odor, firmeza e coloração da pele) foi realizada mediante o coeficiente de correlação  $Ró$  de Spearman.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Composição nutricional

As características biométricas, em termos de peso e comprimento, dos espécimes analisados neste trabalho encontram-se compiladas na Tabela VII.

**Tabela VII.** Comprimento e peso dos espécimes analisados.

Espécie	n	Localidade	Peso (g) média ± dp	Comprimento (cm) média ± dp
<b>Pescada</b> <i>(M. merluccius)</i>	5	Faro	450,2 ± 82,1	40,76 ± 2,4
		Luanda	---	---
<b>Barracuda</b> <i>(S. guachancho)</i>	5	Faro	---	---
		Luanda	305,0 ± 66,9	41,05 ± 2,5
<b>Cachucho</b> <i>(Dentex sp.)</i>	6	Faro	217,9 ± 64,7	23,13 ± 2,1
	5	Luanda	393,3 ± 38,8	29,28 ± 1,1
<b>Polvo</b> <i>(Octopus vulgaris)</i>	6	Faro	862,8 ± 42,7	---
	5	Luanda	1448,0 ± 239,6	---

As dimensões dos espécimes comercializados e por isso amostrados, em Faro e em Luanda são diferentes e essas diferenças são distintas consoante as espécies em análise (MANOVA,  $p(\text{interação})=1 \times 10^{-6}$ ). O polvo e o cachucho comercializados em Luanda apresentaram maiores pesos em relação aos espécimes comercializados em Faro (1448,0 g vs. 862,8 g e 393,3 g vs. 217,9 g, respetivamente). Todavia, há que considerar os casos omissos em que não foi possível comparar espécies entre locais e a não-verificação do pressuposto da homogeneidade da matriz de variâncias-covariâncias (Box  $M=29,22$ ;  $F=2,655$  com  $p=0,005$ ). Para além das características biológicas resultantes dos diferentes pesqueiros, as características dos circuitos comerciais e dos consumidores em Faro e Luanda explicam certamente as diferenças observadas.

Relativamente à composição centesimal das espécies analisadas, os resultados encontram-se descritos na tabela VIII.

O mais elevado teor de humidade foi obtido para polvo (84,2% e 84,4%, respetivamente em Luanda e Faro) e para pescada com 80,2 %. Menores teores de humidade foram registados para cachucho (74,4 % e 77,2 %, em Faro e Luanda respetivamente) e para barracuda (73,9 %).

**Tabela VIII.** Composição química (em %, média  $\pm$  desvio-padrão) das espécies analisadas em Faro e em Luanda

Espécie	n	Humidade (%)	Cinzas (%)	Cloretos (%)	Proteínas (%)	Lípidos (%)	
<b>Cachucho</b>	Faro	6	77,2 $\pm$ 0,7	1,5 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,1	14,4 $\pm$ 0,9	3,2 $\pm$ 0,1
	Luanda	5	74,4 $\pm$ 0,4	1,7 $\pm$ 0,5	0,5 $\pm$ 0,1	18,3 $\pm$ 1,1	3,5 $\pm$ 0,7
<b>Pescada</b>	Faro	5	80,2 $\pm$ 0,9	1,4 $\pm$ 0,1	0,6 $\pm$ 0,1	15,0 $\pm$ 0,7	1,5 $\pm$ 0,9
	Luanda		ND	ND	ND	ND	ND
<b>Barracuda</b>	Faro		ND	ND	ND	ND	ND
	Luanda	5	73,9 $\pm$ 2,6	0,8 $\pm$ 0,1	0,3 $\pm$ 0,1	14,1 $\pm$ 1,6	5,0 $\pm$ 2,5
<b>Polvo</b>	Faro	6	84,4 $\pm$ 0,7	1,3 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,1	11,2 $\pm$ 0,8	0,4 $\pm$ 0,1
	Luanda	5	84,2 $\pm$ 1,7	1,2 $\pm$ 0,3	1,4 $\pm$ 0,1	11,8 $\pm$ 0,7	0,3 $\pm$ 0,2

Legenda: ND – não-determinado

De acordo Huss (1988), a variação normal do teor de humidade do músculo do pescado está entre 66 % e 81 % e podem apresentar o teor máximo de 96 %. O teor de humidade varia consoante a espécie, o sexo, o estado de maturação e o ambiente.

Os resultados obtidos neste estudo estão em linha com os limites publicados. Estudos realizados por Rosa et al. (2002) sobre o efeito da mudança sazonal na composição química do *Octopus vulgaris* em três regiões de Portugal também revelaram uma variação do teor de humidade. Em Viana do Castelo os valores variaram de 78,2-81,4 %, em Cascais entre 78,0-80,2 % e em Tavira, 76,5-80,5 %. Por outro lado, Ozogul et al. (2008) divulgam os valores da composição nutricional de três cefalópodes incluindo o polvo comum, em três estações; primavera, outono e inverno. Observaram uma variação da composição nutricional devido às diferenças sazonais. O teor de humidade variou entre 80,71 % e 83,41 %. Os teores de humidade de polvo obtidos neste trabalho para espécimes de Faro e de Luanda foram levemente superiores aos referidos anteriormente.

Silva (2012) determinou a composição em diversos tecidos de peixes coletados na Baía de Todos os Santos no Brasil, tendo analisado *S. guachancho* para o qual registou um teor de humidade de 77,8 %. Este valor é ligeiramente superior àquele que se obteve neste trabalho, o que pode decorrer do facto de o teor de humidade variar com o tamanho, o sexo, o estado de maturação e a zona de captura.

Valores da tabela de composição nutricional apontam que o teor de humidade da pescada Europeia e da pescada da África do Sul é de 81,1 g/100g e 81,0 g/100g. Durante a sua pesquisa, Orban et al. (2011) determinaram a composição centesimal de pescada Europeia de pequeno e grande porte capturada por arrasto no Mar Tirreno no inverno e no verão. Observaram que o teor de humidade variou com o tamanho e a época. No inverno, o teor de humidade variou entre 80,29 % para a pescada de pequeno porte e 81,22 % para a pescada de grande porte; no verão, os valores variaram entre 80,50 % para a pescada de pequeno porte e 80,31 % para a pescada de grande porte. Mendez & Gonzalez (1997) registaram 79,5 % de humidade na pescada do Sudoeste Atlântico. Os valores obtidos neste estudo para pescada são semelhantes.

No que respeita ao teor de gordura, observou-se que os valores obtidos para as diferentes espécies estudadas variaram entre 0,3 % e 5,0 %. No caso do polvo, os teores de lípidos ficaram compreendidos entre 0,3 % e 0,4 % para Luanda e Faro, respetivamente. A barracuda foi a espécie com teor de gordura (5,0 %) mais elevado, seguida do cachucho cujos espécimes analisados em Faro e em Luanda apresentaram respetivamente valores médios de 3,2 % e de 3,5 %, e finalmente a pescada europeia que apresentou um valor médio de 1,5 %.

As espécies de pescado podem ser classificadas com base no teor em gordura. Nesta classificação, as espécies que apresentam um teor inferior a 5 % são categorizadas como “magras”, aquelas cujo teor de gordura é superior a 5 % mas inferior a 10 % como “semi-gordas” e aquelas espécies com um teor de gordura superior a 10 % como “gordas” (Pigot & Tucker, 1990). Tendo em conta que o nível de gordura foi muito baixo (<1 %), o polvo pode ser considerado uma espécie “magra”. De igual forma, segundo Ozogul et al. (2008) o teor de gordura em polvos capturados no leste do Mar Mediterrâneo variou entre 0,54 % e 0,94 %, em função da sazonalidade. Vaz-Pires & Barbosa (2004) verificaram que o polvo continha 0,56 g/100g de teor de gordura. Aqueles autores observaram que o conteúdo lipídico de cefalópodes aumenta no outono e referem que este aumento pode estar relacionado ao facto dos nutrientes no verão e outono serem mais abundantes do que em outras estações.

De acordo com a classificação mencionada acima pode-se considerar que a pescada e o cachucho são espécies “magras” e a barracuda comercializada em Luanda, por conter 5,0 % de gordura, faz parte da categoria das espécies “semi-gordas”.

Mendez & Gonzalez (1997) obtiveram 1,5 % de teor lipídico para pescada do Sudoeste Atlântico, valor similar ao da pescada usada neste estudo. Orban et al. (2011) ao estudarem os níveis totais de azoto e azoto trimetilamina básico volátil durante o armazenamento em gelo de

pescada Europeia verificou que no inverno a pescada apresentou 1,07 g/100g de teor de lípidos e no verão 0,92 g/100g.

De acordo com o relatório da FAO (1989) sobre rendimento e valor nutricional de algumas espécies de peixes comercialmente importantes, o *Dentex dentex* contém 3,51 % de gordura. Silva (2012) registou apenas 2,4% de teor lipídico em *S. guachancho* capturado na Baía de Todos os Santos no Brasil. Castro et al. (2013) realizou um estudo de diferentes espécies de peixes no México, tendo obtido um valor de teor lipídico para a barracuda (*Sphyræna guachancho*) de 1,44 g/100g. A variação do teor lipídico depende do tipo de espécie, da abundância de nutrientes, do sexo e do ciclo biológico, além de fatores ambientais como a estação do ano (Caula et al., 2008).

Relativamente ao teor de proteínas, observou-se que ocorreu uma variação entre as espécies, com valores compreendidos entre 11,2% em polvo em Faro e 18,3% em cachucho em Luanda. O valor médio do teor de proteínas da pescada e da barracuda foi de 15,0 % e 14,1 %. Tal como se observou no caso do teor em gordura e como refere (Huss, 1995), o decréscimo do teor de proteína foi acompanhado pelo aumento do teor em água no músculo. Vaz-Pires & Barbosa (2004) estudaram as alterações do ponto de vista sensorial, microbiológico, físico e nutricional de polvo-comum e verificaram que o polvo continha 16,30 g/100g de teor de proteína. Orban et al. (2011) registaram o teor de proteínas da pescada Europeia no inverno de 18,07 g/100g e no verão e 18,06 g/100g. Silva (2012) registou o valor de 17,8 % de proteínas na espécie *S. guachancho*. Segundo FAO (1989) o *Dentex dentex* apresentou um teor de proteína de 17,73 %. Os resultados obtidos para o teor de proteína e de lípidos encontram-se próximos na espécie *Dentex dentex*. O cachucho é uma espécie com um elevado teor de proteína e pouco magra. Os valores obtidos do polvo, da pescada e da barracuda usados neste estudo foram mais baixos que os valores reportados por outros autores. O que pode estar relacionado com as diferenças na ecologia alimentar, com a maturação ou com o período de desova. Visto que, durante a desova ocorre a diminuição dos níveis de proteína e o consequente do consumo de energia. Por outro lado, durante o período de maturação das gônadas e os longos períodos de privação alimentar ocorre depleção de proteínas (Huss, 1995). Para os polvos a diminuição de teor de proteínas durante a desova pode ser explicado pela inanição de fêmeas durante a incubação e o consumo de energia. (Rosa et al., 2002).

Quanto à percentagem de cinzas, ela não variou muito de espécie para espécie, tendo-se encontrado 0,8 % para barracuda. A pescada analisada apresentou um teor de cinzas de 1,4 %

e os polvos analisados em Faro e em Luanda apresentaram um teor que variou de 1,3 % e 1,2 %. Sabe-se que os organismos marinhos absorvem os minerais através da sua dieta e da água. Logo, a quantidade apreciável de cinzas nos polvos deve-se ao facto de serem carnívoros e predadores ativos que se alimentam principalmente de crustáceos, que por sua vez são ricos em minerais (Rocha, 2013). Vaz-Pires & Barbosa (2004) observaram que o polvo continha 1,86 g/100g de teor de cinzas. Segundo Orban et al. (2011) os valores de cinzas registados para a pescada são no inverno 1,26 g/100g e no verão 1,13 g/100g. Silva (2012) registou 1,4% de teor de cinzas na espécie *S. guachancho*. O valor médio do teor de cinzas do cachucho em Luanda e em Faro foi de 1,7 % e 1,5 %.

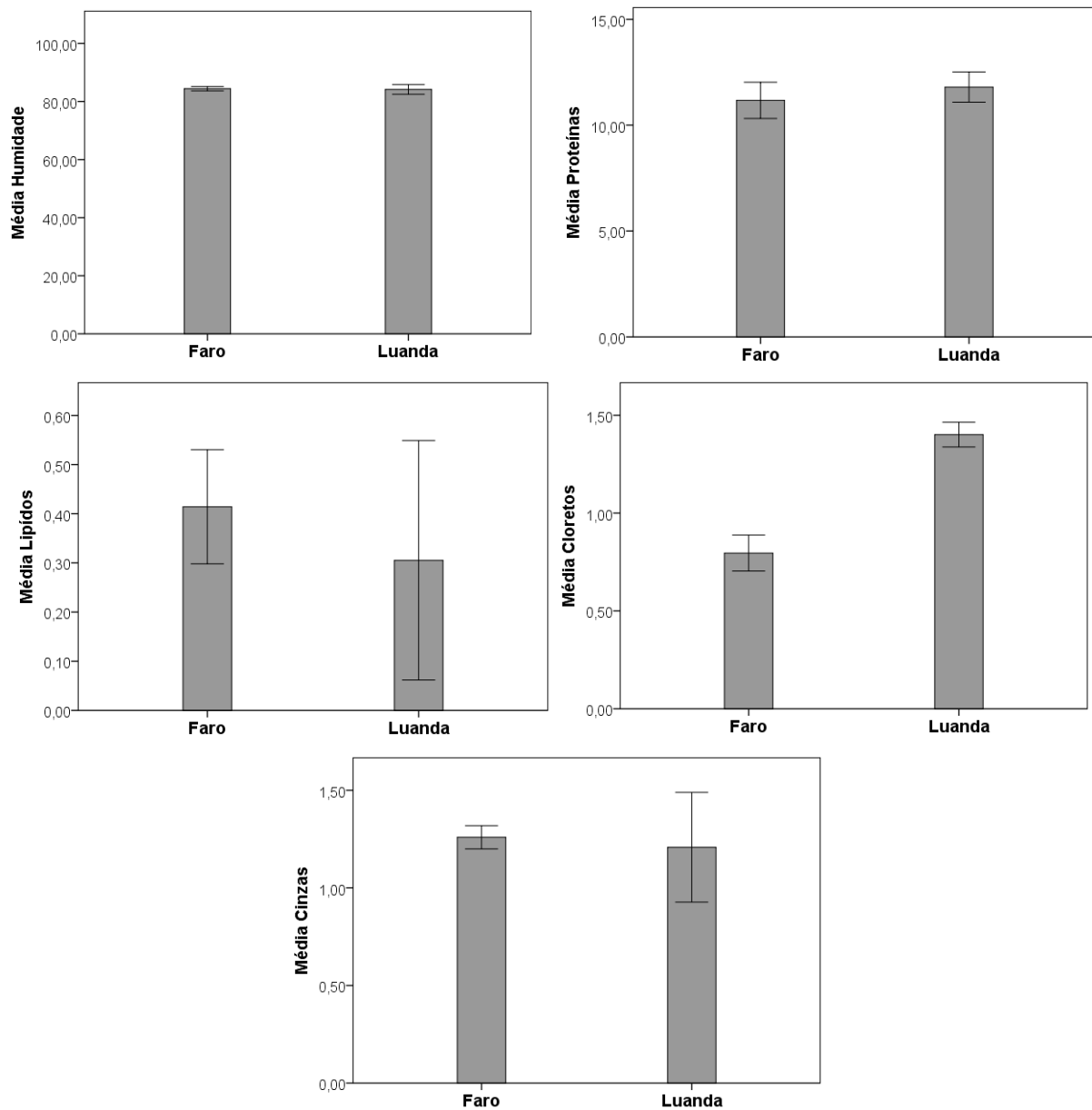
Relativamente aos cloretos, o menor teor foi obtido para a barracuda com 0,3 % e para o cachucho em Luanda com 0,5 %. Os maiores teores de cloretos foram registados para polvo (0,8 % e 1,4 %, em Faro e Luanda respetivamente), para o cachucho comercializado em Faro (1,0 %) e para a pescada (0,6%). Dada a falta de dados bibliográficos não foi possível estabelecer uma comparação com outros constituintes da composição nutricional (teor de cinzas e teor de cloretos).

Os resultados obtidos em termos de composição nutricional das espécies analisadas não diferem muito dos observados por outros autores. As pequenas diferenças podem estar relacionadas com as diferenças na ecologia alimentar das espécies, em diferenças sazonais, nas zonas de captura, na química da água, salinidade, temperatura e eventuais contaminantes (Nurnadia et al., 2013).

Apenas foi possível comparar a composição nutricional de cachucho e polvo comercializados em Faro e em Luanda.

Relativamente ao polvo, os resultados das análises realizadas em Faro e em Luanda encontram-se representados na Figura 19. O valor médio teor de humidade foi maior para as amostras comercializadas em Faro (84,4 % vs. 84,2 %). O teor proteico e o teor em cloretos foram menores nas amostras obtidas no circuito comercial em Faro comparativamente ao mercado em Luanda (11,2 % vs. 11,8 %, e 0,8 % vs. 1,4 %, respetivamente). Contudo, a diferença foi significativa no caso do teor em cloretos (teste t,  $p=5,7 \times 10^{-7}$ ) ao contrário dos restantes parâmetros (testes t,  $p=0,743$  para humidade e  $p=0,224$  para teor proteico). Genericamente, a diferença da zona geográfica não influenciou de forma significativa no teor em proteínas musculares. Estudos realizados por Ozogul et al. (2008) demonstraram que o teor em proteínas dos polvos varia entre 14,8% e 15,3%. Por outro lado, Rosa et al. (2002)

realizaram um estudo em três áreas diferentes de Portugal, verificaram que o teor de proteínas do polvo variou de 16,1 % até 19,8%. Estes autores acreditam que a diferença pode estar relacionada com a idade e a composição da dieta alimentar dos polvos.



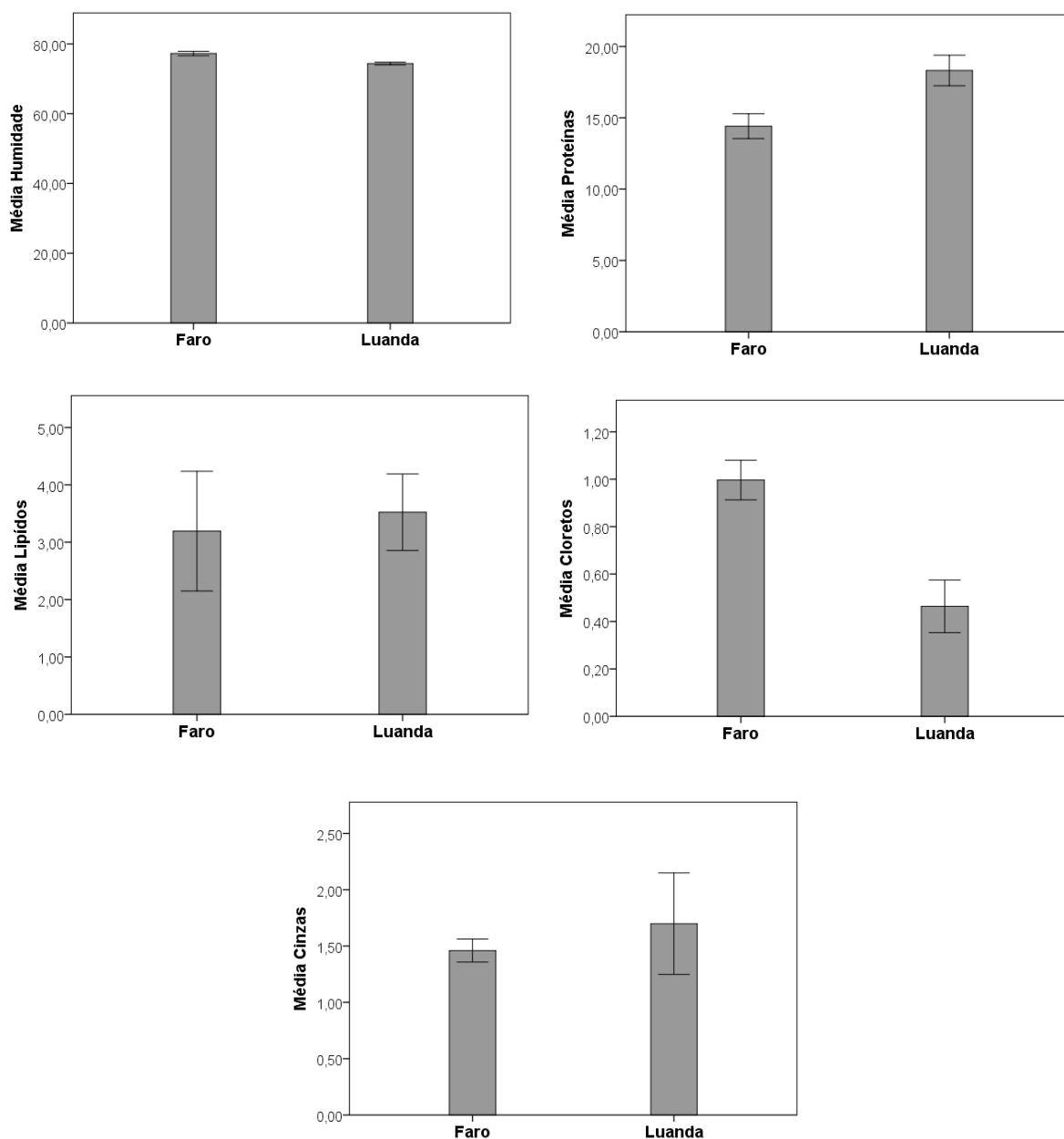
**Figura 19.** Composição química/nutricional (média  $\pm$  desvio-padrão) em termos de humidade, proteínas, lípidos, cloretos e teor em cinzas dos polvos analisados.

Ao contrário dos cloretos e das proteínas, os teores em lípidos e em cinzas foram mais elevados nas amostras polvo obtidas em Faro do que aquelas obtidas em Luanda, 0,4 % vs. 0,3 % e 1,3 % vs. 1,2 %, respetivamente. Tal como a humidade e as proteínas, o teor de lípidos e

de cinzas não variaram de forma significativa (testes  $t$ ,  $p=0,354$  para lípidos,  $p=0,671$  para teor de cinzas). Os resultados parecem mostrar que o teor em gordura está inversamente relacionado com o teor em humidade. Por outro lado, a sazonalidade e a localização geográfica, não influenciaram de forma significativa a variação da composição nutricional do polvo. Os espécimes comercializados em Faro apresentaram maior teor de gordura, embora não seja uma diferença significativa (teste  $t$ ,  $p=0,354$ ).

Em relação ao cachucho, os dados relativos aos teores de humidade, de proteína, de lípidos, de cinzas e em cloretos encontram-se representados na Figura 20.

Verificou-se que os cachuchos comercializados em Faro e em Luanda apresentaram teores em humidade próximos, embora o maior teor de humidade tenha sido obtido para o cachucho em Faro com um valor médio de 77,2 %. A análise estatística mostrou que essa diferença é significativa (teste  $t$ ,  $p=1,2 \times 10^{-5}$ ). Não existem dados publicados relativamente à composição nutricional de cachucho. Cejas et al. (2004) obtiveram um teor de humidade para sargo (*Diplodus sargus*) de 80,7 %. Segundo Orban et al. (2011), os valores de humidade registados para a pescada foram, em média, 80,85 %. Segundo Huss (1988), o teor de humidade do *Gadus morhua* varia entre 78-83 % e o teor de humidade da *Clupea harengus* varia entre 60-80 %. No estudo realizado por Grigorakis (2007) acerca da variação da composição química com a época do ano de dourada (*Sparus aurata*), o valor do teor de humidade variou entre 78,11 % e 79,91 %. Grigorakis (2007) obteve um teor de humidade para o robalo (*Dicentrarchus labrax*) igual a 72,6%. Dados da tabela de decomposição química dos alimentos no Brasil (Filho et al., 2011), relatam que o teor de humidade do pargo (*Stenotomus chrysops*) é de 75,37 g/100g e em Portugal, de acordo com a tabela de composição nutricional dos alimentos (Jorge, 2010) o teor de humidade do pargo é de 78,5 g/100g. Os teores em humidade de cachucho obtidos neste estudo encontram-se no intervalo de valores reportado na literatura para outras espécies de *Sparidae*.



**Figura 20.** Composição química/nutricional (média  $\pm$  desvio-padrão) em termos de humidade, proteínas, lípidos, cloretos e teor em cinzas dos cachuchos analisados.

Os teores em proteínas obtidos nas duas amostras, em Faro e em Luanda, foram de 14,4 % e 18,3 %, sendo que a quantidade de proteína encontrada na amostra obtida em Luanda foi significativamente maior (teste *t*,  $p=9,1 \times 10^{-5}$ ). Sabe-se que a composição proteica da parte edível do pescado pode variar em função da espécie, do tamanho, do sexo e da época do ano (Caula et al., 2008). Para além de algum destes fatores, essa diferença também pode estar relacionada com as condições ambientais e a dieta alimentar que sustenta a espécie (Huss, 1988) em Portugal e em Luanda. Tal como no teor de gordura (ver a seguir), o menor teor de proteína foi acompanhado pelo aumento do teor em água no músculo. FAO (1989) relata que o sargo

(*Diplodus vulgaris*) e o pargo-capatão (*Dentex dentex*) apresentam teores lipídicos de 21,4 % e de 17,7 %, respetivamente. Khitouni et al. (2014), que investigou a variação sazonal da composição química de sargo-alcorraz (*Diplodus annularis*) capturado na Tunísia, obteve um conteúdo médio de proteína de 18,65 g/100g. Dados da tabela de composição nutricional de Portugal e Brasil relatam que o teor de proteínas do pargo é de 19,4 g/100g e 18,88 g/100g.

Os conteúdos lipídicos das amostras de cachucho estudadas neste trabalho ficaram compreendidos entre 3,2 % e 3,5 %. O maior teor em lípidos foi encontrado na amostra de espécimes comercializados em Angola, todavia não se verificou que essa diferença fosse significativa (teste *t*,  $p=0,558$ ). De acordo com a FAO (1989), ambas as espécies, *D. vulgaris* e *D. dentex* apresentam 3,51 % de teor lipídico.

Quanto ao teor de cinzas, não houve uma diferença significativa (teste *t*,  $p=0,465$ ) entre as amostras obtidas em Faro (1,5 %) e em Luanda (1,7 %). Pelo contrário, verificou-se que o teor em cloretos dos espécimes comercializados em Luanda (0,5 %) foi significativamente menor (teste *t*,  $p=8 \times 10^{-7}$ ) do que para os espécimes comercializados em Faro (1,0 %). Tendo em conta que a maior parte da absorção de sal pelos peixes ocorre por ingestão da água mar e uma pequena quantidade através da superfície corporal ou das brânquias (Sterzelecki, 2010), acredita-se que esta diferença pode estar associada à salinidade e a alimentação, visto que estas variam segundo a localização geográfica. Os resultados obtidos relativamente à composição química/nutricional da parte edível do pescado confirmam a variação (natural) dentro da mesma espécie em função de fatores extrínsecos, nomeadamente a quantidade de nutrientes na água, época de captura e temperatura da água e intrínsecos, em particular sexo e a idade. No caso das espécies estudadas neste trabalho, a diferente origem geográfica (e latitudinal) parece ter tido influência em alguns parâmetros, as proteínas, a humidade e o teor de cloretos nos cachuchos analisados, e não noutros (lípidos e cinzas dos cachuchos analisados e humidade, proteínas, cinzas e lípidos dos respetivos polvos). Contudo, as seis espécies estudadas apresentam um teor de proteína apreciável, o que as torna muito interessantes do ponto de vista nutricional. Finalmente, tendo em conta que não foi possível obter amostras de pescada em Luanda e que em Faro não foi possível adquirir espécimes de barracuda – espécie raramente comercializada em Portugal –, não é relevante comparar a composição nutricional entre as duas espécies.

## 4.2 Parâmetros de qualidade e avaliação da frescura

### 4.2.1 pH

Relativamente aos valores de pH, a pescada apresentou um valor médio de pH de 6,7 e a barracuda apresentou um valor médio de pH de 6,4. Segundo estudos realizados por Orban et al. (2011) em pescada, os valores de pH encontravam-se entre 6,79 no período de inverno e 6,89 no período de verão. Durante a sua pesquisa, Ruiz-Capillas & Moral (2001) observaram que os valores de pH para a pescada conservada em gelo aumentaram progressivamente ao longo da experiência, desde 6,1 e atingiram 7,17 após 25 dias de armazenamento. O aumento do pH está relacionado com a acumulação de compostos básicos, tais como o amoníaco e TMA produzidas por desenvolvimento microbiano no músculo do pescado.

Os cachuchos comercializados em Luanda apresentaram um valor médio de pH de 6,8 e os espécimes comercializados em Faro, um valor médio de pH de 6,8. Como se constata, não se verificou existir diferença significativa (teste  $t$ ,  $p=0,526$ ). Ozyurt et al. (2009) durante o seu estudo com salmonete (*Mullus barbatus*) verificaram um aumento do pH (de 7,06 para 7,84) durante 11 dias de conservação em gelo. Baygar et al. (2012) realizaram um estudo sobre os efeitos de múltiplos ciclos de congelamento e descongelamento e as mudanças da qualidade do robalo (*Dicentrarchus labrax*) e observaram que o pH aumentou com o tempo de armazenamento de 6,48 para 6,60. Kozačinski et al. (2009) verificaram que durante o armazenamento do robalo capturado no Mar Adriático, o pH aumentou de 5,98 no início para 6,36 no 12º dia.

O pH medido nos polvos comercializados em Luanda (pH=6,4) foi significativamente maior (teste  $t$ ,  $p=0,035$ ) do que o pH dos espécimes comercializados em Faro (pH=6,1). Ao realizar um estudo sobre polvo, Atrea et al., (2009) observaram que o pH inicial de *Octopus* sp. era de 6,1 e se foi alterando ao longo do tempo. Segundo Huss (1988), os valores de pH do pescado considerado fresco situam-se entre 6,1 e 6,8, sendo que estes valores aumentam ou diminuem ao longo do tempo de conservação/armazenamento, entre 5,4 e 7,2, consoante o processo de deterioração.

O pH varia com as espécies, o modo de captura e com a sazonalidade e fornece a informação útil acerca da condição músculo do pescado (Huss, 1988). Durante o processo de degradação pode ocorrer o aumento do pH acompanhado pelo aumento do ABVT ou a diminuição do pH devido a formação do ácido láctico (Soares & Gonçalves, 2012). Desta forma, através dos valores acima referidos, pode-se afirmar que os valores de pH das amostras

analisadas neste trabalho para as diferentes espécies se encontravam dentro dos limites considerados aceitáveis para peixe fresco. Contudo, a literatura relata que o pH é um índice pouco fiável para avaliar por si só o estado de frescura do pescado, uma vez que é muito variável entre as espécies (Soares & Gonçalves, 2012).

#### 4.2.2 Atividade da água e Capacidade de retenção da água

No que diz respeito à atividade da água ( $a_w$ ) e à capacidade de retenção da água (CRA), apenas foi possível analisar as amostras de Faro devido a falta de equipamento no INIP em Luanda.

A atividade da água ( $a_w$ ) pode entender-se como a água disponível, que atuando como solvente/meio reacional permite reações químicas e biológicas em alimentos que muitas vezes são as principais responsáveis pela deterioração dos alimentos. Tendo em conta a falta de dados na literatura sobre a atividade da água das espécies em estudo não foi possível fazer a comparação entre valores encontrados neste trabalho e dados da literatura. Todavia, em termos quantitativos a  $a_w$  pode variar entre 0 e 1, i.e. entre inexistente e água livre totalmente disponível para aquelas reações (Abbas et al., 2009; Boziaris, 2013). Os valores obtidos neste trabalho para pescado fresco (Tabela IX), muito próximos de 1, são indicadores da quase total disponibilidade da água para as reações químicas e o desenvolvimento microbiano, visto que as bactérias crescem em ambientes com atividade de água igual ou superior a 0,95 (Granata & Martin, 2012). O bacalhau possui o valor de  $a_w$  entre 0,990-0,994 (Schmidt & Fontana, 2008). De facto, é aceite que o pescado fresco tem uma atividade de água próxima de 1,0 (Martin et al., 2000).

**Tabela IX.** Valores (média  $\pm$  desvio-padrão) atividade da água ( $a_w$ ) e da capacidade de retenção da água (CRA) do pescado analisado

Espécie	n	Localidade	$a_w$	CRA (%)
<b>Cachucho</b>	6	Faro	0,98 $\pm$ 0,001	28,28 $\pm$ 9,08
<b>Pescada</b>	5	Faro	0,99 $\pm$ 0,001	30,44 $\pm$ 5,77
<b>Polvo</b>	6	Faro	0,96 $\pm$ 0,001	37,38 $\pm$ 4,17

A CRA é definida como a capacidade do alimento para reter a sua própria água durante a aplicação de forças externas (Pacheco-Aguilar et al., 2003). A diminuição da qualidade do pescado é comumente acompanhada pela diminuição da capacidade de retenção da água do

músculo, uma vez que com a perda de frescura ocorrem mudanças nas propriedades funcionais do músculo do pescado (Pacheco-Aguilar et al., 2003). Para além da CRA variar de acordo com a condição física do pescado, também depende da variação sazonal, do estado de maturação e da desova (Careche, 2008; Huss, 1988). A capacidade de retenção da água está relacionada com as propriedades químicas e físicas do pescado (Careche, 2008). Durante o estudo das alterações na qualidade *post-mortem* de pampo/peixe-porco (*Balistes spp.*) conservado em gelo, Pacheco-Aguilar et al. (2003) observaram que a CRA diminuiu ligeiramente de 90,6 % no dia 0 para 88,4 % no dia 20. Os valores da CRA obtidos neste estudo (Tabela IX) são substancialmente inferiores àqueles. Todavia, dada a falta de dados na literatura para as espécies em estudo não foi possível estabelecer uma comparação direta com os valores obtidos.

#### 4.2.3 Cor e Textura

A determinação da cor e da textura por meios instrumentais foi apenas realizada nas amostras adquiridas em Faro, visto que o Instituto Nacional de Investigação Pesqueira em Luanda não possui os aparelhos para a realização das medições.

A análise (instrumental) da cor nas amostras é importante na medida em que permite quantificar de forma sintetizada a aparência, a tonalidade, o brilho da pele, etc. do pescado. Os resultados da medição de cor, nomeadamente dos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  (no sistema de cor CIELab), encontram-se resumidos na Tabela X.

Relativamente ao cachucho e à pescada não foram encontrados dados na literatura acerca da sua coloração obtida instrumentalmente. Neste trabalho, os valores médios da luminosidade ( $L^*$ ) foram de 40,45 e 60,88 para a pescada e cachucho, respetivamente. Os valores de  $a^*$  e  $b^*$  foram de  $a^*=-0,3$  e  $b^*=0,1$  e de  $a^*=11,5$  e  $b^*=10,8$ , respetivamente para pescada e cachucho. A óbvia diferença de aparência, tonalidade, brilho, etc. entre as espécies está patente nos resultados obtidos: a luminosidade do cachucho é muito superior à da pescada, mais baça; por outro lado, a pescada apresenta uma cor geral mais acinzentada enquanto o cachucho é róseo/avermelhado.

**Tabela X.** Valores (média  $\pm$  desvio-padrão) dos parâmetros da cor (sistema CIELab) de espécies comercializadas em Faro.

Espécies	n	Cor		
		L*	a*	b*
<b>Pescada</b>	5	42,7 $\pm$ 7,3	-0,3 $\pm$ 0,5	0,1 $\pm$ 1,1
<b>Cachucho</b>	6	60,1 $\pm$ 4,5	11,5 $\pm$ 1,7	10,8 $\pm$ 1,9
<b>Polvo (parte superior do manto)</b>	6	59,3 $\pm$ 2,5	-1,2 $\pm$ 1,2	0,01 $\pm$ 2,0
<b>Polvo (parte inferior do manto)</b>	6	63,9 $\pm$ 4,7	-1,0 $\pm$ 1,1	1,2 $\pm$ 1,3
<b>Polvo (região bucal)</b>	6	64,2 $\pm$ 4,1	0,6 $\pm$ 1,2	2,1 $\pm$ 2,1

Quanto ao polvo, os valores médios dos parâmetros L\*, a\* e b\* da parte superior do manto foram 59,3, -1,2 e 0,01, respetivamente. A parte inferior do manto e a região bucal apresentaram valores médios de L\*, a\* e b\* relativamente semelhantes, embora pareçam confirmar a maior luminosidade (claridade) desta parte do corpo relativamente à parte superior. Comparando com o estudo realizado por Rocha (2013) sobre polvo fresco do Atlântico nordeste, a luminosidade do polvo analisado por aquele autor é maior (L\*=81,29). Por outro lado, obtiveram resultados na região da cor amarela e da cor verde mais pronunciadas no polvo do Atlântico (b\*=2,99 e a\*=-2,23) em relação ao polvo comercializado em Faro (b\*=0,01 e a\*=-1,2). Os espécimes de polvo analisados neste trabalho apresentam cores menos vivas e brilhantes, assim como estão menos próximas do amarelo; no entanto, o polvo analisado tem um valor que se aproxima mais da cor vermelha. Rocha (2013) verificou, ainda, que durante a conservação em refrigeração a luminosidade diminuiu (para L=78,94), aproximando-se da cor amarela (b\*=7,91). No caso do polvo, que possui capacidade de mimetizar o meio envolvente por forma a camuflar a sua presença, a avaliação (em absoluto) da cor é extremamente difícil e coloca diversas dificuldades à comparação entre resultados e estudos.

Em termos de textura, os resultados para a dureza média medida nos testes de compressão foram de 120,7  $\pm$  33,6 g·f<sup>1</sup> em pescada, de 163,3  $\pm$  34,7 g·f em cachucho e de 149,7  $\pm$  49,5 g·f em polvo. A variação das propriedades texturais de músculo do pescado derivadas das diferenças intrínsecas depende principalmente da estrutura do tecido muscular do pescado, que é atribuído aos fatores internos relacionados com as estruturas de proteínas contrácteis, a

<sup>1</sup> 1000 g·f=9,80665 N.

estrutura de tecido conjuntivo e a oxidação de lípidos (Cheng et al., 2014). Segundo alguns autores a textura do músculo do pescado diminui durante o tempo de armazenamento. Suárez-Mahecha et al. (2007) estudaram a relação entre a firmeza peixe e o conteúdo de colagénio no músculo pargo (*Sparus aurata*) sob diferentes condições de armazenamento. E observaram que o conteúdo de colagénio no músculo do peixe diminuiu durante o tempo de armazenamento, que foi estreitamente ligada à firmeza da musculatura de peixes. Segundo Ayala et al. (2011) os maiores valores de textura foram encontrados durante os primeiros dias *post-mortem* da dourada. Os parâmetros texturais diminuíram significativamente de 18,5 N no dia zero para 4,4 N no 16º dia. A diminuição da textura também foi registada por Suárez-Mahecha et al. (2007) ao estudar o efeito da refrigeração sobre a textura *post-mortem* do músculo de matrinxã (*Brycon cephalus*). No seu estudo a textura foi determinada numa amostra de 10 mm de espessura obtida do músculo dorsal. Foi registrada a máxima força de penetração, com êmbolo cilíndrico de 3 mm de diâmetro, que foi forçado a entrar no filete, paralelo à orientação de suas fibras. Os resultados revelaram que a firmeza do músculo diminuiu significativamente depois de 12 horas de arrefecimento. Para espécimes de 120 g e de 230 g, antes do arrefecimento apresentaram 211,8 g·f vs. 196,4 g·f, depois do resfriamento apresentaram 116,5 g·f vs. 83,0 g·f respetivamente de textura, Tantasuttikul et al. (2011) ao analisar a lula e o choco observou que, a força de cisalhamento diminuiu gradualmente ao longo de 16 dias de armazenamento. No dia 0, as forças de cisalhamento de choco foram maiores do que a de lula. Isto foi provavelmente devido à espessura do músculo choco ser maior do que a da lula. Para além da influência de outros fatores intrínsecos, como sejam a espécie, o tamanho ou estado nutricional, e extrínsecos, relacionados por exemplo com a manipulação, a estrutura muscular do pescado não é homogénea, podendo provocar variação na medição da textura por meios instrumentais (Hyldig & Nielsen, 2001), como aliás se verifica se atendermos à variabilidade associada aos resultados (médios) obtidos.

#### 4.2.4 Azoto básico volátil total

O teor em azoto básico volátil total (ABVT) é um dos parâmetros químicos usados para avaliar a qualidade do pescado. Apesar de aquele índice variar de espécie para espécie, está regulamentado (Regulamento (CE) N.º 2074/2005 de 5 de Dezembro) e consideram-se como “aceitáveis” ou aptos para o consumo, o pescado cujo teor se encontrar abaixo de certos limites

– de acordo com a legislação vigente, o pescado fresco deve apresentar valores iguais ou inferiores a 25 - 35 mg N/100g de amostra.

Na Tabela XI encontram-se compilados os resultados dos teores em ABVT para as seis espécies analisadas neste trabalho. Em qualquer dos casos, os teores obtidos, que variaram entre 5,4 mg N/100g para polvo em Faro e 9,7 mg N/100g também para polvo mas Luanda, estão bem abaixo do(s) limite(s) referido(s) acima, o que demonstra a qualidade, em termos de teor em ABVT, das espécies comercializados em Faro e Luanda.

**Tabela XI.** Resultados (média ± desvio-padrão) do teor em ABVT (em mg N/100g).

Espécie	n	Localidade	ABVT (mg N/100g)
<b>Pescada</b>	5	Faro	7,6 ± 1,8
	---	Luanda	---
<b>Barracuda</b>	---	Faro	---
	5	Luanda	9,6 ± 1,3
<b>Cachucho</b>	6	Faro	7,6 ± 0,3
	5	Luanda	9,2 ± 2,7
<b>Polvo</b>	6	Faro	5,4 ± 0,9
	5	Luanda	9,7 ± 0,3

Orban et al. (2011), ao estudaram as alterações que ocorrem nas amostras de pescada conservadas em gelo ao longo de treze dias, em dois períodos do ano, verão e inverno, registaram um valor mínimo de 10,44 mg N/100 g e máximo de 13,75 mg N/100 g, no dia zero. O valor obtido neste trabalho (7,6 mg N/100 g ± 1,8 mg N/100 g) é substancialmente inferior. No final de treze dias de conservação em gelo no período de inverno, o teor de ABVT registado foi de 18 mg N/100 g, sendo consideravelmente mais baixo que o quarto dia de conservação referente ao período de verão, que apresentou um valor máximo de aproximadamente 43 mg N/100 g. Ruiz-Capillas & Moral (2001) verificaram que o teor em ABVT aumentou progressivamente ao longo do armazenamento da pescada, de 10,92 mg N/100 g (no dia 0) para 44,45 mg N/ 100 g (no 25º dia). Novamente, os resultados obtidos neste estudo estão em linha com os dados publicados para o dia zero por aqueles autores.

No que diz respeito aos espécimes de cachucho analisados, os teores de ABVT obtidos variaram entre 7,6 mg N/100 g em Faro e 9,2 mg N/100 g para Luanda. Quanto à barracuda, o teor médio de ABVT dos espécimes analisados em Luanda foi de 9,6 mg N/100 g. Não parecem existir dados publicados para estas duas espécies. Num estudo realizado sobre dourada (*Sparus*

*aurata*), espécie da família *Sparidae*, Simat et al. (2012) revelam que o teor de ABVT aumentou de 17,23 mg N/100 g (no dia 0) para 24,47 mg N/100 g (no dia 15). Tal como os autores acima referidos, também Bayar et al. (2013) registaram um aumento do teor de ABVT de robalo (*D. labrax*) ao logo do tempo de armazenamento, sendo que do dia zero ao sexto dia do período de descongelamento o teor de ABVT aumentou ligeiramente de 18,85 mg N/100 g para 21,51 mg N/100 g. Finalmente, Ozyurt et al. (2009) avaliaram a frescura do salmonete (*Mullus barbatus*) e observaram que no início do armazenamento os valores de ABVT foram 12,23 mg N/100 g e aumentaram com o tempo de armazenamento para 26,19 mg N/100 g. Em qualquer caso, os resultados obtidos neste estudo para cachucho e barracuda foram inferiores àqueles publicados para espécies que se podem considerar relativamente afins.

No estudo realizado por Rocha (2013), em polvo fresco e congelado do Atlântico Nordeste, indicam-se valores médios de ABVT de 6,73 mg N/100 g para o polvo fresco e de 9,9 mg N/100 g para o polvo congelado. Estes valores são comparáveis àqueles que se obtiveram neste trabalho.

#### 4.2.5 Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico

Na tabela XII são apresentados os valores para o teor de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), um índice de qualidade que permite avaliar o nível de oxidação lipídica resultante do(s) processo(s) de deterioração do pescado.

**Tabela XII.** Valores (média  $\pm$  desvio-padrão) do teor em TBARS (em  $\mu\text{g}$  MDA/g).

Amostra	n	Localidade	TBARS (mg MDA/kg) média $\pm$ dp
<b>Pescada</b>	5	Faro	2,1 $\pm$ 1,0
<b>Barracuda</b>	6	Luanda	N.D.
<b>Cachucho</b>	6	Faro	0,4 $\pm$ 0,6
	5	Luanda	0,5 $\pm$ 0,6
<b>Polvo</b>	6	Faro	N.D.
	5	Luanda	0,7 $\pm$ 0,2

N.D. – não-detetado (abaixo do limite de deteção da técnica).

A pescada apresentou um valor médio de 2,1 mg MDA/kg, valor ligeiramente mais baixo que os valores encontrados por Ruiz-Capllas & Moral (2001), que obtiveram um valor inicial

de 0,46 mg MDA/100 g no músculo de pescada que aumentou para 0,76 mg MDA/100 g no 5º dia. Simeonidou et al. (1997) relatam que o valor de TBA no dia 0 em pescada foi de 26,0 ( $10^{-3}$  mg MDA/kg) e em carapau de 129 ( $10^{-3}$  mg MDA/kg), aumentando no dia 20 para 51,8 ( $10^{-3}$  mg MDA/kg) e 162 ( $10^{-3}$  mg MA/kg), respetivamente. Ozyurt et al. (2009) observaram um aumento de 0,51 mg MDA/ kg no dia 0 para 0,69 mg MDA/ kg durante a conservação em gelo do salmonete (*M. barbatus*) em 11 dias de armazenamento. Baygar et al. (2013) estudou os efeitos de múltiplos ciclos de congelação e descongelação sobre robalo (*D. labrax*). Em média, os valores do TBARS para cachucho foram ligeiramente menores nas amostras obtidas no circuito comercial em Faro (0,4 mg MDA/kg) comparativamente com os valores resultantes nos espécimes adquiridos no mercado em Luanda (0,5 mg MDA/kg). Apesar não existirem dados publicados para cachucho, os valores obtidos neste trabalho estão de acordo com os resultados obtidos por outros autores para espécies que se podem considerar comparáveis visto que são espécies da mesma família. Tal como nos outros estudos mencionados antes, os valores aumentaram ao longo do tempo; o pescado fresco apresentou 0,43 mg MDA/kg que passou a 0,68 mg MDA/kg após o sexto período de congelação-descongelação. Segundo Simat et al. (2012), os valores registados para a dourada (*S. aurata*) foram de 0,24 mg MDA/kg no dia 0 e de 0,84 mg MDA/kg no 15º dia.

Relativamente aos polvos analisados, para os espécimes obtidos em Luanda o valor médio de TBARS foi de 0,7 mg MDA/kg, enquanto para os polvos analisados em Faro o teor de TBARS encontrava-se abaixo do limite de deteção da técnica. Os reduzidos teores em malondialdeído (i.e. de TBARS) determinados neste trabalho, são consideravelmente mais baixos que os resultados referidos por Rocha (2013): o conteúdo de malondialdeído em polvo capturado no Atlântico Nordeste e congelado é extremamente baixo, variando entre 0,11 µg MDA/kg (após 15 semanas) e 0,96 µg MDA/kg (após 22 semanas), apesar do tempo de conservação em congelado. Por outro lado, Atrea et al. (2009) observaram que o conteúdo inicial de TBA(RS) no polvo fresco foi 29,4 µg MDA /kg, próximo do limite de deteção do método (20 µg MDA/kg). Os valores de TBA(RS) entre 1000 e 1500 µg/kg (i.e. 1 e 1,5 µg/g) são normalmente considerados como os limites, para além dos quais o pescado desenvolve odor e/ou sabor *duvidoso* (Connell, 1990, citado por Atrea et al., 2009).

Comparando os valores de TBA(RS) achados presente estudo e os valores encontrados na literatura é possível observar que os valores achados encontram-se próximos dos valores da literatura. De facto, nesta fase do circuito comercial o nível reduzido de oxidação lipídica em barracuda em Luanda ou em polvo em Faro não foram sequer quantificáveis pelo método usado

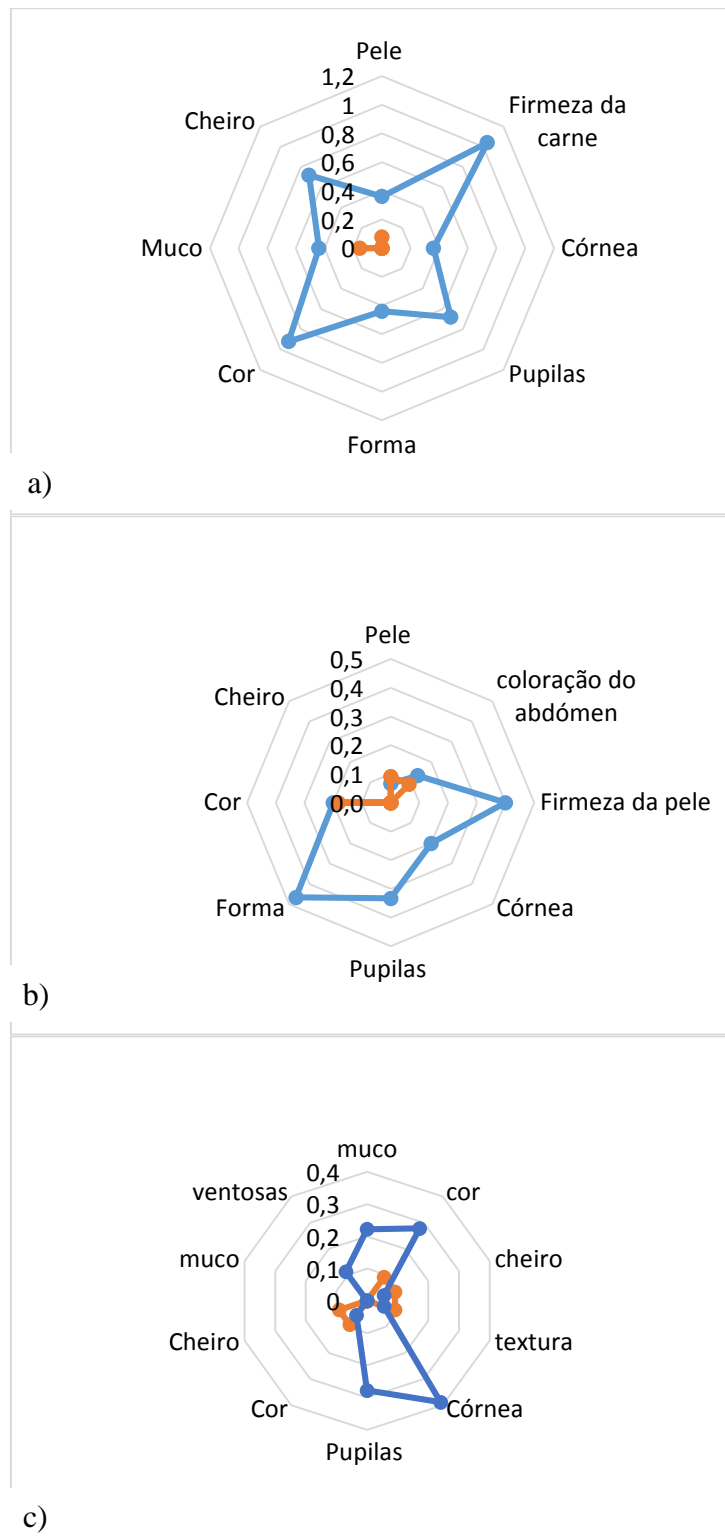
para medir o teor de TBARS. Considerando que as espécies analisadas possuem um baixo teor de gordura (entre 0,3% e 5,0%) e ainda que parte dessa gordura seja constituída por ácidos gordos polinsaturados, muito suscetíveis à oxidação, o reduzido tempo de conservação decorrido entre captura e aquisição e análise das amostras não permitiu o desenvolvimento das reações químicas associadas à degradação da fração lipídica do pescado e, por isso, a produção de quantidades significativas malondialdeído.

#### 4.2.6 Análise sensorial

Neste trabalho utilizou-se o método do índice de qualidade (QIM) para a avaliação sensorial da frescura das espécies estudadas. Utilizaram-se esquemas QIM previamente desenvolvidos para a pescada (Nunes et al., 2007) e para polvo (Barbosa & Vaz-Pires, 2004). Contudo, houve necessidade de adaptar o esquema QIM de dourada (Nunes et al., 2007) para avaliar a frescura de cachucho e utilizou-se, quase diretamente, o esquema desenvolvido para pescada (Nunes et al., 2007) para avaliar barracuda.

As equipas de provadores foram selecionadas em função da disponibilidade e do interesse em participar do teste sensorial. Em Faro, a equipa de provadores foi formada por funcionários (docentes e técnicos) e estudantes do Departamento de Engenharia Alimentar com conhecimentos teóricos e bastante prática neste tipo de análise. Os participantes do INIP (Luanda) (técnicos de química, de biologia e de microbiologia) no processo de análise sensorial não tinham experiência prévia relativamente a este tipo de análise.

Genericamente, as pontuações atribuídas aos espécimes provenientes do circuito comercial em Luanda foram substancialmente mais reduzidas do que aquelas dadas aos espécimes comercializados em Faro (Figura 21). Sendo certo que era expectável ocorrerem diferenças no caso da pescada (em Faro) e barracuda (em Luanda) (Figura 21a), observaram-se grandes diferenças entre Faro e Luanda para a maioria dos parâmetros sensoriais avaliados nos espécimes de cachucho e de polvo (Figura 21b, c).



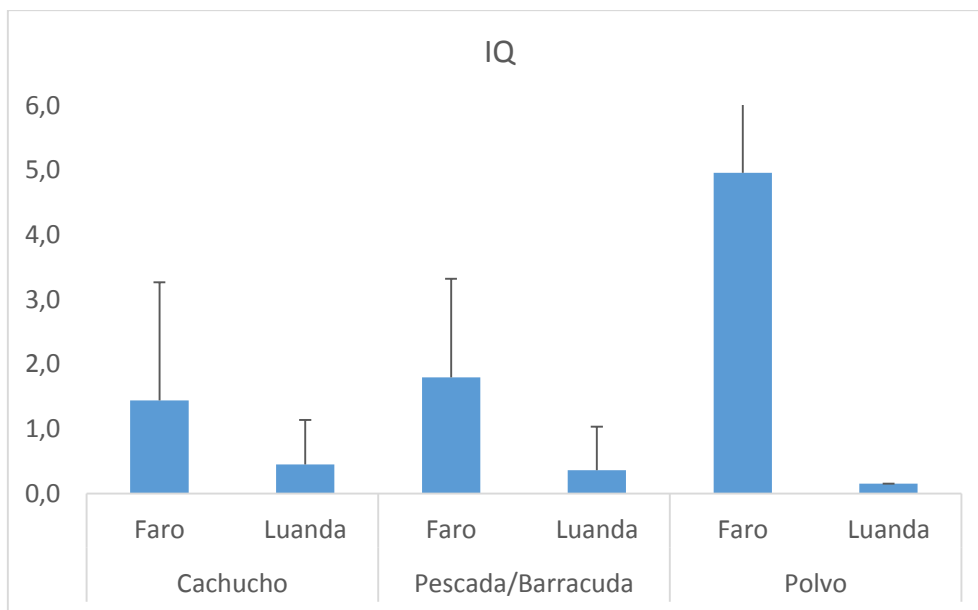
**Figura 21.** Valores médios dos atributos de qualidade das espécies analisadas; a) pescada — e da barracuda —; b) Cachucho (Faro — e Luanda —); c) Polvo (Faro — e Luanda —).

De entre os parâmetros sensoriais, a cor da pele (“pele” nos gráficos), a firmeza e, para as amostras de cachucho, coloração do abdómen foram avaliados inicialmente. Verificou-se que as pontuações foram em média mais baixas para os espécimes obtidos em Luanda, ca. de 0 e

0,097 pontos de demérito; no entanto, os espécimes de cachucho amostrados em Faro apresentaram uma pele mais brilhante e iridescente, com 0,067 pontos de demérito (Figura 21b). Em relação à cor das brânquias, as cotações foram muito semelhantes para os espécimes de cachucho obtidos em Faro e em Luanda. No caso da barracuda, a cotação foi de 0 pontos de demérito; valor inferior àquele atribuído aos espécimes de pescada em Faro, 0,92 pontos de demérito. Quanto ao odor (“cheiro”) das brânquias, tanto no caso do cachucho comercializado em Faro e em Luanda, como na barracuda (em Luanda), a pontuação média foi de 0, i.e. cheiro fazendo lembrar algas marinhas. Pelo contrário, a pontuação média atribuída a este parâmetro na pescada comercializada em Faro foi 0,7 pontos de demérito (Figura 21a).

No que diz respeito aos polvos analisados, observaram-se diferenças nas cotações atribuídas aos parâmetros de qualidade entre os espécimes comercializados em Faro e Luanda. Observou-se que, quanto à cor e ao brilho determinados sensorialmente, a cor varia entre Faro e Luanda. O polvo comercializado em Luanda apresentou maior intensidade de cor, a pontuação média foi de 0,091, maior intensidade do cheiro da pele (ponto de demérito 0,091) e o valor mais elevado na textura do músculo (0,091) em relação ao polvo comercializado em Faro que variou de 0,278, 0,056 e 0,056 respetivamente. A intensidade do cheiro na região bucal revelou-se maior no polvo em Luanda (0,091 em Luanda *vs.* 0 em Faro). Pelo contrário, as ventosas e os olhos do polvo de Faro apresentaram valor médio mais elevado (0 em Luanda *vs.* 0,11 e 0,33 em Faro). Em relação aos outros atributos o polvo de Faro apresentou valores médios mais elevados (Figura 21c).

Relativamente ao índice de qualidade (IQ), i.e. soma dos pontos de demérito, os valores médios encontraram-se no intervalo de 0,15 a 5,96 (Figura 22). Estes valores indicam que, em qualquer caso, a frescura do pescado «está garantida». O IQ atribuídos aos espécimes analisados em Luanda apresentaram um valor médio inferior aos índices obtidos para as espécies de Faro. De facto, as espécies adquiridas em Luanda, diretamente aos pescadores (cachucho e barracuda) e o polvo adquirido no supermercado, apresentaram maior grau de frescura, i.e. valores menores do IQ (0,15, 0,36, e 0,45 para barracuda, cachucho e polvo, respetivamente), do que aquele determinado para as amostras obtidas em Faro (4,96, 1,80, e 1,44 para pescada, cachucho e polvo, respetivamente).



**Figura 22.** Apreciação global da qualidade das espécies analisadas

Baixas-Nogueras et al. (2003a) observaram o aumento gradual do IQ de pescada armazenada em gelo, de um valor inicial de 0 que aumentou até 0,85 após 14 dias. O estudo realizado por Sant´Ana et al. (2011) revelou que durante o armazenamento do goraz (*Pagellus bogaraveo*) sob refrigeração, ocorrem alterações nos parâmetros de qualidade sensorial listados no esquema QIM: cor, aspeto e odor da pele; textura (elasticidade) de carne; aparência boca, cor e resistência; forma brilhante e cor de fluido anal, dos olhos e córnea e aparência da pupila e finalmente, cor, muco e odores de brânquias. Os resultados indicaram que no primeiro dia o IQ foi 0,17 e aumentou para aproximadamente 0,70. Tendo em conta as alterações sensoriais, a rejeição deu-se no dia 12 e 13 em gelo, principalmente devido à presença de odores desagradáveis na pele e das brânquias. Majolini et al. (2010) avaliaram a frescura de robalo (*Dicentrarchus labrax*) duas horas após a captura (dia 0), e no dia 1 até ao 8º dia armazenado sob refrigeração a 2 °C. Observaram o aumento do IQ de 0 no dia 0 para 5,1 no 1º dia e aumentou para 18,4 no 18º dia. Estudo realizado por Huidobro et al., (2001) relata o aumento da IQ da espécie *Sparus aurata* de aproximadamente 1 no dia 0 para aproximadamente 14,9 no 23º dia de armazenamento.

Barbosa & Vaz-Pires (2004) desenvolveram o sistema QIM para avaliação da frescura do polvo comum (*O. vulgaris*), usado neste trabalho e no qual preveem a avaliação de parâmetros como a aparência, odor, muco da pele, textura da carne, o brilho pupila e córnea, cor, odor e muco na região da boca, bem como o material encontrado nas ventosas. Os resultados daqueles

autores mostraram o aumento da soma dos pontos de demérito de ca. 0,2 no dia 0 para 13 no dia 7. Hurtado et al. (1999) previram um tempo de conservação útil mais curto, de apenas 6-7 dias para *O. vulgaris*. Tantasuttikul et al. (2011) ao avaliaram o índice de qualidade do choco (*Sepia aculeata*) e da lula (*Photololigo duvaucelii*) armazenados em gelo, observaram que no dia 0, o cheiro foi descrito como "algas" e foram atribuídos 0 pontos. Após o dia 6, já se consideraram espécimes como inaceitáveis, tendo havido um ligeiro aumento no odor de peixe, o desenvolvimento de cor rosada na lula, e a parte central do manto choco tornou-se acastanhada. Além disso, foram referidas outras características: carne macia e opacidade dos olhos, em comparação com lulas e chocos frescos. Aqueles autores estimam que a rejeição das lulas e os chocos (QIM=13,7 e 14 pontos de demérito, respetivamente) ocorre após 12 dias em gelo com a intensificação da cor-de-rosa da pele, o cheiro forte de deterioração, e carne flácida de ambas as espécies. Vaz-Pires & Seixas (2006) estimaram que o período de vida útil máxima para chocos (*S. officinalis*) é de 10 dias totalizando 17 pontos de demérito e para a lula (*Illex coindetii*), com 16 pontos de demérito, é o 9º dia.

Os menores valores de IQ obtidos para os espécimes obtidos em Luanda podem dever-se ao facto dos exemplares de barracuda e de cachucho terem sido adquiridos diretamente aos pescadores, portanto não ter havido tempo para ocorrerem alterações possíveis de serem detetadas sensorialmente. Pelo contrário, os espécimes de pescada e de cachucho analisados em Faro foram adquiridos em super- ou hipermercados, sendo que no maior intervalo de tempo decorrido entre a captura e a comercialização, os espécimes ficaram sujeitas a alterações físico-químicas (e eventualmente microbiológicas) daí tendo resultado alterações sensoriais, detetáveis pelo painel de provadores. A frescura de pescada varia continuamente logo após captura/abate e durante o tempo de conservação, durante qual ocorrem alterações físico-químicas e microbiológicas que dependem das características intrínsecas das espécies, do tempo e das condições, em que este é conservado. Desta forma, a manipulação cuidadosa do pescado e as boas condições de armazenamento são fundamentais na garantia da qualidade dos mesmos, uma vez que quando este é pescado se debate para tentar se libertar das redes de pesca ou morre em agonia nos barcos pesqueiros, ocorre o esgotamento de suas reservas de energia mais rapidamente, ocasionando uma deterioração mais acelerada e intensa (Soares & Gonçalves, 2012).

Por outro lado, há que considerar que as diferenças nas cotações atribuídas aos espécimes amostrados em Faro e em Luanda são em (boa) parte resultado dos painéis de provadores

envolvidos serem constituídos por provadores diferentes, quer em termos de experiência em provas sensoriais (substancialmente maior no caso de Faro) quer em termos de número.

Finalmente, no caso do cachucho e da barracuda adaptaram-se os esquemas QIM originalmente desenvolvidos para dourada e para pescada, respetivamente. Apesar de serem espécies diferentes, parece que em ambas se podem avaliar os mesmos atributos de qualidade e que os seus descritores são relativamente apropriados. Contudo, não foi possível realizar o estudo da dinâmica de deterioração para confirmar se as escalas são, de facto, adequadas para a avaliação do grau de frescura de cachucho e barracuda, visto que apenas se utilizaram em amostras de espécimes frescos.

#### 4.2.7 Corelação entre os parâmetros de degradação

Para um nível de significância de 0,05, existem evidências estatísticas para se afirmar que diversos índices físico-químicos de degradação (TBARS, CRA,  $a_w$ ) e parâmetros sensoriais (odor, cor da pele e firmeza) apresentaram coeficientes de correlação significativos, superiores a 0,75 (Tabela XIII).

De facto, verifica-se que existe associação moderada/forte e direta entre o teor em TBARS e a CRA ( $r=0,836$ ;  $p=0,001$ ), por um lado, e o odor, a firmeza e a cor ( $r=0,751$ ;  $p=0,008$ ), por outro. Como era de se esperar também se observou que existe uma associação moderada/forte e direta entre a CRA e o odor, a firmeza e a cor ( $r=0,866$ ;  $p=0,001$ ). Logo é possível afirmar que a alteração dos TBARS e da CRA provoca uma alteração dos parâmetros organolético do pescado como a cor, o odor e a firmeza. A atividade de água ( $a_w$ ) está inversamente correlacionada com o TBARS (Correlação de Spearman,  $r=-0,822$ ), a CRA ( $r=-0,880$ ) e com o odor, firmeza e cor da pele ( $r=-0,932$ ).

Contudo, há que considerar os casos em que não foi possível determinar a capacidade de retenção da água e atividade da água, como o caso das espécies comercializadas em Luanda. Estudos mostraram que o aumento do TBARS altera a cor e confere um odor desagradável ao pescado o que provoca alteração na característica organolética que reflete o seu grau de frescura do mesmo (Abbas et al., 2009; Soares & Gonçalves, 2012). Essa perda da qualidade do pescado é acompanhada pela diminuição da atividade de água do músculo e da capacidade de retenção da água (Abbas et al., 2009; Pacheco-Aguilar et al., 2003). Apesar de não ter sido feito um

estudo em função ao tempo de armazenamento era de se espera que a CRA se correlacionasse negativamente como o TBARS e o odor, a firmeza e a cor, visto que a diminuição da qualidade do pescado é acompanhada pela diminuição da capacidade de retenção da água do músculo, uma vez que com a perda de frescura ocorrem mudanças nas propriedades funcionais do músculo do pescado (Pacheco-Aguilar et al., 2003).

**Tabela XIII:** Resultados da análise de correlação de Spearman entre parâmetros físico-químicos e atributos sensoriais.

		pH	Bases nitrogenadas voláteis	Subst. Reativas ao Ácido Tiobarbitônico	Capacidade de retenção da água	Atividade da água	Odor	Firmeza (sensorial)	Cor da pele (sensorial)		
pH	Coefficiente de Correlação	1,000	-,105	-,397	-,369	,319	-,376	-,376	-,376		
	Sig. (2 extremidades)	.	,759	,239	,264	,340	,254	,254	,254		
	N	11	11	11	11	11	11	11	11		
	Bootstrap <sup>c</sup>	Viés	,000	,005	,038	,033	-,020	,011 <sup>d</sup>	,011 <sup>d</sup>	,011 <sup>d</sup>	
		Erro Padrão	,000	,366	,365	,336	,327	,312 <sup>d</sup>	,312 <sup>d</sup>	,312 <sup>d</sup>	
		Intervalo de Confiança 95%	Inferior	1,000	-,800	-,858	-,904	-,456	-,876 <sup>d</sup>	-,876 <sup>d</sup>	-,876 <sup>d</sup>
			Superior	1,000	,623	,490	,365	,831	,323 <sup>d</sup>	,323 <sup>d</sup>	,323 <sup>d</sup>
	Bases nitrogenadas voláteis	Coefficiente de Correlação	-,105	1,000	-,073	-,309	,059	-,058	-,058	-,058	
		Sig. (2 extremidades)	,759	.	,832	,355	,864	,866	,866	,866	
		N	11	11	11	11	11	11	11	11	
Bootstrap <sup>c</sup>		Viés	,005	,000	-,052	-,010	,030	-,031 <sup>d</sup>	-,031 <sup>d</sup>	-,031 <sup>d</sup>	
		Erro Padrão	,366	,000	,395	,340	,354	,380 <sup>d</sup>	,380 <sup>d</sup>	,380 <sup>d</sup>	
		Intervalo de Confiança 95%	Inferior	-,800	1,000	-,907	-,889	-,602	-,850 <sup>d</sup>	-,850 <sup>d</sup>	-,850 <sup>d</sup>
			Superior	,623	1,000	,654	,472	,790	,680 <sup>d</sup>	,680 <sup>d</sup>	,680 <sup>d</sup>
Subst. Reativas ao Ácido Tiobarbitônico		Coefficiente de Correlação	-,387	-,073	1,000	,836 <sup>**</sup>	-,822 <sup>**</sup>	,751 <sup>**</sup>	,751 <sup>**</sup>	,751 <sup>**</sup>	
		Sig. (2 extremidades)	,239	,832	.	,001	,002	,008	,008	,008	
		N	11	11	11	11	11	11	11	11	
	Bootstrap <sup>c</sup>	Viés	,038	-,052	,000	-,013	,031	-,025 <sup>d</sup>	-,025 <sup>d</sup>	-,025 <sup>d</sup>	
		Erro Padrão	,365	,395	,000	,177	,106	,151 <sup>d</sup>	,151 <sup>d</sup>	,151 <sup>d</sup>	
		Intervalo de Confiança 95%	Inferior	-,858	-,907	1,000	,364	-,925	,350 <sup>d</sup>	,350 <sup>d</sup>	,350 <sup>d</sup>
			Superior	,490	,654	1,000	1,000	-,494	,886 <sup>d</sup>	,886 <sup>d</sup>	,886 <sup>d</sup>
	Capacidade de retenção da água	Coefficiente de Correlação	-,369	-,309	,836 <sup>**</sup>	1,000	-,880 <sup>**</sup>	,866 <sup>**</sup>	,866 <sup>**</sup>	,866 <sup>**</sup>	
		Sig. (2 extremidades)	,264	,365	,001	.	,000	,001	,001	,001	
		N	11	11	11	11	11	11	11	11	
Bootstrap <sup>c</sup>		Viés	,033	-,010	-,013	,000	,026	-,028 <sup>d</sup>	-,028 <sup>d</sup>	-,028 <sup>d</sup>	
		Erro Padrão	,336	,340	,177	,000	,087	,060 <sup>d</sup>	,060 <sup>d</sup>	,060 <sup>d</sup>	
		Intervalo de Confiança 95%	Inferior	-,904	-,889	,364	1,000	-,964	,680 <sup>d</sup>	,680 <sup>d</sup>	,680 <sup>d</sup>
			Superior	,365	,472	1,000	1,000	-,608	,891 <sup>d</sup>	,891 <sup>d</sup>	,891 <sup>d</sup>
Atividade da água		Coefficiente de Correlação	,319	,059	-,822 <sup>**</sup>	-,880 <sup>**</sup>	1,000	-,932 <sup>**</sup>	-,932 <sup>**</sup>	-,932 <sup>**</sup>	
		Sig. (2 extremidades)	,340	,864	,002	,000	.	,000	,000	,000	
		N	11	11	11	11	11	11	11	11	
	Bootstrap <sup>c</sup>	Viés	-,020	,030	,031	,026	,000	,009 <sup>d</sup>	,009 <sup>d</sup>	,009 <sup>d</sup>	
		Erro Padrão	,327	,354	,106	,087	,000	,071 <sup>d</sup>	,071 <sup>d</sup>	,071 <sup>d</sup>	
		Intervalo de Confiança 95%	Inferior	-,456	-,602	-,925	-,964	1,000	-,1,000 <sup>d</sup>	-,1,000 <sup>d</sup>	-,1,000 <sup>d</sup>
			Superior	,831	,790	-,494	-,608	1,000	-,736 <sup>d</sup>	-,736 <sup>d</sup>	-,736 <sup>d</sup>
	Odor	Coefficiente de Correlação	-,376	-,058	,751 <sup>**</sup>	,866 <sup>**</sup>	-,932 <sup>**</sup>	1,000	1,000 <sup>**</sup>	1,000 <sup>**</sup>	
		Sig. (2 extremidades)	,254	,866	,008	,001	,000	.	.	.	
		N	11	11	11	11	11	11	11	11	
Bootstrap <sup>c</sup>		Viés	,011 <sup>d</sup>	-,031 <sup>d</sup>	-,025 <sup>d</sup>	-,028 <sup>d</sup>	,009 <sup>d</sup>	,000 <sup>d</sup>	,000 <sup>d</sup>	,000 <sup>d</sup>	
		Erro Padrão	,312 <sup>d</sup>	,380 <sup>d</sup>	,151 <sup>d</sup>	,060 <sup>d</sup>	,071 <sup>d</sup>	,000 <sup>d</sup>	,000 <sup>d</sup>	,000 <sup>d</sup>	
		Intervalo de Confiança 95%	Inferior	-,876 <sup>d</sup>	-,850 <sup>d</sup>	,350 <sup>d</sup>	,680 <sup>d</sup>	-,1,000 <sup>d</sup>	1,000 <sup>d</sup>	1,000 <sup>d</sup>	1,000 <sup>d</sup>
			Superior	,323 <sup>d</sup>	,680 <sup>d</sup>	,886 <sup>d</sup>	,891 <sup>d</sup>	-,736 <sup>d</sup>	1,000 <sup>d</sup>	1,000 <sup>d</sup>	1,000 <sup>d</sup>
Firmeza (sensorial)		Coefficiente de Correlação	-,376	-,058	,751 <sup>**</sup>	,866 <sup>**</sup>	-,932 <sup>**</sup>	1,000 <sup>**</sup>	1,000	1,000 <sup>**</sup>	
		Sig. (2 extremidades)	,254	,866	,008	,001	,000	.	.	.	
		N	11	11	11	11	11	11	11	11	
	Bootstrap <sup>c</sup>	Viés	,011 <sup>d</sup>	-,031 <sup>d</sup>	-,025 <sup>d</sup>	-,028 <sup>d</sup>	,009 <sup>d</sup>	,000 <sup>d</sup>	,000 <sup>d</sup>	,000 <sup>d</sup>	
		Erro Padrão	,312 <sup>d</sup>	,380 <sup>d</sup>	,151 <sup>d</sup>	,060 <sup>d</sup>	,071 <sup>d</sup>	,000 <sup>d</sup>	,000 <sup>d</sup>	,000 <sup>d</sup>	
		Intervalo de Confiança 95%	Inferior	-,876 <sup>d</sup>	-,850 <sup>d</sup>	,350 <sup>d</sup>	,680 <sup>d</sup>	-,1,000 <sup>d</sup>	1,000 <sup>d</sup>	1,000 <sup>d</sup>	1,000 <sup>d</sup>
			Superior	,323 <sup>d</sup>	,680 <sup>d</sup>	,886 <sup>d</sup>	,891 <sup>d</sup>	-,736 <sup>d</sup>	1,000 <sup>d</sup>	1,000 <sup>d</sup>	1,000 <sup>d</sup>
	Cor da pele (sensorial)	Coefficiente de Correlação	-,376	-,058	,751 <sup>**</sup>	,866 <sup>**</sup>	-,932 <sup>**</sup>	1,000 <sup>**</sup>	1,000 <sup>**</sup>	1,000	
		Sig. (2 extremidades)	,254	,866	,008	,001	,000	.	.	.	
		N	11	11	11	11	11	11	11	11	
Bootstrap <sup>c</sup>		Viés	,011 <sup>d</sup>	-,031 <sup>d</sup>	-,025 <sup>d</sup>	-,028 <sup>d</sup>	,009 <sup>d</sup>	,000 <sup>d</sup>	,000 <sup>d</sup>	,000 <sup>d</sup>	
		Erro Padrão	,312 <sup>d</sup>	,380 <sup>d</sup>	,151 <sup>d</sup>	,060 <sup>d</sup>	,071 <sup>d</sup>	,000 <sup>d</sup>	,000 <sup>d</sup>	,000 <sup>d</sup>	
		Intervalo de Confiança 95%	Inferior	-,876 <sup>d</sup>	-,850 <sup>d</sup>	,350 <sup>d</sup>	,680 <sup>d</sup>	-,1,000 <sup>d</sup>	1,000 <sup>d</sup>	1,000 <sup>d</sup>	1,000 <sup>d</sup>
			Superior	,323 <sup>d</sup>	,680 <sup>d</sup>	,886 <sup>d</sup>	,891 <sup>d</sup>	-,736 <sup>d</sup>	1,000 <sup>d</sup>	1,000 <sup>d</sup>	1,000 <sup>d</sup>

Pelo contrário, não se verificou serem estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) outras correlações entre alguns parâmetros de degradação (ABVT, TBARS, CRA,  $a_w$ ). Não existem evidências estatísticas para se afirmar que o ABVT está relacionado com TBARS ( $r = -0,73$ ;  $p = 0,832$ ), CRA ( $r = -0,31$ ;  $p = 0,355$ ),  $a_w$  ( $r = 0,59$ ;  $p = 0,864$ ) e o odor, a firmeza e a cor da pele ( $r = -0,58$ ;  $p = 0,866$ ). Também, não existe relação significativa entre pH e os outros parâmetros: sejam físico-químicos, como ABVT ( $r = -1,05$ ;  $p = 0,759$ ), TBARS ( $r = -0,387$ ;  $p = 0,239$ ), CRA ( $r = -0,369$ ;  $p = 0,264$ ), e  $a_w$  ( $r = 0,319$ ;  $p = 0,340$ ); sejam sensoriais, como a cor, a firmeza e a cor da pele ( $r = -0,376$ ;  $p = 0,254$ ).

Contudo era expectável que o ABVT e o pH se correlacionassem com os parâmetros sensoriais visto que a qualidade do pescado para além de ser estimada por meio de testes sensoriais também é estimada pelo pH pela determinação dos compostos voláteis e entre outros métodos químicos. As alterações dos parâmetros sensoriais são consequências das alterações do pH, da formação/aumento do ABVT e dos outros parâmetros acima descritos. Estudo feito por Abbas et al. (2009), relata um aumento do pH, do ABVT e do TBARS durante o armazenamento do robalo em gelo durante 22 dias. O aumento do valor do pH reflete a produção de metabólitos alcalinos de origem bacteriana capazes de deteriorar o peixe e coincidiu com o aumento do ABVT, contribuindo desta forma para alteração do odor e da firmeza. Logo o pH pode servir como indicador de frescura (pelo menos parcial) uma vez que começa com baixa leitura na fase inicial de armazenamento, o que significa que o estado nutricional ainda era bom, e, em seguida, aumenta quando o peixe tinha sido armazenado um certo período de tempo (Abbas et al., 2009). Quando Baygar et al. (2013) analisaram os efeitos dos múltiplos ciclos de congelamento e descongelamento sobre a qualidade do robalo verificaram um aumento do pH, do ABVT e do TBARS durante o tempo de armazenamento. Ruiz-Capillas & Moral (2001) relatam que o pH, o ABVT e a TMA-N são os parâmetros mais adequados como índices de deterioração da pescada armazenada em gelo tendo em conta que tiveram uma correlação muito alta com as análises sensoriais. Aqueles autores também observaram uma correlação muito baixa do TBA com a análise sensorial e o ABVT. No estudo realizado por Erkan (2007) em pargo foi observado o aumento do ABVT, do TBARS, do pH e, concomitantemente, o aumento dos parâmetros sensoriais ao longo do tempo de armazenamento em gelo. Cheng et al. (2015) relatam que ao longo do tempo de armazenamento do pescado ocorre a diminuição do brilho e a intensidade da cor da pele, a diminuição da textura e o aumento do odor em consequência da formação dos TBARS, ABVT e alteração do pH. Estes compostos ocorrem devido os efeitos das atividades microbianas e decomposições de

enzimas endógenas que criam compostos voláteis relacionados com amoníaco, amina, álcoois, compostos contendo enxofre, entre outros. Portanto, a monitorização e a determinação do grau de frescura e o estágio de deterioração do pescado pode ser baseada nas medições o ABVT. Entre os parâmetros sensoriais, o odor é uma das características mais significativas (Cheng et al., 2015).

## 5. CONCLUSÕES

A presente investigação teve como finalidade determinar a composição química do pescado capturado em Luanda e em Faro e analisar a frescura dos mesmos mediante os processos físico-químicos e sensoriais.

A composição química das espécies estudadas varia de acordo com a espécie, entre indivíduos da mesma espécie e com a área geográfica. A composição química do polvo e do cachucho não variou muito entre os espécimes comercializados em Faro e em Luanda. No entanto em relação ao polvo, a diferença foi somente significativa no caso do teor de cloretos. Relativamente ao cachucho comercializado nos dois locais, observou-se que o teor de cloretos e o teor de humidade foram significativamente menores em peixes de Luanda do que nos espécimes comercializados em Faro e o teor de proteínas foi significativamente maior. Desta forma, pode-se concluir que a zona de captura (região geográfica) não influenciou de forma significativa alguns parâmetros da composição química do polvo e do cachucho.

Depois de analisados os parâmetros de deterioração concluiu-se que as espécies comercializadas tanto em Faro como em Luanda apresentavam elevados níveis de frescura e de qualidade. Todos os parâmetros de degradação estudados, com exceção do ABVT e do pH, mostraram uma boa correlação com a avaliação sensorial (odor, cor de pele e textura). São, portanto, bons indicadores de alterações na qualidade do pescado. Todavia, as diferenças físico-químicas e as alterações sensoriais observadas entre as espécies comercializadas em Faro e em Luanda devem ser tidas em conta na análise comparativa dos dados visto que para algumas das espécies de Luanda os espécimes foram compradas diretamente aos pescadores.

Durante a análise, verificou-se que não foram encontrados dados na literatura acerca da composição química do cachucho e dados sobre método do índice de qualidade para a barracuda e para o cachucho, o que reforça a necessidade de pesquisas suplementares, nomeadamente no caso do cachucho, para o estudo da dinâmica de deterioração, a fim de se confirmar a adequação das escalas usadas no esquema QIM para a avaliação da frescura e de se obterem teores de indicadores físico-químicos da qualidade dos espécimes ao longo do tempo de armazenamento.

A realização deste trabalho foi permeada por diversos desafios. Primeiramente, durante a execução das determinações laboratoriais, deparámo-nos com a falta de alguns equipamentos no INIP, como por exemplo texturómetro, colorímetro, entre outros, que não permitiu a comparação direta de resultados entre os dois locais. Segundo, se constatou a limitação da

bibliografia relacionada com a composição química das espécies comercializadas em Angola e, em particular, com a composição nutricional do cachucho. Contudo, a maioria das metodologias (laboratoriais) consideradas neste trabalho, que são consideradas «clássicas», foram executadas nos dois locais e permitiram a avaliação da frescura/qualidade dos espécimes e comparação dos dados no caso do cachucho e do polvo, espécies importantes. Estão lançadas as bases, quer em termos técnicos como científicos, para a realização de trabalhos futuros sobre a dinâmica da frescura e da qualidade de produtos da pesca e da aquicultura em Angola.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbas, K. A., Saleh, A., Mohamed, A. & Lasekan, O. (2009). The relationship between water activity and fish spoilage during cold storage: A review. *Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.7 (3&4)*, 86-90pp.
- Abella, A., Serena, F. & Ria, M. (2005). Distributional response to variations in abundance over spatial and temporal scales for juveniles of European hake (*Merluccius merluccius*) in the Western Mediterranean Sea. *Fisheries Research*, 71(3), 295-310pp.
- Afonso, C. I. M. (2009). Produtos da pesca capturados na costa portuguesa: benefícios e perigos associados ao seu consumo. Doutorado (Tese). Faculdade de Farmácia-Universidade de Lisboa, Lisboa. 5-7pp.
- Alasalvar, C., Taylor, K. D. A., Öksüz, A., Garthwaite, T., Alexis, M. N. & Grigorakis, K. (2001). Freshness assessment of cultured sea bream (*Sparus aurata*) by chemical, physical and sensory methods. *Food Chemistry*, 72(1), 33-40pp.
- Albuquerque, W. F. d., Zapata, J. F. F. & Almeida, R. S. (2004). Estado de frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. *Revista Ciência Agronômica*, 35, 264-271pp.
- Almeida, N. M. D. & Franco, M. R. B. (2006). Influência da dieta alimentar na composição de ácidos graxos em pescado: aspectos nutricionais e benefícios à saúde humana. *Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)*, 65(1), 07-14pp.
- Alvarez, P., Fives, J., Motos, L. & Santos, M. (2004). Distribution and abundance of European hake *Merluccius merluccius* (L.), eggs and larvae in the North East Atlantic waters in 1995 and 1998 in relation to hydrographic conditions. *Journal of Plankton Research*, 26(7), 811-826pp.
- Amlund, H., Lundebye, A.-K. & Berntssen, M. H. (2007). Accumulation and elimination of methylmercury in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) following dietary exposure. *Aquatic toxicology*, 83(4), 323-330pp.
- Anon. HD Octopus In The Sea Wallpaper. [Acesso 25/02/2015]. Disponível em: [http://1hdwallpapers.com/octopus\\_in\\_the\\_sea-wallpaper.html](http://1hdwallpapers.com/octopus_in_the_sea-wallpaper.html)
- AOAC. (1998). Nitrogen (total) in seafood (940.25). In: Official Methods of Analysis, 16<sup>th</sup>, 4<sup>th</sup> revision, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Argenta, F. F. (2012). Tecnologia de pescado: características e processamento da matéria-prima. Trabalho de fim de curso de especialização. Faculdade de Veterinária-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 18p.
- Atrea, I., Papavergou, A., Amvrosiadis, I. & Savvaidis, I. N. (2009). Combined effect of vacuum-packaging and oregano essential oil on the shelf-life of Mediterranean Octopus (*Octopus vulgaris*) from the Aegean Sea stored at 4 °C. *Food Microbiology*, 26(2), 166-172pp.
- Ayala, M. D., Santaella, M., Martínez, C., Periago, M. J., Blanco, A., Vázquez, J. M. & Albors, O. L. (2011). Muscle tissue structure and flesh texture in gilthead sea bream, *Sparus aurata* L., fillets preserved by refrigeration and by vacuum packaging. *LWT - Food Science and Technology*, 44(4), 1098-1106pp.

- Baixas-Nogueras, S., Bover-Cid, S., Veciana-Nogués, T. & Vidal-Carou, M. C. (2002). Chemical and sensory changes in Mediterranean hake (*Merluccius merluccius*) under refrigeration (6-8 C) and stored in ice. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(22), 6504-6510pp.
- Baixas-Nogueras, S., Bover-Cid, S., Veciana-Nogués, T., Nunes, M. L. & Vidal-Carou, M. C. (2003a). Development of a Quality Index Method to Evaluate Freshness in Mediterranean Hake (*Merluccius merluccius*). *J Food Sci*, 68(3), 1067-1071pp.
- Baixas-Nogueras, S., Bover-Cid, S., Veciana-Nogués, M. T. & Vidal-Carou, M. C. (2003b). Suitability of Volatile Amines as Freshness Indexes for Iced Mediterranean Hake. *J Food Sci*, 68(5), 1607-1610pp.
- Bandarra, N., Batista, I., Nunes, M. & Empis, J. (2001). Seasonal variation in the chemical composition of horse-mackerel (*Trachurus trachurus*). *European Food Research and Technology*, 212(5), 535-539pp.
- Barbosa, A. & Vaz-Pires, P. (2004). Quality index method (QIM): development of a sensorial scheme for common octopus (*Octopus vulgaris*). *Food Control*, 15(3), 161-168p.
- Baygar, T., Alparslan, Y. & Çaklı, Ş. (2013). Effects of multiple freezing and refrigerator thawing cycles on the quality changes of sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 12(2), 289-300pp.
- Bekaert, K. (2006). Development of Quality Index Method scheme to evaluate freshness of tub gurnard (*Chelidonichthys lucernus*). *Seafood research from fish to dish: quality, safety and processing of wild and farmed fish*, 289-296pp.
- Bernardi, D. C., Mársico, E. T. & Freitas, M. Q. D. (2013). Quality Index Method (QIM) to assess the freshness and shelf life of fish. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 56(4), 587-598pp.
- Botta, J. R. (1995). *Evaluation of seafood freshness quality*. VCH Publishers Inc. New York. 9-24pp.
- Bozariis, I. S. (2013). *Seafood processing: technology, quality and safety*. First ed. John Wiley & Sons, UK.
- Brunner, E. J., Jones, P. J. S., Friel, S., & Bartley, M. (2009). Fish, human health and marine ecosystem health: policies in collision. *International Journal of Epidemiology*, 38(1), 93-100pp.
- Burgess, J. R., Stevens, L., Zhang, W. & Peck, L. (2000). Long-chain polyunsaturated fatty acids in children with attention-deficit hyperactivity disorder. *The American journal of clinical nutrition*, 71(1), 327-330pp.
- Calder, P. C. (2006). n-3 polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases. *The American journal of clinical nutrition*, 83(6), 1505-1519pp.
- Careche, M. (2008). *Developing Functional Seafood Products*. In Børresen, T. *Improving seafood products for the consumer*. Woodhead Publishing Limited. Cambridge. 331-453pp.

- Carpentieri, P., Colloca, F., Cardinale, M., Belluscio, A. & Ardizzone, G. D. (2005). Feeding habits of European hake (*Merluccius merluccius*) in the central Mediterranean Sea. *Fishery Bulletin*, 103(2), 411-416pp.
- Castro, G. M., Rodríguez, A. & Galindo, G. C. (2013). [Fatty acids in different edible fish species from Mexico]. *Revista de biologia tropical*, 61(4), 1981-1998pp.
- Caula, F. C. B., Oliveira, M. D. & Maia, E. L. (2008). Teor de colesterol e composição centesimal de algumas espécies de peixes do estado do Ceará. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, 28(4), 960-964pp.
- Cejas, J. R., Almansa, E., Jérez, S., Bolaños, A., Samper, M. & Lorenzo, A. (2004). Lipid and fatty acid composition of muscle and liver from wild and captive mature female broodstocks of white seabream, *Diplodus sargus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 138(1), 91-102pp.
- Celik, M. (2008). Seasonal changes in the proximate chemical compositions and fatty acids of chub mackerel (*Scomber japonicus*) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the north eastern Mediterranean Sea. *International Journal of Food Science & Technology*, 43(5), 933-938pp.
- Cheng, J. H., Sun, D. W., Han, Z. & Zeng, X. A. (2014). Texture and structure measurements and analyses for evaluation of fish and fillet freshness quality: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(1), 52-61pp.
- Cheng, J.-H., Sun, D.-W., Zeng, X.-A. & Liu, D. (2015). Recent advances in methods and techniques for freshness quality determination and evaluation of fish and fish fillets: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 55(7), 1012-1225pp.
- Chi, Q.-q., Zhu, G.-w. & Langdon, A. (2007). Bioaccumulation of heavy metals in fishes from Taihu Lake, China. *Journal of Environmental Sciences*, 19(12), 1500-1504pp.
- Cho, C. Y. (1983). Nutrition and fish health. In Meyer, F. P., Warren, J. W. & Carey, T. G. *A Guide to Integrated Fish Health Management in the Great Lakes Basin*. Great Lakes Fishery Commission. Michigan. 63-73pp.
- Chomnawang, C., Nantachai, K., Yongsawatdigul, J., Thawornchinsombut, S. & Tungkawachara, S. (2007). Chemical and biochemical changes of hybrid catfish fillet stored at 4 °C and its gel properties. *Food Chemistry*, 103(2), 420-427pp.
- Chow, K. W. & Halver, J. E. (1980). *Fish Feed Technology*. United Nations development Programme. Food And Agriculture Organization of the United Nations.
- Cohen, D., Inada, T., Iwamoto, T. & Scialabba, N. (1990). Gadiform fishes of the world (order Gadiformes). Food and Agricultural Organization of the United Nations species catalogue. *FAO Fish. Synop. (125)*, Vol. 10. Roma.
- Cunnane, S., Drevon, C. A., Sinclair, A. & Spector, A. (2004). Recommendations for Intake of Polyunsaturated Fatty Acids in Healthy Adults. Report of the Sub-Committee of International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids. *ISSFAL Newsl*, 11(2), 12-25pp
- de Almeida, N. M., Batista, G. M., Kodaira, M., Val, A. L. & Lessi, E. (2005). Determinação do índice de rigor-mortis e sua relação com a degradação dos nucleotídeos em tambaqui (*Colossoma macropomum*), de piscicultura e conservados em gelo. *Ciência Rural*, 35(3), 698-704pp.

- de Beer, C. & Potts, W. (2013). Behavioural observations of the common octopus "*Octopus vulgaris*" in Baía dos Tigres, southern Angola. *African Journal of Marine Science*, 35(4), 579-583pp.
- de Figueirêdo, P., de Morais, S., Martins, J., Cavalcante, L., Dias, P., Costa, I. & Machado, L. (2010). Levels of total lipids and cholesterol in five species of fish caught in the region of Oiapoque-Amapá. *Ciência Animal*, 20(1), 35-42pp.
- de Oliveira Sartori, A. G. & Amancio, R. D. (2012). Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. *Segurança alimentar e nutricional*, 19(2), 83-93pp.
- Direção Geral das Pescas e Aquicultura (DGPA). 2007. Programa operacional pesca 2007-2013. Lisboa.
- do Amaral, G. V. & Freitas Ii, D. D. G. C. (2013). Método do índice de qualidade na determinação do frescor de peixes. *Ciência Rural*, 43(11), 2093-2100pp.
- European Food Safety Authority. EFSA. (2005). Opinion of the scientific panel on dietetic products, nutrition and allergies on a request from the commission related to nutrition claims concerning omega-3 fatty acids, monounsaturated fat, polyunsaturated fat and unsaturated fat. *The EFSA Journal*. 253: 1-29pp.
- European Food Safety Authority. EFSA. (2012). Scientific Opinion on the Tolerable Upper Intake Level of eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA) and docosapentaenoic acid (DPA). Parma (Italy), 10(7):2815, 1-48pp.
- Erkan, N. (2007). Sensory, chemical, and microbiological attributes of sea bream (*Sparus aurata*): effect of washing and ice storage. *International Journal of Food Properties*, 10(3), 421-434pp.
- Esteves, E. & Aníbal, J. (2007). Quality Index Method (QIM): utilização da análise sensorial para determinação da qualidade do pescado. 13º Congresso do Algarve. 365-73pp.
- Fawole, O. O., Ogundiran, M. A., Ayandiran, T. A. & Olagunju, O. F. (2007). Proximate and mineral composition in some selected fresh water fishes in Nigeria. *Internet Journal of Food Safety*, 9, 52-55pp.
- Filho, M. M. R., Ramos, M. I. L., Hiane, P. A. & de Souza, E. M. T. (2010). Nutritional Value of Seven Freshwater Fish Species from the Brazilian Pantanal. *J Am Oil Chem Soc.*, v.87, 1461-1467pp.
- Filho, A. de A. B., Lima, D. M., Salay, E., Siliprandi, E., Maranhã, L. k., Bagnato. M. H. S., Sussner, P., de Oliveira, R. A. & Domene, S. M. A. (2011). Pesquisas em Alimentação-NEPA/Universidade Estadual de Campinas. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). 4ª Edição Revisada e Ampliada. Disponível em: URL: [http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf](http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf).
- Fontes, M. D. C., Esteves, A., Caldeira, F., Saraiva, C., Vieira-Pinto, M. & Martins, C. (2007). Estado de frescor e qualidade higiênica do pescado vendido numa cidade do interior de Portugal. *Arq. bras. med. vet. zootec*, 59(5), 1308-1315pp.
- Food Agriculture Organization of the United Nations. FAO. Species Fact Sheets. *Dentex macrophthalmus* (Bloch, 1791). [Acesso 1/02/2015]. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/species/3181/en>

- Food Agriculture Organization of the United Nations*. FAO. (1989). Yield and Nutritional Value of the Commercially More Important Fish Species. *ao Fisheries Technical Paper*. 309. Roma. 78-79pp.
- Food Agriculture Organization of the United Nations*. FAO. (2007). Fishery and Aquaculture Country Profiles. The Republic of Angola. Roma. [Acesso 11/02/2015]. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/facp/AGO/en>
- Food Agriculture Organization of the United Nations*. FAO. (2009). International seafood trade challenges and opportunities. *Fisheries and Aquaculture proceedings*.13, Roma. 18-20pp.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO). (2010). Fishery and Aquaculture statistics - FAO yearbook 2008, Roma.47 e 68pp.
- Food Agriculture Organization of the United Nations* (FAO). (2011). Review of the state of world marine fishery resources. *Fao Fisheries And Aquaculture Technical Paper*. 569, Roma. 1; 9-13pp.
- Food Agriculture Organization of the United Nations. FAO. (2014a). The State of World Fisheries and Aquaculture. Opportunities and challenges, Roma. 4-26; 64pp.
- Food Agriculture Organization of the United Nations*. FAO (2014b). Fishery and Aquaculture Country Profiles. Angola (2011). Country Profile Fact Sheets. *Fisheries and Aquaculture Department*. Rome. [Acesso 2/02/2015]. Disponível em [.http://www.fao.org/fishery/facp/AGO/en](http://www.fao.org/fishery/facp/AGO/en)
- Froese, R. (2015). *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758). European hake. Froese, R. and D. Pauly. (eds). FishBase. [Acesso 1/03/2015]. Disponível em [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org).
- Gabriella, B. (1986). Fichas FAO de identificação de Espécies para propósitos comerciais. Guia de campo para as espécies comerciais marinhas e de águas salobras de Angola. Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação, Roma: FAO. [Acesso 9/01/2015]. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/010/s0650p/s0650p00.htm>
- Gebauer, S. K., Psota, T. L., Harris, W. S. & Kris-Etherton, P. M. (2006). n-3 fatty acid dietary recommendations and food sources to achieve essentiality and cardiovascular benefits. *The American journal of clinical nutrition*, 83(6), 1526-1535pp.
- Geicer, E. & Borgstrom, G. (1969). Fish Protein-Nutritive Aspects. In Borgstrom, G. Fish as Food: Nutrition, Sanitation, and Utilization (Vol. 2): Academic Press, INC. Orlando, Florida. 29-90pp.
- Gordoa, A., Lesch, H. & Roderigas, S. (2006). Bycatch: complementary information for understanding fish behaviour. Namibian Cape hake (*M. capensis* and *M. paradoxus*) as a case study. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 63(8), 1513-1519pp.
- Granata, L. A., Flick Jr, G. J. & Martin, R. E. (2012). *The seafood industry: species, products, processing, and safety*: John Wiley & Sons.
- Grigorakis, K. (2007). Compositional and organoleptic quality of farmed and wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and factors affecting it: A review. *Aquaculture*, 272(1-4), 55-75pp.

- Grigorakis, K., Alexis, M. N., Taylor, K. D. A. & Hole, M. (2002). Comparison of wild and cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*); composition, appearance and seasonal variations. *International Journal of Food Science & Technology*, 37(5), 477-484p.
- Guiné, R. & Henriques, F. (2011). O Papel dos ácidos gordos na nutrição Humana e desenvolvimentos sobre o modo como influenciam a saúde.
- Haard, N. F. & Simpson, B. K. (2000). *Seafood enzymes: utilization and influence on postharvest seafood quality*: CRC Press. New York.
- Hanlon, R. T. & Messenger, J. B. (1998). *Cephalopod behaviour*: Cambridge University Press.
- Huidobro, A., Pastor, A., López-Caballero, M. E. & Tejada, M. (2001). Washing effect on the quality index method (QIM) developed for raw gilthead seabream (*Sparus aurata*). *European Food Research and Technology*, 212(4), 408-412pp.
- Hurtado, J. L., Borderías, J., Montero, P. & AN, H. (1999). Characterization of proteolytic activity in octopus (*Octopus vulgaris*) arm muscle. *Journal of Food Biochemistry*, 23(4), 469-483pp.
- Huss, H. H. (1988). Fresh fish--quality and quality changes: a training manual prepared for the FAO/DANIDA Training Programme on Fish Technology and Quality Control: Food & Agriculture Org.
- Huss, H. H. (1995). Quality and quality changes in fresh fish. *FAO fisheries technical paper* (348), Roma.
- Huss, H. H. (1997). *Garantia da qualidade dos produtos da pesca*: Food & Agriculture Org., Roma.
- Hyldig, G. & Nielsen, D. (2001). A review of sensory and instrumental methods used to evaluate the texture of fish muscle. *Journal of Texture Studies*, 32(3), 219-242pp.
- Hyldig, G. & Green-Petersen, D. M. B. (2004). Quality Index Method—An objective tool for determination of sensory quality. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 13(4), 71-80pp.
- Jabeen, F. & Chaudhry, A. S. (2011). Chemical compositions and fatty acid profiles of three freshwater fish species. *Food Chemistry*, 125(3), 991-996pp.
- Jorge, R. (2010). Tabela da composição de alimentos. Instituto Nacional de Saúde. [Acesso 25/08/2015]. Disponível em: <http://www.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/AlimentNutricao/AplicacoesOnline/TabelaAlimentos/Paginas/TabelaAlimentos.aspx>
- Justi, K. C., das Graças Padre, R., Hayashi, C., Soares, C. M., Visentainer, J. V., de Souza, N. E. & Matsushita, M. (2005). Efeito da temperatura da água sobre desempenho e perfil de ácidos graxos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 27(4), 529-534pp.
- Khitouni, I. K., Mihoubi, N. B., Bouain, A. & Rebah, F. B. (2014). Seasonal Variation of the Chemical Composition, Fatty Acid Profiles and Mineral Elements of *Diplodus Annularis* (Linnaeus, 1758) Caught in the Tunisian Coastal Water. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2(6), 306-311pp.

- Kilongo, K., Barros, P. & Diehdiou, M. (2007). Diet of large-eye *dentex Dentex macrophthalmus* (Pisces: Sparidae) off Angola and Namibia. *African Journal of Marine Science*, 29(1), 49-54pp.
- Kong, F., Tang, J., Rasco, B., Crapo, C. & Smiley, S. (2007). Quality changes of salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) muscle during thermal processing. *J Food Sci*, 72(2), 103-111p.
- Kozačinski, L., Cvrtila, Z., Zdolec, N. & Njari, B. (2009). Quality of sea bass meat during storage on ice. *Meso*, 11(1).
- Kuedikuenda, S. O. K. I. & Xavier, M. N. (2009). Framework report on Angola's biodiversity. *Luanda: Republic of Angola, Ministry of Environment*.
- Leonardo, A. I. T. F. A. (2010). Estudo da qualidade do polvo-comum (*O. vulgaris*) capturado na Baía de Cascais. Mestrado (Dissertação). Faculdade de Medicina Veterinária-Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Lloret, J., Demestre, M. & Sánchez-Pardo, J. (2008). Lipid (energy) reserves of European hake (*Merluccius merluccius*) in the north-western Mediterranean. *Vie et milieu: Life and environment*, 58(1), 75-85pp.
- Łuczyńska, J., Paszczyk, B., Borejszo, Z., & Tarkowski, Ł. (2012). Fatty acid profile of muscles of freshwater fish from Olsztyn markets. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 62(1), 51-55pp.
- Luna, S. M. (2015a). *Dentex macrophthalmus* (Bloch, 1791). In Froese, R. and D. Pauly (eds.). FishBase. [Acesso 1/08/2015]. Disponível em [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org).
- Luna, S. M. (2015b). *Sphyræna guachancho* (Cuvier, 1829). Guachanche barracuda. In Froese, R. and D. Pauly (eds.). FishBase. [Acesso 1/08/2015]. Disponível em [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org).
- Macagnano, A., Careche, M., Herrero, A., Paolesse, R., Martinelli, E., Pennazza, G. & Natale, C. D. (2005). A model to predict fish quality from instrumental features. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 111–112(0), 293-298pp.
- Majolini, D., Trocino, A., Tazzoli, M. & Xiccato, G. (2010). Evolution of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) freshness during storage. *Italian Journal of Animal Science*, 8(3s), 282-284pp.
- Marques, A., Teixeira, B., Barrento, S., Anacleto, P., Carvalho, M. L. & Nunes, M. L. (2010). Chemical composition of Atlantic spider crab *Maja brachydactyla*: Human health implications. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(3), 230-237pp.
- Martin, R. E., Carter, E. P., Flick Jr, G. J. & Davis, L. M. (2000). *Marine and freshwater products handbook*. Lancaster, PA: Technomic Publishing Company, Inc.
- Martins, M. B., Suaiden, A. S., Piotto, R. F. & Barbosa, M. (2008). Propriedades dos ácidos graxos poliinsaturados–Omega 3 obtidos de óleo de peixe e óleo de linhaça. *Rev Inst Ciênc Saúde*. 26(2), 153-6pp.
- McManus, A., Merga, M. & Newton, W. (2011). Omega-3 fatty acids. What consumers need to know. *Appetite*, 57(1), 80-83pp.

- Menezes, M. E. d. S., Giselda Macema, L., Omena, C. M. B. d., Freitas, J. D. D., Ana, S. & Goulart, A. E. (2009). Nutritive values of fishes from maritime coast of Alagoas, Brazil. *Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)*, 68(1), 21-28pp.
- Méndez, E. & González, R. M. (1997). Seasonal changes in the chemical and lipid composition of fillets of the Southwest Atlantic hake (*Merluccius hubbsi*). *Food Chemistry*, 59(2), 213-217pp.
- Murray, J. & Burt, J. R. (2001). The Composition of Fish. *Ministry of technology. Torry Advis: Note 38, Torry Research Station*. [Acesso 15/03/2015]. Disponível em: <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5916e/x5916e00.htm#Contents>
- Murua, H. & Michael, L. (2010). The biology and fisheries of European hake, *Merluccius merluccius*, in the north-east Atlantic. *Advances in marine biology*, 58(10), 97-154pp.
- Nazemroaya, S., Sahari, M. & Rezaei, M. (2009). Effect of frozen storage on fatty acid composition and changes in lipid content of *Scomberomorus commersoni* and *Carcharhinus dussumieri*. *Journal of Applied Ichthyology*, 25(1), 91-95pp.
- Norma Portuguesa 1972. (1992). Determinação do teor de matéria gorda livre. Diário da República. III Série. Nº244 de 1992-10-22
- Norma Portuguesa 2930. (1988). Determinação do teor de azoto básico volátil total (ABVT). Método de Conway. Diário da República. III Série. Nº270 de 1988-11-22
- Norma Portuguesa 2282. (1991). Determinação do teor de humidade. Diário da República. III Série. Nº260 de 1991-11-12.
- Norma Portuguesa 2032. (1988). Determinação do teor de cinza. Diário da República. III Série. Nº110 de 1988-05-12
- Norma Portuguesa 2929. (1988). Determinação do teor de cloretos. Diário da República. III Série. Nº255 de 1988-11-04
- Nunes, M. L., Batista, I. & Cardoso, C. (2007). Aplicação do índice de qualidade (QIM) na avaliação da frescura do pescado. *IPIMAR Divulgação. Lisboa*. Nr: 15.
- Nurnadia, A. A., Azrina, A., Amin, I., Mohd Yunus, A. S. & Mohd Izuan Effendi, H. (2013). Mineral contents of selected marine fish and shellfish from the west coast of Peninsular Malaysia. *International Food Research Journal*, 20(1), 431-437pp.
- Olafsdottir, 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(8), 258-265pp.
- Olafsdottir, G., Nesvadba, P., Di Natale, C., Careche, M., Oehlenschläger, J., Tryggvadottir, S. V. & Esaiassen, M. (2004). Multisensor for fish quality determination. *Trends in Food Science & Technology*, 15(2), 86-93pp.
- Orban, E., Navigato, T., Di Lena, G., Masci, M., Casini, I., Caproni, R. & Rampacci, M. (2011). Total volatile basic nitrogen and trimethylamine nitrogen levels during ice storage of European hake (*Merluccius merluccius*): A seasonal and size differentiation. *Food Chemistry*, 128(3), 679-682pp.
- Ozogul, Y., Duysak, O., Ozogul, F., Özkütük, A. S. & Türeli, C. (2008). Seasonal effects in the nutritional quality of the body structural tissue of cephalopods. *Food Chemistry*, 108(3), 847-852pp.

- Özyurt, G., Duysak, Ö., Akamca, E. & Tureli, C. (2006). Seasonal changes of fatty acids of cuttlefish *Sepia officinalis* L. (Mollusca: Cephalopoda) in the north eastern Mediterranean sea. *Food Chemistry*, 95(3), 382-385pp.
- Özyurt, G., Kuley, E., Özkütük, S. & Özogul, F. (2009). Sensory, microbiological and chemical assessment of the freshness of red mullet (*Mullus barbatus*) and goldband goatfish (*Upeneus moluccensis*) during storage in ice. *Food Chemistry*, 114(2), 505-510pp.
- Pacheco-Aguilar, R., Ocaño-Higuera, V. M., Castillo-Yañez, F. J., Morán-Palacio, E. F., Márquez-Ríos, E. & Lugo-Sánchez, M. E. (2003). Changes in postmortem quality indices in finescale triggerfish muscle stored in ice. *Journal of Food Biochemistry*, 27(4), 333-352pp.
- Pigott, G. M. & Tucker, B. (1990). *Seafood: effects of technology on nutrition* (Vol. 39): CRC press. Marcel Dekker. New York.
- Pokorny, J. & Dieffenbacher, A. (1989). Determination of 2-thiobarbituric acid value: direct method-results of a collaborative study and the standardised method. *Pure and Applied Chemistry*, 61(6), 1165-1170pp.
- Potts, W., Inácio, L., Santos, C., Richardson, T. & Sauer, W. H. (2010). Aspects of the biology and fisheries of an economically important *sparid* *Dentex macrophthalmus* (Bloch 1791) in the Namibe province, Angola. *African Journal of Marine Science*, 32(3), 601-611pp.
- Purwaamidjaja, E., T. (2010). Storage quality of fresh redfish (*Sebastesmarinus*) fillets affected by different cooling methods. Jakarta Fisheries University. Ministry of Marine Affairs and Fisheries. Indonésia, 4-5p.
- Ramanathan, L. & Das, N. P. (1992). Studies on the control of lipid oxidation in ground fish by some polyphenolic natural products. *Journal of agricultural and food chemistry*, 40(1), 17-21pp.
- Regulamento (CE) 2074/2005 da Comissão de 5 de Dezembro de 2005 que estabelece medidas de execução para determinados produtos ao abrigo do Regulamento (CE) n.º 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho e para a organização de controlos oficiais ao abrigo dos Regulamentos (CE) n.º 854/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho.
- Rehbein, H. & Oehlenschläger, J. (2009). *Fishery products: Quality, safety and authenticity*: John Wiley & Sons. United Kindon
- Rocha, A. (2013). Avaliação da qualidade do polvo congelado. Dissertação (Mestrado). Instituto Politécnico De Beja. Beja. 35-41pp.
- Rosa, R., Nunes, L. & Reis, C. S. (2002). Seasonal changes in the biochemical composition of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, from three areas of the Portuguese coast. *Bulletin of marine science*, 71(2), 739-751pp.
- Ruiz-Capillas, C. & Moral, A. (2001). Correlation between biochemical and sensory quality indices in hake stored in ice. *Food Research International*, 34(5), 441-447p.
- Ruxton, C. H. S., Reed, S. C., Simpson, M. J. A. & Millington, K. J. (2004). The health benefits of omega-3 polyunsaturated fatty acids: a review of the evidence. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 17(5), 449-459pp.

- Sant'Ana, L. S., Soares, S. & Vaz-Pires, P. (2011). Development of a quality index method (QIM) sensory scheme and study of shelf-life of ice-stored blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo*). *LWT-Food science and technology*, 44(10), 2253-2259pp.
- Sartori, A. G. de O. & Amancio, R. D. (2012). Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. *Segur Alim Nutr*, Campinas, v.19(2), 83-93pp.
- Savay da Silva, L. K., Riggo, R., Martins, P. E., Galvão, J. A. & Oetterer, M. (2008). Otimização e padronização do uso da metodologia para determinação de bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) em camarões *Xyphopeneus kroyeri*. *Brazilian Journal of Food and Technology*, 20(1), 138-144pp.
- Schmidt, S. J. & Fontana, A. J. (2008). Appendix E: Water Activity Values of Select Food Ingredients and Products *Water Activity in Foods*: Blackwell Publishing Ltd. 407-420pp.
- Schubring, R. (2010). Quality assessment of fish and fishery products by color measurement. In Nollet, L. M. L. *Sensory analysis of foods of animal origin*, 199-228pp.
- Shirai, N., Terayama, M. & Takeda, H. (2002). Effect of season on the fatty acid composition and free amino acid content of the sardine *Sardinops melanostictus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 131(3), 387-393pp.
- Sikorski, Z. E. (1990). *Seafood: resources, nutritional composition, and preservation*. Boca Raton, FL: CRC Press Inc. Washington, D.C.
- Sikorski, Z. Z. E. & Kolakowska, A. (2010). *Chemical and functional properties of food lipids*. Boca Raton, FL: CRC Press LLC. Washington, D.C, 133p.
- Silva, E. (2012). Distribuição de elementos essenciais e não essenciais em tecidos de diversas espécies de peixes da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. Tese (Pós-graduação). Universidade Federal da Bahia, 68p.
- Šimat, V., Bogdanović, T., Krželj, M., Soldo, A., & Maršić-Lučić, J. (2012). Differences in chemical, physical and sensory properties during shelf life assessment of wild and farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.). *Journal of Applied Ichthyology*, 28(1), 95-101p.
- Simeonidou, S., Govaris, A. & Varelziz, K. (1997). Effect of frozen storage on the quality of whole fish and fillets of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) and Mediterranean hake (*Merluccius mediterraneus*). *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 204(6), 405-410pp.
- Soares, K. M. d. P. & Gonçalves, A. A. (2012). Seafood quality and safety. *Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)*, 71(1), 1-10p.
- Steffens, W. & Wirth, M. (2005). Freshwater fish-an important source of n-3 polyunsaturated fatty acids: a review. *Archiwum Rybactwa Polskiego*, 13(1), 5-16pp.
- Sterzelecki, F. C. (2010). Efeitos da salinidade no desenvolvimento de juvenis de Robalo-Peva, *Centropomus Parallelus* (Poey). Pós-Graduação (Dissertação). Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 11-15pp.

- Suárez-Mahecha, H., Beirão, L. H., Francisco, A., Nakaghi, L. S. O. & Pardo-Carrasco, S. C. (2007). Chilling effect on the post-mortem texture of the matrinxã fish muscle *Brycon cephalus*. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 59(4), 1067-1073pp.
- Szczesniak, A. S. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13(4), 215-225pp.
- Tantasuttikul, A., Kijroongrojana, K. & Benjakul, S. (2011). Quality indices of squid (*Photololigo duvaucelii*) and cuttlefish (*Sepia aculeata*) stored in ice. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 20(2), 129-147pp.
- Terra, B. F., Araújo, F. G., Calza, C. F., Lopes, R. T. & Teixeira, T. P. (2008). Heavy metal in tissues of three fish species from different trophic levels in a tropical Brazilian river. *Water, air, and soil pollution*, 187(1-4), 275-284pp.
- Tocher, D. R. (2003). Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Reviews in Fisheries Science*, 11(2), 107-184pp.
- Triqui, R. (2006). Sensory and flavor profiles as a means of assessing freshness of hake (*Merluccius merluccius*) during ice storage. *European Food Research and Technology*, 222(1-2), 41-47pp. doi: 10.1007/s00217-005-0078-y
- Tzikas, Z., Amvrosiadis, I., Soultos, N. & Georgakis, S. (2007). Seasonal variation in the chemical composition and microbiological condition of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) muscle from the North Aegean Sea (Greece). *Food Control*, 18(3), 251-257pp.
- Van Waarde, A. (1988). Biochemistry of non-protein nitrogenous compounds in fish including the use of amino acids for anaerobic energy production. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 91(2), 207-228pp.
- Vanek, C. & Connor, W. E. (2007). Do n-3 fatty acids prevent osteoporosis? *The American journal of clinical nutrition*, 85(3), 647-648pp.
- Vaz-Pires, P. & Barbosa, A. (2004). Sensory, microbiological, physical and nutritional properties of iced whole common octopus (*Octopus vulgaris*). *LWT - Food Science and Technology*, 37(1), 105-114pp.
- Vaz-Pires, P. & Seixas, P. (2006). Development of new quality index method (QIM) schemes for cuttlefish (*Sepia officinalis*) and broadtail shortfin squid (*Illex coindetii*). *Food Control*, 17(12), 942-949pp.
- Venkataraman, R. & Chari, S. T. (1951). Seasonal variation in the chemical composition of mackerel (*Rastrelliger kanagurta* Russel). *Proceedings of the Indian Academy of Sciences - Section B*, 33(3), 126-134pp.
- Vieira, A. C. P., Buainain, A. M. & Spers, E. E. (2011). A segurança do alimento e a necessidade de informação aos consumidores. *Cadernos de Direito*, 10(19), 21-37pp.
- Watanabe, T., Kiron, V. & Satoh, S. (1997). Trace minerals in fish nutrition. *Aquaculture*, 151(1-4), 185-207pp.
- World Bank & FAO. (2013). Fish to 2030 Prospects for Fisheries and Aquaculture. Agriculture And Environmental Services Discussion Paper 03. World Bank Report Number 83177-Glb. Washington, D.C: World Bank. [Acesso 10/01/2015]. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/019/i3640e/i3640e.pdf>

